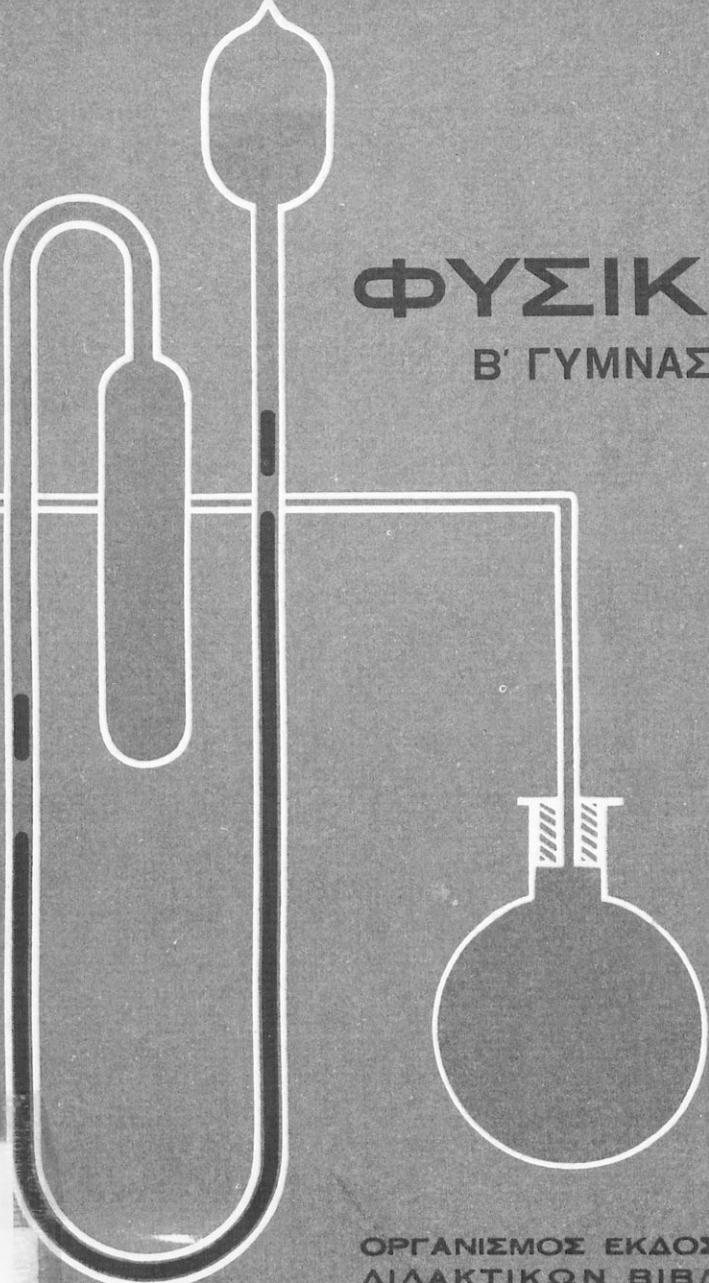




ΦΥΣΙΚΗ

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

002
ΚΛΣ
ΣΤ2Β
1504

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1969

F

2

411

Godier (A.)

ΦΥΣΙΚΗ Β/Γ 2236

ΦΥΣΙΚΗ



Μετάφρασις: Ὑπὸ Γεωργίου Ἀνδρεάδη.

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

Ε 2 φεβ

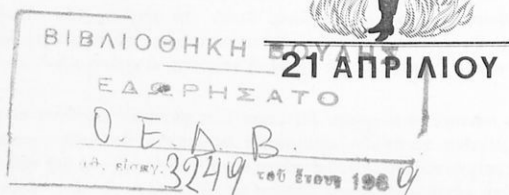
Godier (A.)

ΦΥΣΙΚΗ

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

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΕΛΛΑΣ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1969

Ἡ Φυσικὴ εἶναι μία ἀπὸ τὰς ἀρχαιοτέρας ἐπιστήμας τοῦ κόσμου. Ὁ Ἀριστοτέλης (384-322 π.Χ.) ἐκρησιμοποίησε διὰ πρώτην φοράν τὸν ὅρον Φυσική. Ὁ ὅρος Φυσική, καθὼ 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 μεταξὺ τῶν ὅχι 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 περισσοτέραν ἀπὸ τῆς μιᾶς δραχμῆς.

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

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

Διὰ νὰ μελετήσωμεν ἔν φυσικὸν φαινόμενον, πρέπει εἰς τὴν ἀρχὴν νὰ τὸ ἐξετάσωμεν προσεκτικῶς ἢ, ὅπως λέγομεν, νὰ τὸ παρατηρήσωμεν. Π.χ., διὰ νὰ μελετήσωμεν τὸ φαινόμενον τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων, δὲν ἀρκεῖ μόνον μίαν φοράν νὰ παρατηρήσωμεν πῶς πίπτει ἓν σῶμα. Πρέπει νὰ μάθωμεν ἔαν ὑπάρχῃ διαφορά εἰς τὴν πτῶσιν ἐνὸς μεγάλου καὶ ἐνὸς μικροῦ εἰς βάρος σώματος ἢ ἔαν ἔχῃ 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 ὁμως 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 ὁμως δὲν ἀρκεῖ μόνον νὰ παρατηρήσωμεν τὴν ἐξέλιξιν τῶν διαφορῶν φαινομένων, ἀλλὰ πρέπει καὶ νὰ τὰ ἐξηγήσωμεν. Διὰ νὰ ἐπιτύχωμε τὸν σκοπὸν μας, εἶναι ἀπαραίτητον νὰ πραγματοποιήσωμεν διαφόρους *μετρήσεις*. Κατὰ τὴν πτῶσιν τῶν σωμάτων π.χ. πρέπει νὰ μετρήσωμεν τὸ ὕψος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον πίπτει τὸ σῶμα, τὴν ταχύτητα καὶ τὸν χρόνον τῆς πτώσεώς του. Τὸ μήκος, ἡ ἐπιφάνεια, ὁ ὄγκος, ἡ ταχύτης, ὁ χρόνος κ.τ.λ. εἶναι *φυσικὰ μεγέθη*.

Ἐν φυσικὸν μέγεθος δύναται πάντοτε νὰ μετρηθῇ. Μέτρησις ἐνὸς φυσικοῦ μεγέθους εἶναι ἡ σύγκρισίς του πρὸς ἓν ὁμοειδὲς μέγεθος, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν ὡς μονάδα. Διὰ κάθε φυσικὸν μέγεθος ἔχει ὀρισθῇ 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 ὁμως προεκάλεε μεγάλας δυσκολίας εἰς τοὺς ὑπολογισμούς καὶ εἰς τοὺς τύπους, διότι ἡ Φυσικὴ εἶναι μία παγκόσμιος ἐπιστήμη καὶ ἔπρεπε τὰ σύμβολα καὶ αἱ μονάδες νὰ εἶναι διεθνεῖς. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ἐπροτάθησαν τὰ συστήματα μονάδων.

Σημειώσεις σχετικά με το σύστημα μονάδων.

Σύστημα μονάδων είναι σύνολον μονάδων, αί όποίαι επιλέγονται με τρόπον, ώστε να απλοποιούν τούς τύπους τής Φυσικής και να διευκολύνουν την χρήσιν τούτων.

Τό σύνολον αυτό περιλαμβάνει :

α) μονάδας αί όποίαι έχουν **επιλεγή αὐθαιρέτως** (π.χ. τό εκατοστόμετρον, τό γραμμάριον, και τό δευτερόλεπτον)· αί μονάδες αὗται, καλούνται **θεμελιώδεις**.

β) μονάδας **παραγώγους** αί όποίαι καθορίζονται από τās **θεμελιώδεις**.

Είς τό σύστημα π.χ. *εκατοστόμετρον*, *γραμμάριον*, *δευτερόλεπτον*, τό όποϊον καλουμέν σύστημα C.G.S., ή **μονάς ταχύτητος** καθορίζεται από τό εκατοστόμετρον και από τό δευτερόλεπτον, είναι δέ εκατοστόμετρον κατά δευτερόλεπτον· ή **μονάς τής επιταχύνσεως** καθορίζεται από την μονάδα τής ταχύτητος και από τό δευτερόλεπτον, και ή **μονάς βάρους** από τό γινόμενον τής μονάδος τής επιταχύνσεως επί την μονάδα τής μάζης. Είναι απαραίτητον **αί θεμελιώδεις μονάδες** να ήμπορούν να καθορισθούν με μεγάλην ακρίβειαν. Τό μέτρον (και τό εκατοστόμετρον), τό χιλιόγραμμον (και τό γραμμάριον) και τό δευτερόλεπτον εκπληρώνουν ακριβώς αὐτήν την ἀπαιτήσιν.

Τό **μέτρον** είναι ή απόστασις εις την θερμοκρασίαν τών 0° C μεταξύ δύο γραμμών, αί όποίαι είναι χαραγμέναι εις ένα πρότυπον κανόνα, κατεσκευασμένον από ίρίδιον και λευκόχρυσον, ό όποϊος φυλάσσεται εις τό Διεθνές Γραφείον Μέτρων και Σταθμών τών Σεβρών (Γαλλία).

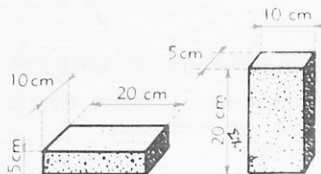
Τό **χιλιόγραμμον** είναι ή μάζα ενός προτύπου κυλίνδρου από ίρίδιον και λευκόχρυσον, ό όποϊος φυλάσσεται εις τό αὐτό Διεθνές Γραφείον.

Τό **γραμμάριον** είναι τό χιλιοστόν τής μάζης τοῦ προτύπου χιλιογράμμου. Τέλος, δια τήν μέτρησιν τοῦ χρόνου ἔχομεν τό **δευτερόλεπτον**, τό όποϊον είναι χρονικόν διάστημα ἴσον με τό 1/86.400 τής μέσης ἡλιακῆς ἡμέρας.

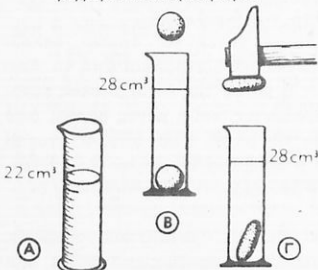
Ἀναλόγως πρὸς τās θεμελιώδεις μονάδας, τās όποίας θα όρίσωμεν, δημιουργοῦμεν και διάφορα συστήματα. Τά κυριώτερα ἐκτὸς τοῦ C.G.S. είναι :

Τό σύστημα M.T.S., τό όποϊον χρησιμοποιεῖται εις τās βιομηχανικὰς ἐφαρμογὰς και ἔχει ὡς θεμελιώδεις μονάδας τό **μέτρον**, τὸν **τόνον** και τό **δευτερόλεπτον**.

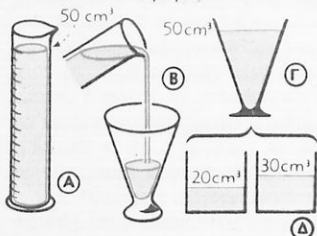
Τό σύστημα M.K.S.A. με θεμελιώδεις μονάδας τό **μέτρον**, τό **χιλιόγραμμον**, τό **δευτερόλεπτον** και τό **Ἀμπέρ**. Τό σύστημα τοῦτο καλεῖται και **σύστημα Giorgi**, από τό ὄνομα τοῦ καθηγητοῦ, ό όποϊός τό ἐπρότεινε.



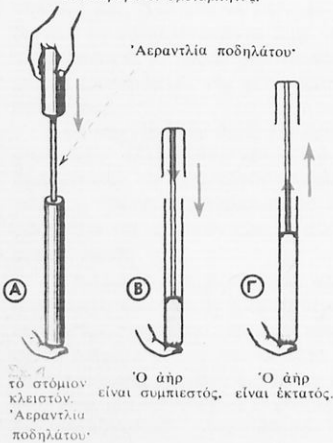
Σχ. 1. Το σχήμα και ο όγκος του μαρμάρου είναι αμετάβλητα.



Σχ. 2. Το σχήμα της σφαίρας εκ μολύβδου μεταβάλλεται, εάν κτυπήσουμε αυτήν διά 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 κλείσθων.
Αεραντλία ποδηλάτου.
Ο αήρ είναι συμπιεστός. Ο αήρ είναι έκτατος.

1^{ΟΝ} ΜΑΘΗΜΑ: Φυσικαὶ καταστάσεις τῆς ὕλης.

ΣΤΕΡΕΑ - ΥΓΡΑ - ΑΕΡΙΑ

1 Παρατήρησις. Ἐάν λάβωμεν τεμάχιον μαρμάρου (σχ. 1), θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ σχῆμα καὶ αἱ διαστάσεις του δὲν μεταβάλλονται, ὅπως καὶ ἐάν τοποθετήσωμεν αὐτό. Ὁ ὅγκος του καὶ τὸ σχῆμά του εἶναι αμετάβλητα.

Τὸ μάρμαρον εἶναι ἐν στερεὸν σῶμα.

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

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

Συμπέρασμα: Ἐκαστον στερεὸν σῶμα ἔχει ἰδιαιτέρον σχῆμα καὶ ὅγκον αμετάβλητον.

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

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

Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ λαμβάνει τὸ σχῆμα τοῦ ἐσωτερικοῦ τῶν δοχείων ἀνεῖν ἰδιαιτέρας προσπάθειας, ἐνῶ ὁ ὅγκος του παραμένει ὁ αὐτός.

Συμπέρασμα: Ἐν ὑγρὸν δὲν ἔχει ἰδικὸν τοῦ σχῆμα, ἀλλὰ λαμβάνει τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, εἰς τὸ ὅποιον περιέχεται, ὁ δὲ ὅγκος του παραμένει αμετάβλητος.

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

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

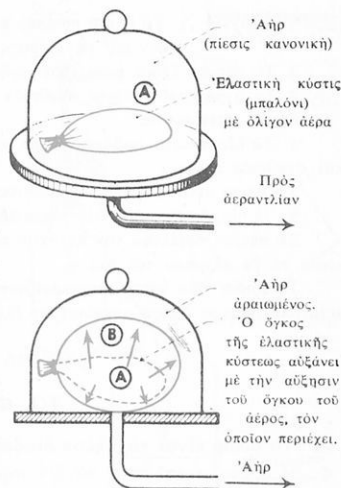
όγκος του αέρος (σχ. 4Α και Β) ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τῆς ἀεραντλίας.

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

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

● Ἐὰν ἀνοίξωμεν ἐν φιαλίδιον περιέχον αἰθέρα, θὰ διαπιστώσωμεν ἀπὸ τὴν ὁσμὴν ὅτι ἐν αἰέριον, δηλ. ὁ ἀτμός τοῦ αἰθέρος, ἔχει διαχυθῇ εἰς ὅλην τὴν αἰθουσαν.

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



Σχ. 5. Ὁ ἀὴρ εἶναι ἐκτατός.

Συμπέρασμα: Τὰ διάφορα αέρια (ἀήρ, ὀξυγόνον, ἄζωτον, ἄμμωνία, διοξείδιον τοῦ ἁνθράκος κ.τ.λ.) δὲν ἔχουν ἰδιαιτέρον σχῆμα καὶ ὄγκον· εἶναι συμπιεστά, ἐλαστικά καὶ ἐκτατά.

4 Ἐξήγησις τῶν ἰδιοτήτων τῶν στερεῶν, ὑγρῶν καὶ αερίων.

● Ἐὰν γεμίσωμεν ἐν ποτήριον μὲ λεπτήν ἄμμον καὶ τὴν μεταγγίσωμεν εἰς ἐν ἄλλο ποτήριον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἄμμος ρεῖ. Ἀπὸ ὠρισμένην ἀπόστασιν μάλιστα δὲν διακρίνομεν τοὺς κόκκους καὶ ἔχομεν τὴν ἐντύπωσιν ὅτι ρεῖ ἐν ὑγρόν. Ἡ ἄμμος ἀποτελεῖται ἀπὸ πλῆθος μικρῶν κόκκων, οἱ ὅποιοι δύνανται νὰ ὀλισθαίνουν 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 μὲ τὸ ἰσχυρότερον μικροσκόπιον δὲν εἶναι δυνατόν νὰ τὰ διακρίνωμεν.

Τὰ σωματίδια αὐτὰ εἶναι τὰ μόρια τοῦ ὑγροῦ.

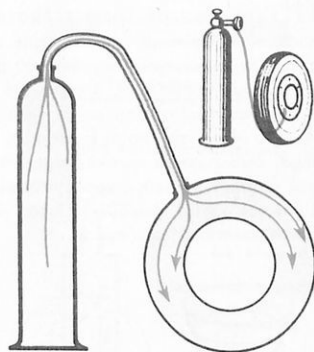
● Ἐὰν οἱ κόκκοι τῆς ἄμμου ἐνωθοῦν μεταξύ των, θὰ ἀποτελέσουν ἕνα ψαμμίτην (ἀμμόλιθον), ἐν στερεόν.

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

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

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

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



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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τα υλικά σώματα παρουσιάζονται εις τρεις καταστάσεις: την στερεάν, την υγράν και την αέριον.
2. Τα στερεά ἔχουν ἰδιαίτερον σχῆμα καὶ σταθερὸν ὄγκον.
3. Τα ὑγρά ἔχουν ἐπίσης σταθερὸν ὄγκον, λαμβάνουν ὅμως τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, εἰς τὸ ὁποῖον περιέχονται.
4. Τα αέρια καταλαμβάνουν ὅλον τὸν διαθέσιμον χώρον, χωρὶς νὰ ἔχουν ἰδιαίτερον σχῆμα καὶ σταθερὸν ὄγκον.
- Τὰ αέρια εἶναι συμπιεστά, ἐλαστικά καὶ ἑκτατά.
5. Ἡ ὕλη ἀποτελεῖται ἀπὸ σωματίδια πάρα πολὺ μικρά, τὰ ὁποῖα καλοῦνται μόρια.
- Τὰ στερεά ὀφείλουν τὴν ἀντοχὴν των εἰς τὰς δυνάμεις συνοχῆς, αἱ ὁποῖαι συγκρατοῦν τὰ μόρια τὸ ἓν πλησίον τοῦ ἄλλου.
- Τὰ μόρια τῶν υγρῶν μετατοπίζονται μὲ μεγαλυτέραν ἐλευθερίαν. Τὰ μόρια τῶν αερίων μετατοπίζονται μὲ ἀκόμη μεγαλυτέραν ἐλευθερίαν καὶ εἰς ὁλόκληρον τὸν χώρον τοῦ δοχείου των.

2^{ΟΝ} ΜΑΘΗΜΑ: Τὰ ἑτερογενῆ μείγματα.

ΤΟ ΦΥΣΙΚΟΝ ΥΔΩΡ

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

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

● Αἱ ἡπείροι διασχίζονται ἀπὸ πολυαρίθμους ποταμούς. Τὸ ὕδωρ ρεῖ εἰς τὰς πλαγὰς τῶν ὀρέων ὑπὸ μορφὴν χειμάρρων καὶ καταρρακτῶν. Πηγαὶ ἀναβλύζουν ἀπὸ τὴν γῆν.

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

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

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

Πόθεν προέρχονται καὶ τί εἶναι αὐτὰ τὰ σωματίδια;

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



Σχ. 1.

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



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

Συμπέρασμα: Τὸ φυσικὸν ὕδωρ δύναται νὰ περιέχῃ ἓν αἰωρήσει διαφόρων στερεῶς οὐσίαν· εἶναι ἓν μείγμα.

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

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

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



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

● Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον μετηγγίσσαμεν, 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.

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

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

Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν διηθητικὸν χάρακτον, ὁ ὁποῖος ὁμοιάζει μὲ στυπόχαρτον.

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

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

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

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

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



Σχ. 4. Διήθησις



Σχ. 5. Τομὴ δυσλίστηριου (δεξαμενῆς διηθήσεως).



Σχ. 6. Διηθητικὴ συσκευὴ Chamberland.

● ΑΙ πηγαί τροφοδοτούνται συχνάκίς από ύδατα, διελθόντα προηγουμένως από στρώματα άμμου, τὰ όποία είναι περίφημα φυσικά διυλιστήρια. Τοιουτοτρόπως τὸ ὕδωρ δύναται νά διηθηθῇ φυσικῶς. Δι' αὐτὸ τὸ ὕδωρ πολλῶν πηγῶν διοχετεύεται ἀπ' εὐθείας εἰς τὴν κατανάλωσιν.

Συμπέρασμα : Διὰ τῆς μεταγίσεως, δηλ. διὰ τοῦ διαχωρισμοῦ τοῦ ὑγροῦ ἀπὸ τὸ ἴζημα, τὸ όποῖον σχηματίζεται, καὶ ἐν συνεχείᾳ διὰ τῆς διηθήσεως, κατὰ τὴν όποίαν ἐν πορώδεσ σώμα συγκρατεῖ τὰ αἰωρούμενα σωματίδια, ἐπιτυγχάνομεν ὕδωρ τελείως διανγές.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

3^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : "Ἐν καθαρόν σώμα.

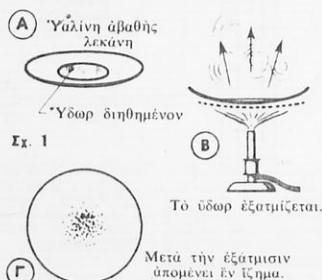
ΤΟ ΑΠΕΣΤΑΓΜΕΝΟΝ ΥΔΩΡ

1 Τὸ διηθημένον ὕδωρ δὲν εἶναι καθαρόν.

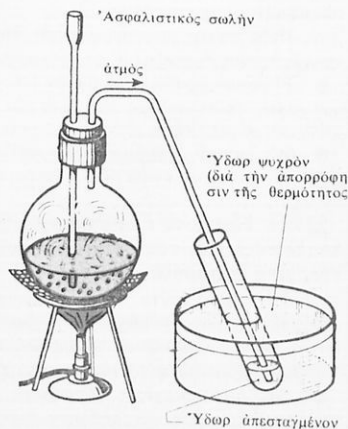
Εἰς μίαν ἀβαθὴ ὑαλίνην λεκάνην, τελείως διαφανῇ, ρίπτομεν διηθημένον ὕδωρ καὶ τὸ θερμαίνομεν ἑλαφρῶς, ἕως ὅτου ἐξατμισθῇ.

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

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



Σχ. 1



Σχ. 2. Ἀπόσταξις τοῦ ὕδατος.

2. 'Απόσταξις.

● Θερμαίνουμε μέχρι βρασμού ύδωρ, τὸ ὁποῖον προήλθεν ἀπὸ διήθησιν, καὶ συλλέγομεν εἰς δοκιμαστικὸν σωλῆνα τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἀπὸ τὴν συμπύκνωσιν τοῦ ατμοῦ του (σχ. 2).

Τὸ ὕδωρ τοῦτο εἶναι **ἀπεσταγμένον**.

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

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

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

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 (36ον μάθημα) ὅτι ἐν λίτρον ἀπεσταγμένου ὕδατος ἔχει τὸ μεγαλύτερον βάρος, ὅταν ἡ θερμοκρασία εἴναι 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).

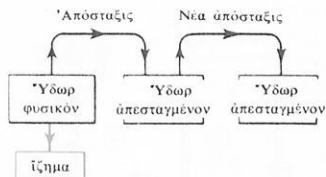
4. Μεταβολαὶ Φυσικῶν καταστάσεων.

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

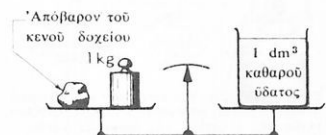
● Εἰς ποτήριον, εἰς τὸ ὁποῖον ἔχομεν ρίψει τεμάχια πάγου, θέτομεν ἐν ἀβαθμολόγητον θερμόμετρον. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ κατέρχεται καὶ μετ' ὀλίγα λεπτὰ σταθεροποιεῖται (σχ. 5). Σημειώνουμεν τὴν θέσιν τῆς δι' ἐνὸς νήματος, τὸ ὁποῖον ἔχομεν περιτυλίξει εἰς τὸν σωλῆνα τοῦ θερμόμετρον.

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.

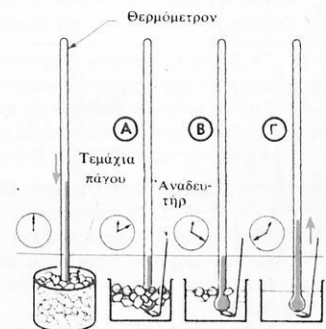
(1) Τὸ βάρος 1/ ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας 4°C ἔχει καθορισθῇ συμβατικῶς ὡς μονὰς βάρους. Ἀκριβεῖς μετρήσεις δεικνύουν ὅτι 1/ ἀπεσταγμένου ὕδατος εἰς τὸ Παρίσι ζυγίζει 0,999972 Κρ.



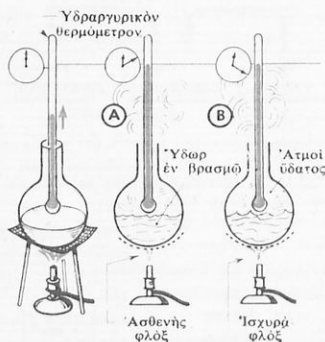
Σχ. 3. Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ περιέχει μόνον ὕδωρ. Εἶναι ὕδωρ καθαρὸν.



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 σταθερά. Μόλις τακὴ ὁ πάγος, ἡ στάθμη ἀνέρχεται.



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

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

β) **Ἐξάερωσις.** Θερμαίνουμεν καθαρὸν ὕδωρ ἐντός μιᾶς σφαιρικῆς φιάλης, εἰς τὴν ὅποιαν ἔχομεν τοποθετήσῃ τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον, τὸ χρησιμοποιοῦμεν προηγουμένως, εἰς τρόπον, ὥστε μόλις νὰ ἐγγίξῃ τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος (σχ. 6).

Ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ ἀνέρχεται.

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

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

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

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

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

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

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

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ εἶναι καθαρὸν ὕδωρ.

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

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

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

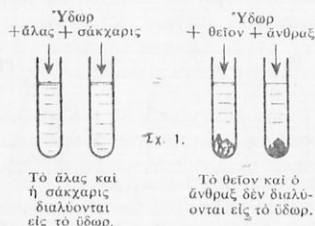
6. Ὅπως τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ, τοιοῦτοτρόπως καὶ κάθε καθαρὸν σῶμα χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὰς φυσικὰς σταθεράς του.

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

ΔΙΑΛΥΤΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

1 Τὸ ὕδωρ δύναται νὰ διαλύῃ στερεὰς οὐσίας.

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



Τὸ ἅλας καὶ ἡ σάκχαρις διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ.

Τὸ θεῖον καὶ ὁ ἀνθραξ δὲν διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ.

αφανίζεται και το ύδωρ παραμένει διαυγές, χωρίς βράτα ίχνη αλατος.

Έπραξατοποιήσαμεν μίαν **διάλυσιν** αλατος εις τὸ ὕδωρ.

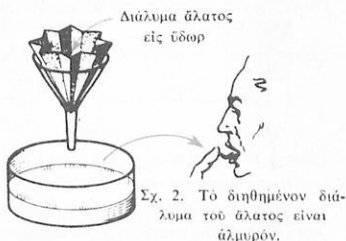
● Ἐάν θέσωμεν μίαν σταγόνα ἀπὸ αὐτὸ τὸ ὕδωρ ἐπὶ τῆς γλώσσης μας, θὰ διαπιστώσωμεν διὰ τῆς γεύσεως τὴν παρουσίαν τοῦ αλατος.

● Διηθούμεν αὐτὴν τὴν διάλυσιν καὶ δοκιμάζομεν πάλιν τὸ ὑγρὸν, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν: *Εἶναι ἄλμυρον* (σχ. 2).

● Τὸ ἄλας διήλθε μετὰ τοῦ ὕδατος, ἂν καὶ ὁ διηθητικὸς χάρτης συγκρατῇ τὰς στερεὰς οὐσίας.

Τὸ ἄλας ἐσχημάτισε μετὰ τοῦ ὕδατος ἐν μείγμα, τοῦ ὁποῖου δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὰ συστατικά.

Τὸ μείγμα αὐτὸ εἶναι **ὁμογενές**.



Συμπέρασμα: *Τὸ ἄλας εἶναι διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Ἡ διάλυσις τούτου εἰς τὸ ὕδωρ εἶναι ἐν ὁμογενές μείγμα.*

● Εἰς σφαιρικὴν φιάλην μὲ χλιαρὸν ὕδωρ διαλύομεν ὅσον τὸ δυνατόν περισσότερον ἄλας. Εἰς κάποιαν στιγμήν τὸ ἄλας, τὸ ὁποῖον προσθέτομεν, δὲν διαλύεται πλέον, ἀλλὰ πίπτει εἰς τὸν πυθμένα ὡς ἄν ἴζημα.

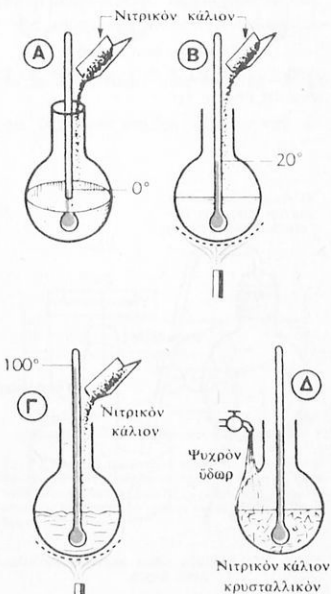
Τὸ διάλυμα αὐτὸ καλεῖται **κεκορεσμένον**.

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

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

Ἡ ἔπιδρασις τῆς θερμοκρασίας εἰς τὴν διαλυτότητα ἐνὸς σώματος.

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

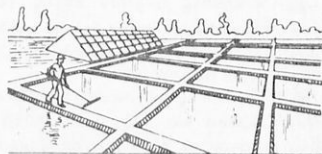


Σχ. 3. Ἡ διαλυτότης τοῦ νιτρικοῦ καλίου αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος.

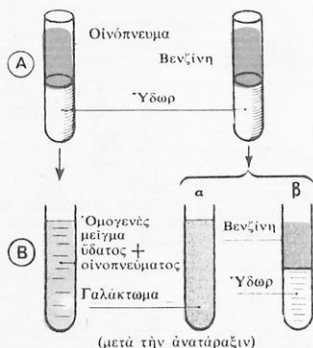
0° 20° 100°
130 g 270 g 2470 g
● Ἐάν ψύξωμεν τὴν φιάλην, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἀρχίζει νὰ κατακάθεται ὑπὸ μορφήν **κρυστάλλων** ἐν μέρος τοῦ νιτρικοῦ καλίου (σχ. 3) καὶ αὐτὸ διότι εἰς χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν, ὅπως εἶδομεν, τὸ ὕδωρ θὰ συγκρατῇ μικροτέραν ποσότητα ἀπὸ τὴν οὐσίαν, τὴν ὁποίαν ἔχει διαλύσει.

● Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα, διαλύοντες αὐτὴν τὴν φοράν μαγειρικὸν ἄλας. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μέγιστη ποσότης τοῦ αλατος, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ διαλύσωμεν, μεταβάλλεται ὀλίγον μὲ τὴν αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος.

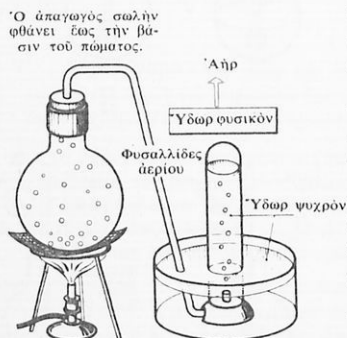
0° 20° 50°
36 g 36 g 39 g



Σχ. 4. Μετὰ τὴν ἐξάτμισιν μέρους τοῦ ὕδατος εἰς τὰς ἀλυκὰς, τὸ διάλυμα γίνεται κεκορεσμένον καὶ τὸ ἄλας κρυσταλλοῦται. Διὰ τὸ οἱ σωροὶ τοῦ αλατος καλύπτονται διὰ κεράμων ἢ χόμοτος;



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



Σχ. 6. Το φουσικόν ύδωρ περιέχει διαλυμένα αέρια.

Συμπέρασμα: Η διαλυτότης ωρισμένων ούσιων (νιτρικόν κάλιον, σάκχαρις) αυξάνει πολύ μετά της θερμοκρασίας, ενώ η διαλυτότης του άλατος ελάχιστα.

3 Περιεκτικότητα ενός διαλύματος.

Ρίπτομεν εις ένα όγκομετρικόν κύλινδρον ύδωρ, εις τὸ ὁποῖον ἔχομεν διαλύσει 15 g ἄλατος, καὶ συμπληροῦμεν διὰ καθαροῦ ὕδατος ἕως τὴν ὑποδιαίρεσιν 100 cm³.

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

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

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

4 Διάλυσις ὑγρῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

Ρίπτομεν εις ένα δοκιμαστικόν σωλῆνα ὕδωρ καὶ ἐν συνεχείᾳ πολὺ προσεκτικὰ οἰνόπνευμα. Δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὰ δύο ὑγρά, τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου. Τὸ ὕδωρ εὐρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος.

● Ἐὰν μετακινήσωμεν τὸν σωλῆνα, τὰ δύο ὑγρά γίνονται ἐν καὶ δὲν δυνάμεθα νὰ τὰ διαχωρίσωμεν· σχηματίζουν δηλ. ἐν 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 σωλῆνα, λαμβάνομεν ἐν θολὸν μείγμα, εἰς τὸ ὁποῖον παρατηροῦμεν αἰωρουμένας τὰς σταγόνας τῆς βενζίνης (σχ. 5).

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

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

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

5 Διάλυσις αερίων ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

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

● Τὸ αέριον, τὸ ὁποῖον συνελέξαμεν εἰς τὸν δοκιμαστικόν σωλῆνα, ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ Ἄζωτον καὶ Ὁξυγόνον. Αὐτὰ ὑπῆρχον προηγουμένως ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἀλλὰ δὲν ἦτο δυνατόν νὰ τὰ παρατηρήσωμεν, διότι ἦσαν διαλελυμένα καὶ ἀπετέλουν μετὰ τοῦ ὕδατος ὁμογενές μείγμα. Τὰ αέρια αὐτὰ προέρχονται κυρίως ἀπὸ διαλελυμένον ἀτμοσφαιρικὸν αέρα. Τὸ διαλελυμένον ὀξυγόνον, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ ὕδωρ τῶν ποταμῶν, τῶν λιμνῶν, τῶν θαλασσῶν, ἀναπνέουσιν καὶ διατηροῦνται οὕτω εἰς τὴν ζωὴν τὰ ὑδρόβια ζῷα καὶ φυτὰ.

Το ύδωρ δύναται νὰ διαλύσῃ καὶ πολλὰ ἄλλα ἀέρια. Τὰ ἀεριοῦχα ποτὰ περιέχουν διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος.

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

Συμπέρασμα : Τὸ ὕδωρ δύναται νὰ διαλύσῃ ἀέρια.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

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

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

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

4. Ὡρισμένα ὑγρά, ὅπως τὸ οἰνόπνευμα, εἶναι διαλυτὰ εἰς τὸ ὕδωρ, ἐνθ' 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 : Πρώτη 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. Διαιτί; Ἐὰν ὁμως κλίνωμεν αὐτὴν πρὸς τὰ κάτω, φυσallaίδες διαφεύγουν ἀπὸ τὸ στόμιόν της καὶ ἡ φιάλη πληροῦται ὕδατος (σχ. 1 Β).

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

Ἡ φιάλη ἦτο πλήρης ἀέρος.

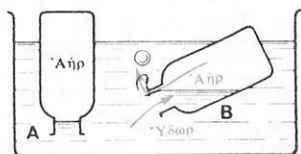
● Οἱ ἀνεμοὶ, τὰ ἀέρια ρεύματα, ἡ ἀντίστασις, ἡ ὁποία παρουσιάζεται εἰς τὰς ταχεῖς κινήσεις μας, ἀποδεικνύουν ἐπίσης τὴν παρουσίαν τοῦ ἀέρος.

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

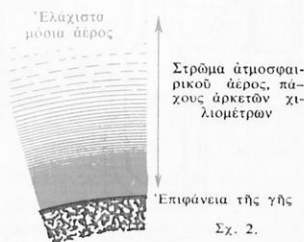
Τὰ τελευταῖα μόρια εἶναι δυνατόν νὰ εὕρισκωνται καὶ εἰς χιλιάδας χιλιομέτρων ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς (σχ. 2).

2 Ἰδιότητες τοῦ ἀέρος.

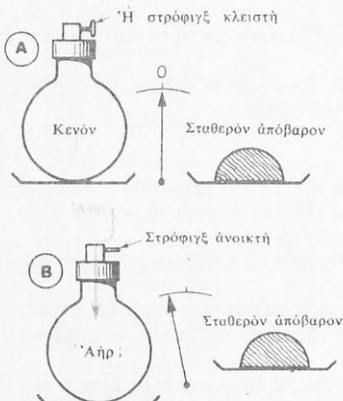
Τὰ πειράματα, τὰ ὁποία ἐγιναν εἰς τὸ πρῶτον μάθημα, μᾶς ἀπέδειξαν τὰς βασικὰς ἰδιότητες τοῦ ἀέρος: τὴν *συμπίεστότητα*, τὴν *ἐλαστικότητα* καὶ τὸ *ἐκτατόν*. Αἱ ἰδιότητες αὗται εἶναι κοινὰ δι' ὅλα τὰ ἀέρια.



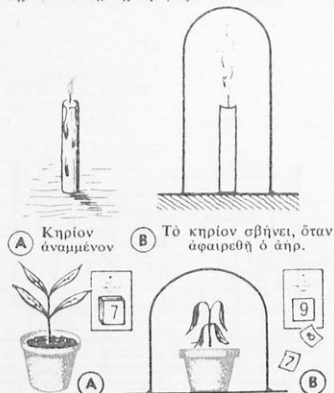
Σχ. 1. Εἰς τὴν φιάλην Α εἰσέρχεται πολὺ ὀλίγον ὕδωρ (εἶναι πλήρης ἀέρος). Εἰς τὴν φιάλην Β (πλαγίᾳ) ὁ αἰρ ἐξέρχεται ὑπὸ μορφήν φυσαλλίδων καὶ τὸ ὕδωρ καταλαμβάνει τὴν θέσιν του.



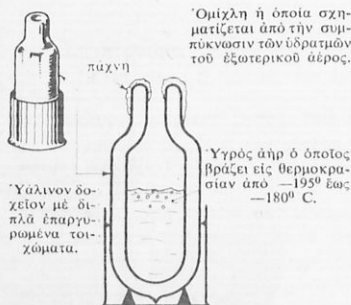
Σχ. 2.



Σχ. 3. Ὁ αἶρ ἔχει βάρος.



Σχ. 5. Ὅταν ἀφαιρεθῇ ὁ αἶρ, τὸ φυτὸν μαραινεται καὶ νεκρώνεται.



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

● Ὁ αἶρ ἔχει βάρος. Διὰ μιᾶς ἀεραντλίας ἀφαιρούμεν τὸν αἶρα ἀπὸ μίαν ὑάλινην σφαιρικὴν φιάλην. Δὲν δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν ἀπόλυτον κενόν. Πάντοτε ἀπομένει ὀλίγος αἶρ, ὁ ὁποῖος διαχέεται εἰς ὅλον τὸν ὅλκον τῆς φιάλης.

● Τοποθετοῦμεν κατόπιν τὴν φιάλην εἰς τὸν ἑνὸς δίσκον ζυγοῦ καὶ τὴν ἰσορροποῦμεν μετὰ ἀπόβαρον εἰς τὸν ἄλλον δίσκον (σχ. 3Α). Ἐὰν ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα, ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται καὶ ὁ ζυγὸς κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς φιάλης. Διὰ τί ;

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

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

Σύγκρισις τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος πρὸς τὸ βάρος τοῦ αἵρος ὅγκου αἵρος.

Βάρος 1 λίτρου ὕδατος = 1 Kp = 1000p.

Βάρος 1 λίτρου αἵρος = 0,0013 Kp = 1,3p.

Συμπέρασμα : Ὁ αἶρ, ὅπως καὶ κάθε αέριον, ἔχει βάρος. Ἀλλὰ τὸ βάρος τῶν αερίων εἶναι εἰς ἴσον ὅγκου πολὺ μικρότερον ἀπὸ τὸ βάρος τῶν στερεῶν καὶ τῶν ὑγρῶν.

● Ὁ αἶρ εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὰς καύσεις καὶ τὴν ζωὴν.

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

● Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα καὶ ἀνασκηώσωμεν 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 ἀναφερθῶμεν μερικὰ παραδείγματα θανάτου ἐκ τῆς ἐλλείψεως αἵρος (ἀσφυξία).

Συμπέρασμα : Ὁ αἶρ εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὰς καύσεις. Ὁ αἶρ εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν ζωὴν.

● Σύστασις τοῦ αἵρος.

● Ὁ αἶρ, ὅταν ψυχθῇ εἰς τοὺς -193° C, γίνετα ἑν ὑγρὸν διαυγές, ἐλαφρῶς κυανοῦν, τὸ ὁποῖον ρεεὺσάν τὸ ὕδωρ. Διὰ νὰ λάβωμεν ἑν λίτρον ὑγροῦ αἵρος ἀπαιτοῦνται 700 λίτρα αἵρος εἰς κατὰστασιν ἀερίωδῃ.

● Τὸν ὑγρὸν αἶρα, διὰ νὰ μὴ ἐξαεριοθῇ ταχέως τὸν διατηροῦμεν ἐντὸς μονωτικῶν δοχείων μετὰ διπλὰ τοιχώματα καὶ μετὰ μικρὸν ἄνοιγμα χωρὶς πώμα, ὅπου βράζει καὶ ἐξαερίωνεται βραδέως (σχ. 6).

Ἐάν βυθίσωμεν εἰς τὸ ἀέριον ἓν κηρίον ἀναμμένον, τὸ ὁποῖον ἐξέρχεται κατ' ἀρχὰς ἀπὸ τὸν ἀέρα, τὸν μόλις ὑγροποιημένον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κηρίον σβήνει. Τὸ ἀέριον αὐτὸ εἶναι ἄζωτον (διότι ἐξαεριοῦται εἰς -195°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 διαφορετικὰς ιδιότητες : Ὁ ὑγρὸς ἀήρ εἶναι μείγμα. Μὲ εἰδικὰ θερμόμετρα διαπιστώνομεν ὅτι κατὰ τὸν βρασμὸν ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται ἀπὸ -195°C εἰς -183°C περίπου. Ὁ ὑγρὸς ἀήρ δὲν ἔχει ὅπως τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ σταθεράν 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 ιδιότητας.

Συμπέρασμα : Ὁ ἀήρ εἶναι μείγμα δύο τῶ ὀλιγότερον 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 συμπιεστόν, 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.

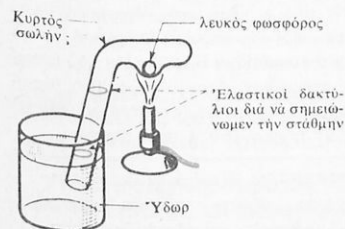
Ὁ ἀήρ δὲν εἶναι καθαρὸν σῶμα, εἶναι μείγμα.

60^{ον} ΜΑΘΗΜΑ: Ὁ ἀήρ εἶναι μείγμα πολλῶν ἀερίων.

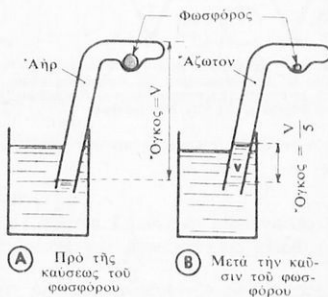
ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ

1. Ἀνάλυσις τοῦ ἀέρος διὰ φωσφόρου.

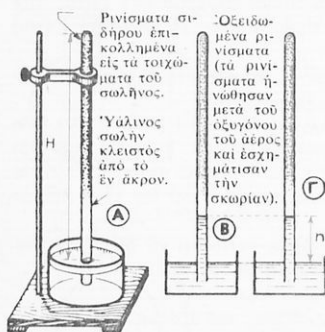
● Εἰς τὴν κοιλότητα τοῦ σωλῆνος τῆς συσκευῆς τοῦ σχ. 1 τοποθετοῦμεν ἓν τεμάχιον λευκοῦ φωσφό-



Σχ. 1. Ἀνάλυσις τοῦ ἀέρος με φωσφόρον



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



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

- (Α) Εις την αρχήν του πειράματος ή στάθμη του ύδατος έντός του σωλήνος είναι εις το ίδιον ύψος με την στάθμην του ύδατος της λεκανής.
(Β) Την δεύτεραν ήμεραν τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται έντός του σωλήνος.
(Γ) Την τρίτην ήμεραν ή στάθμη δέν μεταβάλλεται.



Σχ. 3. Η λευκή κρούστα, ή οποία σχηματίζεται εις την επιφάνειαν του ασβεστιου ὕδατος, μαρτυρεῖ την παρουσίαν του διοξειδίου του άνθρακος εις την ατμοσφαῖραν.



Σχ. 4. Ο ἔκπνεύμενος αήρ περιέχει πολλούς ὕδατμούς.

ρον και βυθίζομεν τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον του εἰς τὸ ὕδωρ. Σημειώνομεν τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος εἰς τὸν σωλῆνα καὶ θερμαίνομεν ἐλαφρῶς τὸν φωσφόρον. Ὁ φωσφόρος ἀναφλέγεται, ὁ σωλῆν γεμίζει με λευκοὺς καπνοὺς καὶ κατόπιν σβῆνει. Οἱ λευκοὶ καπνοὶ βραδὲως ἐξαφανίζονται, διαλυόμενοι ἐντὸς τοῦ ὕδατος, τοῦ ὁποίου ἡ στάθμη ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλήνος. Ὁ φωσφόρος ἐκεί, ἀφοῦ ἠνέωθη μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ αἵρος. Παραμένει τώρα εἰς τὸν σωλῆνα ἐν αἱρίον, τὸ ὁποῖον δὲν διατηρεῖ τὴν καυσίαν. Τὸ αἱρίον αὐτὸ εἶναι κυρίως ὀξυγόνον. Τὸ ὕδωρ κατέλαβε τὴν θέσιν τοῦ ὀξυγόνου.

● Ἐὰν μετρήσωμεν τὸν ὄγκον τοῦ αἵρος ἐντὸς τοῦ σωλήνος πρὸ καὶ μετὰ τὴν καυσίαν τοῦ φωσφόρου, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ αἱρίου, ὁ ὁποῖος παραμένει, εἶναι περίπου τὰ $\frac{4}{5}$ τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου.

Συμπέρασμα :

Ὁ αἰρ ἀποτελεῖται κατὰ τὸ $\frac{1}{5}$ περίπου τοῦ ὄγκου του ἀπὸ ὀξυγόνον, ἐνῶ τὸ ἐπὶ ὅλοιον ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ αἷωντον καὶ μικρὰν ποσότητα ἄλλων αἱρίων, τὰ ὅποια καλοῦνται εὐγενῆ αἱρία (Νέον, Ἀργόν, Κρεπτόν, Ξένον, Ἡλίου).

2 Ἄλλα αἱρία εὐρισκόμενα εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν αἶρα.

● Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὴν ἀβαθὴ ὑαλινὴν λεκάνην μετὰ τοῦ διαλυγῆς ἀσβεστιου ὕδατος, διὰ τὸ ὁποῖον ἔγινε λόγος εἰς τὸ προηγούμενον μάθημα, θὰ ἴδωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕγρου εἶναι κεκαλυμμένη διὰ λεπτῆς μεμβράνης (σχ. 3). Αὐτὴ ἡ μεμβράνη σχηματίζεται, ὅπως θὰ μάθωμεν, ὅταν τὸ ἀσβεστιον ὕδωρ ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς αἰρ περιέχει λοιπὸν καὶ διοξειδιον τοῦ ἀνθρακος.

● Ρίπτομεν εἰς ἓν ποτήριον πολὺ ψυχρὸν ὕδωρ. Θὰ παρατηρήσωμεν ἐντὸς ὀλίγου ὅτι ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ποτηρίου καλύπτεται μετὰ σταγονίδια ὕδατος, τὰ ὅποια σχηματίζονται ἀπὸ τὴν συμπύκνωσιν τῶν ὕδατμῶν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος. Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς αἰρ περιέχει καὶ ὕδατμούς.

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

Συμπέρασμα :

Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς αἰρ εἶναι μείγμα ὀξυγόνου, αἷωντον, εὐγενῶν αἱρίων, διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ ὕδατμῶν. Περιέχει ἀκόμη καὶ διάφορα αἰωρούμενα σωματίδια (κόνις).

● Την σύστασιν τοῦ μείγματος τῶν αερίων, τὰ ὁποῖα αποτελοῦν τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, μᾶς διδὲι ὁ κάτωθι πίναξ, ὁ ὁποῖος ἔχει γίνῃ κατόπιν ἀκριβῶν μετρήσεων:

*Αἷωτον: 78/ *Ὁξυγόνον: 21/ Εὐγενῆ ἀέρια: 1/ (περίπου) Διοξειδίου τοῦ ἀνθρ. 0,03/ *Υδρατμοί: μεταβλητὴ ποσ. Κόνις: μεταβλητὴ ποσότης	100/ καθαροῦ καὶ ξηροῦ αέρος	ΑΤΜΟ- ΣΦΑΙ- ΡΙΚΟΣ ΑΗΡ
---	------------------------------------	--------------------------------



3 Σύστασις εἰσπνεομένου καὶ ἐκπνεομένου αέρος.

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

● *Ἐὰν ἐκπνέσωμεν ἐμπροσθεν κατόπτρου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καλύπτεται μὲ ὕδρατμοις. *Ὁ αἶρ ἐπομένως, τὸν ὁποῖον ἐκπνέομεν, περιέχει περισσότερους ὕδρατμοις ἀπὸ τὸν ἀέρα, ὁ ὁποῖος μᾶς περιβάλλει (σχ. 4).

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

*Ὁ αἶρ, τὸν ὁποῖον ἐκπνέομεν, περιέχει περισσότερον διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός ἀπὸ αὐτόν, ὁ ὁποῖος μᾶς περιβάλλει.

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

	Εἰσπνεόμενος αἶρ 1 l	*Ἐκπνεόμενος αἶρ 1 l
*Αἷωτον (καὶ εὐγενῆ ἀέρια)	0,79 l	0,79 l
*Ὁξυγόνον	0,21 l	0,16 l
Διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός	ἴχνη ἀσήμαντα	0,04 l
*Υδρατμοί	μεταβλητὴ ποσότης	μεγάλῃ ποσότης

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

*Αποβάλλομεν διὰ τῆς ἐκπνοῆς περισσότερον διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός καὶ ὕδρατμοις ἀπὸ ὅσους εἰσπνέομεν, καὶ ὅλον τὸ αἷωτον.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. *Ὁ αἶρ εἶναι μείγμα πολλῶν αερίων.

2. 100 l αέρος περιέχουν 21 l ὀξυγόνου, 78 l αἷωτου, 1 l εὐγενῶν αερίων (Νέον, *Ἀργόν, Κρυπτόν, Ξέον, *Ἡλίου), ὀλίγον διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός καὶ ὕδρατμοις εἰς μεταβλητὴν ποσότητα.

3. Διὰ τῆς ἐκπνοῆς ἀποβάλλομεν ἀέρα, ὅστις περιέχει ὀλιγώτερον ὀξυγόνον ἀπὸ ἐκεῖνο, τὸ ὁποῖον εἰσπνέομεν, καὶ περισσότερον διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός καὶ ὕδρατμοις.

4. *Ὁ αἶρ (ὁ ἐκπνεόμενος) περιέχει 16% ὀξυγόνου καὶ 4% διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός, ἐνῶ ὁ αἶρ, τὸν ὁποῖον εἰσπνέομεν, 21% ὀξυγόνου καὶ ἴχνη διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός.





Τὰ διωλιστήρια τῆς Ἑλληνικῆς Ἑταιρείας Ὑδάτων εἰς τὴν Ὁμορφοκκλησίᾳ.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 1: Τὸ ὕδωρ, ὁ ἀήρ.

I. Τὸ ὕδωρ

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

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

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

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

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

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

Κλίμαξ: Εἰς τὸν ὀριζόντιον ἄξονα ΟΧ τὸ 1 cm θὰ παριστᾷ 10° C. Εἰς τὸν κατακόρυφον ἄξονα ΟΨ τὸ 1 cm θὰ παριστᾷ 5 g.

Ἀπὸ αὐτὴν τὴν γραφικὴν παράστασιν νὰ εὐρεθῇ:

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

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

3. Ὁ κάτωθι πίναξ δίδει τὴν μᾶζαν τῆς σακχάρως (g), ἣ ὁποία δύναται νὰ διαλυθῇ εἰς 100 g ὕδατος διὰ διαφόρων θερμοκρασιᾶς:

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

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

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

Ἐκ τῆς γραφικῆς παραστάσεως νὰ προσδιορισθοῦν:

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

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

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

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

(Υποθέτομεν ὅτι ἡ ἐξάτμισις γίνεται εἰς τοὺς 20° C).

II. Ὁ ἀήρ

5. Μία αἶθουσα ἔχει διαστάσεις: 8-m μήκους, 6 m πλάτος καὶ 4 m ὕψος:

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

6. Ἐν λίτρον ὑγροῦ αέρος ζυγίζει 0,91 kg καὶ ἔν λιτρον αέρος εἰς ἀερίωδῃ κατάστασιν (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 συνθήκης θερμοκρασίας καὶ πίεσεως 1 l αέρος ἔχει μάζαν 1,293 g.

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

8. Τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ αζώτον λαμβάνονται εἰς τὴν Βιομηχανίαν ἀπὸ τὴν ἀπόστασιν τοῦ ὑγροῦ αέρος. Μὲ τὰ ἀποτελέσματα τοῦ προηγουμένου προβλήματος νὰ υπολογισθῇ ἡ ποσότης τῆς μάζης τοῦ αζώτου 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 αζώτου, 21 l ὀξυγόνου καὶ 1 l εὐγενῶν αερίων. Ἐάν ἡ μάζα 22,4 l αζώτου 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 ὑδατμοῦς καὶ διοξειδίου τοῦ ἀνθράκος).

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

α) Εἶναι πραγματικῶς κενὴ ἡ φιάλη; Διατί; (Μάζα 1 l αέρος ὑπὸ κανονικὰς 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 ἐκείνου, τὸν ὁποῖον ἐκπνέομεν, δεικνύεται εἰς τὸν κατωθὶ πίνακα:

100 l	Ἀζώτον Ἀτμοσφαιρικόν	Ὄξυγόνον	Διοξειδίου τοῦ ἀνθράκος
εἰσπνοή	79 l	21 l	ἀσήμετος ποσότης
ἐκπνοή	79 l	16 l	4 l

Ὁ ἄνθρωπος, ὅταν κοιμᾶται, κάνει 16 ἀναπνευστικὰς κινήσεις ἀνὰ 1 λεπτόν καὶ εἰσάγει εἰς τοὺς πνευμόνας του 1,5 l αέρος εἰς κάθε κίνησιν. Ἐάν ὁ ὕπνος του διαρκῇ 8 ὥρας:

α) Πόσον ὄγκον ὀξυγόνου καταναλίσκει; β) Πόσον διοξειδίου τοῦ ἀνθράκος ἀποβάλλει, ὅταν κοιμᾶται;

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 αζώτου:

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

β) Νὰ γίνῃ σύγκρισις τοῦ λόγου αὐτοῦ καὶ τοῦ λόγου $\frac{\text{ὄγκος ὀξυγόνου}}{\text{ὄγκος αζώτου}}$ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος.

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

70^Η ΜΑΘΗΜΑ: Ἡ κατακόρυφος

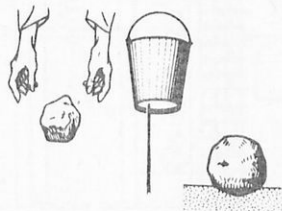
ΕΛΕΥΘΕΡΑ ΠΤΩΣΙΣ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

Παρατηρήσεις:

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

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

● Ἡ πτώσις τοῦ χάρτου ἐπηρεάζεται 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.



Σχ. 1. Ὁ λίθος, ὅταν ἀφίεται ἐλεῦθερος, πίπτει. Τὸ ὕδωρ ρεῖ ἀπὸ μίαν ὀπὴν τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου. Ὁ λίθος εἰσχωρεῖ ἐντὸς τῆς ἄμμου. Ὁ λίθος καὶ τὸ ὕδωρ ἔχουν βαρὺς.

● Γνωρίζομεν ότι ή γή έχει περίπου σχήμα σφαιρικών. 'Η επιφάνεια του ήρεμου ύδατος εις τι σημείον είναι έν πολύ μικρόν τμήμα της σφαιρικής αυτής επιφανείας και έπομένως ή κατακόρυφος, ή οποία είναι κάθετος πρός την επιφάνειαν αυτήν, θα είναι ή προέκτασις της γηίνης ακτίνας, ή οποία καταλήγει εις τό σημείον αυτό.

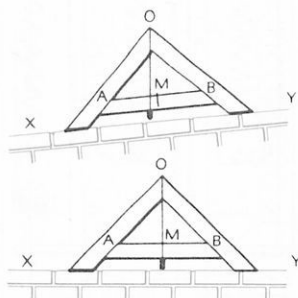
● 'Ας εξετάσωμεν δύο κατακόρυφους, αί όποίαι απέχουν μεταξύ των μερικά μέτρα (σχ. 5). Τό σημείον, εις τό όποίον τέμνονται, δηλ. τό κέντρον της γής, είναι πολύ απόμακρυσμένον (6370 Km) έν συγκρίσει μέ την απόστασιν των, και έπομένως δυνάμεθα νά τας θεωρήσωμεν παραλλήλους.

Συμπέρασμα: 'Η κατακόρυφος ένός τόπου διέρχεται από τό κέντρον της γής. Αί κατακόρυφοι γειτνιαζόντων τόπων είναι παράλληλοι.

4 'Εφαρμογαί του νήματος της στάθμης.

Τό νήμα της στάθμης χρησιμοποιείται συχνά, διά νά ελέγξωμεν εάν ένας τοίχος, τό πλαίσιον μιās θύρας κλπ., είναι κατακόρυφα.

Τό αλφάδι, τό όποίον χρησιμοποιεί ό κτίστης, φέρει έπίσης έν νήμα της στάθμης, μέ τό όποίον ελέγχει εάν μία επιφάνεια είναι όριζοντία (σχ. 6).



Σχ. 6. Τό αλφάδι. Τό νήμα της στάθμης διέρχεται από τό μέσον Μ της βάσεως του ίσοσκελούς τριγώνου AOB, όταν ή ΧΨ είναι όριζοντία.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ
1. Τό βάρος ένός σώματος είναι ή δύναμις, ή οποία τό έλκει πρός την γήν.
2. Τό νήμα της στάθμης ύλοποιεί την τροχιάν της ελευθέρας πτώσεως των σωμάτων. 'Η τροχιά αυτή είναι ευθύγραμμος μέ διεύθυνσιν κατακόρυφον και φοράν εκ των άνω πρός τά κάτω.

3. 'Η κατακόρυφος διεύθυνσις είναι κάθετος πρός την επιφάνειαν ήρεμου ύδατος. Όλαι αί κατακόρυφοι διευθύνονται πρός τό κέντρον της γής. Αί κατακόρυφοι γειτνιαζόντων τόπων δύνανται νά θεωρηθών παράλληλοι.

4. Χρησιμοποιούμεν τό νήμα της στάθμης, διά νά ελέγξωμεν εάν μία διεύθυνσις είναι κατακόρυφος, και τό αλφάδι, εάν μία επιφάνεια είναι όριζοντία.

ΒΟΝ ΜΑΘΗΜΑ: 'Η επιμήκυνσις ένός έλατηρίου μάς διδει την δυνατότητα νά συγκρίνωμεν τό βάρος δύο σωμάτων.

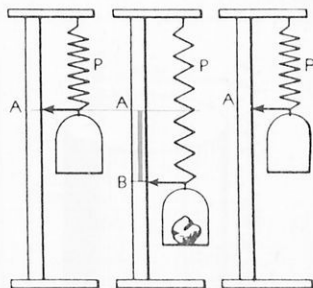
ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΕΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

1 'Επιμήκυνσις έλατηρίου.

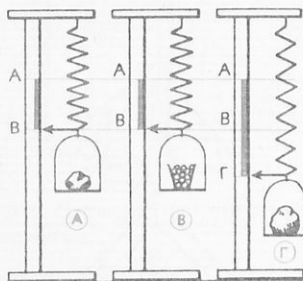
● 'Αναρτῶμεν επί ύποστηρίγματος έν έλατήριο έφωδιασμένον δι' ένός δίσκου και ένός δείκτου, ό όποίος μετακινείται έμπροσθεν ήριθμημένου κανόνος (σχ. 1).

● Σημειούμεν διά λεπτής γραμμής Α επί του κανόνος την άρχικην θέσιν του έλατηρίου.

● Τοποθετούμεν επί του δίσκου οιονδήποτε αντίκειμενον, π.χ. ένα λίθον, όποτε τό έλατήριο επιμηκύνεται. Σημειούμεν επί του κανόνος μίαν γραμμήν Β έκει, όπου εύρίσκεται ό δείκτης. 'Εάν άφαιρέσωμεν τον λίθον, ό δείκτης επανέρχεται εις την άρχικην του θέσιν. Λέγομεν ότι τό έλατήριο είναι τελείως έλαστικόν.



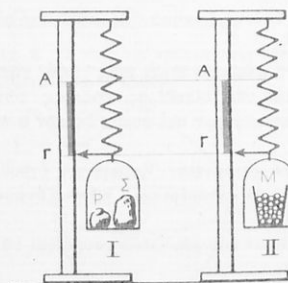
Σχ. 1. Διά της επιδράσεως του βαρους του άντικειμένου τό έλατήριο Ρ επεμηκύνθη κατά AB. 'Όταν άφαιρεθώ τό βάρος, τό έλατήριο επανέρχεται εις τό άρχικόν του μήκος.



Σχ. 2. Το βάρος του λίθου Α και το βάρος των σφαιριδίων Β εξαναγκάζουν το ελατήριο να λάβη την ίδιαν επιμήκυνσιαν ΑΒ.

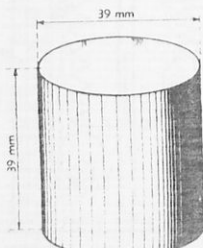
Το βάρος του λίθου Α και το βάρος των σφαιριδίων Β είναι ίσα.

Το βάρος ενός άλλου λίθου Γ προκαλεί επιμήκυνσιαν ΑΓ μεγαλύτεραν της ΑΒ. Το βάρος του λίθου Γ είναι μεγαλύτερον από του Α.



Σχ. 3. Το βάρος των σφαιριδίων Μ προκαλεί επιμήκυνσιαν ΑΓ τόσην, ὅσην καὶ οἱ δύο λίθοι μαζί.

Βάρος του $M = \text{Βάρος του } P + \text{βάρος του } \Sigma$



Σχ. 4. Το χιλιόγραμμον από Ιριδιοχον λευκόχρυσον εἰς φυσικόν μέγεθος (εἰς τὸ Διεθνὲς Γραφεῖον Μέτρων καὶ Σταθμῶν).

● Τοποθετοῦμεν πάλιν τὸν λίθον εἰς τὸν δίσκον. Παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης ἐπανερχεται εἰς τὸ Β, δηλ. ἡ ἐπιμήκυνσις ἐνὸς ελατηρίου 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 ελατηρίου εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον προσδιορίζομεν.

2 Ἰσότης δύο βαρῶν.

● Ἀντικαθιστῶμεν τὸν λίθον μὲ σφαιρίδια ἐκ μολύβδου (σκάγια), ἕως ὅτου ὁ δείκτης κατέλθῃ εἰς τὴν γραμμὴν Β. Το βάρος τῶν σφαιριδίων προσέκαλεσε 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 ὁποῖον θὰ ἐπιδράσουν διαδοχικῶς.*

3 Ἀθροισμα πολλῶν βαρῶν.

● Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον ἓν ἀντικείμενον Μ καὶ παρατηροῦμεν μίαν ὠρισμένην ἐπιμήκυνσιν τοῦ ελατηρίου.

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

4 Μέτρησις τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος.

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

● Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν εἰς τὸ πείραμα 3 τὸ ἀντικείμενον Μ μὲ τρία ἄλλα ἀντικείμενα Ρ ἴσου βάρους, δυνάμεθα νὰ εἰπώμεν 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 $M = 3$ μονάδες βάρους.

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

5 Μονὰς βάρους.

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

Τὸ **Κιλόποντ** (Κρ) εἶναι τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰς τὸ Παρίσι ἡ μᾶζα ἐνὸς προτύπου κυλίνδρου ἐκ ἰδιοῦχον λευκοχρύσου, ὅστις φυλάσσεται εἰς τὸ Διεθνὲς Γραφεῖον Μέτρων καὶ Σταθμῶν τῶν Σειρῶν (σχ. 4).

Είναι περίπου το βάρος, το όποιον έχει εις το Παρίσι 1 dm³ ἀπεσταγμένον ὕδατος 4⁰ C.

Τὰ κυριώτερα πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια τῆς μονάδος βάρους εἶναι :

Τὸ Πόντ (p) : 1 p=0,001 Kp

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

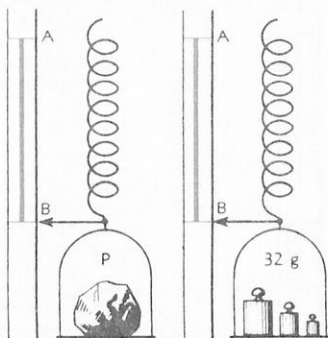
Μέτρησις τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος τῇ βοήθειᾳ τοῦ ἐλατηρίου.

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

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

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

Θὰ ἴδωμεν εἰς τὸ ἐπόμενον μάθημα ὅτι, διὰ τὰ μετρήσωμεν τὸ βάρος ἐνὸς σώματος, δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἐλατήριο, τοῦ ὁποίου ὁ δείκτης μετακινεῖται ἔμπροσθεν βαθμολογημένης κλίμακος εἰς μονάδας βάρους.



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

$$P = 32 \text{ p.}$$

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἐν ἐλαστικὸν ἐλατήριο ἐπιμήκνεται, ὅταν ἐπιδρᾷ ἐπ' αὐτοῦ ἓν βάρος, καὶ ἐπανερχεται εἰς τὸ ἀρχικόν του μήκος, ὅταν παύσῃ ἡ αἰτία τῆς παραμορφώσεώς του. Ἡ ἐπιμήκυνσις λαμβάνει πάντοτε τὴν αὐτὴν τιμὴν, ὅταν ἐπιδρᾷ τὸ ἴδιον βάρος.
2. Δύο βάρη εἶναι ἴσα, ὅταν προκαλοῦν τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν εἰς ἓν ἐλατήριο, εἰς τὸ ὁποῖον θὰ ἐφαρμοσθοῦν διαδοχικῶς.
3. Ἐν βάρος εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα πολλῶν ἄλλων βαρῶν, ὅταν προκαλῇ μόνον του εἰς ἓν ἐλατήριο τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν, τὴν ὁποίαν προκαλοῦν τὰ ἄλλα μαζί.
4. Μέτρησις τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος καλεῖται ἡ σύγκρισίς του πρὸς τὸ βάρος ἐνὸς ἄλλου σώματος, τὸ ὁποῖον λαμβάνομεν ὡς μονάδα.
5. Μονὰς βάρους εἶναι τὸ Κιλοπόντ (Kp), εἶναι δὲ τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰς τὸ Παρίσι ἡ μᾶζα ἐνὸς προτύπου κυλίνδρου ἐξ ἱριδιούχου λευκοχρῶσου, ὅστις φυλάσσεται εἰς τὸ Δ.Γ.Μ.κ.Σ.
6. Ἐν ἐλαστικὸν ἐλατήριο δύναται νὰ χρησιμεύσῃ διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος.

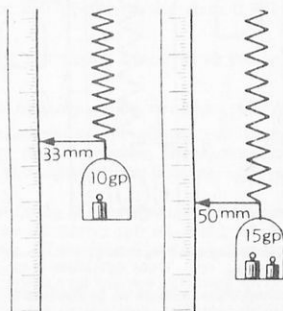
90N ΜΑΘΗΜΑ: Πλεονεκτήματα καὶ μειονεκτήματα τοῦ ζυγοῦ δι' ἐλατηρίου.

ΖΥΓΟΣ ΔΙ' ΕΛΑΤΗΡΙΟΥ

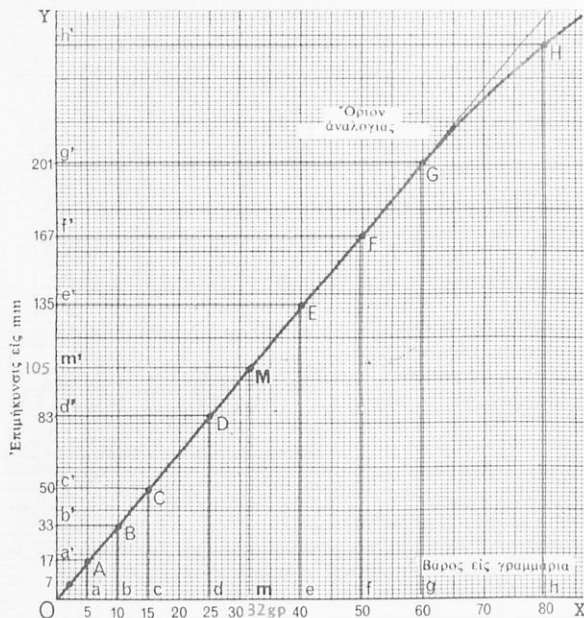
1 Βαθμολογία ἐνὸς ἐλατηρίου.

Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον τοῦ ἐλατηρίου σταθμά διαφόρων βαρῶν, ἀρχίζοντες ἀπὸ μικρὰ βάρη, καὶ σημειοῦμεν εἰς ἓνα πινάκα τὰς ἀντιστοίχους ἐπιμήκυνσεις τοῦ ἐλατηρίου (σχ. 1).

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



Σχ. 1. Βαθμολογίσις ἐλατηρίου



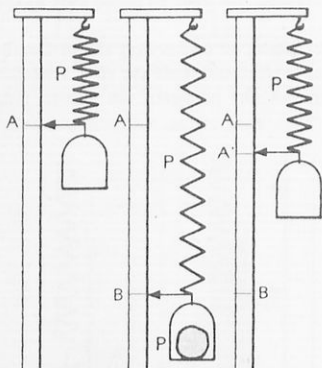
Σχ. 2.

Παρατηρούμεν :

● Ότι τὰ βάρη καὶ αἱ ἐπιμήκυνσεις μεταβάλλονται ἀναλόγως.

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

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



Σχ. 3. Τὸ ἐλατήριο P ἔχει ὑπερβῆ τὸ ὄριον ἐλαστικότητός του. Όταν ἀφαιρέσωμεν τὸ βάρος P, τὸ ἐλατήριο διατηρεῖ μίαν ἐπιμήκυνσιν AA'. Εάν θέλωμεν νὰ μεταχειρισθώμεν 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 εὐθείαν καὶ μᾶς ἐπιτρέπει χωρὶς νὰ κάμωμεν ὑπολογισμὸν νὰ προσδιορίζωμεν τὸ βάρος ἐνὸς σώματος (σχ. 2.).

● Ἔστω ὅτι θέλωμεν νὰ προσδιορίσωμεν τὸ βάρος ἐνὸς σώματος, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ ἐπιμήκυνσιν 105 mm. Ἀπὸ τὸ σημεῖον τοῦ ἄξονος OY, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ 105 mm, φέρομεν κάθετον πρὸς αὐτόν, συναντῶσαν τὴν καμπύλην βαθμολογήσεως εἰς τὸ σημεῖον M.

Ἡ κάθετος ἀπὸ τὸ M πρὸς τὸν ἄξονα OX τέμνει αὐτόν εἰς τὸ σημεῖον m, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς 32 p, ὅπερ εἶναι τὸ βάρος τοῦ σώματος.

2 Ζυγὸς δι' ἐλατηρίου (κανταράκι).

Διαιροῦμεν εἰς 10 ἴσα τμήματα τὸ διάστημα ἐπὶ

του κανόνος, τὸ περιλαμβανόμενον μεταξύ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τοῦ ἐλατηρίου (ἄνευ βάρους) καὶ ἐκείνης, τὴν ὁποίαν λαμβάνει, ὅταν τοποθετήσωμεν βάρος 50 p.

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

Βαθμολογοῦμεν τὰς ὑποδιαίρεσεις ἀνὰ 5 p ἀπὸ 0—50 p. Διὰ τὰ προσδιορίσωμεν τώρα τὸ βάρος ἐνὸς σώματος, τοποθετοῦμεν τοῦτο εἰς τὸν δίσκον τοῦ ἐλατηρίου καὶ ἀναγινώσκουμεν εἰς τὸν βαθμολογημένον κανόνα τὸν ἀριθμὸν, τὸν ὁποῖον μᾶς δεικνύει ὁ δείκτης, ὅταν ἡρεμήσῃ.

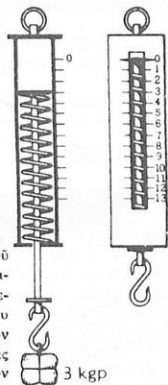
Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον κατασκευάζομεν ἓνα ζυγὸν δι' ἐλατηρίου (κανταράκι) ἢ ἓνα **δυναμόμετρον**.

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

Ἐλατήριον συμπίεσεως

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

Διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ βάρους τὸ ἐλατήριον συμπιέζεται. Ὅριον χρήσεως τοῦ δυναμόμετρου εἶναι τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἀναγκάζει τὰς σπείρας τοῦ ἐλατηρίου νὰ ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν.



3 Ὅριον ἐλαστικότητος.

Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον δύο ἀντικείμενα, τῶν ὁποίων τὰ βάρη προσδιωρίσαμεν προηγουμένως κεχωρισμένως καὶ εὐρήκαμεν ὅτι ἔχουν βάρη ἀντιστοιχῶς 32 p καὶ 48 p. Εἰς τὸ ἐλατήριον ἐφαρμόζομεν ἓν συνεχεῖς ἔν βάρος $32p + 48p = 80p$ καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιμήκυνσις του εἶναι 254 mm. Ἐὰν μεταφέρωμεν τὰς τιμὰς αὐτὰς εἰς τὸ διάγραμμα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἀντίστοιχον σημεῖον εὐρίσκεται ἀρκετὰ κάτω ἀπὸ τὴν εὐθεῖαν βαθμολογήσεως.

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

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

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

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

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

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

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

Αἱ μεταβολαὶ ὁμως αὐταὶ εἶναι τόσο μικραὶ, ὥστε εἰς τὴν πρᾶξιν δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ἀμελητέαι.

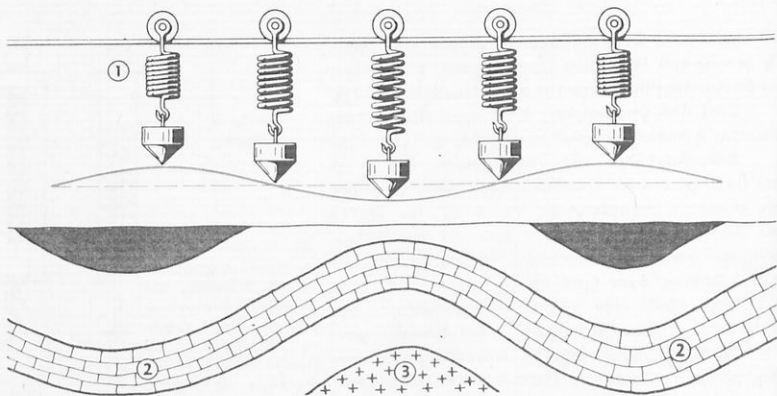
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Αἱ ἐπιμήκυνσεις ἐνὸς ἐλατηρίου εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ βάρη, τὰ ὁποῖα τὰς προκαλοῦν. Ἐὰν σημειώσωμεν εἰς χιλιοστομετρικὸν χάρτην τὰ βάρη καὶ τὰς ἀντιστοιχοῦς ἐπιμήκυνσεις, εὐρίσκομεν τὴν καμπύλην βαθμολογήσεως τοῦ ἐλατηρίου. Ἡ καμπύλη αὕτη εἶναι εὐθεῖα γραμμὴ, ἡ ὁποία διέρχεται ἀπὸ τὴν τομὴν O τῶν ἀξόνων τῆς γραφικῆς παραστάσεως.

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

3. Ἐν δυναμόμετρον δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ, ὅταν τὸ βάρος τοῦ σώματος, τὸ ὁποῖον ἀναρτῶμεν, δὲν ὑπερβαίνει ἓν ὄριον, τὸ ὄριον ἐλαστικότητος. Πέραν αὐτοῦ αἱ ἐπιμήκυνσεις δὲν εἶναι πλέον ἀνάλογοι πρὸς τὰ βάρη, τὰ ὁποῖα τὰς προκαλοῦν.

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



Ἐφαρμογὴ τῶν μεταβολῶν τῆς βαρύτητος: Βαρυμέτρησης εἰς τὴν ἀναζήτησιν πετρελαίων.
Ἐμύθημεν ὅτι τὸ βάρος ἐνὸς σώματος μεταβάλλεται ἀπὸ τὸν Ἰσημερινὸν πρὸς τοὺς Πόλους. Μεταβάλλεται ἐπίσης κατὰ μερικά ἑκατομμυριοστὰ τῆς τιμῆς τοῦ ἀναλόγως πρὸς τὴν ὑπαρξιν βαρέων ἢ ελαφρῶν στρωμάτων καὶ ἀπὸ τὴν ἀπόστασίν των ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Οὕτω ἓνας θόλος (3) ἀπὸ βαρέα στρώματα (συνπαγῆς ἀσβεστόλιθος, βασάλτης) προκαλεῖ μεγαλύτεραν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου ἀπὸ ἐκείνην, τὴν ὁποίαν προκαλοῦν ἐλαφρὰ στρώματα, ὅπως ἡ ἄμμος (2).

Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον προσδιορίζομεν τὴν τομὴν τοῦ ὑπεδάφους καὶ τὴν ἐπαληθεύομεν δι' ἄλλων μεθόδων. Ἡ γνώσις τῆς τομῆς τοῦ ὑπεδάφους εἶναι ἀναγκαία διὰ τὴν ἀναζήτησιν πετρελαίων. Ἡ συσκευή μετρήσεως εἶναι ἐν δυναμόμετρον πάρα πολὺν εὐαίσθητον, τὸ ὁποῖον καλεῖται βαρύμετρον (1). Πρὸ τοῦ κατασκευάσωμεν τὸν χάρτην μιᾶς περιοχῆς, πρέπει νὰ γίνωνται πολλαὶ διορθώσεις λόγῳ τῶν παρατηρουμένων ἀνωμαλιῶν.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρὰ 2α: Ἡ κατακόρυφος. Βάρος ἐνὸς σώματος.

1. Ἡ κατακόρυφος

Ἡ ὀρθὴ γωνία εἶναι 90° ἢ 100 βαθμοί.

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

Ὁ βαθμὸς εἶναι 10 δέκατα ἢ 100 ἑκατοστὰ:

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

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

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

3. Πόσον εἶναι τὸ μήκος ἐνὸς τόξου, τὸ ὁποῖον ὀρίζει ἡ γωνία 1 ἀκτίνιον εἰς ἓνα κύκλον ἀκτίνος 5 cm;

4. Εἰς ἓνα κύκλον ἀκτίνος 8 cm νὰ υπολογισθῇ εἰς μοίρας καὶ πρῶτα λεπτὰ ἡ ἐπικεντρος γωνία, ἡ ὁποία ἔχει μέτρον 1 ἀκτίνιον ($\pi=3,14$).

5. Πόσον εἶναι τὸ μήκος ἐνὸς τόξου μὲ προσέγγισιν 1 mm, τὸ ὁποῖον ὀρίζει ἐπικεντρος γωνία 23° εἰς ἓνα κύκλον ἀκτίνος 12 cm;

6. Τὸ ναυτικὸν μίλιον εἶναι τὸ μήκος 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):

Πόσον μήκος ἔχει τὸ ναυτικὸν μίλιον εἰς μέτρα;

7. Πόσον μήκος ἔχει τὸ τόξον μεγίστου κύκλου τὸ ὁποῖον ὀρίζεται ἀπὸ δύο σημεία τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἐὰν αἱ κατακόρυφοι τῶν σχηματίζουν γωνία ἐνὸς ἑκατοστοῦ τοῦ βαθμοῦ;

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

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

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

II. Βάρος ενός σώματος

11. Διά να βαθμολογήσωμεν ἓν ἐλατήριο, προσδιορίσαμεν τὰς ἐπιμήκυνσεις τοῦ διὰ διαδοχικῶν βαρῶν:

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

α) Νά χαραχθῇ ἡ καμπύλη τῆς βαθμολογίας τοῦ ἐλατηρίου.

Κλίμαξ: Εἰς τὸν ἄξονα OX, 1 cm διὰ βάρος 50 p καὶ εἰς τὸν OY, 1 cm διὰ ἐπιμήκυνσιν 20 mm.

β) Νά εὐρεθῇ ἡ ἐπιμήκυνσις συμφώνως πρὸς τὸ διάγραμμα διὰ βάρος 280 p.

γ) Ποῖον βάρος προκαλεῖ ἐπιμήκυνσιν 50 mm; Νά ἐπαληθευθοῦν αἱ ἀπαντήσεις διὰ ὑπολογισμοῦ.

12. Ἐν ἐλατηρίῳ διὰ τῆς ἐπιδράσεως βάρους 100 p ἔχει μήκος 327 mm καὶ διὰ 150 p ἔχει 392 mm. Νά ὑπολογισθοῦν:

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

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

γ) Νά χαραχθῇ ἡ καμπύλη τῆς βαθμολογίας τοῦ ἐλατηρίου καὶ νά ἐπαληθευθῇ ἡ ἀπάντησις (β) μετὰ τὴν βοήθειαν ταύτης.

Κλίμαξ: Εἰς τὸν ἄξονα OX, 1 cm διὰ 50 p καὶ εἰς τὸν OY, 1 cm διὰ ἐπιμήκυνσιν 5 cm.

13. Εἰς ἓν δυναμόμετρον, βαθμολογημένον μέχρι

8 Kp, ἔχομεν ἐπιμήκυνσιν ἐλατηρίου 12 mm μετὰ τῆς ἐπιδράσιν βάρους 1 Kp:

α) Πόσον εἶναι τὸ μήκος τῆς κλίμακος;

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

14. Τὸ ἐλατήριο ἐνὸς δυναμομέτρου, βαθμολογημένου εἰς Kp, ἐπιμήκυνεται 60 mm μετὰ τὴν ἐπίδρασιν βάρους 15 Kp. Νά εὐρεθῇ:

α) Ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν υποδιαιρέσεων.

β) Ἐάν ἡ μικρότερα μετακίνησις τοῦ δείκτη, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νά διακρίνωμεν, εἶναι 1 mm, ποία ἡ μικρότερα διαφορὰ βάρους, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νά ὑπολογίσωμεν διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης;

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

α) Ποῖον τὸ βάρος τοῦ κενοῦ δοχείου;

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

γ) Νά ἐπαληθευθοῦν αἱ ἀπαντήσεις διὰ γραφικῆς παραστάσεως.

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

Τὸν συμβολισμόν τούτων δυνάμεθα νά ἐφαρμόσωμεν εἰς οἰανδήποτε γραφικὴν παράστασιν.

10^{ON} ΜΑΘΗΜΑ :

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ

1. Ἀποτελέσματα τὰ ὁποῖα προκαλεῖ μία δύναμις.

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

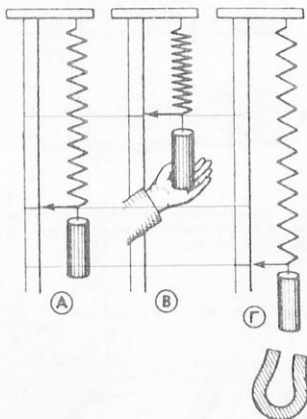
Τὸ ἴδιον ἀποτέλεσμα δυνάμεθα νά ἐπιτύχωμεν, ἐὰν σύρωμεν τὸ ἐλεύθερον ἄκρον διὰ τῆς χειρὸς μας.

β) Τὸ ἐλατήριο ἐπανέρχεται 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 ἡρεμήσωμεν κλίνοντες καταλλήλως τὴν πλάκα ἢ χρησιμοποιοῦντες μαγνήτην.

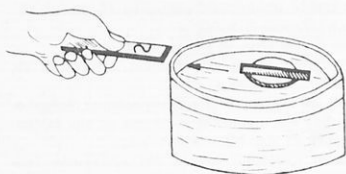
Τὸ βάρος τοῦ σώματος, ἡ μυϊκὴ προσπάθεια, ἡ ἔλξις τοῦ μαγνήτου ἐπὶ τοῦ σιδήρου, ἡ ὥθησις τοῦ ἀνέμου, ἡ ὥθησις τοῦ ἐλατηρίου καὶ τοῦ ἀτμοῦ εἰς κατάστασιν συμπίεσεως κλπ., εἶναι δυνάμεις.



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

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

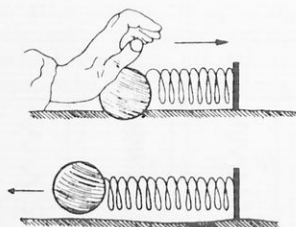
Γ. Ἡ δύναμις ἐλξεως τοῦ μαγνήτου ἀ προκαλεῖ μίαν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου, προστιθεμένην εἰς ἐκείνην, τὴν ὁποίαν προκαλεῖ τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου.



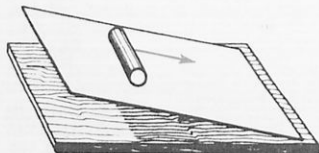
Σχ. 2. Ο μαγνήτης μετακινεί το τεμάχιο σιδήρου.



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



Σχ. 4. Ὄταν ἀφῇσωμεν ἐλεύθερον τὸ ἐλατήριο, τὸ ὁποῖον συνεπιέσαμεν, ἀναγκάζεται τὴν σφαῖραν νὰ κινηθῇ.



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

Συμπέρασμα: Καλοῦμεν δύναμιν τὴν αἰτίαν, ἢ ὁποία δύναται :

— νὰ μεταβάλλῃ τὸ σχῆμα ἑνὸς σώματος
— νὰ θέσῃ εἰς κίνησιν ἓν σῶμα ἢ νὰ τροποποιήσῃ τὴν κίνησίν του.

2 Χαρακτηριστικὰ μιᾶς δυνάμεως.

● Ἐκτείνομεν τὸ ἐλατήριο τῇ βοηθείᾳ νήματος, προσδεμένου εἰς τὸ ἐλεύθερον ἄκρον τοῦ Α (σχ. 6). Τὸ σημεῖον αὐτὸ καλεῖται **σημεῖον ἐφαρμογῆς** τῆς δυνάμεως τῆς χειρὸς μας ἐπὶ τοῦ ἐλατηρίου, ἐπειδὴ εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸ ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις μας.

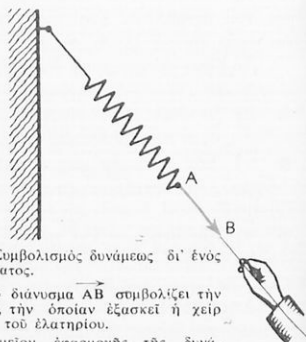
● Τὸ ἐλατήριο ἐπιμηκύνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ τεταμένου νήματος. Αὕτη εἶναι ἡ **διεύθυνσις** τῆς δυνάμεως ἢ ἡ εὐθεῖα, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐπενεργεῖ.

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

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

● Ἐκτείνομεν περισσότερον τὸ νῆμα, καταβάλλοντες μεγαλυτέραν δύναμιν, ὅποτε τὸ ἐλατήριο ἐπιμηκύνεται περισσότερον. Ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ ἐλατηρίου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν **ἐντάσιν** τῆς δυνάμεως, ἢ ὁποία τὸ ἔλκει.

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



Σχ. 6. Συμβολισμὸς δυνάμεως δι' ἐνὸς διανύσματος.

Τὸ διάνυσμα $\vec{AB}$ συμβολίζει τὴν δύναμιν, τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ ἡ χεὶρ μας ἐπὶ 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 δύναμης.

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

4 Ἡ ἔντασις δυνάμεως εἶναι μέγεθος καὶ δύναται νὰ μετρηθῇ.

● Ἐκτείνομεν ἓν ἐλατήριο διὰ μιᾶς δυνάμεως F οἷσασθίποτε διευθύνσεως καὶ σημειώσωμεν τὴν ἐπιμήκυνσιν τοῦ ἐλατηρίου. Δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν αὐτὴν ἐπιμήκυνσιν, ἔαν ἐξαρτήσωμεν ἀπὸ τὸ ἐλατήριο ἓν βάρος B , τὸ ὁποῖον εἶναι καὶ αὐτὸ μία δύναμις, ἀλλὰ μὲ διεύθυνσιν *κατακόρυφον* καὶ φοράν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Ἡ δύναμις αὕτη καὶ τὸ βάρος B ἔχουν τὴν αὐτὴν ἔντασιν.

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

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

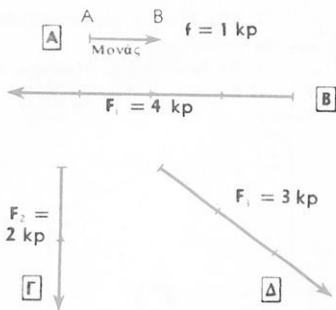
Μία δύναμις εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα δύο ἄλλων δυνάμεων τῆς αὐτῆς διευθύνσεως καὶ φοράς, ὅταν ἡ ἐπιμήκυνσις, τὴν ὁποίαν προκαλεῖ ἐπὶ ἑνὸς ἐλατηρίου, εἶναι ἴση πρὸς αὐτὴν, τὴν ὁποίαν προκαλοῦν καὶ αἱ δύο μαζί.

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

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

Τὰξις μεγέθους μερικῶν δυνάμεων

Δύναμις ἑλξέως ἑνὸς ἀνθρώπου	20-30 Kp
» » » ἵππου	60-70 Kp
» » μιᾶς ἀτμομηχανῆς σιδηροδρόμου	10-80 Mp
» ὠθήσεως στροβιλοαντιδραστήρος Boeing 707	5920 Kp
» » πυραύλου Ἀτλας κατὰ τὴν ἐκτόξευσιν	178 Mp.



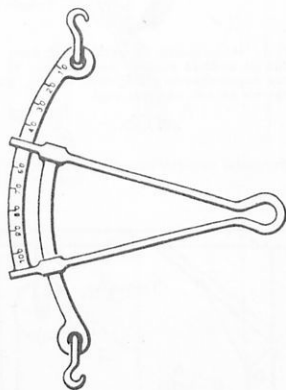
Σχ. 7.

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

B. F_1 εἶναι μία ὀριζontiα δύναμις μὲ φοράν 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 φοράν πρὸς τὰ δεξιά.



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

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Καλοῦμεν δύναμιν κάθε αἰτίαν, ἡ ὁποία δύναται νὰ μεταβάλλῃ τὸ σχῆμα ἑνὸς σώματος, νὰ τὸ θέσῃ εἰς κίνησιν ἢ νὰ τροποποιήσῃ τὴν κίνησιν του.
2. Τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, ἡ μὲνικὴ δύναμις, ἡ ἑλξις τοῦ μαγνήτου, ἡ δύναμις τοῦ ρέοντος ὕδατος, ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀέρος κλπ., εἶναι αἱ πλέον συνήθεις δυνάμεις, πού χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν κίνησιν τῶν μηχανῶν.

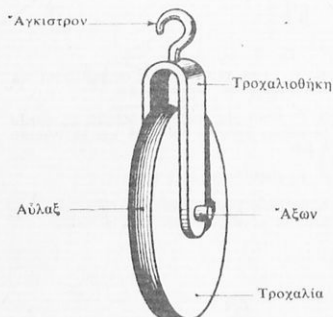
3. Μία δύναμις χαρακτηρίζεται από το σημείον εφαρμογής, την διεύθυνσιν, την φοράν και την έντασίν της.

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

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

1104 ΜΑΘΗΜΑ: Ἱσορροπία σώματος ὑπὸ τῆς ἐπίδρασιν πολλῶν δυνάμεων.

ΤΡΟΧΑΛΙΑ



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

■ Ἡ τροχαλία μεταβάλλει τὴν διεύθυνσιν μιᾶς δυνάμεως.

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

Οἰαδήποτε καὶ ἔαν εἶναι ἡ θέσις τοῦ δακτύλιου Γ, ἡ ένδειξις τοῦ δυναμομέτρου παραμένει ἡ αὐτή.

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

2 Ἱσορροπία δύο ἀντιθέτων δυνάμεων.

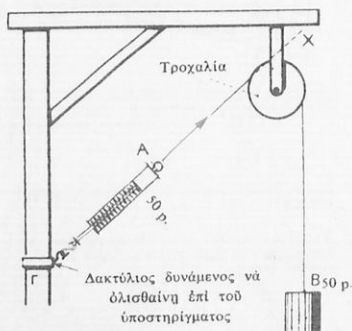
Ἡ μυϊκὴ προσπάθεια ὁμάδος παιδῶν (σχ. 3) εἶναι μία δύναμις. Τὸ τεταμένον σχοινίον μᾶς δίδει τὴν κοινὴν διεύθυνσιν τῶν δύο δυνάμεων. Ἐὰν τὸ σημεῖον Ο, κοινὸν σημείον ἐφαρμογῆς, εἰς τὴν ὅλην προσπάθειαν τῶν ὁμάδων, παραμείνῃ εἰς τὴν θέσιν του, τότε αἱ δυνάμεις εἶναι ἴσαι καὶ ἀντίθετοι. Εὐρίσκονται δηλ.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

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

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

3 Ἱσορροπία δυνάμεων μετὰ κοινὸν σημείον ἐφαρμογῆς (συντρέχουσιν).

● Παρατήρησις. Οἱ δύο εὐλοκόποι τοῦ σχήματος 4 ἔλκουν ὁ καθέας πρὸς τὸ μέρος του τὸ δένδρον. Εἶναι φανερόν ὅτι καὶ αἱ δύο δυνάμεις ἔχουν κοινὸν σημείον ἐφαρμογῆς. Αἱ δυνάμεις αὗται καλοῦνται συντρέχουσιν.



Σχ. 2. Τὸ μήκος τοῦ ἐλατηρίου δὲν μεταβάλλεται, εἰς οἵανδήποτε θέσιν καὶ ἂν εὕρισκεται ὁ δακτύλιος Γ.

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

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

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

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

4 Συνισταμένη δύο συντρεχουσῶν δυνάμεων.

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

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

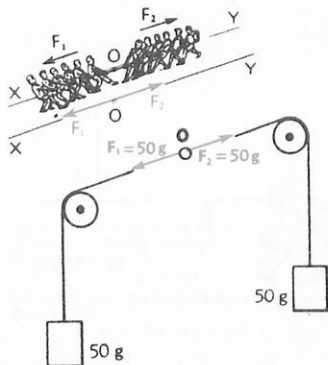
● Ἐάν κατασκευάσωμεν τὸ τετράπλευρον $OADB$ (σχ. 5), παρατηροῦμεν ὅτι εἶναι παραλληλόγραμνον. Τὸ διάνυσμα OD εἶναι ἡ διαγώνιος τοῦ παραλληλογράμμου.

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

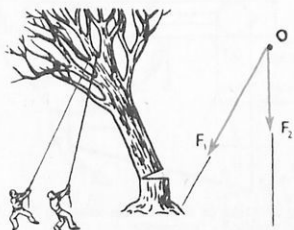
Ἡ συνισταμένη παρίσταται διὰ τῆς διαγωνίου τοῦ παραλληλογράμμου, τὸ ὁποῖον κατασκευάζεται ἀπὸ τὰ διανύσματα τῶν δύο αὐτῶν δυνάμεων.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

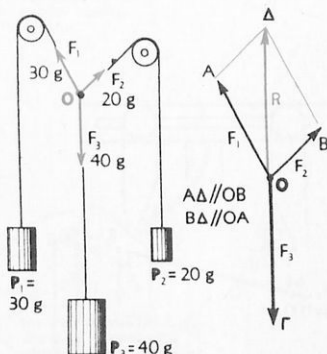
1. Ἡ τροχαλία τροποποιεῖ τὴν διεύθυνσιν μιᾶς δυνάμεως, χωρὶς ὅμως νὰ μεταβάλλῃ καὶ τὴν ἔντασιν αὐτῆς.
2. Ἐν σώμα ἰσορροπεῖ, ὅταν ἐπενεργοῦν εἰς αὐτὸ δύο δυνάμεις ἴσαι, ἀντίθετοι καὶ τῆς αὐτῆς διευθύνσεως.
3. Δύο δυνάμεις καλοῦνται συντρεχούσαι, ὅταν αἱ διευθύνσεις των ἔχουν ἓν κοινὸν σημεῖον ἐφαρμογῆς. Αἱ διευθύνσεις τριῶν συντρεχουσῶν δυνάμεων ἐν ἰσορροπίᾳ εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.
4. Ἡ συνισταμένη δύο συντρεχουσῶν δυνάμεων παρίσταται διὰ τῆς διαγωνίου τοῦ παραλληλογράμμου, τὸ ὁποῖον κατασκευάζεται μὲ τὰ διανύσματα τῶν δύο αὐτῶν δυνάμεων.



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



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



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

ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΙ

1 Ίσορροπία δύο παραλλήλων δυνάμεων.

● **Παρατήρησης:** Τα δύο βάρη, τα οποία σπώνει ο άνθρωπος του σχ. 1, είναι δυνάμεις παράλληλοι και της αΐτης φοράς. Αΐ δυνάμεις αΐται εφαρμόζονται εΐς τὰ άκρα τΐς ράβδου, ή όποΐα ΐσορροπεί έπΐ του ώμου του ανθρώπου εΐς τὸ σημείον Ο.

● **Πείραμα.** Πραγματοποιούμεν με δύο τροχαλίας τΐν διάταξΐν του σχ. 2. Όταν οΐ δύο δΐσκοΐ εΐναι κενοΐ, τὸ σύστημα ΐσορροπεί καΐ τὰ νήματα εΐναι κατακόρυφα. Ή ράβδος MN έχει μήκος 36 cm.

● Τοποθετούμεν εΐς τὸν άριστερόν δΐσκον βάρος 100 p καΐ εΐς τὸν δεξιόν 50 p. Ή ράβδος MN αρχΐζει νά μετακινΐται πρὸς τὰ άνω καΐ, διὰ νά επιτύχωμεν ΐσορροπΐαν, πρΐπει νά ξαρθήσωμεν άπό τὸ σημείον Ο βάρος 150 p.

Παρατηρούμεν ότι τὸ σημείον Ο άπέχει άπό τὰ άκρα τΐς ράβδου OM = 12 cm καΐ ON = 24 cm (σχ. 3).

● Ήπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα με διάφορα βάρη καΐ καταρτΐζομεν τὸν κάτωθι πίνακα :

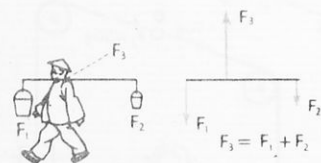
F_1 (p)	F_2 (p)	Ίσορροπΐαν επι- τυγχάνομεν, όταν			$F_1 \times OM$	$F_2 \times ON$
		F_3 $F_1 + F_2$	OM=	ON=		
100	50	150	12 cm	24 cm	12×100	24×50
50	50	100	18 cm	18 cm	18×50	18×50
70	50	120	15 cm	21 cm	15×70	50×21

Συμπέρασμα:

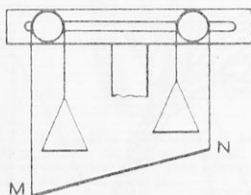
Δύο παράλληλοι δυνάμεις F_1 καΐ F_2 , αΐ όποΐαι έχον τΐν αΐτην φοράν καΐ επενεργοΐν εΐς τὰ σημεία Μ καΐ Ν ενός εϋθυγράμμου τμήματος, ΐσορροποΐνται υπό μΐας τρίτης δυνάμεως F_3 , ή όποΐα εΐναι παράλληλος πρὸς τὰς δυνάμεις αΐτὰς άλλΐ άντιθέτου φοράς. Ή ένταση τΐς F_3 εΐναι ΐση πρὸς τὸ άθροΐσμα τῶν F_1 καΐ F_2 , εΐναι δηλ. $F_3 = F_1 + F_2$. Τὸ σημείον εφαρμογΐς Ο τΐς δυνάμεως F_3 εΐρίσκει-ται έπΐ του εϋθυγράμμου τμήματος MN καΐ καθορΐζεται άπό τΐν σχέσων: $F_1 \times OM = F_2 \times ON$.

2 Συνισταμένη παραλλήλων δυνάμεων.

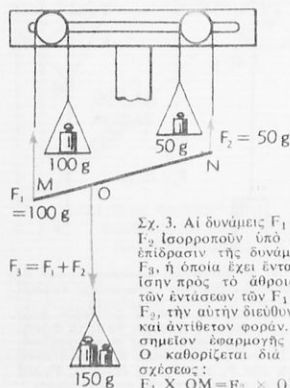
Τὸ σημείον Ο δέν θά μετακινθΐ, καΐ έάν άκόμ



Σχ. 1. Παράλληλοι δυνάμεις



Σχ. 2. Όταν οΐ δΐσκοΐ εΐναι κενοΐ, ή διάταξΐς εΐρίσκειται έν ΐσορροπΐα.



Σχ. 3. Αΐ δυνάμεις F_1 καΐ F_2 ΐσορροποΐν υπό τΐν επίδρασΐν τΐς δυνάμεως F_3 , ή όποΐα έχει ένταση ΐση πρὸς τὸ άθροΐσμα τῶν έντασεών τῶν F_1 καΐ F_2 , τΐν αΐτην διεϋθυνσΐν καΐ άντιθέτου φοράν. Τὸ σημείον εφαρμογΐς τΐς F_3 καθορΐζεται διὰ τΐς σχέσεως: $F_1 \times OM = F_2 \times ON$.

επενεργήσουν 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 μὲ μίαν δύναμιν, ή ὁποία καλεῖται βάρος τοῦ σώματος. Τὸ βάρος ἔχει διεύθυνσιν κατακόρυφον και φορὰν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

● Ἐὰν 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 μικρά και ἔαν εἶναι, ἔαν τὰ ἀφήσωμεν ἐλεύθερα, ἔπειδὴ εις ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ἐπενεργεῖ ή δύναμις τοῦ βάρους του, ή ὁποία ἔχει διεύθυνσιν κατακόρυφον.

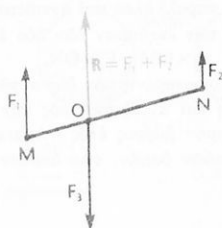
● Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ θεωρήσωμεν ὅτι τὸ σῶμα ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρὰ τεμαχιδία και ἐπομένως τὸ βάρος τοῦ σώματος θὰ εἶναι ή συνισταμένη ὅλων αὐτῶν τῶν στοιχειωδῶν βαρῶν, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνάμεις παράλληλοι και τῆς αὐτῆς φορᾶς.

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

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

Ἀποδεικνύεται ὅτι, οἰανδήποτε σειρὰν και ἂν 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 :

$$R = F_1 + F_2$$

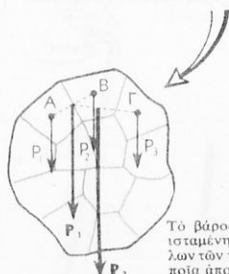
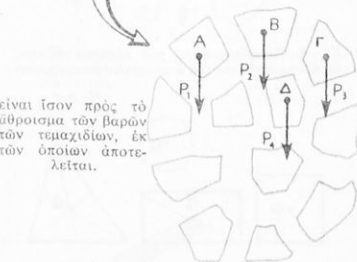
και ἔχουν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν και φορὰν πρὸς αὐτὰς:

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



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 ή συνισταμένη τῶν βαρῶν ὅλων τῶν τεμαχιδίων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸ σῶμα.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

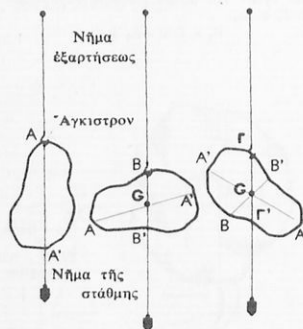
δυνάμεις F , παραλλήλου και αντίθετου φοράς προς τὰς δυνάμεις αὐτὰς και ἐντάσεως ἴσης πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν δύο δυνάμεων. Τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς O καθορίζεται ἀπὸ τὴν σχέσιν: $F_1 \times OM = F_2 \times ON$.

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

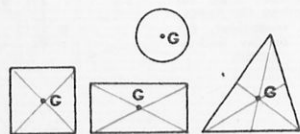
3. Κέντρον βάρους ἑνὸς σώματος εἶναι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης ὅλων τῶν στοιχειωδῶν βαρῶν, τῶν ὁποίων τὸ ἄθροισμα ἀποτελεῖ τὸ βάρος τοῦ σώματος.

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

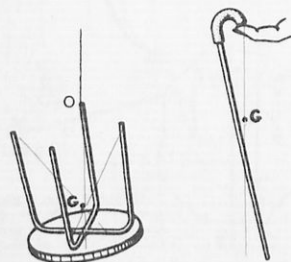
ΚΕΝΤΡΟΝ ΒΑΡΟΥΣ



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



Σχ. 2. Κέντρον βάρους γεωμετρικῶν σχημάτων



Σχ. 3. Καθορισμός τοῦ κέντρου βάρους ἑνὸς σκαμνίου.



Σχ. 4. Ἰσορροπία ράβδου.

1 Κέντρον βάρους μιᾶς πλακός.

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

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

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

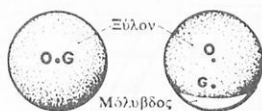
Συμπέρασμα : Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους μιᾶς πλακός, ἀναρτῶμεν αὐτὴν ἀπὸ διάφορα σημεῖα τῆς περιμέτρου τῆς. Αἱ κατακόρυφοι, αἱ ὁποῖαι διέρχονται ἐκ τῶν σημείων τούτων, τέμνονται εἰς ἓν σημεῖον, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ σώματος.

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

2 Κέντρον βάρους ὁμογενῶν ἐπιπέδων σωμάτων, γεωμετρικοῦ σχήματος.

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

άρους του κύκλου είναι το γεωμετρικόν του κέντρον, οὔ τετραγώνου καὶ παραλληλογράμμου τὸ σημεῖον τομῆς τῶν διαγωνίων του, καὶ τοῦ τριγώνου τὸ σημεῖον τομῆς τῶν διαμέσων του (σχ. 2).



Σχ. 5.

Σφαῖρα
ὁμογενῆς.
G καὶ O
συμπίπτουν.

Σφαῖρα
ἀνομοιογενῆς. G καὶ
O δὲν συμπίπτουν.

3 Κέντρον βάρους οἰοῦδήποτε σώματος.

Ἡ μέθοδος τῆς διπλῆς ἑξαρτήσεως, τὴν ὁποίαν φηρμόσαμεν προηγουμένως, διὰ νὰ καθορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους μιᾶς πλάκας, δὲν δύναται νὰ μᾶς (ρησιμύσει διὰ τὸν ἴδιον σκοπὸν, διότι δὲν δυνάμεθα νὰ σημειώσωμεν τὴν προέκτασιν τῆς κατακόρυφου ἀπὸ τὸ σημεῖον ἑξαρτήσεως τοῦ σώματος. Ἡ ὥρισιμείας ὁμως περιπτώσεις, ὅπως π.χ. εἰς ἓν ἄγκυριον, μίαν ράβδον (σχ. 3, 4) κλπ. δυνάμεθα νὰ τὴν ἐφαρμόσωμεν. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι τὸ κέντρον βάρους εἶναι δυνατόν νὰ εὑρίσκεται καὶ ἔξω τοῦ σώματος.

4 Κέντρον βάρους στερεῶν σωμάτων γεωμετρικοῦ σχήματος.

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

5 Ἴσορροπία.

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

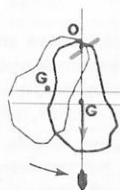
Ἐὰν τοποθετήσωμεν τὴν πλάκα εἰς τρόπον, ὥστε τὸ κέντρον βάρους νὰ εἶναι ὑπὲρ ἄνω τοῦ σημείου O (σχ. 7A), ἡ πλάξ ἰσορροπεῖ, ὅταν τὸ κέντρον βάρους καὶ τὸ σημεῖον O εὑρίσκωνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακόρυφου (τοῦτο δυσκόλως ἐπιτυγχάνεται).

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

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

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

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



Σχ. 6. Ἡ πλάξ, ἐὰν ἀπομακρυνθῇ ἐκ τῆς θέσεως ἰσορροπίας, μετὰ μερικὰς ταλαντώσεως ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν τῆς θέσιν. Τὸ σῶμα εὑρίσκεται εἰς εὐσταθῆ ἰσορροπίαν.

O καὶ G εἰς τὴν αὐτὴν κατακόρυφον.
Τὸ O ὑπὲρ ἄνω τοῦ G.



Σχ. 7.

Ἴσορροπία
ἀσταθῆς
(O κάτωθεν
τοῦ G).

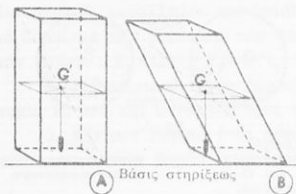
Ἴσορροπία
εὐσταθῆς
(O καὶ G
συμπίπτουν).



Σχ. 8. Κέντρον βάρους ἀνομοιογενούς σώματος



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



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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Δυνάμεθα νά καθορίσωμεν τὸ κέντρον βάρους ἑνὸς σώματος, ἔαν τὸ ἀναγρῶμεν διαδοχικῶς ἀπὸ διάφορα σημεία του καὶ σημειώσωμεν κάθε φοράν τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακορύφου, ἢ ὅποια διέρχεται ἀπὸ τὰ σημεία αὐτά. Ὅλαι τότε αἱ κατακόρυφοι διέρχονται ἀπὸ ἓν σημείον, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ σώματος.

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

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

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

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

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρά 3: Δύναμις. Δυναμόμετρον.

1. Ἡ ἔννοια τῆς δυνάμεως

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

- Ἐν βάρος 3 Kp.
- Μία ὀριζοντία δύναμις μὲ φοράν ἐξ ἄριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, ἐντάσεως 2,4 Kp.
- Μία πλαγία δύναμις, μὲ φοράν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, σχηματίζουσα γωνίαν 60° μὲ τὴν προηγουμένην, ἐντάσεως 4 Kp.

2. Δύο διανόμενα ἔχουν μήκος ἀντιστοίχως 52 mm καὶ 75 mm. Ποίαν ἐντάσιν ἔχουν αἱ δυνάμεις, τὰς ὁποίας παριστάνουν αὐτά, ἔαν εἰς τὴν κλίμακα λάβωμεν 1 cm διὰ 100 p ;

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

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

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

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

6. Ὁ κάτωθι πίναξ δίδει τὴν τάξιν μεγέθους μερῶν κινῶν δυνάμεων :

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

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

Δύναμις ἐλξεως ἀτμομηχανῆς σιδηροδρόμου 25 Mp.

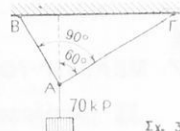
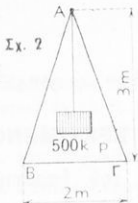
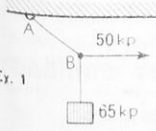
Νά ἐκφρασθῇ ἡ ἐντάσις αὐτῶν τῶν δυνάμεων εἰς Newtons (1 Kp=9,81 N).

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

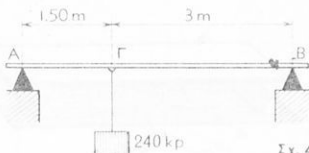
α) Νά ὑπολογισθῇ ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐνδείξεων τῆς κλίμακος τοῦ δυναμομέτρου, ἔαν τοῦτο εἶναι βαθμολογημένον εἰς Kp.

β) Δυνάμεθα νά διακρίνωμεν μετατόπισιν τοῦ δείκτου, ἴσην πρὸς τὸ 1/10 τῆς ὑποδιαίρεσεως. Ποίον εἶναι εἰς Kp τὸ φορτίον, τὸ ὁποῖον ἡμπορεῖ νά προκαλέσῃ αὐτὴν τὴν μετατόπισιν ; (Τοῦτο εἶναι τὸ μέτρον τῆς εὐαισθησίας τοῦ δυναμομέτρου).

Σχ. 1



Σχ. 3



Σχ. 4

II. Ίσορροπία τριών συντρεχουσών δυνάμεων (κοινόν σημείον Ο)

8. α) Νά σχεδιασθῇ ἡ συνισταμένη R δύο δυνάμεων $F_1 = 20 \text{ Kp}$ καὶ $F_2 = 40 \text{ Kp}$, συντρεχουσῶν καὶ καθεύοντα μεταξύ των (Κλίμαξ: $1 \text{ cm} = 5 \text{ Kp}$).

β) Νά προσδιορισθῇ ἡ μετρήσις τοῦ ἀντιστοίχου διανύσματος καὶ ἡ ἐντάσις τῆς R .

γ) Νά μετρηθῇ ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει αὐτὴ μετὰ καθὲ μίαν ἐκ τῶν συνιστασῶν.

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 σχεδιασθῇ ἡ συνισταμένη τῶν R καὶ νά εὐρεθῇ ἡ δυνάμις F , ἡ ὁποία πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς τὸ O , διὰ νὰ ἰσορροπήσῃ μετὰ τὰς F_1 καὶ F_2 . (Ἡ ἐντάσις τῆς O εὐρεθῇ μετὰ τὴν μετρήσιν τοῦ διανύσματος.)

10. Εἰς τὰ ἄκρα νημάτος, τὸ ὁποῖον διέρχεται ἀπὸ δύο τροχαλίας, ἀναρτῶμεν ἀνὰ ἓν βάρος 1 Kp καὶ εἰς τὸ σημείον O μεταξύ τῶν δύο τροχαλίων, ἐν βάρους P . Ἐχόμεν δὲ ἰσορροπία, ὅταν ἡ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζει τὸ νῆμα εἰς τὸ σημείον O , εἴναι 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 νὰ προσδιορισθῇ γραφικῶς τὸ μέτρον τῆς ἐντάσεως τοῦ βάρους P (Κλ.: $1 \text{ cm} = 0,5 \text{ Kp}$).

11. Εἰς τὸ ἄκρον B ἐνὸς νημάτος, τὸ ὁποῖον εἶναι ἀνὰρτημένον εἰς τὸ σημείον A τῆς ὁροφῆς, θέτομεν βάρους 65 Kp καὶ ἀσκούμεν ἐπὶ πλέον μίαν ὀριζοντιαν ἐλξίν 50 Kp (σχ. 1):

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

12. Δύο δοκοὶ συνδέονται, ὥπως δεῖκνυεὶ τὸ σχ. 2, καὶ φέρουν φορτίον 500 Kp . Νά προσδιορισθῇ γραφικῶς ἡ ἐντάσις τῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἀσκούνται ὑπ' αὐτῶν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. (Κλ.: $1 \text{ cm} = 100 \text{ Kp}$).

13. Δύο σχοινία AB καὶ AG ἀναρτῶνται ἀπὸ τὴν ὁροφὴν εἰς τὰ σημεία B καὶ G καὶ συγκρατοῦν εἰς τὸ A φορτίον 70 Kp (σχ. 3).

Νά προσδιορισθῇ γραφικῶς ἡ ἐντάσις τῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἀσκούνται πρὸς τὰς διευθύνσεις BA καὶ GA μετὰ τιμὰς γωνιῶν τὰς ἀναγραφόμενας εἰς τὸ σχῆμα (Κλ.: $1 \text{ cm} = 10 \text{ Kp}$).

III. Παράλληλοι δυνάμεις. Κέντρον Βάρους.

14. Δύο κατακόρυφοι δυνάμεις μετὰ φορὰν ἐκ τῶν

κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἐντάσεως 20 Kp καὶ 30 Kp ἐφαρμόζονται εἰς τὰ ἄκρα μίᾳ στερεᾷ ράβδῳ, μήκους 1 m :

α) Νά ὑπολογισθῇ ἡ ἐντάσις τῆς συνισταμένης τῶν καὶ νὰ προσδιορισθῇ τὸ σημεῖον 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 παῖδια 40 Kp καὶ 60 Kp κἀνθνται εἰς τὰ ἄκρα μίᾳ σκανοῦς μήκους 3 m , στηριζομένης εἰς ἓνα κορμὸν δένδρου, καὶ κἀννουν τραμπάκαν:

α) Εἰς ποίαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸ ἐλαφρότερον παιδίον πρέπει νὰ εὕρισκεται ὁ κορμὸς, διὰ νὰ ὑπάρῃ ἰσορροπία;

β) Νά ὑπολογισθῇ ἡ δυνάμις, τὴν ὁποίαν δέχεται ὁ κορμὸς τοῦ δένδρου.

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

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

β) Ποία δυνάμις ἀσκεῖται ὑπὸ τὴν ράβδον εἰς τὸν ὦμόν του;

γ) Ποία δυνάμις ἀσκεῖται εἰς τὸ ἐδαφος, ἐάν ὁ ἄνθρωπος ζυγίσῃ 72 Kp ;

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

18. Μία δοκὸς ἀμελητέου βάρους, στηριζομένη εἰς δύο τριγωνικά πρίσματα A καὶ B (σχ. 4), φέρει εἰς τὸ σημείον G βάρους 240 Kp . Νά ὑπολογισθῇ τὸ φορτίον, τὸ ὁποῖον δέχεται καθὲ ὑποστήριγμα (A καὶ B).

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

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

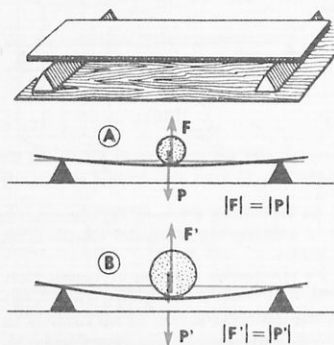
β) Νά προσδιορισθῇ γεωμετρικῶς τὸ κέντρον βάρους τῆς.

γ) Νά παρασταθῇ τὸ βάρος τῆς δι' ἐνὸς διανύσματος καὶ νὰ καθορισθῇ ἡ ἀρχὴ του (Κλ.: $1 \text{ cm} = 200 \text{ p}$).

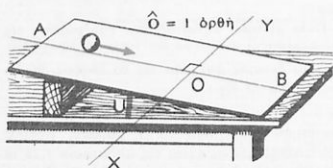
20. Εἰς ὀρθὸς ὁμογενὲς κυλινδρὸς, στηριζόμενος μετὰ τὴν βάσιν του, διαμέτρου 8 cm , ἀνατρέπεται, μόλις τὸ ἐπιπέδον στηρίζῃς του σχηματισθῇ μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου γωνίαν μεγαλυτέραν τῶν 30° :

α) Νά σχεδιασθῇ τὸ σχῆμα του ὑπὸ κλίμακα $1/2$ καὶ νὰ προσδιορισθῇ τὸ κέντρον βάρους τοῦ κυλίνδρου.

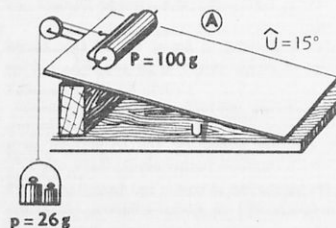
β) Νά ὑπολογισθῇ γραφικῶς ἐκ τοῦ σχήματος τὸ ὕψος τοῦ κυλίνδρου.



Σχ. 1. Διά της επίδρασης του βάρους P το έλασμα καμπυλίζεται και εξασκεί τότε επί του σώματος μίαν δύναμιν αντίδρασεως F , η οποία ισορροπεί το P . Όταν το βάρος $P' > P$, το έλασμα καμπυλίζεται περισσότερο και η δύναμις αντίδρασεως γίνεται F' . Και εις τὰς δύο περιπτώσεις η δύναμις αντίδρασεως και το βάρος είναι ίσα κατ' απόλυτον τιμήν.



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



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

ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

1 Ἀντίδρασις τοῦ ὑποστηρίγματος.

α) Τὸ μεταλλικὸν ἔλασμα, τὸ ὅποιον ἔχομεν τοποθετήσῃ εἰς τὰ ὑποστηρίγματα A καὶ B , καμπυλῶται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ βάρους P τοῦ σώματος (σχ. 1).

β) Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ σῶμα διὰ βαρυτέρον, τὸ ἔλασμα καμπυλῶται περισσότερον, ἐνῶ συγχρόνως ἀντιδρᾷ πρὸς τὸ βάρος P τοῦ σώματος διὰ μιᾶς δυνάμεως ἀντιθέτου, ἡ ὁποία καλεῖται ἀντίδρασις τοῦ ἐλάσματος. Αὕτη γίνεται ἴση πρὸς τὸ βάρος P εἰς τὴν τελικὴν θέσιν ἰσορροπίας.

● Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸ βάρος P , τὸ ἔλασμα ἔπαιν ἐρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν. Ἡ παροδικὴ παραμόρφωσις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται τὸ ἔλασμα διὰ τῆς ἐπίδρασεως τοῦ βάρους P , καλεῖται ἐλαστικὴ.

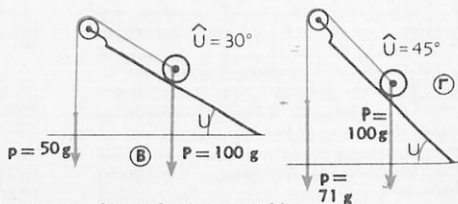
● Ἡ παραμόρφωσις αὕτη δὲν γίνεται ἀντιληπτὴ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, ὅταν τὸ σῶμα εἶναι τοποθετημένον ἐπάνω εἰς τραπέzion, προκαλεῖ ὅμως μίαν δύναμιν ἀντιδράσεως, ἡ ὁποία, ὅπως καὶ εἰς τὴν προηγούμενην περίπτωσιν, ἰσορροπεῖ τὸ σῶμα.

2 Κεκλιμένον ἐπίπεδον.

Τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον εἶναι ἐπίπεδος πλάξ, τὴν ὁποίαν κρατοῦμεν δι' ἐνὸς ὑποστηρίγματος κεκλιμένην. Ἐὰν μετατοπίσωμεν τὸ ὑποστήριγμα, ἡμποροῦμεν νὰ μεταβάλωμεν τὴν γωνίαν κλίσεως U , τὴν ὁποίαν σχηματίζει ἡ πλάξ μὲ τὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον τοῦ τραπέzion (σχ. 2). Ἡ σφαῖρα, τὴν ὁποίαν ἀφίνομεν ἐλευθερὰν ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἀκολουθεῖ εὐθείαν τροχίαν AB , ἣτις καλεῖται γραμμὴ τῆς μεγαλυτέρας κλίσεως καὶ εἶναι κάθετος πρὸς ὅλας τὰς ὁριζοντίας εὐθείας τοῦ ἐπιπέδου AB .

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

Ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν γωνίαν κλίσεως U , πρέπαι νὰ αὐξήσωμεν καὶ τὰ σταθμὰ, καὶ ἀντιστρόφως.



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

● Ο κύλινδρος κυλά κατά την γραμμήν τῆς μεγαλύτερας κλίσεως, ἐάν κόψωμεν τὸ νῆμα.

3 Δυνάμεις αἱ ὁποῖαι ἐνεργοῦν ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου.

Ἐάν δὲν ὑπῆρχε τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, τὸ βάρος P θὰ προεκάλει κατακόρυφον πτώσιν τοῦ κυλίνδρου. Ἡ πλαγία δύναμις $\vec{O\Gamma}$ ἰσορροπεῖ τὸν κύλινδρον ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου· εἶναι ἐπομένως ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν $\vec{O\Delta}$ (σχ. 4).

● Ἐάν ἀφήσωμεν τὸν κύλινδρον ἐλεύθερον, θὰ κινηθῇ ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου κατὰ τὴν γραμμὴν τῆς μεγαλύτερας κλίσεως. Ἡ δύναμις, ἡ ὁποία κινεῖ τὸν κύλινδρον, εἶναι ἡ $\vec{O\Delta}$, παράλληλος πρὸς τὴν γραμμὴν αὐτὴν καὶ μὲ φοράν πρὸς τὰ κάτω.

Δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὴν $\vec{O\Delta}$ ὡς συνιστῶσαν τοῦ βάρους P ἢ μᾶλλον τὸ βάρος P συνιστάμενην τῆς $\vec{O\Delta}$ καὶ μιᾶς ἄλλης δυνάμεως.

4 Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν αὐτὴν τὴν δύναμιν:

Σημειοῦμεν ἐπὶ φύλλου χάρτου τὸ σχῆμα $O\Delta B$ ($O\Delta = p$, $OB = P$) καὶ κατασκευάζομεν τὸ παραλληλόγραμμον $O\Delta B E$ μὲ διαγώνιον τὴν OB (σχ. 5).

● Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ παραλληλόγραμμον αὐτὸ εἶναι ὀρθογώνιον.

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ θεωρήσωμεν τὴν δύναμιν OB , ἡ ὁποία ἔχει ἔντασιν P , συνισταμένην τῶν δύο δυνάμεων OE καὶ OD .

OD (ἔντασις p) παράλληλος πρὸς τὴν κλίσιν.
 OE κάθετος πρὸς τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον.

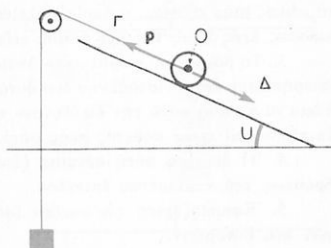
5 Ἀντίδρασις τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου.

● Ὅταν ὁ κύλινδρος τοποθετηθῇ ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἡμποροῦμεν νὰ δεχθῶμεν ὅτι ἐπιδρὼν ἐπ' αὐτοῦ ἢ τὸ βάρος P ἢ αἱ δύο συνιστώσαι OD καὶ OE (ἡ συνισταμένη τῶν $OB = P$).

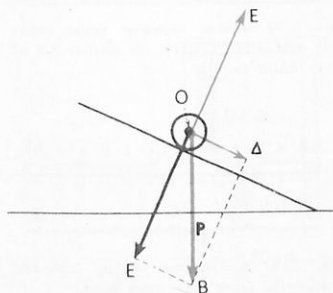
● Ἡ δύναμις OD ἀναγκάζει τὸν κύλινδρον νὰ ὀλισθησῇ.

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

Ἀφοῦ ἡ OE ἐξουδετεροῦται ἀπὸ τὴν OE' , εἰς τοῦ κυλίνδρου ἐπενεργεῖ μόνον ἡ δύναμις OD , ἡ ὁποία τὸν ἐξαναγκάζει νὰ κινηθῇ πρὸς τὰ κάτω.



Σχ. 4. Ἡ δύναμις $\vec{O\Gamma}$ ἰσορροπεῖ τὴν δύναμιν $\vec{O\Delta}$.



Σχ. 5. Τὸ παραλληλόγραμμον $O\Delta B E$ εἶναι ἐν ὀρθογώνιον καὶ OB ἡ διαγώνιος του.

Δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν $\vec{OB} = P$ συνιστάμενην τῶν δυνάμεων $\vec{O\Delta}$ καὶ $\vec{OE}$.

Ἡ δύναμις OE ἰσορροπεῖται ἀπὸ τὴν δύναμιν $\vec{OE'}$, ἡ ὁποία εἶναι ἡ δύναμις ἀντιδράσεως τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

2. Όταν αφήσουμε μίαν σφαίραν ελευθέραν ἐπὶ ἐνὸς κεκλιμένου ἐπιπέδου, θὰ ὀλισθήσῃ κατὰ μῆκος μιᾶς εὐθείας, ἢ ὁποῖα καλεῖται εὐθεῖα τῆς μεγαλυτέρας κλίσεως. Ἡ εὐθεῖα αὕτη εἶναι κάθετος πρὸς ὅλας τὰς ὁριζοντίας εὐθείας τοῦ ἐπιπέδου.

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

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

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

150^Η ΜΑΘΗΜΑ : Ροπή δυνάμεως ὡς πρὸς ἄξονα

ΜΟΧΛΟΙ

1 Τί εἶναι ὁ μοχλός.

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

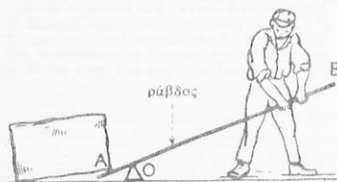
● *Πείραμα*. Ὁ κανὼν τοῦ σχ. 2 εἶναι καὶ αὐτὸς μοχλός, ὃ ὁποῖος δύναται νὰ περιστρέφεται περὶ τὸ ἄξονα O. Ὁ μοχλὸς αὐτὸς ἰσορροπεῖ ὁριζοντίως, διότι ὁ ἄξων διέρχεται ἀπὸ τὸ μέσον του. Ἐὰν ἀναρτήσωμεν ἴσα βάρη ἀπὸ τοὺς δύο βραχίονας καὶ εἰς ἴσας ἀποστάσεις ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ μοχλοῦ, θὰ ἐξακολουθῇ οὗτος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

Ἐκ τοῦ πειράματος αὐτοῦ καταρτίζομεν τὸν κάτωθι πίνακα :

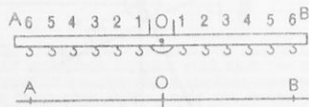
Βραχίων μοχλοῦ OA		Βραχίων μοχλοῦ OB	
Βάρος	Ἀγκιστρον	Βάρος	Ἀγκιστρον
200 p	6	200 p	6
150 p	3	150 p	3
250 p	5	250 p	5

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

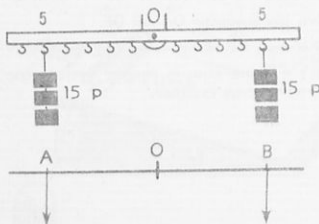
Βραχίων μοχλοῦ OA		Βραχίων μοχλοῦ OB	
Βάρος	Ἀγκιστρον	Βάρος	Ἀγκιστρον
100 p	6	200 p	3
150 p	2	300 p	1
50 p	5	250 p	1
300 p	2	100 p	6



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



Σχ. 2. Ὁ ἡριθμημένος μοχλὸς ἰσορροπεῖ ὁριζοντίως χωρὶς ἐξηρηγμένα βάρη.



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

Συμπέρασμα : Ο μοχλός AB ισορροπεί υπό την επενέργειαν δύο δυνάμεων παραλλήλων και της αὐτῆς φορᾶς, όταν τὰ γινόμενα τῶν δυνάμεων αὐτῶν ἐπὶ τοὺς ἀντιστοίχους βραχίονας 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 ἄξονά του ισορροπεῖ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δύο παραλλήλων δυνάμεων, ὅταν :

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

$$\Delta\eta\lambda. F_1 \times OA = F_2 \times OB$$

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

Ὅταν ὁμως ὁ μοχλὸς εὐρίσκεται ὑπὸ κλίσιν, τότε αἱ ἀποστάσεις τοῦ ἀξονος O ἀπὸ τὰς διευθύνσεις τῶν δύο δυνάμεων εἶναι αἱ κάθετοι OH καὶ OK (σχ. 6). Ἡ ροπή τῆς F_1 ὡς πρὸς τὸν ἀξονα O εἶναι : $F_1 \times OH$. Ἡ ροπή τῆς F_2 ὡς πρὸς τὸν ἀξονα O εἶναι : $F_2 \times OK$. Ἡ γενικὴ συνθήκη ισορροπίας εἶναι : $F_1 \times OA = F_2 \times OB$. Ἀποδεικνύεται ἐπίσης ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων ὅτι

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

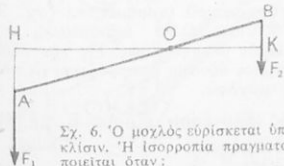
Εἰς ὅλας λοιπὸν τὰς περιπτώσεις ἔχομεν ισορροπίαν, ὅταν ὡς πρὸς τὸν ἀξονα O ἡ

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

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

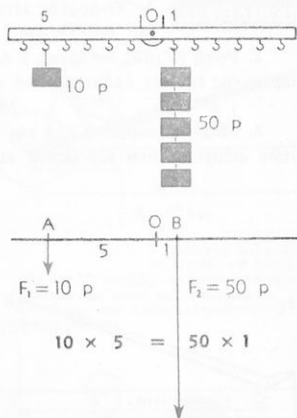
$$F_1 \times OA = F_2 \times OB.$$

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

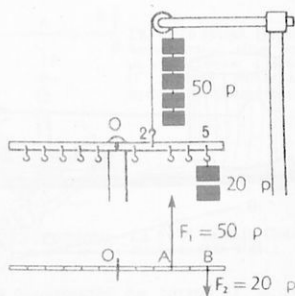


Σχ. 6. Ὁ μοχλὸς εὐρίσκεται ὑπὸ κλίσιν. Ἡ ισορροπία πραγματοποιεῖται ὅταν :

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

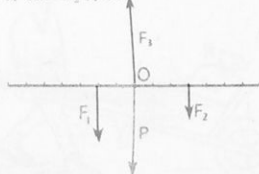


Σχ. 4. Ἡ ισορροπία πραγματοποιεῖται ὅταν : $F_1 \times OA = F_2 \times OB$



Σχ. 5. Αἱ παράλληλοι δυνάμεις F_1 καὶ F_2 ἐπενεργοῦν ἐπὶ τῆς αὐτῆς πλευρᾶς ὡς πρὸς τὸ O, ἔχουν ὁμως ἀντίθετον φορᾶν. Ὁ μοχλὸς εὐρίσκεται εἰς ὀριζοντίαν ισορροπίαν ὅταν :

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



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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ο μοχλός είναι μία στερεά ράβδος, ή όποια δύναται να περιστραφή πέ-
ριξ ενός άξονος.

2. Ροπή Μ μιὰς δυνάμεως F ως πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς O εἶναι τὸ γινόμενον τῆς ἐν-
τάσεως τῆς ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν τοῦ 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.

160^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : Ἔργαλεῖα πολλαπλασιάζονται
τὴν δύναμιν ἢ αὐξάνοντα τὴν μετατόπισιν.

ΕΡΓΑΛΕΙΑ - ΜΟΧΛΟΙ

1. Μοχλὸς πρώτου εἶδους ἢ μετὰ τὸ ὑπομό-
χλιον ἐνδιαμέσως.

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

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

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

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

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

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

Ἐκεῖνον, τὸ ὁποῖον ὁ ἐργάτης κερδίζει εἰς δύ-
ναμιν, τὸ χάνει εἰς ἀπόστασιν (χρυσοὺς κανὼν τῆς
Μηχανικῆς).

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

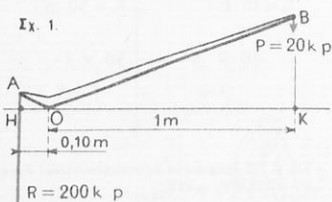
● Ὁ μοχλὸς τοῦ ἐργάτου εἶναι μοχλὸς πρώτου εἶδους
μετὰ τὸ ὑπομόχλιον ἐνδιαμέσως καὶ εἶναι πολλαπλα-
σιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς
μετατοπίσεως.

● Ἡ ἐνδεικτικὴ βελὸν ἡμερικῶν ὀργάνων, ὅπως
π.χ. τοῦ αὐτογραφικοῦ θερμομέτρου (σχ. 2), εἶναι
μοχλὸς μετὰ τὸ 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 μετὰ τὴν ἀν-
τίστασιν ἐνδιαμέσως.

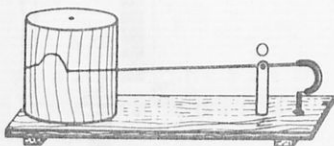
Ἡ χειράμαξα, τὴν ὁποῖαν παρατηροῦμεν εἰς

Σχ. 1.

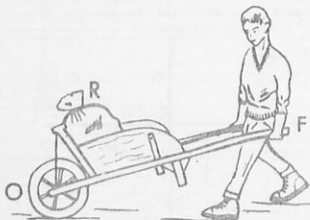


Σχ. 1. Συνθήκη ἰσορροπίας
 $R \times OH = P \times OK$

Ὁ μοχλός, ὁ ὁποῖος ἔχει τὸ ὑπομόχλιον με-
ταξὺ δυνάμεως καὶ ἀντιστάσεως (ἄν εἶδος)
εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ
ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.



Σχ. 2. Ὁ δείκτης τοῦ αὐτογραφικοῦ θερ-
μομέτρου εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς μετα-
τοπίσεως $OA < OB$.



Σχ. 3. Εἰς ποίαν θέσιν πρέπει νὰ τοποθετή-
σωμεν τὸν αἰσθητή, ὥστε ἡ δύναμις, τὴν ὁποῖαν
θὰ καταβάλωμεν, νὰ εἶναι ἐλαχίστη;

το σχήμα 3, είναι εις μοχλὸς δευτέρου εἶδους μετὰ τὴν ἀντίστασιν ἐνδιαμέσως καὶ βραχίονας τοὺς OA καὶ OB. Ἡ κινητήριος δύναμις ἐφαρμόζεται εἰς τὴν ἄκρον τοῦ μεγαλυτέρου βραχίονος.

Ἐὰν $R = 45 \text{ Kp}$ καὶ $OB = 1/3 OA$, τότε πρέπει εἰς τὸ σημεῖον A νὰ ἐφαρμοσθῇ μία δύναμις πρὸς τὰ ἄνω 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 εἶδους μετὰ τὴν ἀντίστασιν ἐνδιαμέσως, πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.

3 Μοχλὸς τρίτου εἶδους ἢ μετὰ τὴν δύναμιν ἐνδιαμέσως.

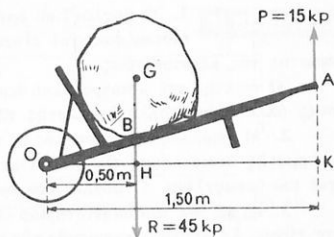
Τὸ πεντάλ τοῦ ἀκονιστηρίου (σχ. 5), τὸ ὁποῖον στηρίζεται εἰς τὸν ἄξονα O, κινεῖται μετὰ τὴν βοήθειαν τοῦ ποδὸς τοῦ ἀνθρώπου διὰ μιᾶς κινητήριου δυνάμεως P, ἡ ὁποία διευθύνεται πρὸς τὰ κάτω καὶ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ σημεῖον A. Εἰς τὸ σημεῖον B ἀρθροῦται ὁ δισωστήρ, μετὰ τὴν βοήθειαν τοῦ ὁποῖου περιστρέφεται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

Τὸ πεντάλ τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι εἰς μοχλὸς τρίτου εἶδους, μετὰ τὴν κινητήριον δύναμιν ἐνδιαμέσως.

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

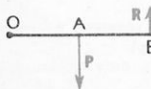
Ἐὰν $OA = 1/2 OB$, ὁ ἀκονιστὴς πρέπει νὰ ἐφαρμόσῃ εἰς τὸ σημεῖον A κινητήριον δύναμιν διπλασίαν τῆς ἀντιτάσεως, τὴν ὁποίαν προβάλλει ὁ τροχός. Ἐὰν ὅμως μετατοπίσῃ τὸν πόδα του κατωτέρω κατὰ 10 cm , ἡ ἀρθρώσις B τοῦ δισωστήρος μετατοπίζεται κατὰ 20 cm .

Τὸ πεντάλ τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι μοχλὸς τρίτου εἶδους, μετὰ τὴν κινητήριον δύναμιν ἐνδιαμέσως, ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ πολλαπλασιαστὴς τῆς κινήσεως.

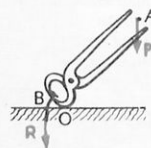


Συνθήκη ἰσορροπίας
 $R \times OH = P \times OK$

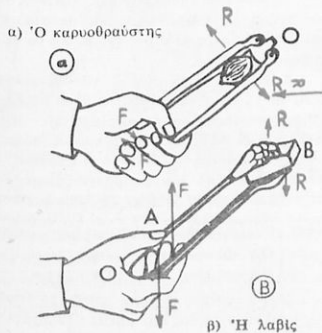
Σχ. 4. Ὁ μοχλὸς μετὰ τὴν ἀντίστασιν ἐνδιαμέσως εἶναι πολλαπλασιαστὴς τῆς δυνάμεως καὶ ὑποπολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.



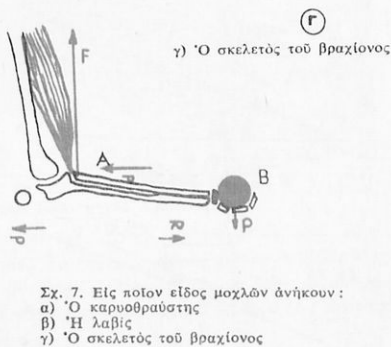
Σχ. 5. Τὸ πεντάλ (pedal) τοῦ ἀκονιστηρίου εἶναι μοχλὸς τρίτου εἶδους (Γ' εἶδους) πολλαπλασιαστὴς τῆς μετατοπίσεως.



Σχ. 6. Ἡ τανάλια. Ποῖον εἶδους μοχλὸς εἶναι;



β) Ἡ λαβὴ



Σχ. 7. Εἰς ποῖον εἶδος μοχλῶν ἀνήκουν:

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

1. Ο μοχλός του έργατος 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 αντιστάσεως 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 κινητηρίου δυνάμιν ενδιάμεσως ή τρίτου είδους. Το σημείον εφαρμογής της κινητηρίου δυνάμεως εύρισκεται μεταξύ του σημείου εφαρμογής της αντιστάσεως και του υπομοχλίου.

Ο μοχλός τρίτου είδους είναι πολλαπλασιαστής της κινήσεως.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρά 4: Κεκλιμένον επίπεδον - Μοχλοί.

1. Κεκλιμένον επίπεδον

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

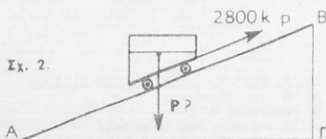
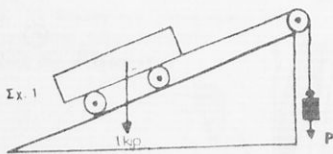
α) Νά σχεδιασθούν αι δυνάμεις, αι όποiai εφαρμόζονται εις τό όχημα.

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

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 όποιοι απέχουν 520 m, είναι 160 m (σχ. 2):

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



β) Εάν ή μεγίστη έλκτική δύναμις της άτμομηχανής (παράλληλος προς την τροχίαν) είναι 2800 Κρ, νά προσδιορισθή γραφικώς τό όλικόν βάρος Ρ του βαγονίου, τό όποϊόν δύναται νά μετακινήση ή μηχανή προς τά άνω.

II. Μοχλοί

4. Αναρτόμεν εις τό έν άκρον μιάς ράβδου, μήκους 60 m και περιστρεφόμενης περίξ ενός όριζόντιου άξονος εις τό μέσον της, βάρος 100 p:

α) Πόσον βάρος πρέπει νά τοποθετήσωμεν εις απόστασιν 8 cm από τό άλλο μέρος του άξονος, διά νά διατηρηθή ή ράβδος όριζόντια;

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

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

5. Μοχλός AB με άξονα όριζόντιον Ο, εύρισκόμενον εις απόστασιν 12 cm από τό Α. Ισορροπεί:

α) Εάν αναρτήσωμεν βάρος 3 Κρ εις τό Α, πόσον πρέπει νά αναρτήσωμεν εις απόστασιν 18 cm από τό Ο και προς τό μέρος του Β, διά νά τό ίσορροπήσωμεν;

β) Πόσον βάρος πρέπει νά αναρτήσωμεν εις τό Α, διά νά ίσορροπήσωμεν δύο βάρη μαζί 1 Κρ και 500 p, τοποθετημένα αντίστοιχως εις απόστάσεις 15 cm και 20 cm από τό Ο και προς τό μέρος του Β;

6. Εις μοχλός με άξονα τό Ο ίσορροπεί εις όριζόντιαν θέσιν υπό την επίδρασιν βάρους Ρ=240 p και ενός έλατηρίου R (σχ. 3) βαθμολογημένου, τό όποϊον έπιμηκύνεται κατά 7,5 cm διά φορτίον 100 p. Ποία αι έπιμηκύνσεις του έλατηρίου, όταν:

α) OA=20 cm OB=12 cm;

β) OA=12 cm OB=20 cm;

7. Που πρέπει νά τοποθετηθή τό υπομόχλιον ενός μοχλού, ό όποιος έχει μήκος 1,25 m, διά νά ανασηκώση εις έργατης με δύναμιν 60 Κρ μίαν μηχανήν

450 Kp (εάν εις τὸ ἓν ἄκρον τοῦ μοχλοῦ εὐρίσκειται ἡ μηχανὴ καὶ εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις τοῦ ἐργάτου);

8. Τὸ σχῆμα 4 δεικνύει μιαν βαλβίδα ἀσφαλείας:

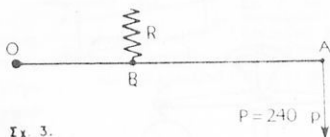
α) Εἰς ποῖον εἶδος μοχλοῦ ἀνήκει ἡ διάταξις τῆς;

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

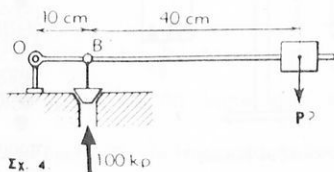
9. Τὸ σχῆμα 5 δεικνύει πεντάλ φρένου αὐτοκινήτου;

α) Εἰς ποῖον εἶδος μοχλοῦ ἀνήκει ἡ διάταξις του;

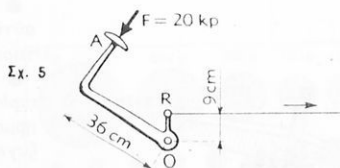
β) Πόση δύναμις μεταδίδεται εἰς τὸ φρένον, ὅταν ὁ ὁδηγὸς τοῦ αὐτοκινήτου πιᾷ τὸ «πεντάλ» διὰ δύναμιν 20 Kp;



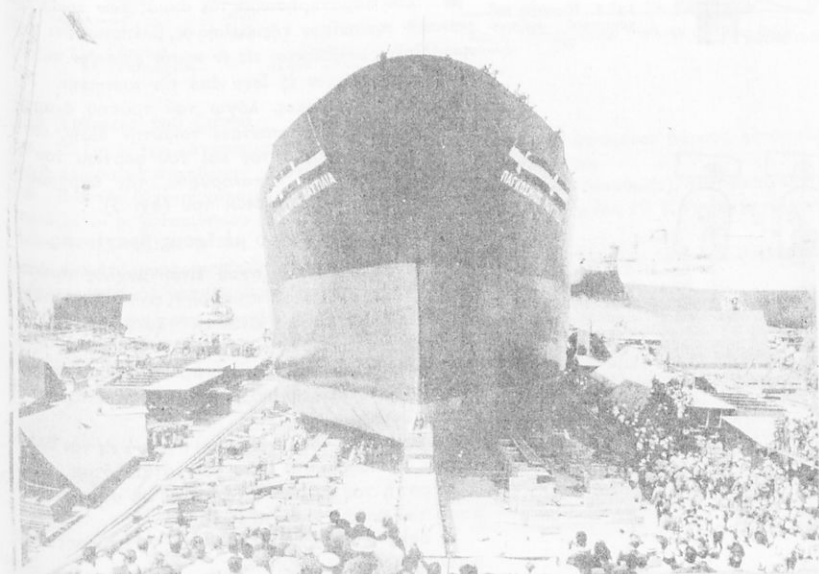
Σχ. 3.



Σχ. 4.



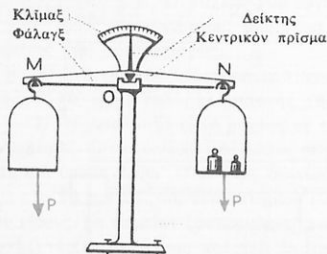
Σχ. 5.



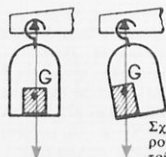
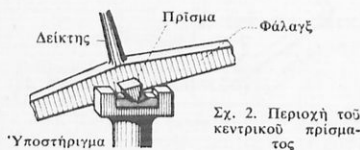
Καθέλκυσις πλοίου εἰς τὰ Ἑλληνικὰ Ναυπηγεῖα Σκαρμαγκᾶ.

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 μιᾷ «ὁδοῦ ὀλισθήσεως» μὲ ταχύτητα περίπου 30 km/h. Ὅταν τὸ πλοῖον ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν ἐπὶ τὴν θάλασσαν, ἡ κίνησις του ἐπιβραδύνεται τῇ βοήθειᾳ σχοινίων, προσδεδεμένων εἰς ἀλύτους μεγάλου βάρους.

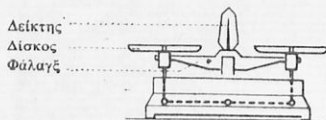
ΖΥΓΟΣ ΜΕ ΙΣΟΥΣ ΒΡΑΧΙΟΝΑΣ



Σχ. 1. Ζυγός με δίσκους



Σχ. 3. Το κέντρον βάρους των δίσκων και του φορτίου εϋρίσκεται εις την κατακόρυφον, την διερχομένην εκ του άξονος ανάρτησεως.



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

*Αρθρώσεις του αντίβραχίονος.

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

1 Περιγραφή.

● Ο ζυγός με ίσους βραχίονας (σχ. 1) άποτελείται εξ ενός μοχλού, της φάλαγγος MN, της οποίας ο άξων είναι ή άκμή (κόψις) ενός τριγωνικού πρίσματος, εύρισκομένου εις τὸ μέσον της. Ἡ άκμή αὕτη εϋρίσκεται σκληρῶς χαλυβδίνης ἐπιφανείας (σχ. 2).

● Εἰς κάθε άκρον τῆς φάλαγγος M καὶ N εἶναι προσηρμοσμένοι μικρὸν τριγωνικὸν πρίσμα χαλύβδινον, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀναρτῶνται οἱ δίσκοι.

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

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

● Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὰς άκμὰς τῶν τριῶν τριγωνικῶν πρισματίων τῆς φάλαγγος, βλέπομεν ὅτι εἶναι παράλληλοι, εϋρίσκονται εἰς ἓν κοινὸν ἐπίπεδον καὶ διὰ αὐτὸ ἀκραιάι ἀπέχουν ἐξ ἴσου ἀπὸ τὴν κεντρικὴν.

● Ἐκαστος δίσκος, λόγῳ τοῦ τρόπου ἀναρτήσεώς του, λαμβάνει πάντοτε τοιαύτην θέσιν, ὥστε τὸ κέντρον βάρους αὐτοῦ καὶ τοῦ φορτίου του νὰ εϋρίσκεται ἐπὶ τῆς κατακόρυφου, τῆς διερχομένης ἀπὸ τὸν άξονα ἀναρτήσεώς του (σχ. 3).

2 Ἀρχὴ τοῦ ζυγοῦ με ἴσους βραχίονας.

Ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ εἶναι μοχλὸς πρώτου εἶδους. Ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι κενοί, ἡ φάλαγξ ἰσορροπεῖ ὀριζοντίως. Ὁ δείκτης εἶναι εἰς τὴν ἐνδεικνύουσαν κλίμακος.

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

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

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

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

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

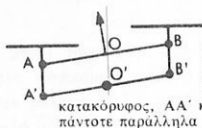
Συμπέρασμα: Ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ εϋρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν οἱ δίσκοι φορτίζονται με ἴσα βάρη.

3 Ζυγός του Roberval.

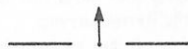
Οι δίσκοι του ζυγού Roberval εúρισκονται επί της φάλαγγος και παραμένουν πάντοτε όριζόντιοι, αδιαίρετοι και εάν είναι ή θέσις αúτης. Τοúτο έπιτυγχανεται χάρις εις τó άρθρωτόν *παράλληλογράμμον* $ABB'A'$ (σχ. 5).

Η φάλαγγ AB και ή αντίφαλαγγ $A'B'$ κινούνται περίε δύο σταθερών σημείων O και O' , εύρισκομένων εις τó μέσον των. Έκ της γεωμετρίας γνωρίζομεν ότι αι δύο άπέναντι πλευραι ένός παραλληλογράμμου είναι παράλληλοι πρòς τήν διάμεσον των δύο άλλων. Αι AA' και BB' λοιπόν είναι παράλληλοι πρòς τήν κατακόρυφον διάμεσον OO' .

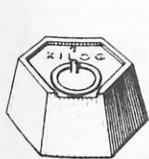
Ο ζυγός Roberval και ó ζυγός ίσων βραχιόνων διατηρούν τήν ίσορροπίαν των και όταν άντιμεταθέσωμεν τά φορτία των δύο δίσκων.



Σχ. 5. Οι δίσκοι παραμένουν πάντοτε όριζόντιοι. OO' είναι σταθερά κατακόρυφος, AA' και BB' παραμένουν πάντοτε παράλληλα πρòς τó OO' .



Σχ. 6. Σχήμα ζυγού έν ίσορροπία



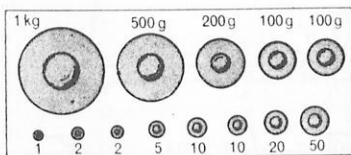
Σχ. 7. Σταθμά έκ χυτοσιδήρου



Σταθμά έξ όρειχαλκού



Σταθμά εις σχήμα έλασματος



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

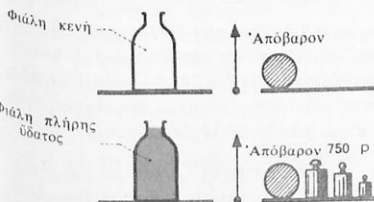
4 Χρήσεις του ζυγού.

● Ο ζυγός έχει κατασκευασθή, δια νά ζυγίξη φορτία μέχρις ώρισμένου βάρους, τó όποιον δέν δυνάμεθα νά υπερβώμεν χωρίς κίνδυνον νά τόν καταστρέψωμεν.

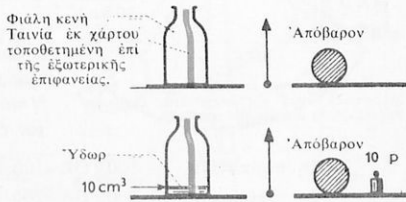
● Δια τήν ζύγισιν χρησιμοποιοούμεν σειράς προτύπων βαρών (σταθμών), τά όποια κατασκευάζονται έκ χυτοσιδήρου (50 p έως 50 Kp), έξ όρειχαλκού (1 p έως 10 Kp) και έκ μεταλλικών φύλλων (0,01 p έως 0,5 p). Σχ. 7.

Δια της σειράς σταθμών του σχήματος 8 δυνάμεθα νά εκτελέσωμεν όλας τας ζυγίσεις με άκέραιον αριθμόν γραμμαρίων, από 1 p έως 2000 p.

● Η ζύγισις γίνεται ως έξής : Βεβαιούμεθα πρώτον ότι με κενούς δίσκους ό δείκτης παραμένει κατακόρυφος, δεικνύνων τó 0 της κλίμακος. Τοποθετοούμεν εις τόν ένα δίσκον τó σώμα, τó όποιον θέλομεν νά ζυγίσωμεν, και ίσορροποούμεν τόν ζυγόν με τόν δείκτην εις τó 0, θέτοντες σταθμά εις τόν άλλον δίσκον. Τó άθροισμα των σταθμών μάς δίδει τó βάρος του σώματος.



Σχ. 9 Προσδιορισμός της χωρητικότητος 500 200 50
μάς φιάλης. Βάρος ύδατος : 750 p
Χωρητικότης φιάλης : 750 cm³



Σχ. 10. Βαθμολογία φιάλης ανά 10 cm³.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ζυγός έχων ίσους βραχίονας αποτελείται από την φάλαγγα, της οποίας ο άξων ευρίσκεται εις τὸ μέσον αὐτῆς, καὶ ἀπὸ δύο δίσκους ἀνηρτημένους εἰς τὰ δύο ἄκρα αὐτῆς. Εἶναι μοχλὸς πρώτου εἶδους.

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

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

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

18^{ON} ΜΑΘΗΜΑ :

ΖΥΓΟΙ ΤΩΝ ΟΠΟΙΩΝ ΟΙ ΒΡΑΧΙΟΝΕΣ ΕΙΝΑΙ ΑΝΙΣΟΙ ἢ ΜΕΤΑΒΛΗΤΟΙ

1 Κατασκευή δεκαπλασιαστικοῦ ζυγοῦ.

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

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

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

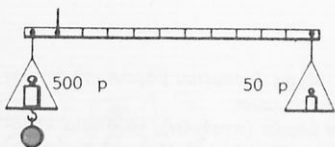
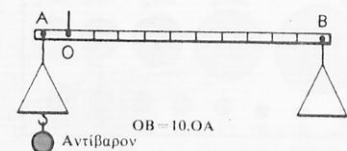
Βάρος εἰς τὸ A : 100 p 200 p 300 p 400 p

Βάρος εἰς τὸ B : 10 p 20 p 30 p 40 p

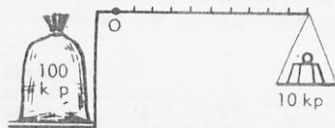
Συμπέρασμα : Τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ὑπάρχει εἰς τὸν δίσκον B, εἶναι τὸ ἐν δέκατον τοῦ βάρους εἰς τὸν δίσκον A, καὶ ὁ ζυγὸς ἰσορροπεῖ.

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 ροπήν ἐκάστου βάρους ὡς πρὸς τὸν ἄξονα περιστροφῆς O, εὐρίσκομεν ὅτι :

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



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



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

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

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

2 Ζυγός διὰ μεταβλητοῦ βραχίονος.

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

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

• Ὅταν τὸ ἄγκιστρον Α δὲν ᾔσκη φορτίον, ἡ φάλαγξ ἰσορροπεῖ ὀριζοντίως διὰ τοῦ ἀντιβάρου εἰς τὴν πρώτην ἐσοχὴν καὶ εἰς τὴν θέσιν Ο (σχ. 3 Α).

• Ἀναρτῶμεν εἰς τὸ ἄγκιστρον ἓν φορτίον, ὅποτε, 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 ἰσορροπεῖ ὀριζοντίως ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν φορτίου Ρ καὶ ἀντιβάρου ρ, ἰσχύει ἡ σχέσις :

ροπή Ρ ὡς πρὸς Ο = ροπή ρ ὡς πρὸς Ο

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

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

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

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

Σημειώσεις. Ὁ ρωμαϊκός ζυγός εἶναι ζυγός, ὁ ὁποῖος ἔχει μεταβλητὸν τὸν ἓνα βραχίονά του.

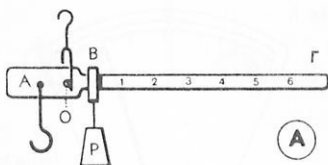
3 Ζυγοὶ οἱ ὁποῖοι ἔχουν ἀνίσους καὶ τοὺς δύο βραχίονας.

Ζυγὸς τῶν ἐπιστολῶν (σχ. 4).

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

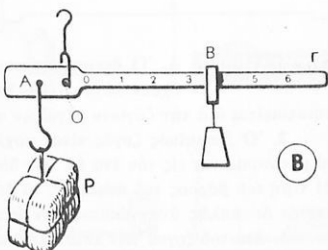
$$X \times ON = P \times OM,$$

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

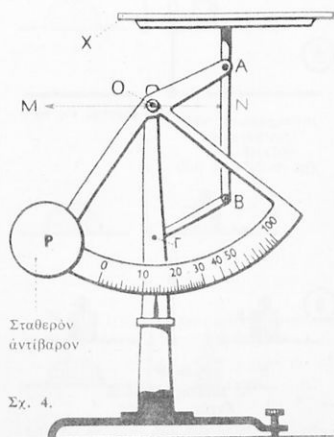


Ρωμαϊκός ζυγός

Σχ. 3. Α: Ἐάν εἰς τὸ ἄγκιστρον Α δὲν ἔχωμεν κανὲν βάρος, ὁ μοχλὸς εἶναι ὀριζόντιος, ὅταν τὸ ἀντίβαρον εὐρίσκεται εἰς τὴν υποδιαίρεσιν 0.

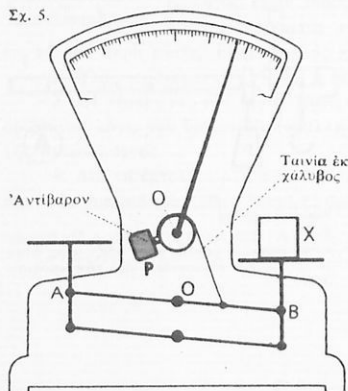


Β: Ἐάν εἰς τὸ ἄγκιστρον Α ἔχωμεν φορτίον βάρους Ρ, ὁ μοχλὸς εἶναι ὀριζόντιος, ὅταν τὸ ἀντίβαρον εὐρίσκεται εἰς τινὰ υποδιαίρεσιν, π.χ. ρ = 3,5 Κρ.



Σχ. 4.

Σχ. 5.



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

Αἱ διαιρέσεις τῆς κλίμακος εἶναι ἀνισοί.

Ὁ αὐτόματος ζυγός (σχ. 5).

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ὁ δεκαπλασιαστικὸς ζυγός εἶναι μοχλὸς με ἀνίσους βραχίονας, οἱ ὁποῖοι ἔχουν λόγον 1/10. Τοιοῦτου εἴδους ζυγὸς εἶναι καὶ ἡ πλάστιγγ, ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ζύγισιν μεγάλων φορτίων, ὅπως π.χ. σάκκων ἀλεύρου, σακχαρώους κλπ.

2. Ὁ Ρωμαϊκὸς ζυγός εἶναι μοχλὸς πρώτου εἴδους. Ἀντίβαρον σταθεροῦ βάρους δύναται νὰ μετατοπίζεται εἰς τὸν ἓνα ἐκ τῶν δύο βραχίωνων του. Ἀποτελεῖ ζυγὸν μεταβλητοῦ βραχίονος. Ἡ τιμὴ τοῦ βάρους τοῦ σώματος, τὸ 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 βάρος ἑνὸς ἀντικειμένου.

190^Η ΜΑΘΗΜΑ :

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΖΥΓΟΥ

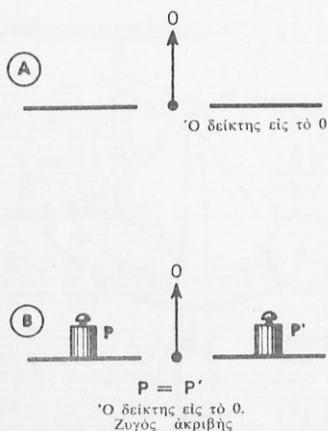
● Δι' ἀπλῆς ζυγίσεως δὲν δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν με ἀκριβείαν τὸ βάρος ἑνὸς σώματος διότι ἡ ζύγισις, ὅπως καὶ κάθε μέτρησις, ἐκτελεῖται κατὰ προσέγγισιν. Διὰ νὰ ἔχωμεν ὅσον τὸ δυνατόν ἀκριβέστερα ἀποτελέσματα, πρέπει ὁ ζυγός, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιοῦμεν, νὰ εἶναι : ἀκριβής, εὐαίσθητος καὶ πιστός.

■ 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 ζυγός εἶναι ἀκριβής· ἄλλως δὲν εἶναι (σχ. 1 B).

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



Σχ. 1. Ἐλεγχος ἀκρίβειας.

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

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

$$OM = ON$$

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

2 Πιστότης τοῦ ζυγοῦ.

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

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

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

Διὰ νὰ εἶναι ὁ ζυγός πιστός, πρέπει :

- Νὰ μὴ ἔχωμεν παραμόρφωσιν τῶν βραχιόνων τῆς φάλαγγος κατὰ τὴν ζύγισιν.
- Αἱ ἀκμαὶ τῶν τριγωνικῶν πρισμάτων νὰ εἶναι παράλληλοι καὶ πολὺ λεπταί.

Καὶ τὰ στηρίγματα τῶν δίσκων νὰ περιστρέφονται εὐκόλως περὶ τοῦ ἀξονος ἀναρτήσεώς των.

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

3 Εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ.

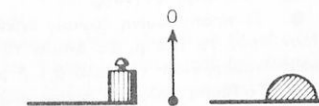
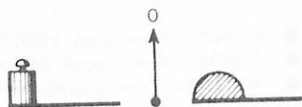
• Τοποθετοῦμεν φορτίον εἰς τὸν ἕνα δίσκον τοῦ ζυγοῦ καὶ ἰσορροποῦμεν αὐτὸν (δείκτης εἰς τὸ Ο) διὰ σταθμῶν 125 ρ εἰς τὸν ἄλλον δίσκον. Προσθέτομεν ἐν συνεχείᾳ διαδοχικῶς εἰς τὸν αὐτὸν δίσκον σταθμὰ 0,05 ρ, 0,06 ρ, 0,08 ρ, 0,09 ρ καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης παραμένει ἀκίνητος.

Ἐάν τὸ πρόσθετον βάρος γίνῃ 0,1 ρ καὶ ὁ δείκτης δεικνύῃ μικράν τινα ἀπόκλινσιν, τότε :

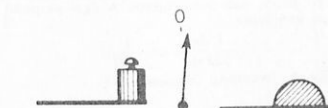
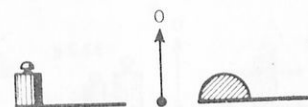
Ὁ ζυγός ἔχει εὐαισθησίαν δεκάτου τοῦ γραμμίου.

Ἡ εὐαισθησία ἐνὸς ζυγοῦ ἐκφράζεται διὰ τῆς τιμῆς τοῦ μικροτέρου βάρους, τὸ ὅποῖον δύναται νὰ προκαλέσῃ αἰσθητὴν ἀπόκλινσιν τοῦ δείκτου του.

Εἰς ζυγὸς εἶναι τόσοι περισσότεροι εὐαίσθητος, ὅσον ἡ εὐκινησία τῆς φάλαγγος καὶ τῶν δίσκων του εἶναι μεγαλύτερα. Δηλαδή, ὅταν :

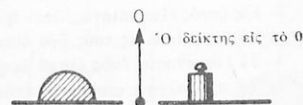


(Α) Ζυγὸς πιστός

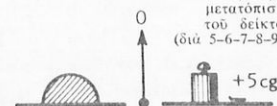


(Β) Ζυγὸς ὄχι πιστός

Σχ. 2. Ἐλεγχος πιστότητας ζυγοῦ



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



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

- ή άκμή του κεντρικού πρίσματος είναι πολύ λεπτή,
- ή φάλαγγ είναι μικρού βάρους και
- το κέντρον βάρους (του κινουμένου συστήματος) εύρισκεται πλησίον του άξονος περιστροφής.

4 Άκριβης ζύγισης.

● Η προηγούμενη ζύγιση δεικνύει ότι το βάρος ενός αντικειμένου δύναται να μη είναι ίσον πρὸς τὰ 125 ρ, τὰ ὁποῖα τὸ ἰσορροποῦν. Δυνάμεθα ὅμως νὰ βεβαιώσωμεν ὅτι εἶναι κατὰ προσέγγισιν τὸ πολὺ 0,1 ρ μεγαλύτερον ἢ μικρότερον τῶν 125 ρ.

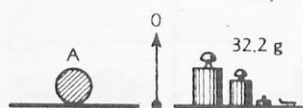
Τὸ βάρος δηλ. τοῦ ἀντικειμένου αὐτοῦ εἶναι 125 ρ κατὰ προσέγγισιν 0,1 ρ καὶ ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσεως εἶναι :

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

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

Ζυγὸς τοῦ Roberval εὐαίσθητος εἰς τὸ 0,1 ρ διὰ φορτίον 1 Κρ ἔχει ἀκρίβειαν μετρήσεως :

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



Ζυγὸς με εὐαισθησίαν 0,1 g

Τὸ βάρος τοῦ ἀντικειμένου Α ἔχει μετρηθῇ με ἀκρίβειαν

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

Σχ. 4. Ἀκρίβεια ζυγίσεως.

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

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

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

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

3. Ἡ εὐαισθησία ἐνὸς ζυγοῦ ἐκφράζεται διὰ τῆς τιμῆς τοῦ μικροτέρου βάρους, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ προκαλέσῃ αἰσθητὴν ἀπόκλινσιν τοῦ δείκτου.

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 Διπλή ζύγισης.

● Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ πραγματικὸν βάρος ἐνὸς σώματος, πρέπει ὁ ζυγὸς νὰ εἶναι ἀκριβής. Εἶναι ὅμως πρακτικῶς ἀδύνατον νὰ κατασκευάσωμεν ζυγόν, τοῦ ὁποῖου οἱ δύο βραχίονες τῆς φάλαγγος νὰ εἶναι ἀπολύτως ἴσοι. Εἰς ἕνα καλὸν ζυγὸν τοῦ ἐμπορίου δυνάμεθα νὰ ἐπιτύχωμεν διαφορὰν μήκους μεταξὺ τῶν δύο βραχιόνων 0,2 mm.

● Ἐὰν λοιπὸν ὁ εἰς βραχίων εἶναι 20 cm καὶ ὁ ἄλλος 20,02 cm, τότε ἐν σώμα βάρους 1 Κρ, ὅταν τοποθετηθῇ εἰς τὸν πρῶτον δίσκον, θὰ ἰσορροπήσῃ σῶμα βάρους X εἰς τὸν ἄλλον δίσκον.

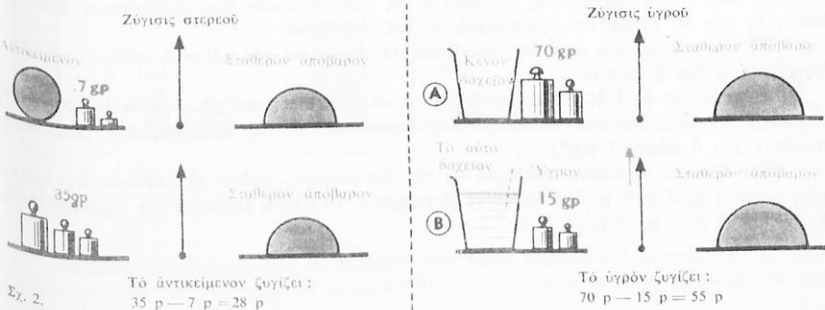
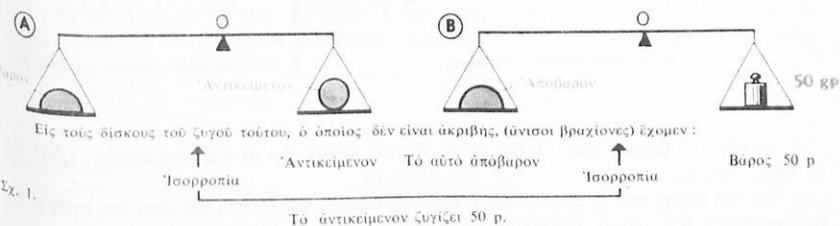
τον συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν :

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

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

Ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν θὰ ἰσορροπῇ ὁριζοντίως, ὅταν ὑπάρξῃ 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 ζύγισιν. Δυνάμεθα ὅμως νὰ προσδιορίσωμεν τὸ πραγματικὸν βάρος ἑνὸς σώματος διὰ ζυγοῦ, ὁ ὅποιος δὲν εἶναι ἀκριβής, χρησιμοποιοῦντες τὴν μέθοδον τῆς διπλῆς ζυγίσεως τοῦ Borda. Τὰ κάτωθι σχήματα μᾶς δεικνύουν τὴν μέθοδον αὐτήν.



2 Μᾶζα ἑνὸς σώματος.

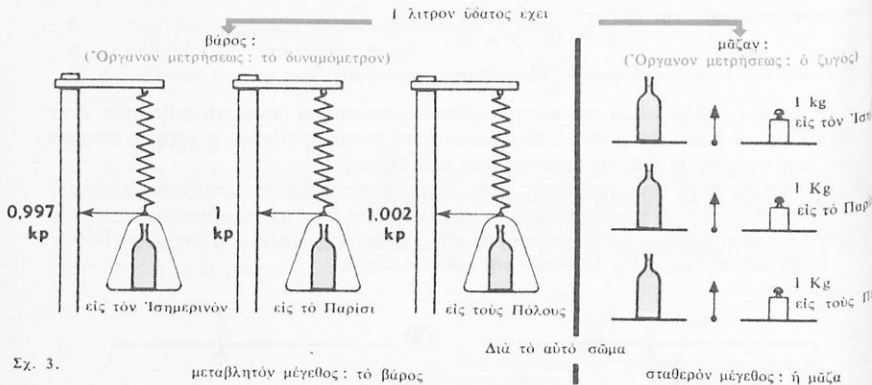
● Ἐὰν προσδιορίσωμεν τὸ βάρος σώματος δι' ἑνὸς εὐαίσθητου δυναμομέτρου, π.χ. ἑνὸς λίτρου ὕδατος, θὰ εὕρωμεν : Εἰς τὰς Ἀθήνας 1000 p, εἰς τὸν Ἰσημερινὸν 997 p, εἰς τοὺς Πόλους 1002 p.

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

Τὸ ἑν λίτρον ὁμως ὕδατος περιέχει πάντοτε τὴν ἰδίαν ποσότητα ὕλης, ὅπουδήποτε καὶ ἔαν τὸ ζυγίσωμεν (εἰς τὰς Ἀθήνας, εἰς τοὺς Πόλους, εἰς τὸν Ἰσημερινὸν ἢ εἰς οἰουδήποτε ὕψος).

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

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



Σχ. 3.

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

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

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 τῆς θέσεως, ἣν ἔχει τὸ σῶμα, καὶ προσδιορίζεται διὰ τοῦ **ζυγοῦ**.

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

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

Ἐάν θέλωμεν νὰ εἴμεθα αὐστηροὶ εἰς τὴν διατύπωσιν, πρέπει νὰ λάβωμεν ὡς **πρότυπον μᾶζας** 1 g, 2 g, 5 g, ὅλα ἐκεῖνα τὰ ἀντικείμενα, τὰ ὁποῖα ἐλάβομεν ὡς **πρότυπα βάρος** ἢ **σταθμὰ** 1 p, 2 p, 5 p, 1 Kp.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

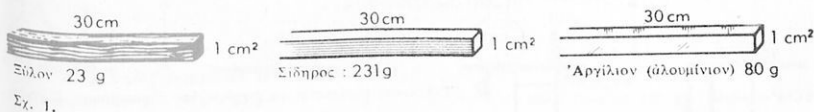
1. Διὰ τῆς μεθόδου τῆς διπλῆς ζυγίσεως δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ **πραγματικὸν βάρος** ἐνὸς σώματος καὶ διὰ ζυγοῦ, ὁ ὁποῖος δὲν εἶναι ἀκριβής. Ἐτόμεν εἰς ἰσορροπίαν τὸν ζυγὸν διὰ τῆς τοποθετήσεως σώματος εἰς τὸν ἓνα δίσκον καὶ ἐνὸς ἀντιβάρου εἰς τὸν ἄλλον. Ἀντικαθιστῶμεν τὸ σῶμα διὰ σταθμῶν, ἕως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

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

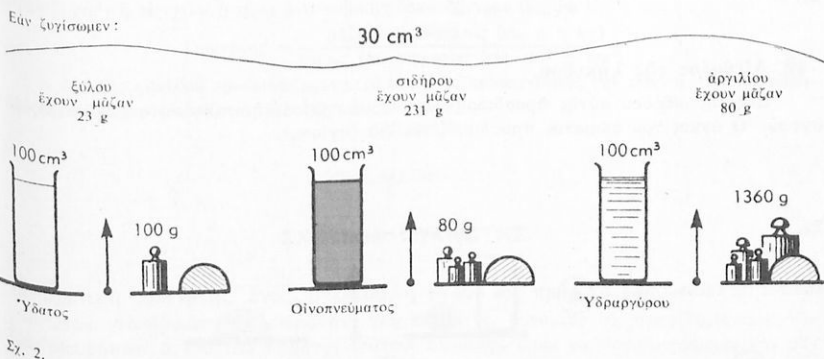
Ἡ μᾶζα προσδιορίζεται διὰ τοῦ ζυγοῦ καὶ ἔχει ὡς μονάδα τὸ χιλιόγραμμα, τὸ ὁποῖον προσδιορίζεται διὰ τοῦ Kg ἢ τοῦ γραμμάρου, τὸ ὁποῖον συμβολίζεται διὰ τοῦ g.

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

ΠΥΚΝΟΤΗΣ (ΕΙΔΙΚΗ ΜΑΖΑ) ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ



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.



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

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

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

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

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

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
ἐκατοστόμετρον 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 ἐνὸς σώματος, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὸν ὄγκον καὶ τὴν μάζαν του.

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



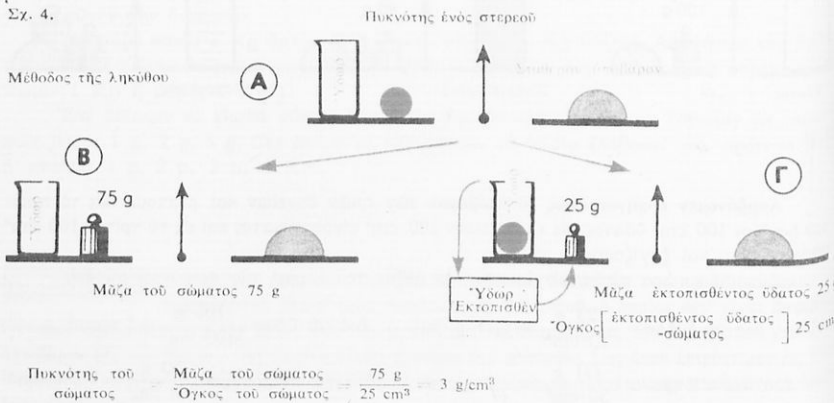
Σχ. 3.

2 Μέθοδος τῆς ληκύθου.

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

Σχ. 4.

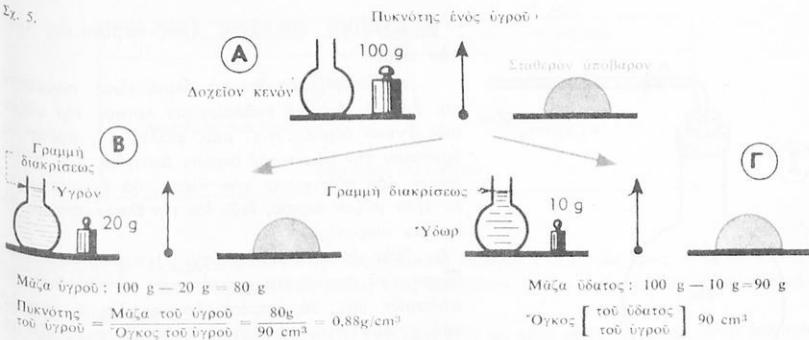
Μέθοδος τῆς ληκύθου



3 Εἰδικὸν βάρος ἐνὸς σώματος.

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

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



ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Η πυκνότης ενός σώματος εκφράζεται διά της μάζης της μονάδος του όγκου του σώματος τούτου.
 2. Η πυκνότης στερεού ή υγρού σώματος μετρείται εις γραμμάρια ανά κυβικόν εκατοστόμετρον (g/cm^3) ή εις χιλιόγραμμα ανά κυβικόν δεκατόμετρον (kg/dm^3).
- $$\text{Πυκνότης} = \frac{\text{μάζα του σώματος (εις g ή kg)}}{\text{όγκος του σώματος (εις cm}^3 \text{ ή dm}^3)}$$
3. Διά της ληκθούσας προσδιορίζομεν μετά μεγάλης προσεγγίσεως την πυκνότητα ενός σώματος. Ο όγκος προσδιορίζεται διά ζυγίσεως.

22^{ΟΝ} ΜΑΘΗΜΑ :

ΣΧΕΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΣ

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

"Όταν γνωρίζωμεν τὴν πυκνότητα ενός σώματος, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν μᾶζαν οἰοῦνδήποτε ὅγκου τοῦ σώματος τούτου. Δυνάμεθα ὁμως νὰ προσδιορίσωμεν τὴν μᾶζαν καὶ ὅταν γνωρίζωμεν τὴν σχετικὴν πυκνότητα, δηλ. τὴν σχέσιν τῆς μᾶζης ενός δεδομένου ὅγκου τοῦ σώματος διὰ τῆς μᾶζης ἴσου ὅγκου ὕδατος.

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

5 cm^3 μολύβδου θὰ ἔχουν μᾶζαν :

5 g (ἢ μᾶζα 5 cm^3 ὕδατος) $\times 11,3 = 56,6\text{ g}$

Σχετικὴ πυκνότης ενός σώματος ἐν σχέσει πρὸς τὸ ὕδωρ καλεῖται ὁ λόγος τῆς μᾶζης τοῦ σώματος πρὸς τὴν μᾶζαν ὅγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν ὅγκον τοῦ σώματος.

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

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

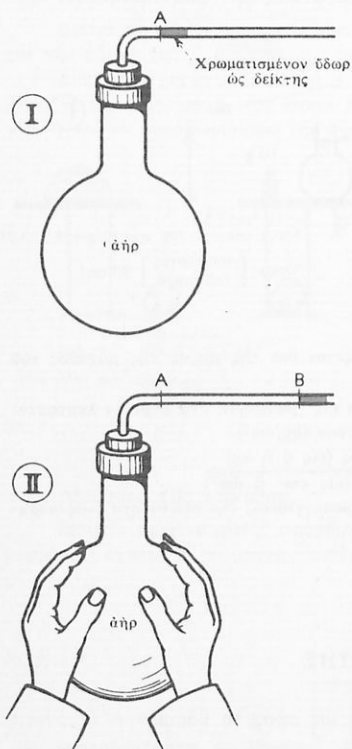
Ἡ πυκνότης ἐκφράζεται δι' ενός συγκεκριμένου ἀριθμοῦ.

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

Ἡ σχετικὴ πυκνότης ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ ἐκφράζεται δι' ενός 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.



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

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

● Ἐὰν εἰς μίαν φιάλην (σχ. 1) περιορίσωμεν τὸν ὄγκον τοῦ αἵριου 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 αἵριου ἠυξήθη λόγῳ τῆς προσληφθείσης θερμότητος ἐκ τῶν παλαμῶν μας, ἐνῶ ἡ πίεσις παραμένει σταθερὰ (ἡ ἐξωτερική).

Διὰ νὰ ἔχη λοιπὸν τὴν πραγματικὴν τῆς ἐννοίας ἡ ἔκφρασις ἑνὸς ὄγκου αἵριου, δὲν ἀρκεῖ νὰ ὀρισθῇ ἡ πίεσις, ἀλλὰ καὶ ἡ θερμοκρασία του.

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

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

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

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

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

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

Παρατηροῦμεν ἐδῶ ὅτι ἡ μᾶζα 1 l αἵριου 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	Υδράργυρος	13,59
Χρυσός	19,5	Γλυκερίνη	1,26
Μόλυβδος	8,9	Υδωρ θαλάσσιον	1,03
Σίδηρος	7,8	Υδωρ ἀπεισταγμ.	1
Ἀργίλιον	2,7	Ἐλαιον	0,9
Μάρμαρον	2,7	Οἶνον πνευμα	0,8
Δρῦς	0,63	Βενζίνη	0,7
Φελλός	0,3	Αἶθληρ	0,7

Σχετική πυκνότης μερικών αερίων ἐν σχέσει πρὸς τὸν ἀέρα

$$\begin{array}{l} \text{Βουτάνιον} \quad \frac{58 \text{ g}}{29 \text{ g}} = 2 \\ \text{Διοξειδίου τοῦ θείου} \quad \frac{64 \text{ g}}{29 \text{ g}} = 2,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Ὁξυγόνον} \quad \frac{32 \text{ g}}{29 \text{ g}} = 1,1 \\ \text{Ἀζωτον} \quad \frac{28 \text{ g}}{29 \text{ g}} = 0,97 \end{array}$$

Φωταέριον περίπου 0,5

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Σχετική πυκνότης ἐνὸς σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ καλεῖται τὸ πηλίκον τῆς μάζης ἐνὸς ὠρισμένου ὅγκου τοῦ σώματος πρὸς τὴν μᾶζαν ἴσου ὅγκου ὕδατος.

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

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

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρά 5. Ζυγός – Μᾶζα.

1. ΖΥΓΟΣ

1. Ποία σταθμὰ θὰ χρησιμοποιήσωμεν, διὰ νὰ ζυγίσωμεν: 23 g, 58 g, 76 g, 384 g, 1875 g, 3,47 g;
2. Ὅλοκληρὸς σειρὰ σταθμῶν ἀπὸ 1 cg (0,01 g) ὡς 5 dg (0,5 g) εἰς μορφήν τετραγωνικῶν φύλλων ὑποτελεῖται 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 ἀργυρίου, τοῦ ὁποῖου 1 m ζυγίζει 2 g. Πόσον μῆκος σύρματος πρέπει νὰ κόψωμεν συνολικῶς; Πόσον μῆκος ἀπαιτεῖται διὰ κάθε βάρους;

3. Πόσον μῆκος ἔχει εἰς ρόλος σύρματος, ἐὰν ὅλος ζυγίσῃ 1,440 Kg ἐνῷ 1 m ἐξ αὐτοῦ ζυγίζει 16,4 g;
4. Πόσα καρφία περιέχονται εἰς 100 g ἐξ αὐτῶν, 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 δείκτης σταματᾷ εἰς τὴν δευτέραν ὑποδιαίρεσιν, ἄριστερά τοῦ 0, ἐνῷ, ὅταν τοποθετήσωμεν 72,5g, εἰς τὴν τρίτην ὑποδιαίρεσιν, δεξιὰ τοῦ 0.

Ἐὰν αἱ μετατοπίσεις τοῦ δείκτη γίνονται ἀποσπασματικὰ διὰ κάθε ὑποδιαίρεσιν, ποία ἡ μᾶζα τοῦ σώματος; Ποία ἡ εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ; Ποία ἡ ἀκρίβεια τῆς ζυγίσσεως;

6. α) Ὁ δείκτης ἐνὸς ζυγοῦ ἀποκλίνει κατὰ δύο

ὑποδιαίρεσεις διὰ διαφορὰν βάρους 1 dg. Ἐὰν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὴν ἀπόκλινιν 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 ζυγίσσεως καὶ μεταξύ ποίων ὀρίων περιέχεται ἡ ἀκριβὴς μᾶζα τοῦ σώματος;

7. Ὁ εἰς ἐκ τῶν δύο βραχιόνων τῆς φάλαγγος ζυγοῦ μήκους 40 cm εἶναι μακρότερος κατὰ 0,8 mm ἀπὸ τὸν ἄλλον. Πόσον βάρος πρέπει νὰ τοποθετήσωμεν εἰς τὸν 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).

Δυνάται 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 φάλαγξ ἐνὸς ζυγοῦ ἰσορροπεῖ ὀριζοντίως:

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 ἀκράιων εἶναι 20 cm: Ποῖον τὸ μήκος τοῦ ἐτέρου βραχίονος τῆς φάλαγγος; (δύο περιπτώσεις).

10. Αἱ ἀκμαὶ τῶν ἀκράιων τριγωνικῶν πρισμᾶ-

των της φάλαγγος ζυγού απέχουν 48,1 cm. 'Εάν υπάρχει ισορροπία, όταν οι δίσκοι φέρουν αντίστοιχους βάρη 500 g και 501,2 g, ποιον είναι το μήκος εκάστου βραχίονος της φάλαγγος;

11. Ζυγός ισορροπεί, όταν τα φορτία των δίσκων είναι:

Αριστερός δίσκος	Δεξιός δίσκος,
α) 119,3 g	σώμα μάζας X
β) σώμα μάζας X	120,71 g

Ποιον είναι το σφάλμα του ζυγού και ποία η μάζα X του σώματος;

12. α) Διά να ισορροπή μοχλός AB με άξονα O, πρέπει να αναρτήσωμεν εις το άκρον B μάζαν 80 g, όταν εις το άκρον A υπάρχει σώμα άγνωστου μάζας. Όταν όμως το σώμα εύρσκεται εις το άκρον B, πρέπει να αναρτήσωμεν εις το A 500 g. Ποία η μάζα του σώματος;

β) 'Εάν το μήκος του μοχλού είναι 70 cm, ποία η απόσταση του O από το A;

13. Το αντίβαρον ρωμαϊκού ζυγού έχει βάρος 600 g και το άγκιστρον, από το οποίον αναρτώνται τα βάρη, απέχει 42 mm από τον άξονα. Ο ζυγός ισορροπεί, όταν το άγκιστρον εύρσκεται εις την θέσιν O.

'Εάν αναρτήσωμεν μάζαν X εις το άγκιστρον, πρέπει να μεταθέσωμεν το αντίβαρον κατά 91 mm, διά να έχωμεν ισορροπίαν.

α) Ποία η μάζα X;

β) 'Εάν αναρτήσωμεν μάζαν 2,5 Kg, κατά πόσον πρέπει να μετατοπίσωμεν το αντίβαρον (από το O);

γ) 'Εάν ο ζυγός ζυγίζει μέχρι 5 Kg, πόσον απέχουν αι άκραται ένδειξεις του;

Ο μεγάλος βραχίον έχει έσοχάς και η μετατόπισις του αντιβάρου από την προηγούμενη εις την επομένην έσοχην αντίστοιχει εις μεταβολήν του φορτίου κατά 50 g. Πόσον απέχουν δυο διαδοχικαί έσοχαί;

II. Μάζα-Πυκνότης-Σχετική πυκνότης

14. Ποία είναι η πυκνότης του ιριδιούχου λευκοχρυσού, εάν το πρότυπον Kg είναι κύλινδρος διαμέ-

τρου βάσεως 39 mm και ύψους 39 mm;

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

α) Ληκυθος πλήρης ύδατος + δείγμα + 12,5 g ισορροπούν το απόβαρον.

β) Λήκυθος πλήρης ύδατος + 78,2 g ισορροπούν το απόβαρον.

γ) Το δείγμα έντός της πλήρους φιάλης ύδατος της ληκυθού + 41,1 g ισορροπούν το απόβαρον.

Ποία είναι η πυκνότης του δείγματος και ποία η πυκνότης έν σχέσει προς το ύδωρ (σχετική πυκνότης);

16. Ποία είναι η πυκνότης και ποία η σχετική πυκνότης (έν σχέσει προς το ύδωρ) της βενζίνης, όταν διά της μεθόδου της ληκυθού έχωμεν:

α) Λήκυθος κενή + 78,3 g ισορροπούν το απόβαρον.

β) Λήκυθος πλήρης ύδατος + 15,2 g ισορροπούν το απόβαρον.

γ) Ληκυθος πλήρης βενζίνης + 32,8 g ισορροπούν το απόβαρον.

17. Πόσην μάζαν έχει δοκός δρυίνη με διαστάσεις 2,70 m, 20 m, 12,5 cm; (σχετική πυκνότης ως προς το ύδωρ 0,7).

18. Πόσον όγκον καταλαμβάνει: 1 Kg αργυρίου, 1 Kg σιδήρου, 1 Kg χαλκού, 1 Kg μολύβδου, 1 Kg ύδραργύρου; Αί σχετικαί πυκνότητες του ύδατος ως προς το ύδωρ είναι αντίστοιχως: 2,7, 7,8, 8,3, 11,3, 13,6.

19. Ποία η πυκνότης και ποία η σχετική πυκνότης του πάγου, εάν 1 l ύδατος στερεοποιούμενον διόη 1,09 dm³; Πόσον όγκον ύδατος λαμβάνομεν όταν της τήξεως τεμαχίου πάγου με διαστάσεις 0,80 m x 150 mm;

20. Εις 0° C και κανονικήν άτμοσφαιρικήν πίεσιν 22,4 l άέρος ζυγίζουν 29 g, 22,4 l ύδρατμών ζυγίζουν 18 g, 22,4 l προπανίου ζυγίζουν 44 g, 22,4 l χλωρίου 71 g, 22,4 l άμμωνίας ζυγίζουν 17 g.

Να προσδιορισθ ή μάζα 1 l εκ των άνωτερον άέριων, καθώς και η σχετική πυκνότης των.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

1 Πιέζουσα δύναμις.

Έαν παρατηρήσωμεν τὰ ίχνη, τὰ όποία άφίνει έπάνω εις παχύ στρώμα χιόνος έν άτομον, όταν μετακινηται με παγοπέδιλα (σκι) και όταν χωρίς αυτά, τότε τὰ ίχνη θά είναι βαθύτερα ; (σχ. 1).

Πείραμα 1ου. Με ποίαν άπό τās τρεις έδρας του έπί τής άμμου τó τεμάχιον εκ μαρμάρου (σχ. 2) εισχωρεί βαθύτερον ;

Ποία δύναμις τó αναγκάζει νά εισχωρήσῃ ;

Ποίαν διεύθυνσιν έχει ή δύναμις αύτη ;

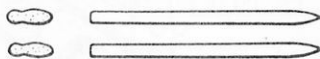
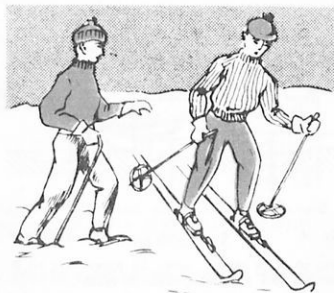
Πείραμα 2ου. Ή ευλίνη πλάξ βυθίζεται περισσό-
τερον έντός τής άμμου, αν και τó βάρος της παραμένει άμετάβλητον, όταν τήν στηρίξωμεν εις τās αϊχμάς των καρφίων (σχ. 3).

Ποίαν διεύθυνσιν έχει ή δύναμις, ή όποία ανα-
γκάζει τήν πινέζαν νά εισχωρήσῃ εις τόν τοίχον, και
διατί αύτη δέν εισχωρεί εις τόν δάκτυλόν μας ;

Εις όλας τās περιπτώσεις παρατηρούμεν ότι
μία δύναμις έπενεργεί καθέτως έπί τής έπιφανείας
των σωμάτων. Τής έπενεργείας ταύτης τά άποτε-
λέσματα εξαρτώνται άπό τó έμβαδόν τής έπιφανείας
αύτης.

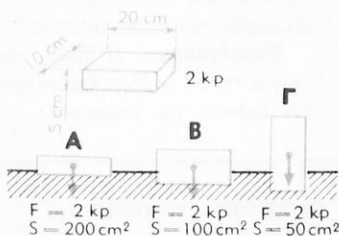
Εις τήν περίπτωσιν των παιδιών έπάνω εις
τήν χιόνα, και τά δύο άσκούν πίεσιν με τήν αύτην
δύναμιν, δηλ. με τó βάρος των, αλλά ή έπιφάνεια
τής χιόνος, ή όποία πιέζεται με τά παγοπέδιλα (σκι),
είναι μεγαλύτερα παρά χωρίς αυτά. Τó αύτό συμβαίνει
και με τó τεμάχιον μαρμάρου : Ή ίδια δύναμις εις
τās διαφόρους θέσεις της πιέζει διαφορετικās έπιφα-
νείας άμμου. Ήλλά και ή έπιφάνεια τής πινέζας και
ή έπιφάνεια τού τοίχου, εις τó σημείον όπου έφάπτε-
ται ή άκίς της, δέχονται τήν αύτην δύναμιν, τήν
δύναμιν τού δακτύλου.

Τήν δύναμιν αύτην, ή όποία ένεργεί καθέτως
πρός τήν έπιφάνειαν των σωμάτων, καλούμεν **πιέζουσαν
δύναμιν**.

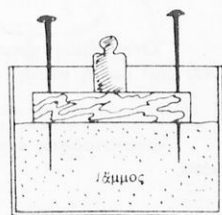
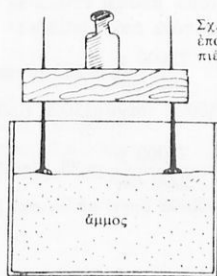
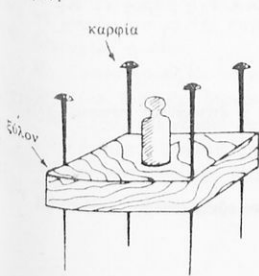


$$S = 300 \text{ cm}^2 \quad S = 3000 \text{ cm}^2$$

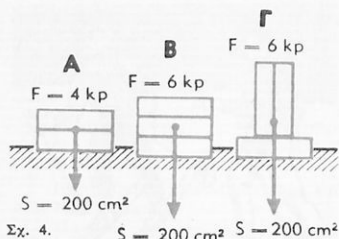
Σχ. 1. Ποίον εκ των δύο παιδιών μετακινείται
ευκολότερον έπί τής μαλακής χιόνος και διατί ;



Σχ. 2. Ή πίεσις, τήν όποίαν άσκει τó τεμά-
χιον μαρμάρου εις κάθε μίαν άπό τās τρεις
θέσεις του, είναι : 10 p/cm², 20 p/cm², 40 p/cm²

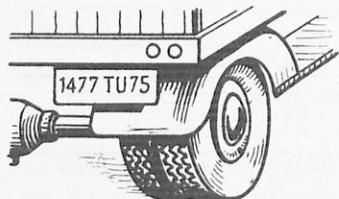


Σχ. 3. Ή πίεσις εξαρτάται άπό τήν έπιφάνειαν
έπαφής, έπί τής όποίας άσκειται ή δύναμις
πίεσεως.



Σχ. 4. $S = 200 \text{ cm}^2$ $S = 200 \text{ cm}^2$ $S = 200 \text{ cm}^2$

Εἰς τὸ Α: ἡ πίεσις εἶναι 20 p/cm^2 · εἰς τὸ Β καὶ εἰς τὸ Γ: ἡ πίεσις εἶναι 30 p/cm^2 .



Σχ. 5. Διὰ τὰ φορτηγὰ αὐτοκίνητα, τὰ ὁποῖα μεταφέρουν βαρὲα φορτία, ἔχουν διπλοῦς τροχοὺς με ὀγκώδη 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 μετὰ προσοχὴν τὰ σχήματα 2, 3, θὰ διαπιστώσωμεν ὅτι, ὅσον μικρότερον εἶναι ἡ ἐπιφάνεια, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἐνεργεῖ ἡ δύναμις (πίεσεως), τόσον φανερώτερον γίνεται τὸ ἀποτέλεσμα, δηλ. τόσον τὸ σῶμα εἰσχωρεῖ βαθύτερον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

Ὑπολογίζομεν καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιπτώσεων 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 στερεὸν σῶμα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἐπαφῆς του μετὰ 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 ἐντασιν τῆς δυνάμεως καὶ τὸ ἐμβαδὸν τῆς ἐπιφανείας. Π.χ.

Εἰς πόντ κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον p/cm^2

Εἰς κιλοπόντ κατὰ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον Kp/cm^2

4 Ἐφαρμογαί.

α) 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 διὰ τὴν μετὰ τὰ σκι βαδίζομεν εὐκολώτερον ἐπάνω εἰς τὴν χιόνα.

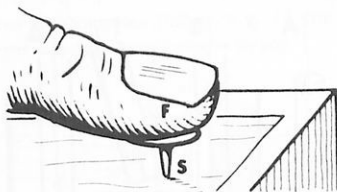
Συμπέρασμα : Ανάμεθα να ελαττώσωμεν

τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐν σῶμα, ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἀσκεῖται ἡ πιέζουσα δύναμις.

β) Ἡ πινέζα εἰσχωρεῖ εὐκόλως εἰς τὸ ξύλον, ὅτι, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι ἀσκοῦμεν ἐπ' αὐτῆς μίαν δύναμιν 1 Κρ καὶ ἡ ἀκίς αὐτῆς ἔχῃ ἐπιφάνειαν 0,001 m^2 , 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 αἰχμηρά ἐργαλεῖα (καρφιὰ, βελόνα κλπ.) ἔχουν ἐπίσης ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ἀσκουμένη πιέζουσα δύναμις εἶναι πολὺ μικρά. Ἡ πιέζουσα δύναμις, ἡ ὁποία διαβιβάζεται δι' αὐτῶν, δημιουργεῖ πολὺ μεγάλην πίεσιν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μὲ τὰ κοπτερά ἐργαλεῖα (μαχαίρας, ψαλλίδας κλπ.). Μία λεπίς κόπτεي τόσο καλὺτερον, ὅσον λεπτοτέρα εἶναι ἡ κόφισ αὐτῆς.



Σχ. 5. Ὁ δακτύλος πιέζει τὴν πινέζαν, μὲ δύναμιν 1 Κρ, ἀλλ' ἡ πίεσις εἰς τὴν αἰχμὴν αὐτῆς εἶναι 1000 Κρ/cm².

Συμπέρασμα : Διὰ νὰ αὐξήσωμεν τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐν στερεόν, ἐλαττοῦμεν τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς του, εἰς τὴν ὁποία ἀσκεῖται ἡ πιέζουσα δύναμις.

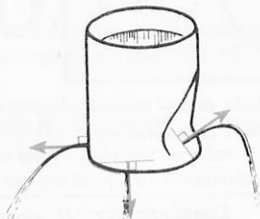
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ στερεὰ ἀσκοῦν πιέζουσαν δύναμιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, εἰς τὴν ὁποίαν στηρίζονται.
2. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκοῦν τὰ στερεὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, ἔχει μέτρον τὸ πηλίκον τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ καθέτως εἰς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτὴν πρὸς τὸ ἐμβαδὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας.
3. Διὰ νὰ ἐμποδίσωμεν ἐν σῶμα νὰ εἰσέλθῃ ἐντὸς ἑνὸς ἄλλου, ἐλαττοῦμεν τὴν πίεσιν, αὐξάνοντας τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, εἰς τὴν ὁποία ἐνεργεῖ ἡ πιέζουσα δύναμις. Καὶ ἀντιθέτως, διὰ νὰ διευκολύνωμεν ἐν σῶμα νὰ εἰσέλθῃ εἰς ἕν ἄλλο, αὐξάνομεν τὴν πίεσιν, ἐλαττοῦντες τὴν πιεζομένην ἐπιφάνειαν.

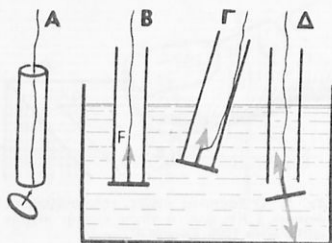
24ΟΝ ΜΑΘΗΜΑ :**ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ**

1 Πειράματα. α) Παραμορφοῦμεν ἕν δοχεῖον, ὅπως βλέπομεν εἰς τὸ σχῆμα, καὶ ἀνοίγομεν ὅπας εἰς διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας του. Ἐὰν τὸ γεμίσωμεν μὲ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐκτινάσσεται πρὸς τὰ ἔξω διὰ μέσου τῶν ὀπῶν αὐτῶν, καθέτως πρὸς τὸ μικρὸν τμήμα τῆς ἐπιφανείας, εἰς τὸ ὁποῖον εἶναι ἀνοιγμένη ἡ ὀπή.

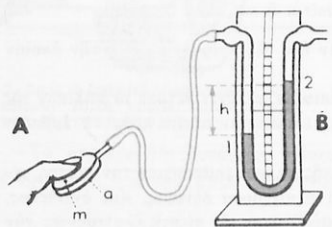
β) Ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ κάτω ἀνοίγμα ὑαλίνου κυλίνδρου ἕνα ἐλαφρὸν δίσκον ἐξ ἀλουμινίου. Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν κύλινδρον εἰς τὸ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δίσκος μένει εἰς τὴν θέσιν του, εἴτε ὁ κύλινδρος εἶναι κατακόρυφος εἴτε ἔχει κάποιαν κλίσιν (σχ. 2).



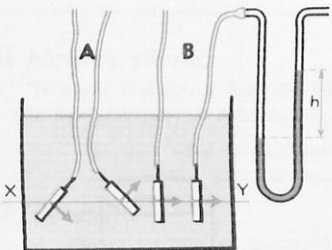
Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ ἐκτινάσσεται διὰ μέσου τῶν ὀπῶν μὲ διευθύνσιν καθέτον πρὸς τὸ τοίχωμα τοῦ δοχείου.



Σχ. 2. Είς τὸ Δ ἡ πιέζουσα δύναμις τοῦ ὑδροῦ ἀσκείται καὶ εἰς τὰς δύο ἐπιφανείας τοῦ δίσκου. Ὁ δίσκος καὶ μόνον λόγω τοῦ βάρους τοῦ πιττει.



Σχ. 3. Μανομετρικὴ κάψα



Σχ. 4. Τὸ κέντρον τῆς μεμβράνης μετατοπίζεται κατὰ τὴν ὁριζόντιον XY. Ἡ διαφορὰ στάθμης h δὲν μεταβάλλεται.

● Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ δύναμις F, ἡ ὅποια συγκρατεῖ τὸν δίσκον εἰς τὸ στόμιον τοῦ κυλίνδρου εἶναι κάθετος πρὸς τὴν ἐπιφανείαν του. Ἀλλως, εἴητο πλαγία, θὰ ἔπρεπε νὰ ὀλισθήσῃ ὁ δίσκος πρὸς τὸ στόμιον τοῦ κυλίνδρου.

Συμπέρασμα : *Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ ἔχουν βάρος, ἀσκοῦν πιέζουσαν δύναμιν ἐφ' ἐκάστης ἐπιφανείας, μετὰ τῆς ὁποίας ἔρχονται εἰς ἐπαφὴν.*

2 Πίσεις εἰς ἓν σημεῖον ὑγροῦ.

Τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον βλέπομεν εἰς τὸ σχ. (3), λέγεται **μανομετρικὴ κάψα** καὶ μᾶς χρησιμεύει διὰ νὰ μετρώμεν τὰς πιεστικὰς δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι ἀσκοῦνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς μεμβράνης τῆς, καὶ ἐπομένως καὶ τὰς πιέσεις.

Ἀπὸ τὸν τύπον τῆς πίσεως $P = \frac{F}{S}$ βλέπομεν ὅτι ἡ πίσις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν δύναμιν, ἡ ὅποια πιέζει τὴν ἐπιφανείαν.

● 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 κάψαν, ἀναγκάζεται τὸ ὑγρὸν νὰ κατέλθῃ εἰς τὸ σκέλος 1 καὶ νὰ ἀνέλθῃ εἰς τὸ σκέλος 2. Ἐὰν πιέσωμεν περὶ ὀλίγον σφόδρον, ἡ διαφορὰ ὕψους h εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλῆνος γίνεται μεγαλυτέρα.

● α) Βυθίζομεν τὴν κάψαν ἐντὸς τοῦ ὑδροῦ (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 ;

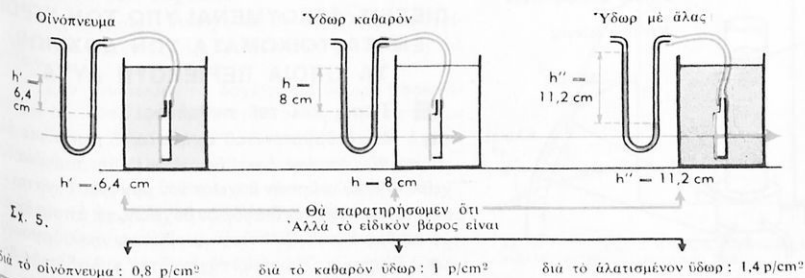
Συμπέρασμα : *Ἡ πίσις ἐντὸς ἐνὸς ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς ἡρεμίαν, αὐξάνει ἀναλόγως πρὸς τὸ βάθος.*

β) Χωρὶς νὰ μεταβάλωμεν τὸ βάθος, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἡ κάψα, ἀλλάσσομεν μόνον τὸν προσανατολισμὸν τῆς μεμβράνης τῆς καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ διαφορὰ ὕψους τοῦ ὑγροῦ εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλῆνος δὲν μεταβάλλεται (σχ. 4).

γ) Τὸ αὐτὸ παρατηροῦμεν καὶ ἂν μετατοπίσωμεν τὴν κάψαν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, εἰς τρόπον ὅπως ὥστε τὸ κέντρον αὐτῆς νὰ εὐρίσκεται πάντοτε εἰς ἴδιον βάθος (σχ. 4).

Συμπέρασμα : *Ἡ πίσις εἰς ἓν σημεῖον τοῦ ὑγροῦ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας καὶ εἶναι ἡ ἴδια εἰς ὅλα τὰ σημεία τῶν, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον.*

δ) Βυθίζομεν με προσοχήν την μανομετρικήν κάψαν εις ώρισμένον βάθος, π.χ. 12 cm εις τὰ τρία δοχεία του σχήματος 5, των οποίων έκαστον περιέχει διαφορετικόν υγρόν.



Συμπέρασμα : Η πίεσις εις το αυτό βάθος εντός των διαφόρων υγρών εξαρτάται από το ειδικόν βάρος έκαστου υγρού και είναι τόσον μεγαλύντέρα, ὅσον μεγαλύντερον είναι το ειδικόν βάρος του.

3 Βασική ἀρχή τῆς ὑδροστατικῆς :

● Ρίπτομεν ὕδωρ μέσα εις τὸν κύλινδρον τοῦ πειράματος (2) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι, ὅταν ἡ ἐπιφάνειά του φθάσῃ εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ὁ δίσκος πίπτει. Τὸ βάρος τοῦ ὕδατος μέσα εἰς τὸν κύλινδρον ἐξουδετερώνει τὴν πιέζουσαν δύναμιν F καὶ ὁ δίσκος πίπτει, ἐπειδὴ ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτοῦ μόνον τὸ ἰδικόν του βάρος.

Ἀποδεικνύεται ὅτι :

Ἡ διαφορὰ πίεσεως $P_A - P_B =$ μεταξὺ δύο σημείων A καὶ B ἐνὸς υγροῦ, τὸ ὅποιον ἡρεμεῖ, εἶναι ἴση μετὰ τὸ βάρος μιᾶς στήλης υγροῦ, ἡ ὁποία ἔχει τομὴν 1 cm^2 καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν h τῶν ὀριζοντίων ἐπιπέδων, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἀπὸ αὐτὰ τὰ σημεία.

Ἐὰν τὸ ειδικόν βάρος ἐνὸς υγροῦ εἶναι ϵ , τότε ὁ ὄγκος μιᾶς στήλης υγροῦ, 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

$$P_A - P_B = \epsilon \times h$$

$$\text{p/cm}^2 \quad \text{p/cm}^3 \quad \text{cm}$$

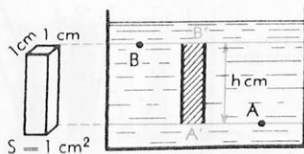
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἐν υγρὸν ἐν ἰσορροπίᾳ ἀσκεῖ εἰς ἐκάστην ἐπιφάνειαν, μετὰ τὴν ὁποίαν εὐρίσκεται εἰς ἐπαφὴν, μίαν πίεσιν, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἰς τὸ βάρος του καὶ λέγεται ὑδροστατικὴ.

2. Ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις $p = F/S$ εἰς ἓν σημεῖον υγροῦ τινος, τὸ ὅποιον ἡρεμεῖ, ἀδξάνει μετὰ τὸ βάθος· δὲν εξαρτᾶται ἀπὸ τὸν προσανατολισμὸν τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας καὶ εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεία τοῦ υγροῦ, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ ἴδιον ὀριζόντιον ἐπίπεδον.

Ἐντὸς τῶν διαφόρων υγρῶν καὶ εἰς τὴν ἴδιαν ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειάν των ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις εξαρτᾶται ἀπὸ τὸ ειδικόν βάρος των.

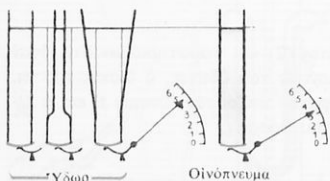
3. Ἡ διαφορὰ πίεσεως $P_A - P_B$ μεταξὺ δύο σημείων A καὶ B ἐνὸς ἡρεμοῦντος υγροῦ εἶναι ἴση μετὰ τὸ βάρος μιᾶς στήλης υγροῦ, ἐχούσης τομὴν 1 cm^2 καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν h τῶν ὀριζοντίων ἐπιπέδων, τὰ ὁποῖα διέρχονται ἀπὸ αὐτὰ τὰ σημεία.



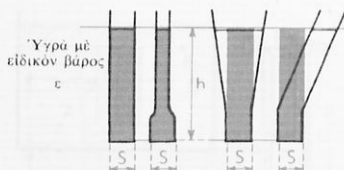
Σχ. 6. Μεταξὺ τῶν σημείων A καὶ B ὑπάρχει διαφορὰ πίεσεως ἴση πρὸς τὸ βάρος στήλης υγροῦ $A'B'$ τομῆς 1 cm^2 .



Σχ. 1. Συσκευή δια τὴν μελέτην τῆς δυνάμεως, ἣ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.



Σχ. 2. Ἡ δυνάμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν ὑγρὸν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, εἶναι ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ.



Σχ. 3. Ἡ δυνάμις ἐπὶ πυθμένος μὲ ἐπιφάνειαν S εἶναι :

$$F = \epsilon \times h \times S$$

$$P = \rho \text{ cm}^3 \text{ cm} \text{ cm}^2$$

Γνωρίζομεν ὅτι ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις εἰς τὸν πυθμένα ἑνὸς δοχείου εἶναι ἴση μὲ τὸ γινόμενον τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν h τοῦ πυθμένος ἀπὸ τὴν ἐλευθερὰν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

Ἐπομένως ἡ δυνάμις F , ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα μὲ ἐπιφάνειαν S (cm^2), θὰ εἶναι :

$$F(p) = \epsilon (p/\text{cm}^3) \times h(\text{cm}) \times S (\text{cm}^2)$$

Συμπέρασμα : Ἡ δυνάμις F , ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα ἑνὸς δοχείου, εἶναι ἴση πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ἐχούσης βάσιν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν τὸν ἀπὸ τὴν ἐλευθερὰν 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.

● Μὲ τὸ ὄργανον τοῦ σχήματος 1 μετροῦμεν τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν ὑγρὸν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου. Τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον τοῦ ὄργανου δύναται ἀντικατασταθῆ διὰ διαφόρων δοχείων, τὰ ὁποῖα ἔχουν ὡς πυθμένα τὴν ἐλαστικὴν μεμβρὰνὴν τοῦ ὄργανου.

● Ρίπτομεν ὕδωρ εἰς τὸ πρῶτον κυλινδρικὸν δοχεῖον, ἕως ὅτου ἡ ἐλευθερὰ ἐπιφάνειά του φθάσῃ ἐν σημείον, τὸ ὁποῖον ὀρίζομεν μὲ τὸν δείκτην A .

Ἐὰν ἐλαστικὸς πυθμὴν κυρτοῦνται καὶ τὸ ἀκρότατον βελόνης σταματᾷ εἰς ὠρισμένην ὑποδιαίρεσιν τοῦ ἠριθμημένου τόξου, ἔστω π.χ. εἰς τὸ 5.

● Ἀπομακρύνομεν τὸν κύλινδρον καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης ἐπιστρέφει εἰς τὸ 0.

● Ἄν ἀντικαταστήσωμεν τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον δι' ἑνὸς ἐκ τῶν ἄλλων, θὰ ἴδωμεν, ὅταν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, ὅτι, ὅταν ἡ ἐλευθερὰ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος φθάσῃ εἰς τὸ ἴδιον σημείον, τὸ ὁποῖον ὀρίζει ὁ δείκτης A , ἡ βελὼνὴ σταματᾷ καὶ πάλιν εἰς ὑποδιαίρεσιν 5 (σχ. 2).

Ἄν ἀντὶ ὕδατος ρίψωμεν εἰς τὸ κυλινδρικὸν δοχεῖον οἰνόπνευμα, ἕως ὅτου ἡ ἐπιφάνεια φθάσῃ εἰς τὸ ὠρισμένον σημείον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελὼνὴ σταματᾷ εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 4. Εἰς τὴν ἴδιαν ὑποδιαίρεσιν θὰ σταματήσῃ, ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα καὶ μὲ τὰ ἄλλα δοχεῖα μὲ ὑγρὸν πάλιν τὸ οἰνόπνευμα.

Συμπέρασμα : Ἡ δυνάμις, ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα δοχείου περιέχοντος ὑγρὸν, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, ἀλλ' ἀπὸ τὸ ἐμβαδὸν τοῦ πυθμένος, τὸ δὲ ὕψος τοῦ πυθμένος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐλευθερὰν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ καὶ ἀπὸ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ.

2 Ὑπολογισμὸς τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία πιέζει τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

3 Πίεσις τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἐν ὑγρὸν εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου.

α) Πείραμα. Ἀνοίγμεν εἰς τὸ πλευρικὸν τοίχωμα ἐνὸς δοχείου τρεῖς ὀπές, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ σχῆμα 4.

Ἐὰν γεμίσωμεν τὸ δοχεῖον μὲ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι αὐτὸ ἐκτινάσσεται ἀπὸ τὰς ὀπές εἰς τόσον μεγαλυτέραν ἀπόστασιν, ὅσον περισσότερον ἀπέχει ἡ ὀπή ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος.

β) Ἐξήγησις. Ἐστω ὅτι αἱ τρεῖς ὀπαὶ Α, Β, Γ, εὐρίσκονται ἐκάστη εἰς ἀπόστασιν h_A , h_B , h_C ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἔχει ἐξωτερικὸν βάρος ϵ . Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ τὸ ὑγρὸν, εἰς τὸ σημεῖον Α, θὰ εἶναι :

$$P_A = h_A \times \epsilon$$

Καὶ ἡ ὥθησις εἰς μίαν μικρὰν ἐπιφάνειαν S περὶ τοῦ σημείου Α :

$$F_A = h_A \times \epsilon \times S$$

Μὲ τὸν ἴδιον τρόπον εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ὥθησις εἰς τὰ σημεία Β καὶ Γ εἶναι :

$$F_B = \epsilon \times h_B \times S \quad F_C = \epsilon \times h_C \times S$$

καὶ ἐπειδὴ $h_A < h_B < h_C$

ἔχομεν $F_A < F_B < F_C$

Συμπέρασμα: Ἡ δύναμις πίεσεως, ἡ ἀσχομένη ὑπὸ τινος ὑγροῦ εἰς διάφορα τμήματα τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, τὰ ὁποῖα ἔχουν τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν, εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, 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) προσαρμύζομεν κατακόρυφον σωλῆνα, ὕψους 5 m καὶ τομῆς 4 cm².

Διὰ νὰ γεμίσωμεν τὸν σωλῆνα, ἀπαιτεῖται ποσότης 4 cm² × 500 cm = 2000 cm³ ἢ 2 l ὕδατος.

Αὕτὴ ἡ ποσότης εἶναι ἀρκετὴ, διὰ νὰ διαρραγῇ τὸ βαρέλιον.

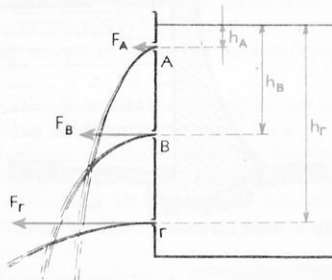
Διότι εἰς κάθε σημεῖον τῶν τοιχωμάτων του ἡ πίεσις ἐμεγάλωσε τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βάρος στήλης ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἔχει ὕψος 5 m καὶ τομὴν 1 cm², ὁπλ. 0,5 Kp/cm².

Ἐὰν ἐκάστη σάνις τοῦ βαρελίου ἔχῃ ἐπιφάνειαν 10 dm² ἢ 100 cm², τότε ἐξ αἰτίας τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐχύσαμεν εἰς τὸν σωλῆνα, θὰ μεγαλώσῃ ἡ δύναμις, ἡ πιέζουσα τὴν σανίδα κατὰ

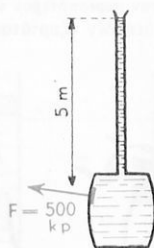
$$0,5 \text{ Kp/cm}^2 \times 1000 \text{ cm}^2 = 500 \text{ Kp}$$

Εἶναι ἐπόμενον ὅτι δὲν θὰ δυνηθῇ νὰ συγκρατήσῃ μίαν τοιαύτην δύναμιν.

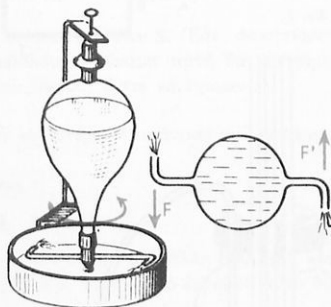
4 **Ἐφαρμογή.** Ὁ ὑδραυλικὸς στρόβιλος τοῦ σχήματος (6) στρέφεται περὶ τὸν ἀξονά του, διότι εἰς τὸ σημεῖον Α τοῦ σωλῆνος τὸ ὑγρὸν ἀσκεῖ μίαν δύναμιν F , ἡ ὁποία δὲν ἐξουδετερώνεται ἀπὸ τὴν ἀπέναντι πλευράν, ἐπειδὴ ὁ σωλῆν εἶναι ἀνοικτός. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς



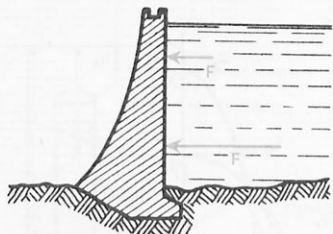
Σχ. 4. Ἡ δύναμις εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου αὐξάνει μὲ τὴν αὐξάνειν τοῦ βαθύος.



Σχ. 5. Πείραμα Pascal



Σχ. 6. Ὑδραυλικὸς στρόβιλος



Σχ. 7. Τομή φράγματος

τὸ σημεῖον Β. Αἱ δύο αὐταὶ δυνάμεις F καὶ F' ἀντὶ γινώσκουσι τὸν στρόβιλον νὰ περιστρέφεται.

Τὸ ὑδραυλικὸν φράγμα (σχ. 7) προορίζεται νὰ συγκρατῇ τὸ ὕδωρ μιᾶς τεχνητῆς λίμνης, τῆς ὁποίας τὸ ὕψος φθάνει συνήθως τὰ 100 m. Τὰ φράγματα εἶναι κατασκευασμένον εἰς τὴν βάσιν του παχυτέρου ἐπειδὴ, ὅπως γνωρίζομεν, αἱ πιεστικαὶ δυνάμεις ἐξάνουν, ὅσον περισσότερον ἀπομακρυνόμεθα ἐκ ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ δύναμις, μετὰ τὴν ὁποίαν ἔν ὕγρον πιέζει τὸν πυθμένα δοχείου, ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.
2. Εἶναι ἰση μετὰ τὸ βάρος στήλης ὕγρου, ἡ ὁποία ἔχει τομὴν τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου ὕψος τὴν ἀπόστασίν του ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕγρου.
3. Ἡ δύναμις, μετὰ τὴν ὁποίαν ἔν ὕγρον πιέζει ἔν τμήμα τοῦ τοιχώματος, εἶναι τόσον μεγαλύτερα, ὅσον περισσότερον ἀπέχει τὸ τμήμα αὐτὸ ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕγρου. Ἡ δύναμις αὕτη δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου.

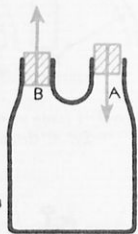
260Ν ΜΑΘΗΜΑ : Ἀρχὴ τοῦ Pascal.

ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΤΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΥΠΟ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ



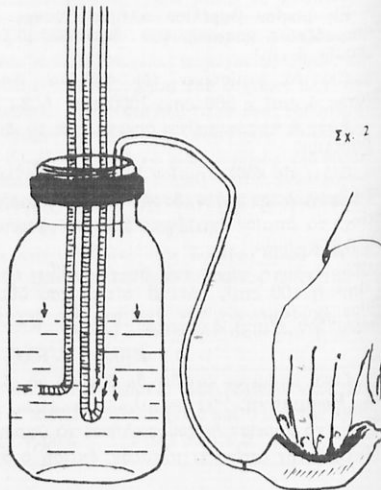
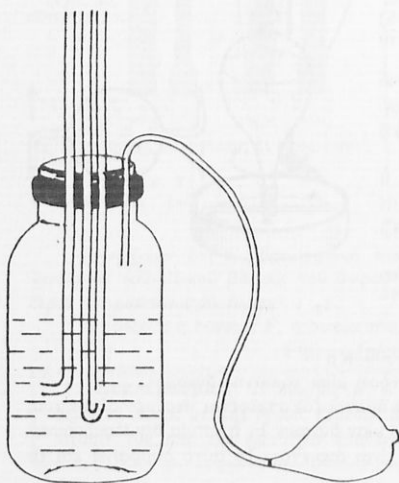
Σχ. 1.

$$P_A = P_B$$



Πείραμα. Γεμίζομεν μὲ ὕδωρ δοχεῖον, τὸ ὅποιον ἔχει δύο στόματα, καὶ κλείομεν αὐτὰ μὲ τὰ πώματα Α καὶ Β (σχ. 1).

● Ἄν κτυπήσωμεν ἀποτόμως διὰ τῆς χειρὸς μὲ τὸ πῶμα Α, τὸ Β ἐκτινάσσεται μὲ ὀρμὴν εἰς τὸν ἀέρα. Τὸ ὕγρον λοιπὸν μεταδίδει εἰς τὴν κάτω ἐπιφάνειαν τοῦ πώματος Β μίαν δύναμιν λόγῳ τῆς δυνάμεως, ὁποία ἐνήργησεν εἰς τὸ πῶμα Α.



• Αποδεικνύεται ότι το ύδωρ μεταδίδει εις τὸ Β ἀμετάβλητον τὴν πίεσιν, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εις τὸ Α. Ἡ ιδιότης αὕτη τῶν ὑγρῶν διατυπῶνται μὲ τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal :

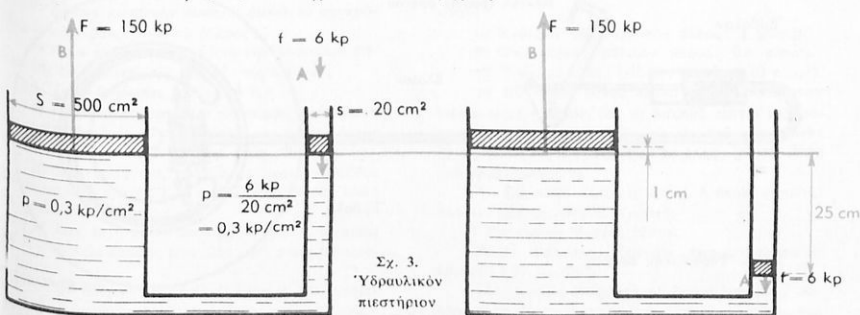
Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ εἶναι ἀσυμπίεστα, μεταδίδουν τὰς πιέσεις πρὸς δέχονται ἀμεταβλήτους πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις.

2 Πείραμα. Ἐὰν πιέσωμεν τὴν ἐλαστικὴν σφαῖραν, τὴν ὁποίαν βλέπομεν εις τὸ σχῆμα 2, τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τῶν ὑαλίνων σωλῆνων καὶ φθάνει εις ὅλους εις τὸ αὐτὸ ὕψος.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι αὐξάνει ἡ πίεσις εις τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου καὶ ἡ πίεσις αὕτη μεταδίδεται, ὅπως βλέπομεν, ἀμετάβλητος πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις. Δηλαδή, ἐνῶ εις τὸν ἕνα σωλῆνα ἡ πίεσις ἐνεργεῖ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, εις τὸν δεύτερον ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω καὶ εις τὸν τρίτον ἀπὸ τὰ πλάγια, τὸ ὕδωρ φθάνει εις ὅλους τοὺς σωλῆνας εις τὸ ἴδιον ὕψος.

3 Ἐφαρμογή: Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον.

Ἔχομεν δύο κυλινδρικά δοχεῖα πλήρη ὕδατος, τὰ ὁποῖα συγκοινωνοῦν διὰ τοῦ κατωτέρου μέρους τῶν. Ἐντὸς αὐτῶν τῶν δύο δοχείων κινοῦνται ἐλευθέρως δύο ἐμβόλα, τὰ ὁποῖα ἐφαρμόζουσι ὕδατος τεγὼς εις τὰ τοιχώματά τῶν (σχ. 3).



Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τοῦ Pascal, ἐκάστη αὐξήσις τῆς πίεσεως εις τὴν ἐπιφάνειαν Α μεταδίδεται ἀμετάβλητος εις ὅλον τὸ ὑγρὸν καὶ ἐπομένως εις ὅλα τὰ σημεῖα τῆς κάτω ἐπιφάνειας τοῦ ἐμβόλου Β.

Ἔστω δὲ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μικροῦ ἐμβόλου εἶναι s καὶ τοῦ μεγάλου S . Ἐὰν ἀσκήσωμεν μίαν δύναμιν f κάθετον εις τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, ἡ δύναμις αὕτη θὰ ἐπιφέρει αὐξήσιν τῆς πίεσεως P , τοιαύτην εις ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ, ὥστε νὰ ἔχωμεν :

$$f = P \times s$$

Ἡ πίεσις αὕτη P μεταδίδεται ἀμετάβλητος εις τὴν κατωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ μεγάλου ἐμβόλου, τὸ ὁποῖον τότε θὰ δέχεται μίαν δύναμιν :

$$F = P \times S \text{ καὶ ἐπομένως :}$$

$$\frac{F}{f} = \frac{P \times S}{P \times s} \quad \eta \quad \frac{F}{f} = \frac{S}{s} \quad \eta \quad F = f \times \frac{S}{s}$$

Ἀριθμητικὸν παράδειγμα. Ἐὰν ἡ μία ἐπιφάνεια εἶναι 20 cm^2 καὶ ἄλλη 500 cm^2 , καὶ ἐφαρμόσωμεν εις τὸ μικρὸν ἐμβόλον μίαν κάθετον δύναμιν 6 Kp , τότε εις 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 εις τὴν κάτω ἐπιφάνειαν τοῦ μεγάλου ἐμβόλου, θὰ εἶναι ἡ ἴδια, δηλ. $0,3 \text{ Kp/cm}^2$ καὶ ἡ δύναμις, ἡ ὁποία τὸ πιέζει :

$$F = 0,3 \text{ Kp/cm}^2 \times 500 \text{ cm}^2 = 150 \text{ Kp}$$

Ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ ἀσκηθῇ ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου μία δύναμις 6 Kp , διὰ νὰ ἔχωμεν ἐπὶ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου μίαν δύναμιν :

$$6 \text{ Kp} \times 500 / 20 \quad \eta \quad 6 \text{ Kp} \times 25 = 150 \text{ Kp}$$

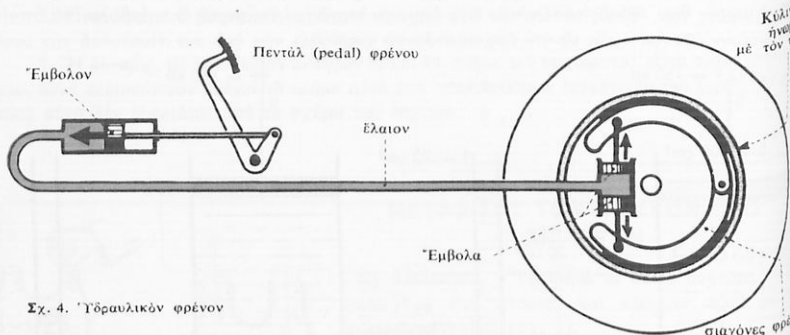
Ἄν ὅμως μέ τήν ἐνέργειαν τῆς δυνάμεως τῶν 6 Κρ τὸ μικρὸν ἔμβολον κατέρχεται πρὸς 25 cm, τὸ μεγάλο ἀνέρχεται κατὰ 1 cm.

Εἰς μετατόπισιν Δ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου ἀντιστοιχεῖ μία μετατόπισις τοῦ μεγάλου ἐμβόλου.

Ἐπειδὴ ὁ λόγος S/s τῶν ἐπιφανειῶν τῶν δύο ἐμβόλων εἶναι ἴσος μέ τὸν λόγον τῶν πρὸς τραγῶνων τῶν διαμέτρων των, μέ 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 (ἀχύρου, βάμβακος κλπ.), διὰ νὰ δίδωμεν τὸ σχῆμα εἰς μέταλλα ἀντικείμενα, ὅπως τὰ ἐλάσματα τοῦ σκελετοῦ τῶν αὐτοκινήτων, διὰ νὰ ἐξάγωμεν τὸ ἔλαιον ἀπὸ τὸν καρπὸν τῆς ἐλαίας, ἡλιόσπορον, βαμβακόσπορον κλπ.



Σχ. 4. Ὑδραυλικὸν φρένον

Τὰ ὑδραυλικά φρένα τῶν αὐτοκινήτων (σχ. 3) εἶναι ἐπίσης μία ἐφαρμογὴ τῆς Ἀρχῆς τοῦ Pascal. Ὡς ὑγρὸν χρησιμοποιοῦμεν ἓν πολὺ λεπτόρρευστον ἔλαιον. Ἡ πίεσις, τὴν ὁποία ἀσχοῦμεν διὰ τοῦ ποδὸς μας εἰς τὸ πεντάλ, μεταδίδεται ἀμετάβλητος εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὑγροῦ καὶ ἰδιαίτερως εἰς τὰ ἐμβόλα, τὰ ὁποῖα ἐνεργοῦν ἐπὶ τῶν σιαγόνων τῶν φρένων.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἀρχὴ τοῦ Pascal. Τὰ ὑγρά, ἐπειδὴ εἶναι ἀσυμπίεστα, μεταδίδουν τὰς πιέσεις, τὰς ὁποίας δέχονται, ἀμεταβλήτους πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις.
2. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον εἶναι μία ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Pascal. Ἀποτελεῖται ἐκ δύο κυλίνδρων, οἱ ὁποῖοι συγκοινωνοῦν μεταξύ των ἀπὸ τὴν βάσιν των καὶ εἶναι πλήρεις ὑγροῦ. Ἐντὸς ἐκάστου ἐξ αὐτῶν τῶν κυλίνδρων ἡμπορεῖ νὰ κινῆται ἓν ἐμβόλον, τὸ ὁποῖον ἐφαρμόζει ὑδατοστεγῶς εἰς τὰ τοιχώματά των. Ἄν αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ἐμβόλων εἶναι S καὶ s καὶ μία δύναμις f ἐνεργῇ 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 (ἀχύρου, βάμβακος κλπ.), καθὼς καὶ διὰ νὰ δίδῃ τὸ σχῆμα εἰς μέταλλα ἀντικείμενα, ὅπως εἰναι τὰ ἐλάσματα τοῦ σκελετοῦ (καρότσας) τῶν αὐτοκινήτων. Τέλος, μέ αὐτὸ ἐξάγωμεν τὸ ἔλαιον ἀπὸ τὸν καρπὸν τῆς ἐλαίας, ἀπὸ τὸν ἡλιόσπορον, βαμβακόσπορον κλπ.

Σειρά 6: Αί πιέσεις.

I. Ή έννοια τής πίεσεως

1. Μία πλίνθος με διαστάσεις: 22 cm, 11 cm, 5,5 cm και ειδικόν βάρος 2 p/cm³ στηρίζεται εις τὸ ἔδαφος. Νά υπολογισθῇ:

α) Ἡ πιεστικὴ δύναμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἡ πλίνθος ἐπὶ τοῦ ἔδαφους.

β) Ἡ πίεσις εἰς p/cm², ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ ἔδαφος, ὅταν ἡ πλίνθος στηρίζεται διαδοχικῶς εἰς κάθε μιαν ἑδραν τοῦ.

2. Ἐν ἀγάλμα, τὸ ὁποῖον ζυγίζει 2,4 Mr, εἶναι τοποθετημένον εἰς βάθρον, βάρους 1,8 Mr, τὸ ὁποῖον ἔχει ἐπιφανείαν βάσεως 1,40 m²:

α) Πόσῃν πιεστικῇ δυνάμει ἀσκεῖ τὸ συγκρότημα ἀγάλμα-βάθρον εἰς τὸ ἔδαφος;

β) Ποία πίεσις ἀσκεῖται ἀπὸ τὴν βάσιν τοῦ βάθρου ἐπὶ τοῦ ἔδαφους εἰς Mr/m²; εἰς Kp/cm²;

3. Ἐνας ἀνθρώπος ζυγίζει 65 Kp:

α) Ποίαν πίεσιν ἀσκεῖ ἐπὶ τοῦ πάγου, ὅταν κἀμνῇ ὑπατινὰς, ἂν ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς, τὴν ὁποίαν ἔχουν αἱ δύο λαμαὶ τῶν πατινῶν του, εἶναι 20 cm²;

β) Ἐὰν φορῇ σκί, πράγμα τὸ ὁποῖον εἶναι δύο λαμαὶ συνιδεὲς μήκους 2 m καὶ πλατύς 10 cm, πόση θὰ εἶναι τότε ἡ πίεσις;

γ) Ἐὰν πατῇ μὲ τὰ ὑποδήματά του εἰς τὸ χιόνι καὶ ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς εἶναι 250 cm², πόση θὰ εἶναι ἡ πίεσις;

4. Ἐν βάθρον, τὸ ὁποῖον ζυγίζει 4 Kp, στηρίζεται εἰς ὀριζόντιον ἔδαφος μὲ 4 πόδας, τῶν ὁποίων ἑκάστος ἔχει τετραγωνικὴν τομὴν μὲ πλευρὰν 3 cm.

Πόσῃν πίεσιν δέχεται ἡ ἐπιφάνεια στηρίξεως, ὅταν ἔν ἄτομον 60 Kp ἀναβῇ εἰς τὸ βάθρον;

5. Δεχόμεθα ὅτι ἡ αἰχμὴ ἑνὸς καρφίου εἶναι μικρὸς κύκλος μὲ διάμετρον 0,08 mm. Ποία πίεσις ἀσκεῖται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, ὅταν ἡ κεφαλὴ τοῦ καρφίου δεχθῇ ἔν κτύπημα σφυρίου, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ πιεστικὴν δυνάμιν 5 Kp;

6. Ἐνας στύλος ζυγίζει 2,5 Mr καὶ στηρίζεται εἰς ἔδαφος, τὸ ὁποῖον δὲν ἡμπορεῖ νὰ δεχθῇ πίεσιν περισσοτέραν ἀπὸ 0,4 Kp/cm²:

Πόση εἶναι ἡ μικρότερα ἐπιφάνεια, τὴν ὁποίαν ἡμπορεῖ νὰ ἔχῃ ἡ βάσις τῆς στηρίξεώς του;

7. Ὁ πύργος τοῦ Ἀιφελ ζυγίζει 7000 Mr καὶ στηρίζεται ἐπὶ τεσσαρῶν ὁμοίων ὑποστηρίγματων:

α) Ποία εἶναι ἡ θεωρητικὴ πιεστικὴ δύναμις, τὴν ὁποίαν δέχεται κάθε ὑποστηρίγμα του, ἂν δεχθῶμεν ὅτι αὐτὴ ἡ δύναμις διαμοιράζεται ὁμοιομερῶς;

β) Διὰ νὰ ἐξουδετερώσωμεν τὴν δράσιν τοῦ ἀνέμου, ὁ ὁποῖος δημιουργεῖ ἀνισομερὴ κατανομήν τῶν δυνάμεων ἐπὶ τῶν ὑποστηρίγματων, λαμβάνομεν τὴν πιεστικὴν δυνάμιν ἴσην μὲ 2000 Mr.

Πόσῃν ἐπιφάνειαν ἔχομεν ὥστε εἰς τὸ ὑπόβαθρον τῆς κατασκευῆς, εἰς τὸ ὁποῖον στηρίζεται κάθε ὑποστηρίγμα, ὥστε ἡ πίεσις νὰ μὴ ὑπερβαίῃ τὰ 0,4 Kp/cm².

8. Τὰ δύο ἐμπρόσθια ἐλαστικά ἑνὸς αὐτοκινήτου περιέχουν αέρα μὲ πίεσιν 1,3 Kp/cm², ἐνῶ τὰ δύο ὀπίσθια μὲ πίεσιν 1,5 Kp/cm². Κάθε ἐλαστικὸν στηρί-

ζεται εἰς τὸ ἔδαφος μὲ τετραγωνικὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, ἡ ὁποία ἔχει πλευρὰν 0,15 cm:

α) Νά υπολογισθῇ ἡ πιεστικὴ δύναμις, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ ἐμπρόσθιον μέρος τοῦ αὐτοκινήτου, καὶ ἐκείνη, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ ὀπίσθιον μέρος αὐτοῦ.

β) Νά εὑρεθῇ τὸ βάρος τοῦ αὐτοκινήτου.

II. Πιέσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν ὑγρῶν

9. Τὸ κέντρον μιᾶς μανομετρικῆς κἀψης εὐρίσκεται 25 cm κάτω ἀπὸ τὴν ἐλευθερὰν ἐπιφάνειαν ἐνὸς ὑγροῦ.

Ποίαν πίεσιν δεικνύει τὸ ὄργανον, ἂν τὸ ὑγρὸν εἶναι:

α) Καθαρὸν ὕδωρ (ειδικόν βάρος: 1 p/cm³).

β) Οἰνόπνευμα; (ειδικόν βάρος: 0,8 p/cm³).

γ) Ὑδωρ μὲ ἄλας; (ειδικόν βάρος: 1,03 p/cm³).

10. Εἰς ποῖον βάθος πρέπει νὰ βυθισώμεν τὴν μανομετρικὴν κἀψαν, διὰ νὰ ἀσκηθῇ εἰς τὴν μεμβράνην αὐτῆς πίεσις 16 p/cm²; α) εἰς καθαρὸν ὕδωρ; β) εἰς οἰνόπνευμα γ) εἰς ὕδωρ μὲ ἄλας; (ειδικὰ βάρη τοῦ προβλήματος 9).

11. Εἰς ποῖον βάθος ἡ πίεσις, ἡ ὁποία ἀσκεῖται ὑπὸ τοῦ ὕδατος, εἶναι 1 Kp/cm²;

α) Εἰς λίμνην γλυκίους ὕδατος.

β) Εἰς θάλασσαν (ειδικόν βάρος θαλασσίου ὕδατος: 1,03 Kp/dm³).

12. Τὸ πῶμα ἑνὸς λουτροῦ ἔχει διάμετρον 5 cm. Μὲ πόσῃν δυνάμει πρέπει νὰ σῶμεν τὸ πῶμα, διὰ νὰ ἐκκενώσωμεν τὸ λουτρόν, ἂν τὸ ὕδωρ ἐντὸς αὐτοῦ ἔχῃ ὕψος 40 cm;

13. Διὰ νὰ λειτουργήσῃ ἕνας μικρὸς ὑδραυλικὸς στρόβιλος, πρέπει νὰ ἀσκηθῇ πίεσις 250 p/cm². Εἰς πόσον ὕψος ἀπὸ τοῦ στρόβιλου αὐτοῦ πρέπει νὰ τοποθετηθῇ τὸ δοχεῖον μὲ τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον τροφοδοτεῖ τὴν συσκευήν, διὰ νὰ ἐξασφαλίσωμεν τὴν λειτουργίαν αὐτῆς;

14. Ὁ ἀνθρώπος δύναται ἀνευ κινδύνου νὰ δεχθῇ μεγίστην πίεσιν 3 Kp/cm². Μέχρι ποίου βάθους λοιπὸν δύναται νὰ κατέλθῃ ἕνας ὀντης εἰς τὴν θάλασσαν, ὅπου τὸ ὕδωρ ἔχει ειδικόν βάρος 1,034 p/cm³.

15. Τὸ βαθυσκάφος «Τεργέστη» κατέρριψε πρῶτον τὸ ρεκόρ καταδύσεως μὲ τὸ νὰ φθάσῃ εἰς τὸ βάθος τῶν 5486 m. Αὐτὸ ἔγινεν εἰς τὴν περιοχὴν Tranchée de marianne (Εἰρηνικός), ὅπου τὸ βαθύτερον σημεῖον φθάνει εἰς τὰ 11.500 m. Νά υπολογισθῇ:

α) Ἡ πίεσις εἰς Kp/cm², ἡ ὁποία ἡσκήθη ἀπὸ τὸ θαλασσινὸν ὕδωρ εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ βαθυσκάφους εἰς τὸ βάθος ἐκεῖνο.

β) Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἐδέχθη αὐτὸ τὸ τοίχωμα, ὅταν (22 Ἰανουαρίου 1960) τὸ βαθυσκάφος κατήλθεν εἰς τὸ βαθύτερον σημεῖον τῆς ὑποβρυχίου χαράδρας. Δεχόμεθα ὅτι τὸ ειδικόν βάρος τοῦ θαλασσίου ὕδατος εἶναι σταθερὸν (1,03 Kp/dm³).

16. Μία φιάλη μὲ ἐπίπεδον πυθμένα διαμέτρου 8 cm περιέχει ὑδράργυρον ἕως τὸ ὕψος τῶν 5 cm.

Προσθέτομεν ὕδωρ, ἕως ὅτου ἡ στάθμη του εὐρεθῇ εἰς ἀπόστασιν 20 cm ἀπὸ τὴν στάθμην τοῦ ὑδραργύρου. Νά υπολογισθῇ:

α) Ἡ δύναμις ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸν πυθμένα τῆς φιάλης.

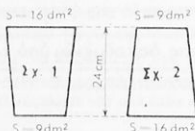
β) Ἡ πίεσις εἰς p/cm^2 .

17. Τὸ κέντρον ἑνὸς πλευρικοῦ παραθύρου βαθυσκάφους, τὸ ὁποῖον ἔχει σχῆμα ὀρθογωνίων με διαστάσεις 60 cm X 40 cm, εὐρίσκεται εἰς βάθος 2500 m:

α) Πόση πίεσις ἀσκεῖται ἐπὶ τοῦ παραθύρου αὐτοῦ;

β) Πόση πιεστική δύναμις;

(Σχετική πυκνότης θαλασσίου ὕδατος = 1,03).



18. Τὸ δοχεῖον τοῦ σχήματος 1, τὸ ὁποῖον ἔχει χωρητικότητα 29,6 l, εἶναι πλήρες ὕγρου σχετικῆς πυκνότης 1,25. Πόση πιεστική δύναμις ἀσκεῖται

ὑπὸ τοῦ ὕγρου αὐτοῦ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου;

19. Τὸ ἴδιον πρόβλημα διὰ τὸ δοχεῖον τοῦ σχ. 2.

20. Εἰς τὸ μικρὸν ἐμβόλον ἑνὸς ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου ἐφαρμόζομεν δύναμιν 50 Kp, διὰ νὰ σηκώσωμεν μὲ τὸ μεγάλο ἐμβόλον φορτίον 2000 Kp.

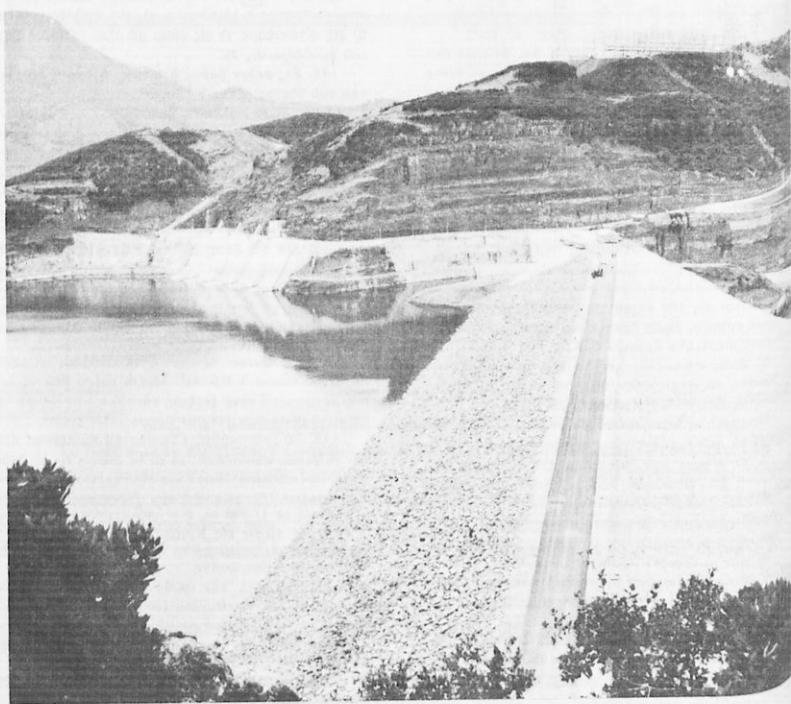
Ἄν τὸ μικρὸν ἐμβόλον ἔχῃ τομὴν 5 cm², ποσὴν πρέπει νὰ εἶναι ἡ τομὴ τοῦ μεγάλου ἐμβόλου;

21. Αἱ διαμέτροι τῶν δύο ἐμβόλων ἑνὸς ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου εἶναι 4 cm καὶ 80 cm. Ὡστόσο τὸ μικρὸν ἐμβόλον δι' ἑνὸς μοχλοῦ δευτέρου εἴδους τοῦ ὁποῖου ὁ μικρὸς βραχίον, ποῦ ἡ ἄκρη του ἐνέγκει ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, εἶναι 12 cm καὶ ὁ μέγας 60 cm.

Ἐφαρμόζομεν εἰς τὸν μεγάλον βραχίονα δύναμιν 12 Kp καὶ ζητοῦμεν:

α) Τὴν δύναμιν, ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται εἰς τὸν μικρὸν ἐμβόλον, καὶ τὴν πίεσιν, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ ὕγρον.

β) Τὴν δύναμιν, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸν μεγάλον ἐμβόλον, καὶ πόσον μετατοπίζεται αὐτὸ, ὅταν ἡ δύναμις τοῦ μοχλοῦ κατέλθῃ κατακορυφῶς κατὰ 20 cm.



Φράγμα Κρεμαστῶν Ἀχελώου.

Τὸ πάχος τοῦ φράγματος ἀνξάνει, ὅσον προχωροῦμεν ἀπὸ τὴν κορυφὴν πρὸς τὴν βάσιν του.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΣΠΟΥΔΗ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ

1 Παρατηρήσεις : 'Όταν βυθίσωμεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος φελλὸν καὶ τὸν ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

Μεγάλος λίθος, τὸν ὅποιον εὐκόλως ἀνυψώνομεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος, καθίσταται πολὺ βαρύτερος ἐκτὸς τοῦ ὕδατος.

Κενὸν κλειστὸν δοχεῖον πρέπει νὰ τὸ ὠθήσωμεν, διὰ νὰ βυθισθῇ εἰς τὸ ὕδωρ.

2 Πειράματα. 'Εκ δυναμομέτρου ἐξαρτῶμεν λίθον, τοῦ ὁποῖου εὐρίσκομεν τὸ βάρος (σχ. 1).

• Ἀκολουθῶς βυθίζομεν τοῦτον ἐντὸς ὕδατος καὶ σημειώνομεν τὴν νέαν ἐνδείξιν τοῦ δυναμομέτρου. Καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις βλέπομεν ὅτι τὸ νήμα ἔχει κατακόρυφον διεύθυνσιν.

• Ἡ διαφορὰ τῶν δύο ἐνδείξεων τοῦ δυναμομέτρου μᾶς δίδει τὴν ἐντάσιν τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ὠθεῖ τὸ σῶμα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω κατακορύφως.

Ἡ δύναμις αὕτη ὀνομάζεται ἄνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους.

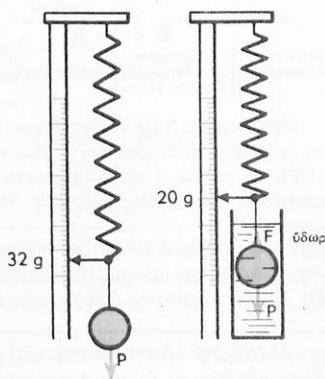
Συμπέρασμα : 'Επὶ ἐκάστον σῶματος, τὸ ὁποῖον βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἐνεργεῖ μία δύναμις κατακορύφον διεύθυνσεως καὶ μὲ φοράν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

• 'Εάν ἀντικαταστήσωμεν τὸν λίθον δι' ἑτέρου μεγαλύτερου καὶ ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, θὰ ἴδωμεν ὅτι ἡ διεύθυνσις τοῦ νήματος παραμένει κατακόρυφος· ἡ ἄνωσις ὁμῶς εἶναι μεγαλύτερα.

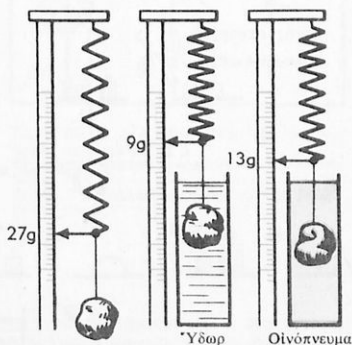
Συμπέρασμα: Ἡ ἄνωσις ἐνὸς σῶματος, βυθισμένου ἐντὸς ὕδατος, ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ὄγκου τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος.

Όταν βυθίσωμεν τὸν αὐτὸν λίθον εἰς ἄλλο ὕγρον, π.χ. οἰνόπνευμα ($\epsilon = 0,8 \text{ g/cm}^3$), εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ἄνωσις εἶναι μικρότερα.

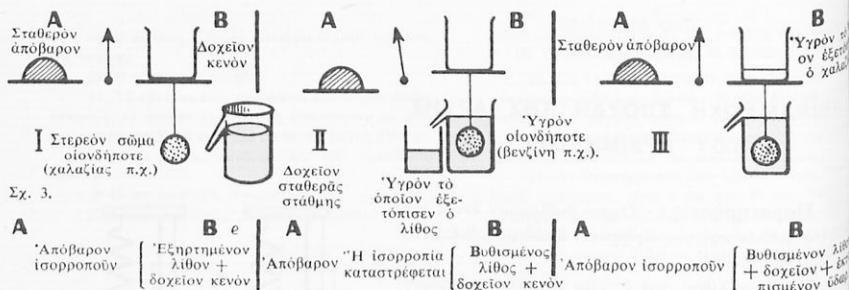
Συμπέρασμα: Ἡ ἄνωσις ἐνὸς σῶματος, βυθισμένου ἐντὸς ὁγροῦ, ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὁγροῦ.



Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ ἀσκεῖ ἐπὶ τῆς σφαίρας δύναμιν κατακορύφον, ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἴσην πρὸς $F = 32 \text{ g} - 20 \text{ g} = 12 \text{ g}$



Σχ. 2. Ὁ λίθος ἔχει μεγαλύτερον ὄγκον ἀπὸ τὴν σφαῖραν τοῦ πειράματος 1 καὶ ἡ δύναμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ τὸ ὕδωρ ἐπ' αὐτοῦ, εἶναι ἰσχυρότερα. Ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἡ δύναμις εἶναι :
 $F = 27 \text{ g} - 9 \text{ g} = 18 \text{ g}$
 Ἐντὸς τοῦ οἰνόπνευματος εἶναι :
 $F = 27 \text{ g} - 13 \text{ g} = 14 \text{ g}$



Σχ. 3.

Εἰς τὸ σχῆμα 3 (I) τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ βάρος τοῦ λίθου, τὸν ὁποῖον ἔχομεν ἐξαρτηθεὶς κάτωθεν τοῦ δίσκου τοῦ ζυγοῦ, καὶ τὸ ποτήριον, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ δίσκου.

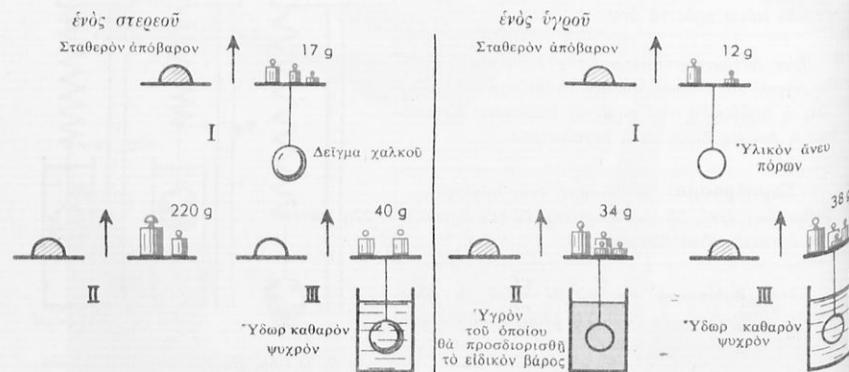
Εἰς τὸ σχῆμα 3 (II) ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται· τὸ νῆμα ὁμῶς ἐξαρτήσεως παραμένει κατακόρυφον, ἐπειδὴ τὸ ὑγρὸν ὥθει τὸν λίθον διὰ κατακορύφου δυνάμεως ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

Εἰς τὸ σχῆμα 3 (III) : Προσθέτομεν εἰς τὸ κενὸν ποτήριον τοῦ δίσκου τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐξετόπισε τὸ σῶμα. Ἡ ἰσορροπία ἐπανάγεται, διότι τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἐχύθη, ἐξουδετερώνει τὴν ἄνωσιν τοῦ Ἀρχιμήδους.

Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους: Εἰς πᾶν σῶμα, εὐρισκόμενον ἐντὸς ὑγροῦ ἐν ἰσορροπία, ἐνεργεῖ μία δύναμις ἐκ τοῦ ὑγροῦ κατακόρυφος καὶ μετὰ τὴν ἄνω τὴν ὥσιν, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος ὑγροῦ. Ἡ δύναμις αὕτη ὀνομάζεται ἄνωσις.

Ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς τῆς ἀνώσεως, τὸ κέντρον τῆς ἀνώσεως, εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἐκτοπίζεται ὑπὸ τοῦ σώματος.

3 Ἡ ἄνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν πυκνότητά καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος :



Σχ. 4.

I : Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ δείγμα + 17 π.

II : Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ 220 π.

III : Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὸ βυθισμένον δείγμα + 40 π.

I : Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν σφαῖραν + 120 π.

II : Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν σφαῖραν + 34 π.

III : Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ τὴν βυθισμένην σφαῖραν + 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 ασκουμένη υπό το υ γρoυ, δηλ. βάρος εκτοπιζομένου υγρoυ:

$$34 \text{ p} - 12 \text{ p} = 22 \text{ p}$$

Ώθησις ασκουμένη υπό του ύδατος ή βάρος εκτοπιζομένου ύδατος:

$$38 \text{ p} - 12 \text{ p} = 26 \text{ p}$$

Όγκος του ύδατος και επομένως όγκος του υγρoυ 26 cm^3 .

Υπολογισμός: Ειδικόν βάρος ατoυ του υγρoυ:

$$\frac{22 \text{ p}}{26 \text{ cm}^3} = 0,84 \text{ p/cm}^3$$

Πυκνότης υγρoυ:

$$0,84 \text{ g/cm}^3$$

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Αρχή του Αρχιμήδους: Είς πᾶν σῶμα, εὐρισκόμενον ἐντὸς υγροῦ ἐν ἰσορροπίᾳ, ἐνεργεῖ μία δύναμις ἐκ τοῦ υγροῦ κατακόρυφος καὶ μετὰ φοράν πρὸς τὰ ἄνω, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος υγροῦ. Ἡ δύναμις αὕτη ὀνομάζεται ἄνωσις.

2. Ἡ ἄνωσις τοῦ Αρχιμήδους μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν πυκνότητα στερεῶν καὶ υγρῶν σωμάτων.

280N ΜΑΘΗΜΑ: Ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Αρχιμήδους.

ΕΠΙΠΛΕΟΝΤΑ ΣΩΜΑΤΑ

Παρατήρησις. Ἐάν ἀφήσωμεν ἓνα λίθον ἐντὸς δοχείου πλήρους ὕδατος, θὰ ἴδωμεν ὅτι θὰ πέσῃ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου.

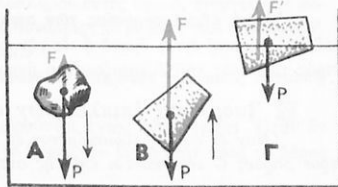
Γνωρίζομεν ὅτι ἐπὶ τοῦ λίθου, ὅταν οὗτος εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἐνεργοῦν δύο δυνάμεις ἀντιθέτου φορᾶς ἀλλὰ κατακόρυφου διευθύνσεως: τὸ βάρος τοῦ P, τὸ ὅποιον ἔχει φοράν πρὸς τὰ κάτω, καὶ ἡ ἄνωσις F μετὰ φοράν πρὸς τὰ ἄνω. Ἐπειδὴ τὸ βάρος εἶναι μεγαλύτερον ἀπὸ τὴν ἄνωσιν, ὁ λίθος πίπτει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου $P > F$ (σχ. 1 Α).

Ἐάν ὠθήσωμεν ἓνα φελλὸν ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ τὸν ἀφήσωμεν ἐλευθέρου, ὁ φελλὸς ἀνέρχεται, διότι ἡ ἄνωσις εἶναι μεγαλύτερα ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ $(F > P)$: ἐξέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ μετὰ μερικὰς ταλαντώσεως παραμένει ἀκίνητος, ἐπιπλέει (σχ. 1 Β, Γ).

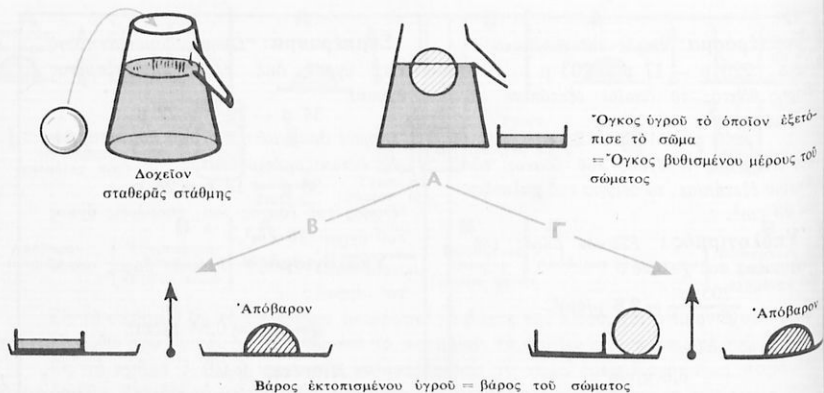
Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἐν μέρος μόνον τοῦ σώματος εἶναι βυθισμένον καὶ ἡ νέα ἄνωσις F' εἶναι μικροτέρα ἐκείνης, τὴν ὅποιαν εἶχεν ἡ F, ὅταν ὁλόκληρον τὸ σῶμα ἦτο βυθισμένον ἐντὸς τοῦ ὕδατος $(F' < F)$.

Ἐνῶ λοιπὸν ἡ ἄνωσις καθίσταται μικροτέρα, ὅταν τὸ σῶμα ἐξέρχεται τοῦ ὕδατος, τὸ βάρος τοῦ παραμένει τὸ αὐτό· ὅταν δὲ ἡ ἄνωσις γίνῃ ἴση πρὸς τὸ βάρος, τὸ σῶμα θὰ ἰσορροπῇ. Ἡ ἄνωσις καὶ τὸ βάρος θὰ εἶναι τότε δύο δυνάμεις ἴσαι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς.

Συμπέρασμα: Ὅταν ὁ φελλὸς ἐπιπλέῃ, ἡ ἄνωσις εἶναι ἴση μετὰ τὸ βάρος του.



Σχ. 1. Εἰς τὸ Α ὁ λίθος πίπτει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, $P > F$.
Εἰς τὸ Β ὁ φελλὸς ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, $P < F$.
Εἰς τὸ Γ ὁ φελλὸς ἰσορροπεῖ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, $P = F'$.



Σχ. 2. 'Επαλήθευσις τῆς ἀρχῆς τῶν ἐπιπλεόντων σωμάτων.

Πείραμα. Θέτομεν ἐντὸς τοῦ δοχείου μὲ τὸν πλευρικὸν σωλῆνα σφαῖραν ἐπιπλέουσαν εἰς τὸ ὕδωρ (σχ. 2). Τὸ ἐκτοπιζόμενον ὑπὸ τῆς σφαίρας ὕδωρ χύνεται ἐκ τοῦ πλευρικοῦ σωλῆνος εἰς μικρὸν δοχεῖον. Τὸ δοχεῖον αὐτὸ τοποθετοῦμεν εἰς τὸν ἕνα δίσκον τοῦ ζυγοῦ καὶ τὸ ἰσορροποῦμεν δι' ἀπόβαρον, τὸ ὁποῖον θέτομεν εἰς τὸν ἄλλον δίσκον. 'Εὰν εἰς τὴν θέσιν τοῦ ὕδατος τοῦ μικροῦ δοχείου τοποθετήσωμεν τὴν σφαῖραν, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ζυγὸς ἰσορροπεῖ καὶ πάλιν.

Τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τῆς σφαίρας, ἡ ὁποία ἐπιπλέει. Εἰς τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα καταλήγομεν καὶ ὅταν χρησιμοποιοῦσιν οἰονδήποτε ὑγρὸν.

Ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται ἐντὸς τῶν ὑγρῶν. "Ὅταν ἐν σῶμα ἰσορροπῇ ἐντὸς ὑγροῦ ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἡρεμούντος ὑγροῦ, τὸ βάρος τοῦ σώματος ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

2 Ἴσορροπία ἐπιπλεόντων σωμάτων.

"Ὅταν ἐν σῶμα, ἐνρυσκόμενον ἐν ἰσορροπίᾳ, ἐπιπλέῃ, τὸ κέντρον ἀνώσεως 1K καὶ τὸ κέντρον βάρους G ἐνρίσκονται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακορύφου (σχ. 5).

Σχ. 3. 'Εν παιγνίδιον («ὁ κολυμβητής»): 'Αν πιέσωμεν τὴν μεμβράνην, τὸ ὕδωρ εἰσέρχεται εἰς τὸν «κολυμβητήν», ὅστις λόγῳ τοῦ βάρους, τὸ ὅποιοι λαμβάνει, πίπτει.

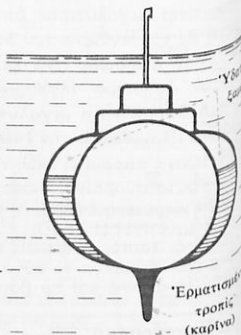
$$P > F$$

"Αν διακόψωμεν τὴν πίεσιν, τὸ ὕδωρ ἐκτοπίζεται ἀπὸ τὸν «κολυμβητήν», ὁ ὁποῖος γίνεταί ἐλαφρὸς καὶ, ὥς ἐκ τούτου, ἀνέρχεται:

$$P < F$$



Σχ. 4. 'Εγκάρσια τομὴ ἐνὸς ὑποβρυχίου: Λόγῳ τῆς ποσότητος τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον εἰσάγεται εἰς τὴν ὕδατοδεξαμενὴν, μεταβάλλεται καὶ τὸ βάρος τοῦ ὑποβρυχίου, ὥστε νὰ δύναται νὰ πλέῃ καὶ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ κάτωθεν αὐτῆς.



(1) Κέντρον ἀνώσεως εἶναι τὸ κέντρον βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

• Είς τὸ σχῆμα 5 Α τὸ κέντρον βάρους τοῦ σω-
λήνος εὐρίσκεται κάτω τοῦ κέντρου ἀνώσεως. Τὸ
σῶμα ἔχει εὐσταθῆ ἰσορροπίαν.

• Εἰς τὸ σχῆμα 5 Β, Γ τὸ κέντρον βάρους εὐρί-
σκεται ἄνω τοῦ κέντρου ἀνώσεως. "Όταν ὁμως ἀπο-
μακρύνωμεν τὸ σῶμα ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας
αὐτοῦ, τὸ σχῆμα τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ μεταβάλλε-
ται καὶ τὸ κέντρον ἀνώσεως ἀλλάσσει θέσιν.

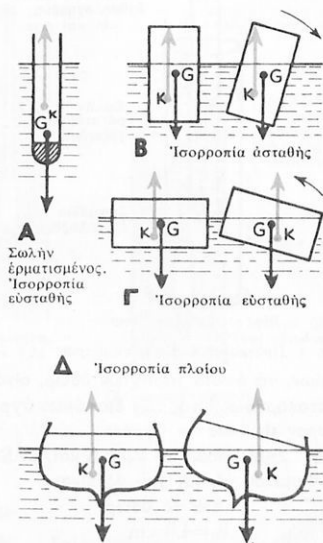
• Εἰς τὸ σχῆμα 5 Β ἡ συνδυασμένη δράσις τῶν
δύο δυνάμεων F καὶ P αὐξάνει τὴν κλίσιν τοῦ σώμα-
τος καὶ τὸ σῶμα πίπτει. Ἡ ἰσορροπία εἶναι ἀσταθής.

• 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 εὐσταθής.

• Εἰς τὸ σχῆμα 5 Δ παρατηροῦμεν, διὰ τὸ
πλοῖον ἐπανέρχεται εἰς τὴν θέσιν ἰσορροπίας, ὅταν
κλίνη, ἂν καὶ τὸ κέντρον βάρους εὐρίσκεται ἄνω τοῦ
κέντρου ἀνώσεως.

Διὰ νὰ παραμένῃ σταθερὸν τὸ κέντρον βάρους,
τὰ βερέα ἐμπορεύματα τοποθετοῦνται εἰς τὰ κατώ-
τερα διαμερίσματα τοῦ πλοίου. Διὰ τὸν αὐτὸν λό-
γον τὰ πετρελαιοφόρα μεταφέρουν τὸ πετρέλαιον
ἐντός χωριστῶν διαμερισμάτων.

Τί θὰ συνέβαινεν εἰς ἀντίθετον περίπτωσιν ;



Σχ. 5. Ἴσορροπία ἐπιπλεόντων σωμάτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. "Όταν ἓν σῶμα εἶναι βυθισμένον ἐξ ὁλοκλήρου ἐντὸς ὑγροῦ, ἐνεργοῦν ἐπ' αὐ-
τοῦ δύο κατακόρυφοι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεις : τὸ βάρος P καὶ ἡ ἀνωσις F.

Ἐάν $F < P$, τὸ σῶμα πίπτει εἰς τὸν πυθμένα (βυθίζεται).

Ἐάν $F > P$, τὸ σῶμα ἀνέρχεται, ἐξέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ, ὅταν ἡ ἀνωσις καταστῇ
πρὸς τὸ βάρος τοῦ (P), ἰσορροπεῖ (ἐπιπλέει).

2. Ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας τῶν σωμάτων, τὰ ὅποια αἰωροῦνται ἐντὸς τῶν ὑγρῶν: "Όταν ἓν
σῶμα ἰσορροπεῖ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειάν του, τὸ βάρος του εἶναι ἴσον πρὸς τὸ βάρος
τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

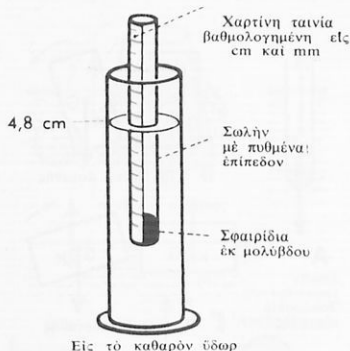
3. "Όταν ἓν σῶμα ἐπιπλέει, ἰσορροπεῖ, ἂν τὸ κέντρον βάρους καὶ τὸ κέντρον ἀνώσεως
εὐρίσκωνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακόρυφου.

Δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ εὐρίσκεται τὸ κέντρον βάρους ἐνὸς πλοίου χαμηλότερον τοῦ κέν-
τρου ἀνώσεως ὅσον ὁμως χαμηλότερον εὐρίσκεται, τόσοσιν σταθερωτέρη εἶναι ἡ ἰσορροπία του.

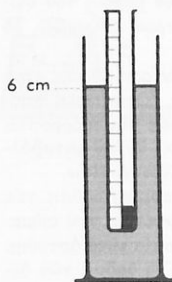
ΜΑΘΗΜΑ : Ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους εἰς τὴν μέτρησιν τῆς πυκνό-
τητος τῶν ὑγρῶν.

ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΑ

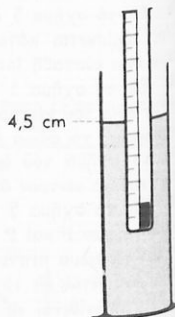
Πείραμα. Τοποθετοῦμεν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν ὑαλίνου σωλήνος χαρτίνην ταινίαν, βαθμο-
λογημένην εἰς χιλιοστά, καὶ ρίπτομεν εἰς τὸν σωλῆνα μερικὰ σκάγια (ο.χ. 1). "Ο πυθμὴν τοῦ
σωλήνος εἶναι ἐπίπεδος. Ἐάν θέσωμεν διαδοχικῶς τὸν σωλῆνα ἐντὸς τριῶν κυλινδρικῶν δο-



Εις τὸ καθαρὸν ὕδωρ



Εις τὸ οἶνόπνευμα



Εις τὸ ἀλατισμένον ὕδωρ

Σχ. 1. Πραγματοποιήσεις πυκνόμετρον

χειών, τὰ ὅποια περιέχουν ὕδωρ, οἶνόπνευμα καὶ ἄλμην, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι θὰ ἐπιπλέει κατακόρυφος ἐντὸς τῶν διαφόρων ὑγρῶν καὶ τὸ ὕψος τοῦ βυθισμένου μέρους του θὰ εἶναι διαφορετικὸν 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 ἐκτοπίζη τὸ αὐτὸ βάρος ὑγροῦ, οἷονδήποτε 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 $(6 \times S) \text{ cm}^3$ οἶνόπνεύματος ἢ πρὸς τὸ βάρος $(4,5 \times S) \text{ cm}^3$ ἄλμης

$$\text{δηλ. } \rho_s \times (6 \times S) p$$

$$\rho_s = \frac{4,8 \times S}{6 \times S} = \frac{4,8}{6} = 0,8$$

$$\text{δηλ. } \rho'_s \times (4,5 \times S) p$$

$$\rho'_s = \frac{4,8 \times S}{4,5 \times S} = \frac{4,8}{4,5} = 1,07$$

2 Πυκνόμετρα.

Δυνάμεθα νὰ βαθμολογήσωμεν τὸν σωλήνα ἀμέσως εἰς σχετικὴν πυκνότητα. Πρὸς τοῦτον 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 ἀνωτὴς τῆς ὑποδιαίρεσεως 1, ἐνῶ ἐκεῖνα, τὰ ὅποια ἔχουν μεγαλυτέραν τοῦ 1, φθάνουν κάτω τῆς ὑποδιαίρεσεως 1.

Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν μεγαλυτέραν προσέγγισιν, πρέπει ὁ σωλήν νὰ εἶναι μικρᾶς τομῆς. Διὰτί ;

● Τὸ πυκνόμετρον εἶναι εἰς πλωτὴν φέρων ἕρμα (σκάγια) καὶ ἐν στέλεχος προσηρμοσμένον εἰς αὐτὸν καὶ βαθμολογημένον εἰς σχετικὴν πυκνότητα.

Ἐπὶ τούτῳ ὑπάρχουν δύο εἰδῶν πυκνόμετρα :

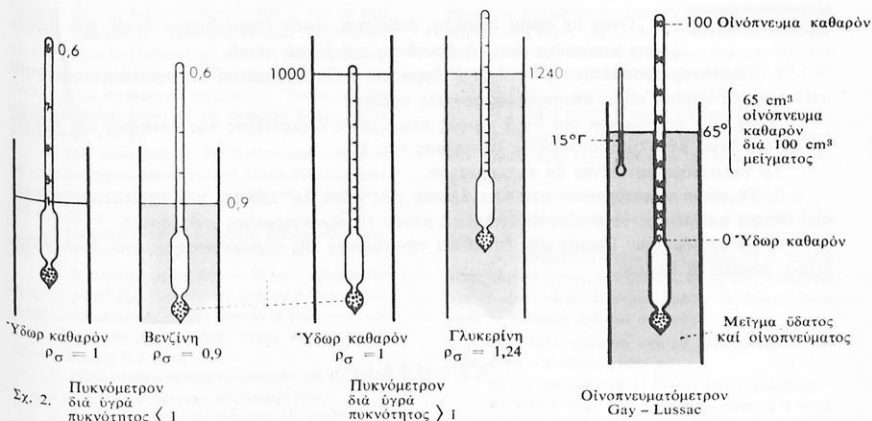
— Πυκνόμετρα (ἀραιόμετρα) διὰ ὑγρά μικροτέρας πυκνότητος τοῦ ὕδατος, βαθμολογημένα ἀπὸ 0,6 ἕως 1.

(ἡ ὑποδιαίρεσις 1 εὐρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ στελέχους) καὶ

— Πυκνόμετρα διὰ ὑγρά μεγαλυτέρας πυκνότητος τοῦ ὕδατος, βαθμολογημένα ἀπὸ 1 ἕως 1,2.

(ἡ ὑποδιαίρεσις 1 εὐρίσκεται εἰς τὸ ἐπάνω μέρος τοῦ στελέχους).

Τὸ γαλακτόμετρον, τὸ ὅποιον χρησιμεύει διὰ τὴν ἐξακρίβωσιν τῆς καθαρότητος τοῦ γάλακτος, εἶναι ἐν πυκνόμετρον. Τὸ καθαρὸν γάλα ἔχει πυκνότητα περίπου 1,03. Τὸ γάλα τοῦ ὁποίου ἡ πυκνότης εἶναι 1,025, ἔχει ἀραιωθῇ δι' ὕδατος.



3 Οινόπνευματόμετρον - Άραιόμετρον.

Γνωρίζομεν ότι ή πυκνότης ενός μείγματος εξ οινόπνευματος και ύδατος είναι συνάρτησις της περιεκτικότητος του μείγματος εις οινόπνευμα και ύδωρ.

Καταλλήλως βαθμολογημένον πυκνόμετρον δύναται, ως εκ τούτου, νά μᾶς παρέχῃ ἀπ' εὐθείας την περιεκτικότητα ενός τοιούτου μείγματος εις οινόπνευμα.

Εἰς τήν θερμοκρασίαν τῶν 15° C τὸ οἰνόπνευματόμετρον τοῦ Gay Lussac δεῖκνυει 0° εἰς τὸ καθαρόν ὕδωρ καὶ 100° εἰς τὸ καθαρόν οἰνόπνευμα. Ὅταν τὸ οἰνόπνευματόμετρον βυθίζεται εἰς τήν ὑποδιαίρεσιν 60° εἰς ἓν μείγμα οἰνόπνευματος καὶ ὕδατος, τότε τὸ διάλυμα αὐτὸ ἔχει περιεκτικότητα 60 cm³ οἰνόπνευματος εἰς τὰ 100 cm³ τοῦ μείγματος εἰς τήν θερμοκρασίαν τῶν 15° C.

Ἡ ἡ θερμοκρασία εἶναι διαφορετική, θὰ πρέπει νὰ διορθώσωμεν τήν εὐρεθεῖσαν ἐνδείξιν τῇ βοηθείᾳ εἰδικῶν πινάκων, οἱ ὅποιοι συνοδεύουν τὸ οἰνόπνευματόμετρον.

Τὸ οἰνόπνευματόμετρον τοῦ Gay Lussac χρησιμοποιεῖται ἀποκλειστικῶς διὰ μείγματα οἰνόπνευματος καὶ ὕδατος.

Ἡ πυκνότης ενός διαλύματος ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς περιεκτικότητος τοῦ διαλύματος.

Τὸ ἀραιόμετρον Baume εἶναι ἓν πυκνόμετρον, τὸ ὁποῖον δίδει ἀπ' εὐθείας τήν περιεκτικότητα ενός διαλύματος ὀξέος, βάσεως ἢ ἁλατος.

Εἰς τὸ καθαρόν ὕδωρ τὸ ἀραιόμετρον αὐτὸ βυθίζεται ἕως τήν ὑποδιαίρεσιν 0° (εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ στελέχους). Εἰς διάλυμα 15 g μαγειρικοῦ ἁλατος εἰς 85 g ὕδατος (100 g διαλύματος) βυθίζεται ἕως τήν ὑποδιαίρεσιν 15°. Τὸ διάστημα 0°—15° χωρίζεται εἰς 15 ἴσα μέρη καὶ αἱ ὑποδιαίρεσεις συνεχίζονται καὶ κάτω τοῦ 15° ἕως τὸ 66° (εἰς τήν βάσιν τοῦ στελέχους).

Ἡ ὑποδιαίρεσις αὕτη ἀντιστοιχεῖ εἰς ὑγρὸν πυκνότητος 1,84 (καθαρόν θεϊκὸν δέυ).

Τὸ ἀραιόμετρον Baume χρησιμοποιεῖται ἰδιαιτέρως πρὸς ἐξακριβώσιν τῆς περιεκτικότητος τοῦ θεϊκοῦ ὀξέος εἰς τὸν ἡλεκτρολύτην τῶν συσσωρευτῶν.

Σωλὴν ἐλαστικὸς (διὰ τὴν ἀπορροφήσιν τοῦ ὑγροῦ τῶν συσσωρευτῶν)

30° Baumé (συσσωρευτῆς φορτισμένος)

Ἀραιόμετρον Baumé

Σιφώνιον (διὰ τὴν ἀφαίρεσιν ὑγροῦ ἀπὸ 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. Τό πυκνόμετρον είναι είς πλωτήρ μέ έρμα και βαθμολογημένον είς σχετικήν πυκνότητα στέλεχος, τό όποιον είναι προσηρμοσμένον είς αυτόν.

Υπάρχουν πυκνόμετρα διά ύγρā μικρās πυκνότητος (μικροτέρας τής μονάδος) και πυκνόμετρα διά ύγρā μεγάλης πυκνότητος (άνωτέρας του 1).

Τό γαλακτόμετρον είναι έν πυκνόμετρον.

3. Τό οίονπνευματόμετρον του Gay Lussac μάς δίδει άπ' εύθείας τήν περιεκτικότητα είς οίονπνευμα μείγματος, τό όποιον άποτελείται μόνον έξ οίονπνεύματος και ύδατος.

4. Τό άραιόμετρον Baume μάς επιτρέπει τήν εύρεσιν τής περιεκτικότητος ενός διαλύματος όξέος, βάσεως ή άλατος.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Σειρά 7η : 'Αρχή του 'Αρχιμήδους

1. Άνωσις του 'Αρχιμήδους

1. Νά ύπολογισθ ή άνωσις, ή όποία ένεργεί επί λίθου όγκου 245 cm^3 , όταν βυθίζεται :

α) Είς καθαρόν ύδωρ, και β) είς έλαιον είδικού βάρους $0,9 \text{ g/cm}^3$.

2. Νά ύπολογισθ τό φαινόμενον βάρος λίθου, ό όποιος έχει όγκον 150 cm^3 και πραγματικόν βάρος 305 p, όταν βυθίζεται είς οίονπνευμα. (Είδικόν βάρος οίονπνεύματος $0,8 \text{ g/cm}^3$).

3. Λίθος βάρους 187 p, όταν βυθισθ ή είς καθαρόν ύδωρ, φαίνεται νά έχη βάρος 102 p :

α) Νά ύπολογισθ ή άνωσις, ή όποία ένεργεί επί τού λίθου, β) ό όγκος του και γ) ή πυκνότης του.

4. Ζυγίζομεν μίαν μεταλλικήν σφαίραν :

α) έξηρητημένην έκ του δίσκου ένός ζυγού : 45 p

β) βυθισμένην έντός άλμυρού ύδατος : 39 p

γ) βυθισμένην είς καθαρόν ύδωρ : 40 p

Νά εύρεθοϋν : α) ό όγκος τής σφαίρας, β) ή άνωσις ή όποία ένεργεί επί αυτής είς τό άλμυρόν ύδωρ και γ) ή πυκνότης του άλμυρού ύδατος.

5. Διά νά εύρωμεν τήν πυκνότητα ένός κράματος, πραγματοποιοϋμεν τάς έξής ζυγίσεις :

— Τό τεμάχιον του κράματος έξηρητημένον έκ του δίσκου + 12,4 g ίσορροποϋν τό άπόβαρον.

— Τό τεμάχιον βυθισμένον έντός ύδατος + 48,7 g ίσορροποϋν τό άπόβαρον.

— 310 g ίσορροποϋν τό άπόβαρον :

α) Ποία είναι ή πυκνότης αυτού του κράματος ;

β) Ποία είναι ή σχετική πυκνότης του κράματος ;

6. Διά νά εύρωμεν τήν πυκνότητα ένός διαλύματος, έκτελοϋμεν τάς έξής μετρήσεις :

— 'Η σφαίρα έξηρητημένη έκ του δίσκου + 8,2 g ίσορροποϋν τό άπόβαρον.

— 'Η σφαίρα βυθισμένη είς τό διάλυμα + 23,8 g ίσορροποϋν τό άπόβαρον.

— 'Η σφαίρα βυθισμένη είς τό ύδωρ + 21,2 g ίσορροποϋν τό άπόβαρον :

α) Ποία είναι ή πυκνότης του διαλύματος ;

β) Ποία είναι ή σχετική του πυκνότης ;

7. Πρός εύρεσιν τής σχετικής πυκνότητος μείγματος ύδατος και οίονπνεύματος κάνομεν ό,τι και είς τό προηγούμενον πείραμα και διά τής ιδίας σφαίρας, ένθα :

— ή σφαίρα βυθισμένη είς τό μείγμα + 19,5 g ίσορροποϋν 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 βυθισθ ή είς τό ύδωρ, έχει φαινόμενον βάρος 942,4 p. Ποία ή σύστασις αυτού του κράματος ; (Σχετικά πυκνότητες : χρυσοϋ 19,3, χαλκοϋ 8,9).

9. 'Ορειχαλκίνη σφαίρα ζυγίζει 200 p (σχετική πυκνότης ορειχαλκού 8). Βυθισόμενη έντός οίονπνεύματος σχετικής πυκνότητος 0,8 ή ίδια σφαίρα ζυγίζει 112 p :

α) Είναι κενή ή πλήρης ή σφαίρα αυτή ;

Είς τήν πρώτην περίπτωσηί ποίος ό όγκος του κενού ;

β) Πόσον θά ήτο τό φαινόμενον βάρος αυτής τής σφαίρας, εάν ήτο πλήρης και έβυθίζετο είς τό οίονπνευμα ;

10. α) 'Ισορροποϋμεν ζυγόν, θέτοντες είς τόν δεξιόν δίσκον έν άπόβαρον και είς τόν άριστέρον σταθιά 150 g. Όταν έξαρτήσωμεν έκ του άριστερου δίσκου ένα χαλκινον κυβον άκμής 2 cm, πρέπει, διά νά διατηρήσωμεν τήν ίσορροπίαν, νά κρατήσωμεν είς αυτόν τόν δίσκον μόνον 80 g. Ποία είναι ή πυκνότης του χαλκού ;

β) 'Εάν βυθίσωμεν τόν οϋτω έξηρητημένον κυβον έξ ολοκλήρου είς τό διάλυμα θεικού χαλκοϋ σχετικής πυκνότητος 1,1, πρέπει νά προσθέσωμεν σταθμιά επί του δίσκου του, διά νά διατηρηθ ή ίσορροπία. Ποιον είναι τό όλικόν βάρος τών σταθμίων είς τόν δίσκον αυτόν ;

11. 'Εάν έξαρτήσωμεν έκ του δίσκου ένός ζυγοϋ διά νήματος μάζης 2 g τεμάχιον μολύβδου, πρέπει νά

θέσωμεν εἰς τὸν δεύτερον δίσκον 500 g, διὰ τὰ ἐπιτιγνόμενα ἰσορροπία. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ πείραμα μὲ τὸν μολύβδον βυθισμένον πρῶτον ἐντὸς καθαροῦ ὕδατος, ὁπότε χρειάζεται 465 g εἰς τὸν δεύτερον δίσκον, διὰ τὰ ἐπιτιγνόμενα ἰσορροπία. Ἐπειτα μὲ τὸν μολύβδον βυθισμένον εἰς τὸ ἄλμυρον ὕδωρ, ὁπότε απαιτοῦνται 449 g :

- Νὰ παρασταθοῦν δι' ἀντιστοιχῶν σχεδίων τὰ τρία διαδοχικὰ πειράματα, τὰ ὅποια ἐξετελέσαμεν.
- Νὰ υπολογισθοῦν ὁ ὄγκος καὶ ἡ πυκνότης τοῦ μολύβδου.
- Νὰ υπολογισθῇ ἡ πυκνότης τοῦ ἄλμυρου ὕδατος.

12. Χαλκίνη σφαῖρα ὄγκου 20 cm³ εἰδικοῦ βάρους 8,9 p/cm³ ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ δίσκου Α ἐνὸς ζυγοῦ. Ἀπόβαρον τιθέμενον εἰς τὸν δίσκον Β ἰσορροπεῖ τὸν ζυγόν. Βυθίζομεν τὴν σφαῖραν ἐντὸς οἰνοπνεύματος εἰδικοῦ βάρους 0,8 p/cm³ :

- Πόσα σταθμὰ πρέπει νὰ θέσωμεν καὶ εἰς ποῖον δίσκον πρὸς ἀποκρίσασιν τῆς ἰσορροπίας ;
- Βυθίζομεν αὐτὴν τὴν σφαῖραν εἰς ὑγρὸν ἀγνώστου πυκνότητος. Ἐάν προσθέσωμεν εἰς τὸν ἴδιον δίσκον 14,6 g, ποῖα εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ ;

II. Ἐπιπλέοντα σώματα

13. α) Τεμάχιον πάγου βάρους 1 Κρ καὶ εἰδικοῦ βάρους 0,92 P/cm³ ἐπιπλέει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Πόσον μέρος τοῦ ὄγκου του εἶναι βυθισμένον εἰς τὸ ὕδωρ καὶ πόσον εὐρίσκεται ἐκτὸς τοῦτου ;

β) Σημειώνομεν διὰ μιᾶς γραμμῆς τὴν στάθμην τοῦ ὕδατος εἰς τὸ δοχεῖον. Ὅταν τακῇ ὁ πάγος, θὰ μεταβλῇ ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ; Καὶ διατί ;

14. Λέμβος κενὴ ἔχει βάρους 200 Κρ. Ποῖον ὄγκον ὕδατος ἐκτοπίζει ; καὶ πόσον ὅταν ἐντὸς αὐτῆς εὐρίσκωνται δύο ἐπιβάται, οἱ ὅποιοι μετὰ τῶν ἀποσκευῶν τῶν ζυγίζουν 160 Κρ :

- Εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ ;
- Εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ; (σχετικὴ πυκνότης 1,03).

15. Ξύλινος κυλινδρὸς τομῆς 10 cm² ἐρματίζεται εἰς τὸ κάτω μέρος του δι' ἐνὸς μολύβδινου δίσκου ἰδίας τομῆς, ὁπότε ἀποκτᾷ ὀλίγον ὕψος 20 cm. Τὸν θέτομεν ἐπὶ τοῦ ὕδατος, ἐνθα ἐπιπλέει, καὶ τὸ βυθισμένον μέρος του ἔχει ὕψος 16 cm.

Πόσον εἶναι τὸ πάχος τοῦ δίσκου ; (σχετικὴ πυκνότης ξύλου 0,7 καὶ μολύβδου 11).

Τὸ ὕψος αὐτοῦ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν τομὴν τοῦ κυλινδρῶν ;

16. Τεμάχιον χαλκοῦ βάρους 242 p ἐπιπλέει εἰς ὑδράργυρον : α) Ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ βυθισμένου μέρους ;

β) Ποῖαν δύναμιν πρέπει ν' ἀσκήσωμεν εἰς αὐτὸ τὸ τεμάχιον, διὰ νὰ τὸ βυθίσωμεν ὁλοκλήρῳ ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου ; (σχετικὴ πυκνότης χαλκοῦ 8,8· ὑδραργύρου 13,6).

17. Θέτομεν τεμάχιον μετάλλου ἐντὸς ὀγκομετρικοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ μέχρι τῆς ὑποδιαίρεσως 63 cm³. Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μέταλλον βυθίζεται, ἐνθ' ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 77 cm³. Τὸ ἴδιον τεμάχιον θέ-

τομεν εἰς ὀγκομετρικὸν δοχεῖον, τὸ ὁποῖον περιέχει ὑδράργυρον μέχρι τῆς ὑποδιαίρεσως 57 cm³. Τὸ μέταλλον ἐπιπλέει εἰς τὸν ὑδράργυρον, ἐνθ' ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου ἀνέρχεται εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 65 cm³ :

- Ποῖα ἡ πυκνότης τοῦ μετάλλου ;
- Ποῖα ἡ σχετικὴ τοῦ πυκνότης ;

18. Τεμάχιον φελλοῦ, ὄγκου 120 cm³ καὶ εἰδικοῦ βάρους 0,25 P/cm³, ἐπιπλέει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος :

- Πόσῳ ἄνωσιν δέχεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος ;
- Πόσος εἶναι ὁ ἐκτὸς ὕδατος ὄγκος τοῦ φελλοῦ ;

γ) Θέτομεν ἐπὶ τοῦ φελλοῦ βάρος 50 p. Πόσος εἶναι τώρα ὁ ὄγκος τοῦ φελλοῦ, ὅστις δὲν βυθίζεται ; Ποῖον εἶναι τὸ μεγαλύτερον βάρος, τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ φελλοῦ ;

19. Κοιλὴ χαλκίνη σφαῖρα βάρους 1320 p ζυγίζει ἐντὸς τοῦ ὕδατος 1095 p :

- Νὰ υπολογισθῇ ὁ ὄγκος τῆς κοιλότητος.
- Ἐάν ἡ μᾶζα τοῦ χαλκοῦ παραμείνῃ ἡ αὐτή, ποῖον ὄγκον πρέπει ν' ἀποκτήσῃ διαδοχικῶς ἡ κοιλότης, διὰ νὰ ἰσορροπῇ ἡ σφαῖρα : α) ἐντὸς τοῦ ὕδατος ; καὶ β) ἐντὸς τοῦ οἰνοπνεύματος ;

(Πυκνότητες : χαλκοῦ 8,8 g/cm³, οἰνοπνεύματος 0,8 g/cm³).

20. Κύλινδρος ἐκ φελλοῦ, βάρους 69,3 p, ἔχει διαμέτρον 7 cm καὶ ὕψος 6 cm : α) Πόση εἶναι ἡ πυκνότης του ;

β) Ἐάν ὁ κύλινδρος ἐπιπλέῃ εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἡ βάσις του εἶναι ὀριζόντια, πόσον ὕψος ἔχει τὸ ἀναδυόμενον μέρος του ;

γ) Πόσον εἶναι αὐτὸ τὸ ὕψος, ὅταν ὁ κύλινδρος ἐπιπλέῃ ἐπὶ οἰνοπνεύματος σχετικῆς πυκνότητος 0,8 ; (π=22/7).

III. Πυκνόμετρα

21. Σωλὴν ἐντελῶς κυλινδρικός φέρων ἔρμα ἔχει τομὴν ἐμβαδοῦ 4 cm² καὶ βάρος 60 p :

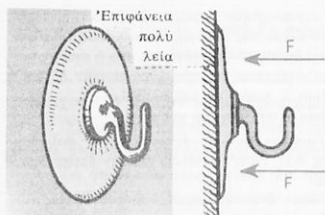
α) Πόσον εἶναι τὸ μήκος τοῦ βυθισμένου μέρους τοῦ σωλήνος ἐντὸς ὑγροῦ πυκνότητος : 0,7 g/cm³ ; 0,8 g/cm³ ; 1 g/cm³ ; 1,2 g/cm³ ; 1,4 g/cm³ ; 1,6 g/cm³ ;

β) Νὰ κατασκευασθῇ ἡ καμπύλη, ἡ ὁποία παριστᾷ τὰς μεταβολὰς τοῦ μήκους τοῦ βυθισμένου μέρους συναρτήσει τῶν πυκνοτήτων τῶν χρησιμοποιοιμένων ὑγρῶν. Θέτομεν εἰς τὸν ἄξονα OX τὰς πυκνότητας, λαμβάνοντες ὡς ἀρχὴν Ὁ τὸ 0,7 g/cm³ καὶ 1 cm διὰ 0,1 g/cm³ καὶ εἰς τὸν ἄξονα OY τὰ μήκη τοῦ βυθισμένου μέρους, λαμβάνοντες ὡς ἀρχὴν τὸ 0 καὶ 1 cm δι' ἑκάστον 1 cm βυθισμένου μήκους.

22. Πυκνόμετρον βάρους 16,5 p ἀποτελεῖται ἐξ ἐνὸς πλωτήρος, ὄγκου 16 cm³ φέροντος ἔρμα, καὶ ἐνὸς ὑαλίνου βαθμολογημένου σωλήνος, τομῆς 0,5 cm² :

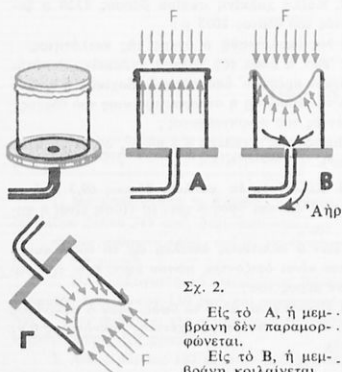
α) Θέτομεν τοῦτο ἐντὸς καθαροῦ ὕδατος : Εἰς ποῖον ὕψος ἄνωσεν τοῦ πλωτήρος θὰ ἀνέλθῃ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος ;

β) Θέτομεν τοῦτο ἐντὸς ὑγροῦ, ἀγνώστου πυκνότητος. Ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ ἀνέρχεται 23 cm ἀπὸ τοῦ πλωτήρος. Ποῖα εἶναι ἡ σχετικὴ πυκνότης αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ ;



Σχ. 1. "Αγκιστρον «βεντοῦζα».

Ὁ ἐλαστικὸς δίσκος κρατεῖται ἐπὶ τῆς λείας ἐπιφανείας ἀπὸ τὴν πιεστικὴν δύναμιν τοῦ ἀέρος.

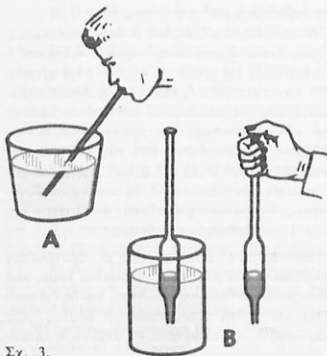


Σχ. 2.

Εἰς τὸ Α, ἡ μεμβράνη δὲν παραμορφώνεται.

Εἰς τὸ Β, ἡ μεμβράνη κοιλαίνεται.

Εἰς τὸ Γ, τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι τὸ αὐτό, ὅπως καὶ ἂν στρέψωμεν τὴν μεμβράνην.



Σχ. 3.

Α: Τὸ καλαμάκι. Διὰ τὸ ὑγρὸν ἀνέρχεται εἰς τὸν σωλήνα;

Β: Τὸ σιφώνιον. Ποία δύναμις ἐμποδίζει τὸ ὑγρὸν νὰ χυθῇ;

Η ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ

1 Δυνάμεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

α) Ἐὰν ἐφαρμόσωμεν ἐπὶ ἐπιπέδου ὑάλου τὸν ἐλαστικὸν δίσκον τοῦ σχήματος 1 καὶ θελήσωμεν νὰ τὸν ἀποκολλήσωμεν ἔλκοντες αὐτὸν ἐκ τοῦ ἀγκιστροῦ, δὲν θὰ τὸ ἐπιτύχωμεν ἀνευ δυσκολίας. Ἐὰν ἀνυψώσωμεν ὁμῶς ἐλαφρῶς τὰ χεῖλη τοῦ δίσκου, θὰ τὸν ἀποκολλήσωμεν ἀνευ προσπάθειας.

β) Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου ἀεραντλία εὐρύν κυλινδρον, προσαρμόζοντες ἐπὶ τοῦ ἐτέρου ἀνοίγματος ἐλαστικὴν μεμβράνην. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸν ἀέρα ἐκ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ κυλίνδρου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μεμβράνη κοιλαίνεται καὶ εἰς τὸ τέλος θραύεται, οἷονδῆποτε καὶ ἂν ἔχῃ προσανατολισμόν. Καθίσταται φανερόν ὅτι ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς ἐνεργεῖ μία πιεστικὴ δύναμις (σχ. 2).

2 Ἐξήγησις τῶν δύο πειραμάτων.

α) Δὲν δυνάμεθα ν' ἀποκολλήσωμεν τὸν δίσκον ἐκ τῆς ὑάλου, διότι εἰς τὴν ἔλξιν, τὴν ὁποίαν ἀσκούμεν ἐπ' αὐτοῦ, ἀντιδρᾷ ἐτέρα δύναμις.

Ἡ δύναμις αὕτη προέρχεται ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, 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 ἡ ἐνεργοῦν δύο ἴσαι καὶ ἀντίθετοι δυνάμεις.

Ὅταν ἀρχίσωμεν τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ ἀέρος, ἡ μεμβράνη κοιλαίνεται, διότι μία δύναμις πιέζει τὴν ἐξωτερικὴν τῆς ἐπιφάνειαν. Ἐπειδὴ ἡ δύναμις αὕτη θὰ προὔπηρχε, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ μεμβράνη πιέζεται καὶ ἐκ τῶν δύο ἐπιφανειῶν τῆς διὰ δύο ἴσων καὶ ἀντιθέτων δυνάμεων. Ὅσον ἀφαιρούμεν τὸν ἀέρα, ἡ ἐντασις τῆς ἐσωτερικῆς δυνάμεως ἐλαττοῦται, ὁπότε ἡ σταθερὰ ἐξωτερικὴ δύναμις κοιλαίνει τὴν μεμβράνην.

Ἐπειδὴ ὁ αἶρ ἔχει βάρος (1 l ἀέρος συγίξει περίπου 1,3 p), πιέζει, ὅπως καὶ τὰ ὑγρά, τὰς ἐπιφανείας, μὲ τὰς ὁποίας ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν.

Πλείστα φαινόμενα τῆς καθημερινῆς ζωῆς μαρτυροῦν τὴν παρουσίαν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

3 Μέτρησις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως; Πείραμα τοῦ Torricelli.

Πληροῦμεν δι' ὑδραργύρου ὑάλινον σωλῆνα, μήκους 1 m· κλείομεν τὸ ἀνοίγμά του διὰ τοῦ δακτύλου μας καὶ τὸν ἀναστρέφομεν ἐντὸς μικρᾶς λεκάνης μὲ ὑδράργγρον οὕτως, ὥστε τὸ στόμιον τοῦ σωλῆ-

ως να βρίσκεται υπό την επιφάνειαν του υδραργύρου.

Εάν αποσύρωμεν τὸν δάκτυλόν μας, ὁ υδράργυρος κατέρχεται καὶ ἡ στάθμη του σταθεροποιεῖται εἰς τὸ σημεῖον Γ, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς ὠρισμένον ὕψος h ἐκ τῆς στάθμης τοῦ υδραργύρου τῆς λεκάνης. Τὸ ὕψος αὐτὸ εἶναι 76 cm (σχ. 4), ὅταν τὸ πείραμα ἐκτελεῖται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη Γ παραμένει εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον καὶ ὅταν κλίνωμεν τὸν σωλῆνα καὶ ἐάν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα διὰ σωλῆνων διαφόρων σχημάτων (σχ. 4, 5).

Ἑξήγησις. Ὅταν ὁ υδράργυρος κατέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, τότε ὁ χῶρος, τὸν ὁποῖον κατέλαμβανε προηγουμένως ὁ υδράργυρος μεταξύ τῆς στάθμης Γ καὶ τῆς κορυφῆς τοῦ σωλῆνος, παραμένει κενός, διότι ὁ ἀήρ δὲν δύναται νὰ ἐισχωρήσῃ.

Συμφώνως πρὸς τὴν θεμελιώδη ἀρχὴν τῆς ὑδροστατικῆς, εἰς τὰ δύο σημεῖα Α καὶ Β, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ἐνεργεῖ ἡ αὐτὴ πίεσις (σχ. 4 καὶ 6) : $P_A = P_B$.

Εἰς τὸ σημεῖον Α ἐνεργεῖ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἰς τὸ σημεῖον Β (εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν) ἡ πίεσις εἶναι ἀριθμητικῶς ἴση πρὸς τὸ βάρος στήλης υδραργύρου, ἡ ὁποία ἔχει ὕψος 76 cm καὶ τομὴν 1 cm² (σχ. 6). Ἀφοῦ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ υδραργύρου εἶναι 13,6 p/cm³,

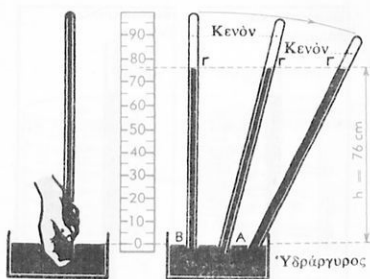
$$P = 13,6 \text{ p/cm}^3 \times 76 \text{ cm} = 1033 \text{ p/cm}^2$$

δεχόμεθα ὅτι αὕτη ἀποτελεῖ τὴν μέσην πίεσιν ἐνὸς τόπου, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται εἰς τὸ ὕψος τῆς στάθμης τῆς θαλάσσης καὶ εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 45°, λέγεται δὲ πίεσις μιᾶς φυσικῆς ἀτμοσφαίρας.

$$\text{Πίεσις μιᾶς φυσικῆς ἀτμοσφαίρας} \\ = 1 \text{ Atm} = 1013,3 \text{ millibars}$$

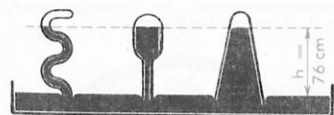
εἰς τὴν θερμοκρασίαν 0° C εἰς τὴν στάθμην τῆς θαλάσσης καὶ εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 45°.

Εἰς τὴν Μετεωρολογίαν χρησιμοποιεῖται ἡ μονάδα Bar, ἡ millibar (mBar) καὶ ἡ μικρομπάρ (μBar). Ἡ σχέσις τῆς mBar πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς φυσικῆς ἀτμοσφαίρας εἶναι : 1 Atm = 1013,3 mBar.

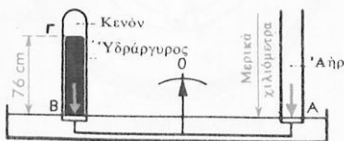


Σχ. 4. Σωλὴν Torricelli.

Ἡ στάθμη τοῦ υδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα κατέρχεται εἰς ὕψος 76 cm περίπου, οἷαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ κλίσις τοῦ σωλῆνος.



Σχ. 5. Τὸ ὕψος h τοῦ υδραργύρου δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ σωλῆνος οὔτε ἐκ τοῦ ἐμβαδοῦ τῆς τομῆς του.



$$\text{Βάρος τοῦ υδραργύρου} = \text{Βάρος ἀέρος}$$

Σχ. 6. Ἡ στήλη τοῦ υδραργύρου ἰσορροπεῖ στήλην ἀέρος τῆς αὐτῆς τομῆς καὶ ὕψους ὅσον εἶναι τὸ πάχος τῆς ἀτμοσφαίρας.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ἀσκεῖ πίεσιν ἐφ' ἐκάστης ἐπιφανείας, μετὰ τῆς ὁποίας ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν.
2. Ἡ δύναμις, ἡ ὁποία συγκρατεῖ τοὺς ἐλαστικούς δίσκους ἐπὶ τῶν λείων ἐπιφανειῶν καὶ ἀναγκάζει τὰ ὑγρά ν' ἀνέρχωνται εἰς τὰ σιφώνια, τὰ σύριγγας, τὰ σταγονόμετρα κλπ., ὀφείλεται εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν.
3. Ἡ πίεσις τῆς φυσικῆς ἀτμοσφαίρας ἰσορροπεῖ στήλην υδραργύρου, τομῆς 1cm² καὶ ὕψους 76cm κατὰ μέσον ὅρον εἰς τὴν στάθμην τῆς θαλάσσης, ἰσοῦται δὲ πρὸς 1033,6p/cm² ἢ 1013,3 mBar.

ΤΟ ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΝ

Είναι ὄργανον, διὰ τοῦ ὁποίου μετροῦμεν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

1 Τὸ Ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

● Τοῦτο (σχ. 1) εἶναι εἰς σωλὴν Torricelli, 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 πᾶν ὑποδιαίρεσιν τῆς πλακὸς ὅτι ἀντιστοιχεῖ πάντοτε εἰς τὴν στάθμην τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης.

Ἐστω ὅτι ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα φθάνει εἰς τὴν ὑποδιαίρεσιν 752 mm. Εἰς τὰ σημεῖα Α καὶ Β, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ τῆς ἐλευθερίας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης, ὅταν ὁ ὑδράργυρος ἰσορροπῇ, ἐνεργεῖ ἴση πίεσις. Δηλ. εἰς μὲν τὸ Β ἐνεργεῖ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, εἰς δὲ τὸ σημεῖον Α ἡ πίεσις στήλης ὑδραργύρου 752 mm.

Συμπέρασμα: Ἐὰν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἰσορροπῇ στήλῃν ὑδραργύρου, ὕψους 752 mm, λέγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐκείνῃ τὴν στιγμὴν εἶναι 752 mm ὑδραργύρου.

2 Τὸ μεταλλικὸν βαρόμετρον.

Τὸ ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον παρουσιάζει μεγάλον ὄγκον, εἶναι εὐθραυστον καὶ μεταφέρεται δυσκόλως. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν τὸ μεταλλικὸν βαρόμετρον, εἰς τὸ ὁποῖον τὴν πιεστικὴν δύναμιν τῆς ἀτμοσφαίρας ἰσορροπεῖ ἡ δύναμις ἐνὸς ἐλατηρίου.

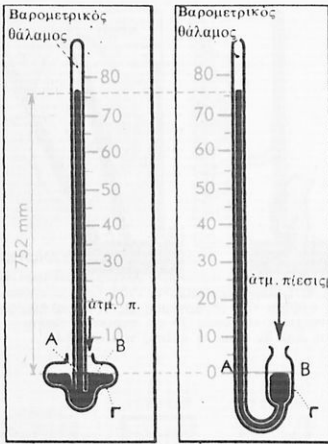
● Τὸ κύριον μέρος τοῦ ὄργανου τούτου ἀποτελεῖται ἐξ ἐνὸς κυλινδρικοῦ τυμπάνου μὲ μεταλλικὰ ἐλαστικά τοιχώματα.

● Τί θὰ συμβῇ, ἐὰν ἐξαχθῇ ὁ ἀήρ ἐξ αὐτοῦ τοῦ τυμπάνου ;

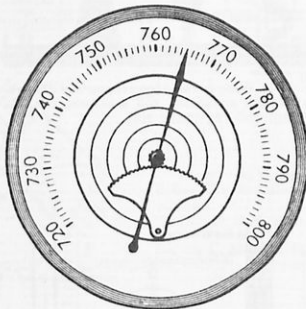
Ἐὰν προηγουμένως προσαρμόσωμεν ἐν ἐλατήριο εἰς τὸ ἐσωτερικόν του, ὅπως βλέπομεν εἰς τὸ σχ. 2, τότε τί θὰ ἐπιτύχωμεν ;

● 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.

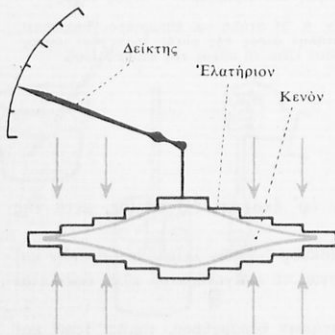
● Αἱ παραμορφώσεις αὐταῖ, ἀφοῦ ἐνισχυθοῦν, μεταδίδονται εἰς δείκτην, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἐμπροσθέν τε καὶ ὀπίσθεν τῆς πλακὸς μὲ ὑποδιαίρεσεις. Ἡ πλᾶξ αὕτη βαθμολογεῖται ἐν συγκρίσει πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.



Σχ. 1. Ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον

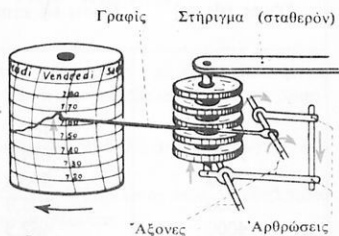
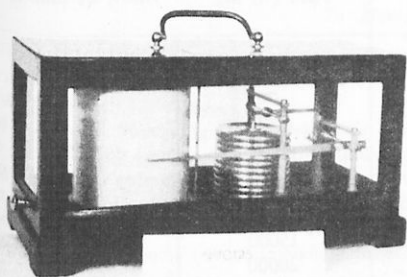


Μεταλλικὸν βαρόμετρον



Σχ. 2. Ἀρχὴ τοῦ μεταλλικοῦ βαρομέτρου

3 Τὸ αὐτογραφικὸν βαρόμετρον.



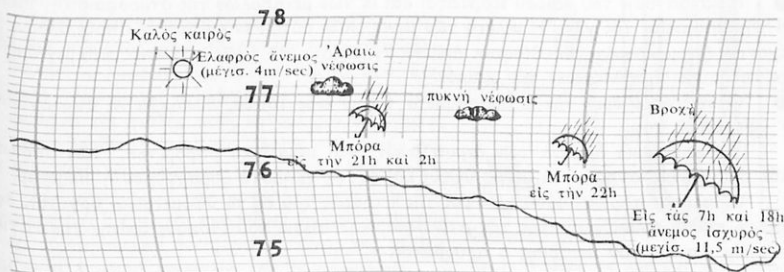
Σχ. 3

Σχ. 3. Ἀρχὴ τοῦ αὐτογραφικοῦ βαρομέτρου (Τὰ βέλη δεικνύουν τὴν κίνησιν εἰς τὴν περίπτωσιν 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 γλυκερινούχου μελάνης.

Τὸ στέλεχος ἀκολουθεῖ τὰς παραμορφώσεις τοῦ τυμπάνου, παλλόμενον εἰς κατακόρυφον ἐπίπεδον, ἐνῶ ἡ γραφίς, ἡ ὁποία ἀπτεται τῆς ἐπιφανείας ἐνὸς κυλίνδρου, ἐκτελοῦντος μίαν πλήρη περιστροφὴν εἰς μίαν ἑβδομάδα, σημειώνει καθ' ἑκάστην στιγμὴν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.



Ὁ κύλινδρος περιβάλλεται διὰ χαρτίνης ταινίας, ἐνθα σημειοῦνται αἱ ἡμέραι καὶ αἱ ὥραι· ἐπ' αὐτῆς ἡ γραφίς γράφει μίαν καμπύλην, ἡ ὁποία μᾶς ἐπιτρέπει τὴν παρακολουθήσιν τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐντὸς καθωρισμένου χρονικοῦ διαστήματος.

Τὸ βαρογράφημα αὐτὸ δεικνύει τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἰς τὸν αὐτὸν τόπον καὶ διὰ χρονικὸν διάστημα μίᾳς ἑβδομάδος.

Συμπέρασμα : Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις μεταβάλλεται καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον.

4 Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττοῦται μετὰ τοῦ ὕψους.

Βαρόμετρον, τὸ ὁποῖον δεικνύει 760 mm εἰς τὴν στάθμην τῆς θαλάσσης, θὰ δεικνύῃ τὴν ἰδίαν στιγμὴν εἰς ὕψος 1000 m τὸ πολὺ 675 mm.

● **Ἐξήγησις :** Ὅταν ἀνερχώμεθα κατὰ 10 m εἰς χαμηλὰ ὕψη, ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος 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 (εἰς m)	Πίεσις εἰς mmHg	Ύψος (εἰς m)	Πίεσις εἰς mmHg
—	—	—	—
0	760	8000	267
1000	674,1	9000	230,6
2000	596,2	10000	198,3
3000	525,8	11000	169,7
4000	462,3	12000	145,0
5000	405,2	15000	97,3
6000	353,9	20000	41,0
7000	308	30000	8,5

Τὸ βάρος ἐνὸς λίτρου ἀέρος γνωρίζομεν ὅτι εἶναι 1,3 p καὶ εἶναι ἴσον περίπου πρὸς τὸ βάρος στήλης ὑδραργύρου, ἡ ὁποία ἔχει μήκος 1 mm καὶ τομὴν 1 cm². Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιράς ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται κατὰ 1 mm, ὅταν ἀνερχώμεθα 10 m.

5 Ἐφαρμογαὶ τοῦ βαρομέτρου.

● Ἡ κατάσταση τοῦ καιροῦ ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Ἡ μελέτη τῶν μεταβολῶν αὐτῶν ἐν συνδυασμῷ πρὸς ἄλλους παράγοντας (θερμοκρασίας, διευθύνσεως ἀνέμου, ὑγρασίας κ.τ.λ.) μᾶς ἐπιτρέπει μετὰ μεγάλης πιθανότητος νὰ προβλέψωμεν τὸν καιρὸν.

● Ὅταν γνωρίζωμεν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἐνὸς τόπου, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ ὑψόμετρόν του.

Τὰ ὑψομετρικὰ ὄργανα τῶν ἀεροπλάνων εἶναι μεταλλικὰ βαρόμετρα, τῶν ὁποίων ἡ πλάξ εἶναι βαθμολογημένη εἰς μέτρα ὕψους καὶ ὄχι εἰς χιλιοστὰ ὑδραργύρου ἢ μιλίμπάρ.

Ὁ πιλότος παρακολουθεῖ τὸ ὕψος τῆς πτήσεώς του εἰς τὸ ὑψομετρικὸν ὄργανον, ἀφοῦ ρυθμίσῃ τοῦτο συμφωνῶς πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τοῦ ἐδάφους ἐκείνην τὴν στιγμήν, κατὰ τὴν ὁποίαν τοῦ μεταδίδει ὁ ἀσύρματος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὸ ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον εἶναι σωλὴν Torricelli, βαθμολογημένους εἰς ἑκατοστὰ καὶ χιλιοστὰ, ὁ ὁποῖος μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μετρώμεν τὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

2. Εἰς τὸ μεταλλικὸν βαρόμετρον ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἐλαστικῆς ἐπιφανείας ἐνὸς κενοῦ μεταλλικοῦ τυμπάνου.

Τὰς παραμορφώσεις τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς παρακολουθεῖ εἰς δείκτης, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἐμπροσθεν βαθμολογημένης πλακός. Ἡ βαθμολόγησις τῆς πλακός γίνεται ἐν συγκρίσει πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

3. Τὸ αὐτογραφικὸν βαρόμετρον 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 βαρόμετρον βαθμολογημένον εἰς μέτρα ὕψους.

5. Τὸ βαρόμετρον χρησιμεύει εἰς τὰς μετεωρολογικὰς ὑπηρεσίας διὰ τὴν πρόγνωσιν τοῦ καιροῦ.

ΠΙΕΣΕΙΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΑΙ ΥΠΟ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Τὸ Μανόμετρον

1 α) Παρατήρησις. Ἐὰν ἀνοίξωμεν πρὸς στιγμὴν τὴν στρόφιγγα τοῦ φωταερίου ἢ τοῦ ὑγραερίου, θὰ ἀκούσωμεν ὀδὺν συριγμόν, ὃ ὁποῖος φανερώνει ὅτι τὸ αἶριον ἐξέρχεται ὀρμητικῶς ἐξ αὐτῆς.

● Τὸ αὐτὸ θὰ συμβῇ, ἐὰν ἀνοίξωμεν τὴν βαλβίδα ἐλαστικοῦ ποδηλάτου, ἐνῶ συγχρόνως θὰ ἴδωμεν αὐτὸ ἐκκενούμενον (νὰ ξεφουσκώνῃ).

● Τὰ αἶρια (φωταερίον, ὑγραερίον) ἐντὸς τῶν σωλῆνων καὶ ὁ ἀήρ ἐντὸς τῶν ἀεροθαλάμων (ἐλαστικῶν) πιέζουν τὰ τοιχώματα, ὑπὸ τῶν ὁποίων περιορίζονται.

Ὅταν εἰς τὰ τοιχώματα αὐτὰ ὑπάρχῃ ἀνοιγμα, ἐπειδὴ ἡ πίεσις τοῦ αἰρίου εἶναι μεγαλύτερα τῆς ἐξωτερικῆς (ἀτμοσφαιρικῆς), τὸ αἶριον ἐξέρχεται ἐκ τοῦ ἀνοίγματος.

β) Μέτρησις. Συνδέομεν τὴν στρόφιγγα τοῦ φωταερίου εἰς *μανόμετρον δι' ὕδατος* (σχ. 1) καὶ μετροῦμεν τὸ ὕψος Α μεταξὺ τῆς στάθμης Α καὶ Β τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος : 8 cm.

● Γνωρίζομεν ὅτι ἡ πίεσις ἐντὸς ρευστοῦ εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου BB'.

Εἰς τὸ σημεῖον Β' ἡ πίεσις εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν, ἠὲξημένη κατὰ τὸ βάρος στήλης ὕδατος, τομῆς 1 cm² καὶ ὕψους 8 cm, δηλ. 8 p/cm².

● Ἐπειδὴ ἡ αὐτὴ πίεσις ἀσκεῖται καὶ εἰς τὸ σημεῖον Β, ἡ πίεσις τοῦ φωταερίου εἰς τοὺς σωλῆνας *ἐπεμβαίνει κατὰ 8 p/cm² τὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως*.

● Θερμαίνομεν ἐλαφρῶς σφαιρικὴν φιάλην, κλειστήν διὰ πώματος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον διέρχεται ὕαλινος 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 Α αὐτὴν τὴν φοράν εὐρίσκεται χαμηλότερον τοῦ σημείου Β (σχ. 2).

Ἐὰν μετρήσωμεν τὴν διαφορὰν ὕψους τῶν δύο σημείων (π.χ. 8 cm) καὶ σκεφθῶμεν ὡς καὶ προηγουμένως, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ πίεσις ἐντὸς τῆς φιάλης *εἶναι κατὰ 8 p/cm² μικροτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς*.

● Διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν πίεσιν τοῦ αἰρίου καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὴν τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐκείνην τὴν στιγμὴν (75 cmHg) ἐπομένως :

$$13,6 \text{ p/cm}^2 \times 75 \text{ cm} = 1020 \text{ p/cm}^2.$$

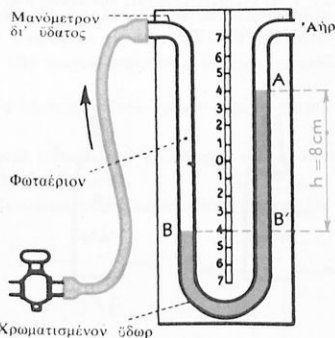
Ἡ πίεσις τοῦ φωταερίου εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν σωλῆνων εἶναι :

$$1020 \text{ p/cm}^2 + 8 \text{ p/cm}^2 = 1028 \text{ p/cm}^2.$$

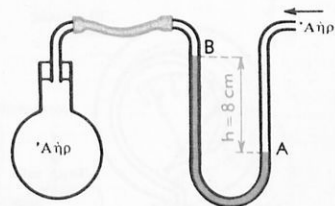
Ἡ πίεσις εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς φιάλης εἶναι :

$$1020 \text{ p/cm}^2 - 8 \text{ p/cm}^2 = 1012 \text{ p/cm}^2.$$

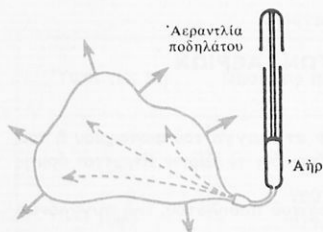
Συμπέρασμα: Τὰ αἶρια ἀσκοῦν πίεσιν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἶναι περιορισμένα.



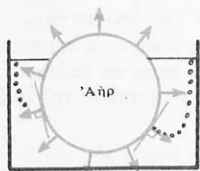
Σχ. 1. Ἡ πίεσις τοῦ αἰρίου εἰς τὰς σωλῆνας εἶναι μεγαλύτερα κατὰ 8 p/cm² ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν.



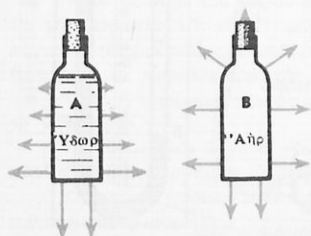
Σχ. 2. Ἡ πίεσις τοῦ θερμοῦ αἰρός ἐντὸς τῆς φιάλης εἶναι κατὰ 8 p/cm² κατωτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.



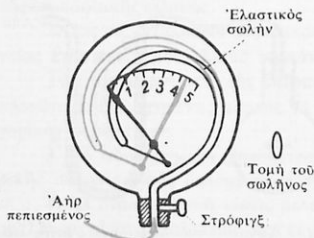
Σχ. 3. Η πίεσις του εισερχομένου αέρος εις τὴν ἐλαστικὴν κύστιν ὥθει τὰ τοιχώματά της.



Σχ. 4. Ὁ ἐγκεκλεισμένος εἰς τὴν κύστιν αἰρ ἄσκει πίεσιν καθέτως πρὸς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της.



Σχ. 5. Εἰς τὴν φιάλην Α ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἄσκει τὸ ὕδωρ, αὐξάνει μετὰ τοῦ βαθύτος. Εἰς τὴν φιάλην Β ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἄσκει ὁ αἰρ, εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων της.



Σχ. 6. Μεταλλικὸν μανόμετρον.

2 Χαρακτηριστικὰ τῆς πίεσεως τὴν ὁποῖαν ἄσκουν τὰ ἀέρια.

● Ὅταν πληροῦμεν αἶρος τὸν ἀεροθάλαμον σφαίρας (μπάλας) ποδοσφαίρου, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς ἐκάστην κίνησιν τοῦ ἐμβόλου τῆς ἀντλίας πρὸς τὰ μέσα τὰ τοιχώματά του ὥθουνται πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις. Τελικῶς ὁ ἀεροθάλαμος λαμβάνει τὸ σφαιρικὸν τοῦ σχήμα (σχ. 3).

● Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν πλήρη ἀεροθάλαμον εἰς τὸ ὕδωρ ὑαλίνου δοχείου καὶ τὸν τρυπήσωμεν εἰς διάφορα σημεῖα διὰ βελόνης, παρατηροῦμεν φυσαλίδας αέρος νὰ ἐξέρχονται κατ' ἀρχὴν καθέτως πρὸς τὴν ἐπιφάνειάν του καὶ ἔπειτα νὰ διευθύνονται πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 4).

3 Σύγκρισις τῆς πίεσεως ἐνὸς αἰρίου πρὸς τὴν πίεσιν ἐνὸς ὕγρου (σχ. 5).

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς τὴν φιάλην Α, πιεῖ 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 αἰρ ἐπίσης λόγῳ τοῦ βάρους του πιεῖ τὰ τοιχώματα τῆς φιάλης Β. Ἡ πίεσις ὁμως αὕτη εἶναι πολὺ μικρὰ καὶ δυνάμεθα νὰ τὴν παραβλέψωμεν. Διότι, ἐνῶ 1 dm^3 ὕδατος ζυγίζει 1 Kp , 1 dm^3 αέρος ζυγίζει $1,3 \text{ p}$.

Ἡ πίεσις εἰς τὴν περίπτωσιν αὕτην ὀφείλεται εἰς τὴν ιδιότητα τοῦ ἑκτατοῦ τῶν αἰρίων.

Γνωρίζομεν ὅτι τὰ μόρια τῶν αἰρίων εὑρίσκονται εἰς συνεχῇ πίεσιν καὶ διὰ τοῦτο προσκρούουν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, τὰ ὁποῖα τὰ περιέχουν.

Αἱ προσκρούσεις αὗται ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν πίεσιν τοῦ αἰρίου.

Συμπέρασμα: Ὁ περιορισμένος ἐντὸς δοχείου αἰρ ἄσκει πιεστικὴν δύναμιν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω. Ἡ πίεσις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων ἐνὸς μικροῦ ὕψους δοχείου, περιέχοντος αἶρα, εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα.

4 Μέτρησις τῆς πίεσεως ἐνὸς αἰρίου.

Διὰ νὰ μετρήσωμεν τὴν πίεσιν τοῦ φωταερίου, χρησιμοποιοῦμεν τὸ μανόμετρον δι' ὕδατος. Δι' αὐτοῦ δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν διαφορὰν πίεσεως, κατὰ μερικὰ p/cm^2 μεγαλυτέραν ἢ μικροτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ ὕδωρ τοῦ μανομέτρου δι' ὑδραργύρου, τότε εἰς διαφορὰν ὕψους τῆς μανομετρικῆς στηλῆς 1 cm θὰ ἀντιστοιχῇ διαφορὰ πίεσεως $13,6 \text{ p/cm}^2$.

Πρὸς μέτρησιν μεγάλων ἢ μικρῶν πιέσεων χρησιμοποιοῦμεν ἐπίσης καὶ τὸ **μεταλλικὸν μανόμετρον**.

Τὸ αέριον, 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 βελὼν, ἡ ὁποία δεικνύει τὴν πίεσιν ἐπὶ βαθμολογημένης πλάκας. Ἡ βαθμολόγησις γίνεται συγκριτικῶς εἰς p/cm^2 ἢ εἰς ἀτμοσφαίρας.

5 Παραδείγματα πίεσεως αερίων.

Ἐπειδὴ τὰ αέρια εἶναι συμπιεστά, αἱ πιέσεις, τὰς ὁποίας ἀσκοῦν, παρουσιάζουν μεγάλας διαφοράς.

Οἱ ἠλεκτρικοὶ λαμπτήρες περιέχουν αέρια ὑπὸ πολὺ μικρὰν πίεσιν (κλάσμα χιλιοστοῦ ὑδραργύρου).

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 ὕδρογονον καὶ τὸ ὀξυγονον, τὰ ὁποία χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὰ ὀξυγονοκολλήσεις, εἶναι περιωρισμένα εἰς χαλυβιδίνας ὀβίδας ὑπὸ πίεσιν 150 Kp/cm^2 .

Ἐντὸς τῆς κάννης ὀπλου ἡ πίεσις τῶν αερίων, τὰ ὁποία παράγονται ἐκ τῆς καύσεως τῆς πυρίτιδος, φθάνει εἰς πολλὰς χιλιάδας Kp/cm^2 .

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ αέρια εἶναι ρευστά, συμπιεστά, ἐλαστικά καὶ ἑκτατά, ἀσκοῦν δὲ πιεστικὰς δυνάμεις ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων, τὰ ὁποία τὰ περικλείουν.

2. Ἡ πιεστικὴ δύναμις, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ἓν αέριον, ὀφείλεται εἰς τὴν ιδιότητα τοῦ ἑκτατοῦ τοῦ αερίου. Ἡ πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῶν τοιχωμάτων ἐνὸς δοχείου, μικροῦ ὅγκου.

3. Πρὸς μέτρησιν τῆς πίεσεως ἐνὸς εὐρίσκομένου εἰς περιορισμένον χῶρον αερίου χρησιμοποιοῦμεν τὸ μανόμετρον.

Τὸ ἀπλοῦστερον μανόμετρον ἀποτελεῖται ἐξ ἐλαστικοῦ μεταλλικοῦ σωλήνος, τοῦ ὁποίου αἱ ἀλλαγαὶ τοῦ σχήματος παρακολουθοῦνται ὑπὸ ἐνδεικτικῆς βελὼνης.

4. Ἡ πίεσις ἐνὸς αερίου δύναται νὰ μεταβάλλεται ἐντὸς μεγάλων περιθωρίων (ἀεροθάλαμοι: $1,5 - 2 \text{ Kp/cm}^2$ αέρια εἰς ὀβίδας: 150 Kp/cm^2).

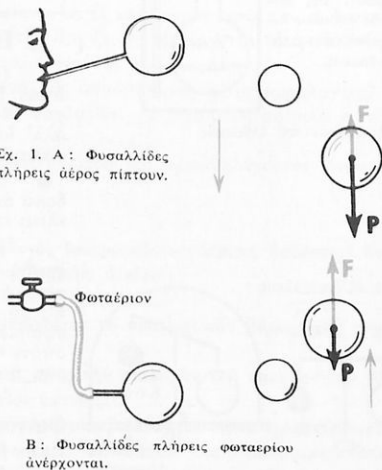
330N **ΜΑΘΗΜΑ** : Πιέσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν αερίων.

"Ἀνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους εἰς τὰ αέρια.

1 **Παρατήρησις.** Αἱ φουσαλλίδες (σαπουνόφουσκες), ὅταν εἶναι πλήρεις αέρος, ἔξερχομένου ἐκ τῶν πνευμόνων μας, πίπτουν, ἐνῶ, ὅταν εἶναι πλήρεις φωταερίου, ἀνέρχονται (σχ. 1 Α καὶ Β).

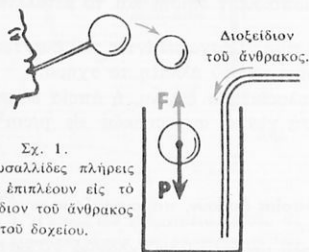
Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ βάρος τῆς φουσαλλίδος (P) εἶναι μεγαλύτερον τῆς ἀνώσεως (F) : $P > F$, ἐνῶ εἰς τὴν δευτέραν μικρότερον : $P' < F$.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ φωταερίου ὡς πρὸς τὸν αέρα εἶναι 0,5 καὶ ἐπομένως μία φουσαλλίς αέρος θὰ εἶναι διπλασίου βάρους μίᾳ ἴσης ἐκ φωταερίου, ἐνῶ ἡ ἀνωσις τῶν παραμένει ἡ αὐτή.



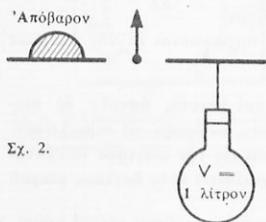
Σχ. 1. Α : Φουσαλλίδες πλήρεις αέρος πίπτουν.

Β : Φουσαλλίδες πλήρεις φωταερίου ἀνέρχονται.

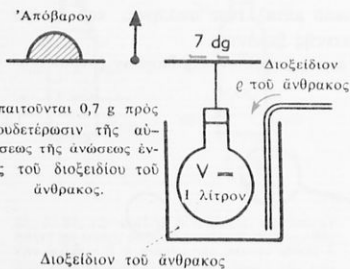


Σχ. 1.

Γ: Φυσαλλίδες πλήρεις αέρος επιπλέουν εις τὸ διοξειδίου του άνθρακος τοῦ δοχείου.

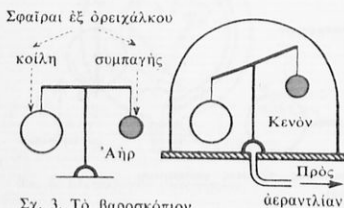


Σχ. 2.



Ἀπαιτοῦνται 0,7 g πρὸς ἐξουδετέρωσιν τῆς αὐξήσεως τῆς ἀνώσεως ἐντὸς τοῦ διοξειδίου τοῦ άνθρακος.

Διοξειδίου του άνθρακος



Σχ. 3. Τὸ βαροσκόπιον

Ἡ φυσαλλίς, ἂν καὶ εἶναι πλήρης αέρος, δὲν πίπτει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου (σχ. 1 Γ), διότι ἡ σχετικὴ πυκνότης τοῦ διοξειδίου τοῦ άνθρακος, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ δοχεῖον, εἶναι περίπου 1,5 καί, ὡς ἐκ τούτου, ἡ ἀνωσις εἶναι 1,5 φορές μεγαλύτερα τοῦ βάρους τῆς.

Δυνάμεθα νὰ παρομοιάσωμεν τὴν φυσαλλίδα εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν πρὸς φελλὸν ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

2 Μέτρησις τῆς ἀνώσεως τοῦ Ἀρχιμήδους.

Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ δίσκου ζυγοῦ κλειστὴν σφαιρικὴν φιάλην γνωστοῦ ὄγκου: π.χ. 1 l, καὶ τὴν ἰσορροποῦμεν δι' ἀντίβαρον, τιθεμένου εἰς τὸν ἄλλον δίσκον (σχ. 2).

Ἐὰν βυθίσωμεν τὴν φιάλην εἰς δοχεῖον, τὸ ὁποῖον περιέχει διοξειδίου τοῦ άνθρακος, ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται. Διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἰσορροπία, πρέπει νὰ προσθέσωμεν εἰς τὸν δίσκον, ὁποῖος φέρει τὴν φιάλην, βάρος 0,7 p.

Ἐν λίτρον διοξειδίου τοῦ άνθρακος ζυγίζει 2 p περίπου.

Ἐν λίτρον αέρος ζυγίζει 1,3 p.

Τὸ βάρος 0,7 p, τὸ ὁποῖον ἐθέσαμεν εἰς τὸν δίσκον, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν αὐξάνει τῆς ἀνώσεως, τὴν ὁποῖαν ὑπέστη ἡ φιάλη, ὅταν ἐκ τοῦ αέρος τὴν ἐβυθίσωμεν εἰς τὸ διοξειδίου τοῦ άνθρακος.

Ἡ ἀνωσις τοῦ Ἀρχιμήδους F εἶναι τὸν αέρα ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος 1 l αέρος, ἥτοι: $F = 1,3 p$.

Ἐνῶ, ὅταν εὐρίσκεται 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, εὐρισκόμενον ἐντὸς ἰσορροποῦντος αερίου, ὑφίσταται ἀνωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου αερίου.

3 Πραγματικὸν βάρος - φαινόμενον βάρος.

Τὸ βαροσκόπιον (σχ. 3) εἶναι ζυγὸς φέρων ἴσους βραχίονας. Εἰς τὰ ἄκρα τῆς φάλαγγος τοῦ ζυγοῦ ἐξαρτῶμεν δύο σφαῖρας διαφορετικοῦ ὄγκου, ἀλλ' ἴσου φαινομένου βάρους, καί, ὡς ἐκ τούτου, ἡ φάλαγγ ἰσορροπεῖ ὀριζωντίως.

● Ἐὰν τοποθετήσωμεν τὸ ὄργανον ὑπὸ τὸν κῶδωνα ἀεραντλίας καὶ ἀφαιρέσωμεν τὸν αέρα, ἡ φάλαγγ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγάλης σφαίρας.

Ἐξήγησις: Ἐντὸς τοῦ αέρος ἡ κενὴ σφαῖρα, ἐπειδὴ ἔχει μεγαλύτερον ὄγκον, ὑφίσταται μεγαλύτεραν ἀνωσιν ἀπὸ τὴν πλήρη καὶ μικροτέραν σφαῖραν. Εἰς τὸ κενὸν ὁμως δὲν ὑφίσταται ἀνωσις. Ἐπὶ τῶν σφαιρῶν ἐνεργεῖ μόνον τὸ πραγματικὸν τῶν βάρους, ὅποτε ἡ φάλαγγ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς κενῆς σφαίρας, ἡ ὁποία εἶναι καὶ ἡ βαρυτέρα.

Γενικῶς ἐντὸς τοῦ αέρος ὑφίσταται σχέσις:

Φαινόμενον βάρος ἐνὸς σώματος = Πραγματικὸν βάρος τοῦ σώματος - βάρος ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος αέρος.

Ἡ ἄνωσις εἰς τὸν ἀέρα εἶναι ἀμελητέα, ὅταν τὸ σῶμα ἔχει εἰδικὸν βάρος πολὺ μεγαλύτερον τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ἀέρος (στερεὰ καὶ ὑγρά σώματα). Πρέπει ὅμως νὰ ὑπολογίζεται, ὅταν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος πλησιάζῃ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος (π.χ. ἐν ἀέριον).

4 Ἀερόστατα.

Τὸ ἀερόστατον ἀποτελεῖται ἐξ ἐλαστικῆς σφαίρας (μπαλόνι) πλήρους ἐλαφροῦ ἀερίου, π.χ. ὑδρογόνου ἢ ἡλίου (σχ. 4). Οἱ ἐπιβάται του (ἀεροναῦται) εὐρίσκονται ἐντὸς ἐλαφροῦ λέμβου, ἐξηρητημένης διὰ δικτύου ἐκ τοῦ ἀερόστατου.

Ἐὰν ὁ ὄγκος τοῦ ἀερόστατου εἶναι 1000 m^3 , τότε τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος πλησίον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς εἶναι :

$$1,3 \text{ Kp/m}^3 \times 1000 \text{ m}^3 = 1300 \text{ Kp}$$

Τὸ ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον περικλείει τὸ περίβλημά του, ζυγίζει :

$$0,09 \text{ Kp/m}^3 \times 1000 \text{ m}^3 = 90 \text{ Kp}$$

Ἔστω δὲ ὅτι τὸ περίβλημα, οἱ ἐπιβάται, ἡ λέμβος, τὰ ὄργανα καὶ τὰ ὑλικά ζυγίζουν ὅλα μαζί περίπου 1180 Kp .

Τὸ ἀερόστατον λοιπὸν μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ζυγίζει :

$$1180 \text{ Kp} + 90 \text{ Kp} = 1270 \text{ Kp},$$

δηλαδή $1300 \text{ Kp} - 1270 \text{ Kp} = 30 \text{ Kp}$ ὀλιγώτερον τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον ἐκτοπίζει.

Ἡ δύναμις αὐτὴ τῶν 30 Kp , ἡ ὁποία εἶναι ἡ συνισταμένη τοῦ συνολικοῦ βάρους τοῦ ἀερόστατου καὶ τῆς ἀνώσεως του, λέγεται ἀνυψωτικὴ δύναμις τοῦ ἀερόστατου.

Ἀνυψωτικὴ δύναμις = Βάρος ἐκτοπιζομένου ἀέρος (ἀνωσις) — συνολικὸν βάρος ἀερόστατου.

Ὅσον ἀνέρχεται τὸ ἀερόστατον, ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐλαττοῦται, ὁ ἀήρ γίνεταί ἀραιότερος καὶ ἡ πυκνότης του μικρότερα. Ἐπειδὴ ἐλαττοῦται ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος, τὸ ἀέριον ἐκφεύγει ἀπὸ ἐν ἄνοιγμα, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος του, ἡ ἀνυψωτικὴ δύναμις καθίσταται μικρότερα καὶ τὸ ἀερόστατον ἀρχίζει νὰ κατέρχεται. Διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἐκ νέου, οἱ ἀεροναῦται ρίπτουν μέρος τῆς ἄμμου ἐκτὸς τῆς λέμβου. Διὰ :

Διὰ νὰ ἐρευνήσουν τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι χρησιμοποιοῦν ἀερόστατα — βολίδας, ἀνευ ἐπιβατῶν, τὰ ὁποῖα μεταφέρουν αὐτογραφικὰ ὄργανα.

Τὰ ὄργανα αὐτὰ εἶναι ἐφωδιασμένα δι' ἀλεξιπτῶνα καὶ περισυλλέγονται, ὅταν προσγειωθῶν.



Σχ. 4. Τὸ Ἀερόστατον

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Πάν σῶμα, εὐρισκόμενον ἐντὸς ἰσορροποῦντος ἀερίου, ὑφίσταται ἄνωσιν ἰσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀερίου.

2. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ ἀέρια.

3. Ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας πρέπει νὰ διακρίνωμεν τὸ πραγματικὸν βάρος ἑνὸς σώματος ἀπὸ τὸ φαινόμενον.

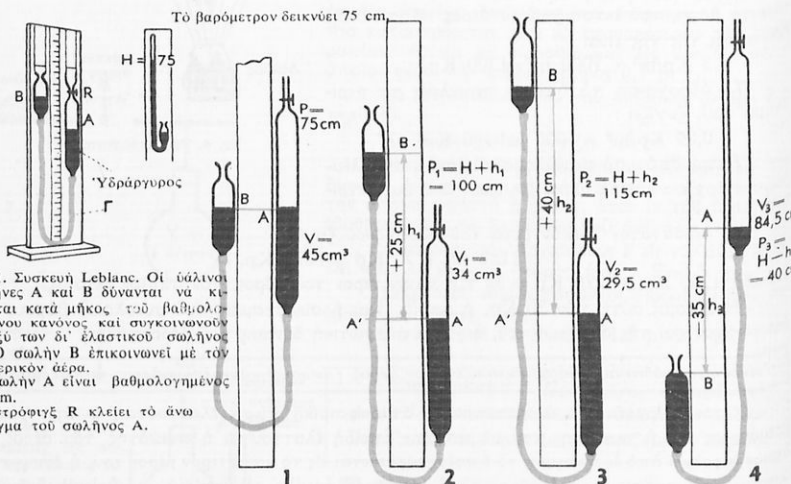
Τὸ φαινόμενον βάρος ἑνὸς σώματος ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τοῦ πραγματικοῦ βάρους τοῦ σώματος καὶ τοῦ βάρους τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον ἐκτοπίζει.

4. Τὰ κατευθυνόμενα ἀερόστατα καὶ τὰ ἀερόστατα — βολίδες, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦν αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι πρὸς μελέτην τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας, ἀνέρχονται λόγῳ τῆς ἀνώσεως τοῦ Ἀρχιμήδους, τὴν ὁποίαν ἀσκεῖ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ.

ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ MARIOTTE

1 Παρατήρησης. Κλείομεν τὸ ἀνοίγμα ἀντλίας ποδηλάτου καὶ ὠθοῦμεν τὸ ἐμβόλον της. Ἄν καὶ δὲν δύναται ὁ ἀήρ νὰ ἐξέλθῃ τοῦ κυλίνδρου, ἐν τούτοις ὁ ὄγκος του ἐλαττοῦται. Μάλιστα, ὅσον μεγαλυτέραν δύναμιν ἀσκούμεν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου, τόσον ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἐλαττοῦται.

Συμπέρασμα : "Ὅσον ἐλαττοῦται ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται περιορισμέ-
νος εἰς τὸν κύλινδρον τῆς ἀντλίας, τόσον ἀυξάνει ἡ πίεσις του.



2 Μέτρησις. Ἡ συσκευή τοῦ σχήματος 1 (Leblanc) μᾶς ἐπιτρέπει νὰ μελετήσωμεν τὴν μεταβολὴν ἑνὸς ἀερίου, ὅταν μεταβάλλεται ἡ πίεσις του ὑπὸ σταθεράν θερμοκρασίαν.

Ἐστω ὅτι τὸ πείραμα ἐκτελεῖται ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν 75 cm Hg.

α) Ὄταν ἡ στρόφιγξ 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 αὐτήν, ἔχει πίεσιν ἴσην πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν : 75 cmHg καὶ ὄγκον 45 cm³.

β) Μὲ κλειστὴν τὴν στρόφιγγα R μετακινουῦμεν τοὺς δύο σωλῆνας εἰς τρόπον, ὥστε ἡ στάθμη Β νὰ εὐρίσκεται εἰς ὕψος $h_1 = 25 \text{ cm}$ 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 : $P_1 = 100 \text{ cmHg}$, δηλ. (75 + 25) cmHg.

Ὁγκος περιορισμένου ἀέρος : $V_1 = 34 \text{ cm}^3$.

γ) Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ προηγούμενον πείραμα μὲ κλειστὴν τὴν στρόφιγγα R, ἀλλὰ

ἤδη ἡ στάθμη Β νὰ εὐρίσκεται εἰς ὕψος $h_2 = 40 \text{ cm}$ ἄνω τῆς στάθμης Α.

$$P_2 = 75 \text{ cmHg} + 40 \text{ cmHg} = 115 \text{ cmHg}.$$

Ὁ ὄγκος τοῦ περιωρισμένου ἀέρος εἶναι $V_2 = 29,5 \text{ cm}^3$.

δ) Ἐάν ἡ στάθμη Β εὐρίσκεται 35 cm χαμηλότερον τῆς Α : $h_3 = 35 \text{ cm}$.

Ἡ πίεσις εἰς τὸ Α εἶναι : $P_3 = 75 \text{ cmHg} - 35 \text{ cmHg} = 40 \text{ cmHg}$

καὶ ὁ ὄγκος τοῦ περιωρισμένου ἀέρος : $V_3 = 84,5 \text{ cm}^3$.

Διὰ τοῦ ἰδίου τρόπου ἐκτελοῦμεν σειρὰν πειραμάτων, τὰ ἀποτελέσματα τῶν ὁποίων γράφομεν εἰς πίνακα. Ἀτμοσφαιρική 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

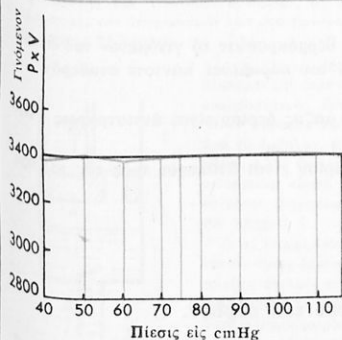
Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ γινόμενον τῆς πίεσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον προσεγγίζει πάντοτε τὸν ἀριθμὸν 3375.

Ἡ πειραματική αὐτὴ ἐπαλήθευσις μᾶς ἐπιτρέπει νὰ διατυπώσωμεν τὸν ἀπλοῦν νόμον τοῦ Mariotte :

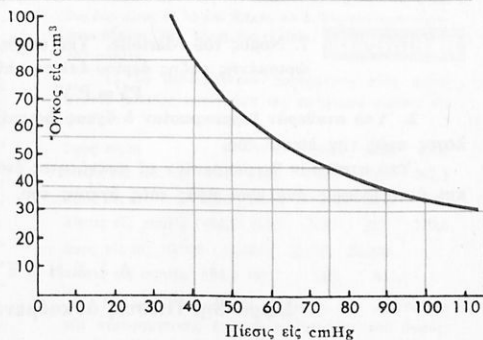
Νόμος τοῦ Mariotte : Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν τὸ γινόμενον τῆς πίεσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον ὁρισμένης μάζης ἀερίου παραμένει πάντοτε σταθερόν :

$$P \times V = P' \times V' \quad \eta \quad \frac{P}{P'} = \frac{V'}{V}$$

Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ὁ ὄγκος ὁρισμένης μάζης ἀερίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσιν του.



Σχ. 2. Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν τὸ γινόμενον τῆς πίεσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον ὁρισμένης μάζης ἀερίου εἶναι πάντοτε σταθερόν. $PV = P'V'$



Σχ. 3. Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ὁ ὄγκος ὁρισμένης μάζης ἀερίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσιν του.

3 Μεταβολὴ τῆς πυκνότητος ἀερίου συναρτήσκει τῆς πίεσεώς του.

Ἐάν M εἶναι ἡ μάζα ἐνὸς ἀερίου :

α) Ὑπὸ πίεσιν P ὁ ὄγκος του εἶναι V καὶ ἡ πυκνότης του $\rho = \frac{M}{V}$

β) 'Υπό πίεσιν P' ὁ ὄγκος του γίνεται $\rho' = \frac{M}{V'}$

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{\frac{M}{V}}{\frac{M}{V'}} = \frac{M}{V} \times \frac{V'}{M} \text{ ἢ } \frac{\rho}{\rho'} = \frac{V'}{V}$$

δηλ. αἱ πυκνότητες εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τοὺς ὄγκους τοῦ αἰρίου.

Ἐχομεν ὁμῶς ἐπαληθεύσει πειραματικῶς ὅτι :

$$\frac{P}{P'} = \frac{V'}{V} \text{ καὶ ἔπομένως } \frac{\rho}{\rho'} = \frac{P}{P'}$$

'Υπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν αἱ πυκνότητες ἐνὸς αἰρίου εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς πιέσεις του.

4 Ἐφαρμογή. 'Υπὸ κανονικὴν πίεσιν μᾶζα 44 g διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος κατέχει ὄγκον 22,4 l.

'Ἡ πυκνότης τοῦ αἰρίου αὐτοῦ θὰ εἶναι :

$$\frac{44g}{22,4l} = 1,96 \text{ g/l}$$

'Υπὸ πίεσιν 10 atm καὶ σταθερὰν θερμοκρασίαν ἡ ἴδια μᾶζα αἰρίου (44 g) κατέχει ὄγκον :

$$\frac{22,4l}{10} = 2,24l$$

καὶ ἡ πυκνότης τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος θὰ εἶναι τώρα :

$$\frac{44 \text{ g}}{2,24 l} = 19,6 \text{ g/l}$$

'Εὰν ἡ πίεσις ἐνὸς αἰρίου δεκαπλασιασθῇ, καὶ ἡ πυκνότης του δεκαπλασιαζέται.

5 Σχετικὴ πυκνότης.

'Επειδὴ ἡ σχετικὴ πυκνότης ἐνὸς αἰρίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι ὁ λόγος μιᾶς μάζης αἰρίου πρὸς τὴν μᾶζαν ἴσου ὄγκου ἀέρος, ὅταν καὶ τὰ δύο αἲρια εὐρίσκονται ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως, διὰ τοῦτο ἡ σχετικὴ πυκνότης ἐνὸς αἰρίου δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς πίεσεως.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Νόμος τοῦ Mariotte. 'Υπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ὀρισμένης μάζης αἰρίου ἐπὶ τὴν πίεσίν του παραμένει πάντοτε σταθερόν.

$$PV = P'V'$$

2. 'Υπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ὁ ὄγκος ὀρισμένης μάζης αἰρίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσίν του.

'Υπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν αἱ πυκνότητες ἐνὸς αἰρίου εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς πιέσεις καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τοὺς ὄγκους του.

A Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

Σειρὰ 8η: Πιέσεις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν αἰρίων.

Σημείωσις: Εἰς ὅλα τὰ προβλήματα θὰ λαμβάνωμεν εἰδικὸν βάρος ὑδραργύρου 13,6 p/cm².

1 Ἀτμοσφαιρική πίεσις

1. Νὰ ὑπολογισθοῦν εἰς p/cm² καὶ εἰς millibars ἀτμοσφαιρικαὶ πιέσεις, μετρηθεῖσαι διὰ στήλης ὑδραργύρου, ὕψους 68 cm, 72,2 cm, 752 mm.

2. Εἰς τὴν κορυφὴν ὄρους ἡ ἀτμοσφαιρική πί-

εσις εἶναι 478 mm ὑδραργύρου. Ποία εἶναι ἡ τιμὴ αὐτῆς τῆς πίεσεως εἰς mBar (μιλμπάρ) καὶ εἰς ἀτμοσφαίρας;

3. Εἰς ποίας τιμὰς ὕψους τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἀντιστοιχοῦν αἱ πιέσεις: 538 p/cm²; 1 Kp/cm²; 1028 mBar; 0,730 atm;

4. 1 Kp ἰσοδυναμεῖ εἰς τὸ Παρίσι πρὸς 9,81 N, τὸ ὅποιον εἶναι μονὰς δυνάμεως. Τὸ 1 N ἀνὰ τετραγωνικὸν μέτρον εἶναι μονὰς πίεσεως (N/m²)· τῆς πί-

σως δηλ., ή όποία ύσκειται υπό δυνάμεως 1 Ν, όταν αυτή ενεργή καθέτως και όμοιομόρφως επί επιφανείας 1 m². Νά υπολογισθή εις Ν/μ² ατμοσφαιρική πίεσις 76 cm ύδραργύρου.

5. 'Ο δίσκος ένός άγκίστρου-«βεντούζας» έξ ελαστικού έχει διάμετρον 8 cm και είναι τελείως έφηρμοσμένος επί όριζοντίου τοιχώματος. Ποίον μέγιστον βάρος δύναται νά εξαρτηθή έξ αυτού, εάν ή ατμοσφαιρική πίεσις είναι 76 cmHg;

6. 'Η επιφάνεια του σώματος του ανθρώπου υπολογίζεται εις 1 m² περίπου. 'Εάν ή ατμοσφαιρική πίεσις είναι 76 cmHg, πόση είναι ή έντασις της πιεστικής δυνάμεως, της άσκουμένης έφ' όλοκλήρου της επιφάνειας του δέρματος του ανθρώπου; Νά υπολογισθή ή δύναμις αυτή εις Κρ και εις Ν.

7. Εις τό πείραμα της κυστορραγίας χρησιμοποιούμεν κύλινδρον διαμέτρου 10 cm.

'Εάν ή πίεσις εις τό έσωτερικόν του κύλινδρου, κατά την θραυσίν της μεμβράνης, είναι 5 cmHg, νά έλθρη ή άσκουμένη επί της μεμβράνης πιεστική δύναμις (Άτμ. πίεσις 76 cmHg).

8. Τόν XVII αιώνα ό δημαρχος του Μαγδεμβούργου Otto de Guericke έπραγματοποίησε τό έξής πείραμα: Κατεσκεύασε δύο ήμισφαίρια διαμέτρου 20 cm, τά όποια έφηρμοζόν αεροστεγώς μεταξύ των. Έκ της σφαίρας ταύτης άφήρσε τόν άέρα, κατορθώσας νά επιτύχη τοιούτον κενόν, ώστε προς άποχωρισμόν των ήμισφαιρίων έχρησιάσθησαν 8 ίπποι.

'Αποδεικνύεται ότι ή εφαρμοζόμενη έφ' έκαστου ήμισφαιρίου πιεστική δύναμις είναι ίση προς έκείνην, ή όποια εφαρμόζεται επί κύκλου ίσης διαμέτρου προς τόν σφαίραν.

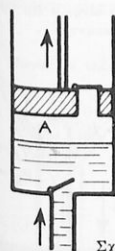
'Εάν δειχθώμεν ότι έχομεν πραγματοποιήσει τέλειον κενόν έντός της σφαίρας, νά υπολογισθή ή έντασις έκαστης των πιεστικών δυνάμεων, αί όποίαι άντιρροούν εις τόν άποχωρισμόν των δύο ήμισφαιρίων (Άτμ. πίεσις 75 cmHg).

9. Εις τό σχήμα 1 βλέπομεν την τομήν μιάς άναρροφητικής άντλίας. Όταν σύρμεν προς τά άνω τό έμβόλον, εις τόν χώρον Α της άντλίας δημιουργείται κενόν, όποτε τό ύδωρ άνέρχεται και τόν πληροί:

α) Μέχρι ποίου μεγίστου ύψους δύναται μία τοιαύτη άντλία νά άναβύσση ύδωρ εκ φρέατος, όταν ή ατμοσφαιρική πίεσις είναι 76 cmHg;

β) Μέχρι ποίου μεγίστου ύψους θ' άνύψωνε θαλάσσιον ύδωρ ειδικού βάρους 1,033 p/cm³;

10. 'Ο κύλινδρος άτμομηχανής συγκοινωνεί έφ' ενός μόν προς τόν λέβητα, ένθα ή πίεσις του άτμου είναι 12 Κρ/cm², άφ' έτέρου δέ προς τόν ατμοσφαιρικόν άέρα, ένθα ή πίεσις είναι 1 Κρ/cm². Νά υπολογισθή ή εφαρμοζόμενη επί του έμβόλου δύναμις, εάν ή διάμετρος του έμβόλου είναι 40 cm.



Σχ. 1.

11. 'Εκτελούμεν τό πείραμα του Τορρικέλλι με διάφορα ύγρα, όταν ή ατμοσφαιρική πίεσις είναι 76 cmHg. Εις ποίον ύψος άνωθεν του ύγρου της λεκανής θα εύρίσκεται ή στάθμη του ύγρου έντός του σωλήνος εις έκαστον 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 βαρόμετρον

12. Βαρόμετρον δεικνύει εις την βάσιν του πύργου του Eiffel 756 mmHg. Τι θα έδεικνυε την ίδίαν στιγμήν τό αυτό βαρόμετρον εις την κορυφήν του πύργου; (ύψος 300 m). Μέσον βάρος ένός λίτρου άέρος 1,25 p.

13. Παρατηρούμεν ότι ή ατμοσφαιρική πίεσις, την όποιαν δεικνύει έν βαρόμετρον, πίπτει κατά 2 cm, όταν τουτο μεταφέρεται εκ των προπόδων εις την κορυφήν λόφου. Ποία ή διαφορά ύψους μεταξύ των δύο τούτων σημείων του λόφου;

Μέσον βάρος ένός λίτρου άέρος 1,25 p.

14. Εις μετεωρολογικόν σταθμόν έσημειώθησαν αί κατωτέρω τιμαί της ατμοσφαιρικής πίεσεως εις χιλιοστόμετρον ύδραργύρου (mmHg):

ώρα:	0	2	4	6	8	10	12
mmHg:	755	751	747	745	746	750	753
ώρα:	14	16	18	20	22	24	
mmHg:	754	758	762	761	760	758	

Νά κατασκευασθή ή καμπύλη των μεταβολών της ατμοσφαιρικής πίεσεως συναρτήσει του χρόνου.

Λαμβάνομεν εις τόν όριζόντιον άξονα OX, 1 cm διά δύο ώρας (2 h) και άρχην τό 0. Εις τόν κατακόρυφον άξονα OY, 1 cm διά 2 mm. Άρχή πίεσεων: 745 mmHg.

15. Τό αυτόγραφικόν βαρόμετρον ένός αεροστάτου-βολίδος κατέγραψε τάς κατωτέρω πιέσεις εις mmHg:

ύψος εις m	0	1000	2000	3000	4000
πίεσις εις mmHg	760	674,1	596,2	525,8	462,3
ύψος εις m	5000	6000	7000	8000	9000
πίεσις εις mmHg	405,2	353,9	308	267	230,6
ύψος εις m	10.000	11.000	12.000	20.000	
πίεσις εις mmHg	198,3	169,7	145	41	

Νά κατασκευασθή ή καμπύλη των μεταβολών της ατμοσφαιρικής πίεσεως 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 παρατηρούμεν μεταβολήν 3,5 cmHg εις τόν βαρομετρικόν σωλήνα Τορρικέλλι;

β) Ποία θα ήτο ή μεταβολή του ύψους της στήλης σωλήνος Τορρικέλλι με γλυκερίνην; (Μέσον βάρος ένός λίτρου άέρος: 1,1 p' ειδικόν βάρος ύδραργύρου 13,6 p/cm³, γλυκερίνης 1,26 p/cm³).

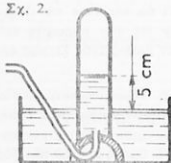
III. Πιέσεις άσκούμεναι από τά άέρια. Τό μανόμετρον

17. Τό οξυγόνο μεταφέρεται έντός χαλυβδίνων όβδων, ένθα εύρίσκεται υπό άρχικήν πίεσιν 200 Έως 250 Kp/cm². Νά ύπολογισθών αι πιέσεις αύται εις άτμοσφαιράς.

18. Έντός τών ηλεκτρονικών σωλήνων η πίεσις του άερίου είναι της τάξεως του ένόσ δεκάκις δισεκατομμυριοστού της άτμοσφαιράς. Νά ύπολογισθ ή πίεσις αύτή εις mmHg.

19. Περιοριζόμεν ύδρογόνον έντός δοκιμαστικού σωλήνος άνεστραμμένον έντός λεκάνης ύδατος:

Σχ. 2.



α) 'Η στάθμη του ύδατος έντός του σωλήνος φθάνει 5 cm άνω της στάθμης του ύδατος της λεκάνης. Πόση είναι ή πίεσις του ύδρογόνου, εάν ή άτμοσφαιρική πίεσις είναι ή κανονική;

β) Πόση θά είναι ή πίεσις του ύδρογόνου, εάν ή στάθμη του ύδατος έντός του σωλήνος κατέλθι 2,5 cm κάτω της στάθμης του ύδατος της λεκάνης;

20. Άνοικτόν ύδραργυρικόν μανόμετρον προσαρμόζεται εις άλιήνην σφαιρικήν φιάλην. 'Η στάθμη του ύδραργύρου εις τόν κλάδον, ό όποιος συγκοινωνεί με τήν φιάλην, εύρίσκεται 72 mm ύψηλότερον της στάθμης του εις τόν έτερον κλάδον.

Πόση είναι εις mmHg ή εις p/cm² ή πίεσις του άερίου έντός της φιάλης, άν ή άτμοσφαιρική πίεσις είναι 76 cmHg;

21. Άνοικτόν μανόμετρον μεθ' ύδατος προσαρμόζεται εις τόν άγωγόν του φωταερίου της πόλεως. Παρατηρούμεν διαφοράν στάθμης 75 mm, ή χαμηλότερα δέ συγκοινωνεί με τόν άγωγόν του φωταερίου. Νά ύπολογισθ ή:

α) Εις p/cm² ή διαφορά μεταξύ της πίεσεως του φωταερίου και της άτμοσφαιρικής, ήτις άνέρχεται εις 76 cmHg.

β) 'Η πραγματική πίεσις του άερίου εις p/cm² και εις cmHg.

γ) 'Η διαφορά στάθμης, ήτις θά ύφίστατο εις άνοικτόν ύδραργυρικόν μανόμετρον.

22. Άνοικτόν μανόμετρον άποτελείται έκ δύο κλάδων 50 cm. Ποίαν μεγίστην πίεσιν άνω ή κάτω της άτμοσφαιρικής δύναμθα νά μετρήσωμεν, εάν τό μανόμετρον περιέχη: α) ύδωρ; β) ύδράργγρον;

IV. Άρχή του Άρχιμήδους

23. Έλαστική σφαίρα πλήρης ύδρογόνου έχει όγκον 7,5 l. Τό περιβλήμα ζυγίζει 6 p και τό νήμα, διά του όποιού είναι προδεδεμένη, ζυγίζει 0,1 p άνα μέτρον. Ποίον τό μήκος του νήματος, όταν ή σφαίρα ίσορροπή εις τόν άέρα; (Είδικόν βάρος άέρος 1,24 p/l, ύδρογόνου 0,1 p/l).

24. Σφαιρικόν αερόστατον, όγκου 1000 m³ ζυγίζει μετá τών εξαρτημάτων του 600 Kp, δύνανται δέ νά μεταφέρη 2 άτομα 140 Kp. Πόσην άμμον πρέπει

νά προσθέσωμεν εις τό αερόστατον, διά νά έκκινήσεται με μίαν άνυψωτικήν δύναμιν 10 Kp;

α) Έάν είναι πλήρες ύδρογόνον; (Είδικόν βάρος 0,09 p/l).

β) Έάν είναι πλήρες ήλιου; (Είδικόν βάρος 0,18 p/l).

γ) Έάν είναι πλήρες φωταερίου; (Είδικόν βάρος 0,5 p/l).

Είδικόν βάρος άέρος 1,3 p/l.

25. α) Έν αερόστατον 1800 m³ ζυγίζει 1600 Kp και άνυψούται άρχικώς διά δύναμews 15 Kp. Πόσην άνύψωσιν θά έκινήσεται, εάν τό είδικόν βάρος του άέρος είναι 1,23 p/l;

β) Έάν τό αερόστατον ίσορροπήσεται εις ύψος ένθα τό είδικόν βάρος του άέρος είναι 1,07 p/l, πόσην άνύψωσιν θά έχη ριφθ ή;

V. Νόμος του Mariotte

26. Χρησιμοποιούμεν εις τό έργαστήριον μετρήσεως τών πιέσεων, τά όποια περιέχουν 20 l ύδρογόνου έπ' άνω πίεσιν 15 atm. Πόσας φιάλας του 1 l δύναμθα νά πληρώσωμεν υπό κανονικήν πίεσιν διά μιάς τοιαύτης φιάλης ύδρογόνον;

27. Διά τήν πλήρωσιν αεροστάτου άπαιτείται μία φιάλη ύδρογόνου τών 20 l και υπό πίεσιν 50 Kp/cm². α) Ποίος ό όγκος του αεροστάτου, όταν τούτο πληρωθ ή υπό κανονικήν άτμοσφαιρικήν πίεσιν;

β) Υπό τας συνθήκας του πειράματος, πόσην ύδρογόνον ζυγίζουν 2 p και 22,4 l άέρος 29 p.

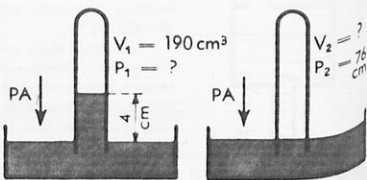
Ποίον τό βάρος 1 l ύδρογόνου έντός της φιάλης, πριν αύτή άνοιχθ ή;

Ποία είναι ή σχετική του πυκνότης;

28. Έάν υπό πίεσιν 76 cmHg και 0° C, 1 l άέρος ζυγίζει 1,3 p, πόσον όγκον καταλαμβάνουν 25 g άέρος 0° C υπό πίεσιν 85 cmHg;

29. Εις βαθμολογημένον σωλήν άνεστραμμένον ως δεικνύεται εις τό σχήμα 3, έντός λεκάνης ύδραργύρου, περιέχει άέριον όγκον V₁ = 190 cm³. 'Η στάθμη του ύδραργύρου εις τόν σωλήνα είναι 4 cm ύψηλότερον της στάθμης του εις τήν λεκάνην.

Σχ. 3.



α) Πόση είναι ή πίεσις P του άερίου εις cmHg;

β) Ποίος θά ήτο ό όγκος V₂ της ίδιας μάζης του άερίου υπό τήν αύτήν θερμοκρασίαν και πρσιν 76 cmHg;

30. α) Εισάγομεν εις τόν βαρομετρικόν θαλάμον σωλήνος Τορρικέλλι όλίγον άέρα, όποτε ό ύδραργγρος κατέρχεται και ίσορροπεί εις ύψος 751 mm. Τό ύψος του βαρομετρικού θαλάμου είναι 15 cm. Πόσην άνύψωσιν θά έκινήσεται ή στάθμη του ύδραργγρου, εάν εισάγομεν εις τόν θαλάμον ύδρογόνον, όσον άρκεύει νά έκινήσεται ή στάθμη του ύδραργγρου εις ύψος 751 mm;

είναι ή πίεσις του αέρος έντός του θαλάμου; (Άτμοσφαιρική πίεσις 756 mmHg).

31. Κλειστόν μανόμετρον σχήματος U, με άνις κλάδους Α και Β τής αútης τομής, περιέχει υδράργυρον.

Όταν ό κλάδος Β είναι άνοιχτός εις την άτμοσφαιραν (H=76 cmHg), ό υδράργυρος εύρίσκεται

και εις τους δύο κλάδους εις τό αυτό όριζόντιον επίπεδον και ό περιωρισμένος εις τόν κλάδον Α αήρ έχει ύψος 20 cm. Έφαρμοζόμεν τόν κλάδον Β εις δοχείον αέριου, όποτε παρατηρούμεν ότι ό υδράργυρος κατέρχεται 10 cm έντός τούτου. Πόση είναι ή πίεσις του αέριου του δοχείου;

35ον ΜΑΘΗΜΑ : Θερμοκρασία

ΤΟ ΥΔΡΑΡΓΥΡΙΚΟΝ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΝ

1 Παρατήρησις.

Τά δύο αυτά θερμόμετρα όμοιάζουν πρὸς έκείνα, τά όποια χρησιμοποιούμεν εις την καθημερινήν μας ζωήν, και έχουν :

βαθμολογίαν

ἐπὶ τής πλακὸς — 10° 50

ἐπὶ τής ύάλου — 10° 110

Αί γραμμαὶ τής βαθμολογίας διαιροῦν τό βαθμολογημένον τμήμα εις ίσα μέρη.

"Ένα πολύ λεπτὸν σωλήνα (τριχοειδῆ)

πλήρη μέχρις ένός σημείου οίνοπνεύματος (1)

πλήρη μέχρις ένός σημείου υδραργύρου

"Έν δοχείον

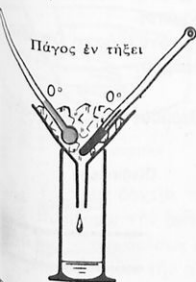
πλήρες οίνοπνεύματος

πλήρες υδραργύρου

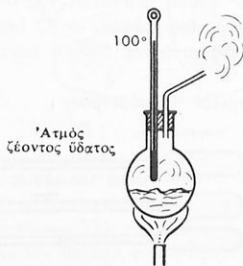
θερμόμετρον
δωματίου

"Υδραργυρικὸν
θερμόμετρον

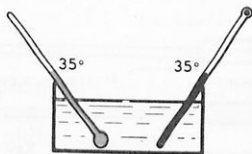
*Αντιστοιχία τῶν ύποδιαίρέσεων 0° και 100° του υδραργυρικοῦ θερμομέτρου και τῶν ύποδιαίρέσεων του οίνοπνευματικοῦ :



έντός του πάγου, ό όποιος τήκεται, ή στάθμη του υδραργύρου και του οίνοπνεύματος σταθεροποιούνται εις ύποδιαίρεσιν 0°.



Έντός τῶν ατμῶν ζέοντος ύδατος ή στάθμη του υδραργύρου σταθεροποιείται εις τήν ύποδιαίρεσιν 100°.



Έντός του χλιαροῦ ύδατος ή στάθμη του υδραργύρου και του οίνοπνεύματος σταθεροποιούνται εις τήν αútην ύποδιαίρεσιν: 35° π.χ.

1. Εις πολλά θερμόμετρα τό δοχείον περιέχει πετρέλαιον, τολουόλιον ή άκόμη και κρεόζοτον (εις τό θερμόμετρον μεγίστου και έλαχίστου).

Συμπέρασμα : Αί υποδιαίρεσεις 0° και 100° του υδραργυρικού θερμομέτρου αντιστοιχούν εις τὰ σημεία, εις τὰ οποία φθάνει ή στάθμη του υδραργύρου, όταν τὸ θερμοόμετρον εὐρίσκεται ἀντιστοίχως ἐντὸς τηκομένου πάγου και εις τοὺς ἀτμοὺς τοῦ ζέοντος ὕδατος.

Ἐκάστη υποδιαίρεσις τῆς βαθμολογήσεως τοῦ υδραργυρικού θερμομέτρου ἰσοῦται πρὸς τὸ ἑκατοστὸν τῆς ἀποστάσεως, ή ὁποία θά χωρίζῃ τὸ 0° ἀπὸ τὸ 100° .

Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν ή βαθμολόγησις αὕτη ὀνομάζεται ἑκατονταβάθμιος ή ἑκατονταβάθμιος κλίμαξ (¹), ἐπεκτείνεται δὲ ἄνω τῶν 100° και κάτω τοῦ 0° .

Ὅταν τὸ υδραργυρικὸν θερμοόμετρον ή τὸ οἰνοπνευματικὸν ή οἰονδήποτε ἄλλο ἑκατονταβάθμιον θερμοόμετρον εὐρίσκονται πλησίον ἀλλήλων, ή στάθμη τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς ἑκάστου σωλήνος θά φθάνη εις τὴν ἰδίαν υποδιαίρεσιν.



● Ὅταν ή στάθμη τοῦ ὑγροῦ εις ἓν θερμοόμετρον φθάνη εις τὰς υποδιαίρεσεις :

7 κάτω τοῦ 0, 0,25 κ.τ.λ.,
γράφομεν ὅτι τὸ θερμοόμετρον δεικνύει :
 -7°C 0°C 25°C
και ἀναγινώσκομεν :
μείον 7 βαθμοὶ 0 βαθμοὶ 25 βαθμοὶ
Κελσίου Κελσίου Κελσίου

2 Ἄλλα θερμομετρικὰ ὄργανα συγκριτικῶς βαθμολογημένα.

Βαθμολογήσις (συγκριτικὴ) τοῦ οἰνοπνευματικῆς θερμομέτρου.

● Ἐντὸς χλιαροῦ ὕδατος τοποθετοῦμεν τὸ ἐν πλησίον τοῦ ἄλλου βαθμολογημένον υδραργυρικὸν θερμοόμετρον και ἓν οἰνοπνευματικόν, ἀβαθμολόγητον. Ἐὰν ή στάθμη τοῦ υδραργύρου φθάσῃ εις τὴν υποδιαίρεσιν 32° , σημειώσομεν και εις τὸ οἰνοπνευματικὸν ἐκεῖ, ὅπου ἔφθασεν ή στάθμη τοῦ οἰνοπνεύματος τὴν υποδιαίρεσιν 32°C .

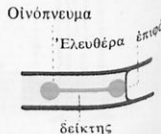
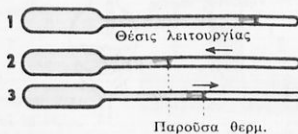
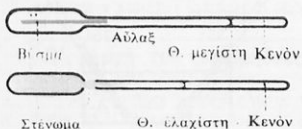
● Τοποθετοῦμεν κατόπιν τὸ οἰνοπνευματικὸν θερμοόμετρον ἐντὸς τηκομένου πάγου και σημειώσομεν τὴν υποδιαίρεσιν 0° εις τὸ σημείον, εις τὸ ὁποῖον φθάνει ή στάθμη τοῦ οἰνοπνεύματος.

Ἐὰν τὸ μεταξύ 0° και 32° διάστημα διαιρέσωμεν εις 32 ἴσα μέρη, τότε ἑκάστη υποδιαίρεσις ἀντιστοιχεῖ πρὸς ἓνα βαθμὸν Κελσίου ή ἓνα βαθμὸν ἑκατονταβάθμιον.

Ἄλλα θερμοόμετρα ἐν χρῆσει :

α) Θερμοόμετρον μεγίστου (ιατρικὸν θερμοόμετρον)

β) Θερμοόμετρον ἐλαχίστου



Ἐν στένωμα ή ἐν βύσμα ἐμποδίζει τὸν υδραργύρον νὰ κατέλθῃ, ὅταν ψύχεται.

Ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ παρσύρει τὸν δείκτην, ὅταν τὸ ὑγρὸν ψύχεται.

1. Καλεῖται ἐπίσης και κλίμαξ Κελσίου, ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ Σουηδοῦ Φυσικοῦ, ὁ ὁποῖος τὸ 1742 κατεσκεύασε τὸ πρῶτον υδραργυρικὸν θερμοόμετρον.

1. Το υδραργυρικό θερμόμετρον αποτελείται ἐξ ἑνὸς δοχείου προσηρμοσμένου εἰς τριχοειδῆ σωλῆνα. Τὸ δοχεῖον τοῦτο περιέχει υδράργυρον καὶ τὸ στέλεχος εἶναι βαθμολογημένον.
2. Τὸ σημεῖον Ο εἶναι ἐκεῖνο, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ἡ στάθμη τοῦ υδραργύρου, ὅταν θέσωμεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς τηκομένου πάγου.
3. Τὸ σημεῖον 100 εἶναι ἐκεῖνο, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει ἡ στάθμη τοῦ υδραργύρου, ὅταν θέσωμεν τὸ θερμόμετρον ἐντὸς ἀτμῶν ζέοντος ὕδατος ὑπὸ κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν 76 cmHg.
4. Τὸ διάστημα 0-100 ἀποτελεῖ τὴν ἑκατονταβάθμιον κλίμακα ἢ κλίμακα Κελσίου τοῦ υδραργυρικοῦ θερμομέτρου.
5. Ὑπάρχουν καὶ ἄλλα θερμόμετρα δι' ὕγρων, βαθμολογημένα ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ υδραργυρικό θερμόμετρον. Τὸ ἀκριβεστέρον ὅλων τῶν θερμομέτρων εἶναι τὸ υδραργυρικόν.

36ον ΜΑΘΗΜΑ : ΔΙΑΣΤΟΛΗ.

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ (ΠΟΙΟΤΙΚΑ)

1 Ἡ ἔννοια τῆς θερμοκρασίας.

α) Αὕτῃ ἡ ἔννοια εἶναι τὸ αἶσθημα, τὸ ὁποῖον μᾶς δίδει τὸ αἰσθητήριον τῆς ἀφῆς, καὶ ὅπως ἐπιτρέπει νὰ λέγωμεν :

- ὅτι ἐν σῶμα εἶναι θερμὸν ἢ ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι ὑψηλὴ, ἢ
- ὅτι ἐν σῶμα εἶναι ψυχρὸν ἢ ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι χαμηλὴ.

Διὰ τῆς αἰσθήσεως αὐτῆς δυνάμεθα ἀκόμη νὰ εἴπωμεν :

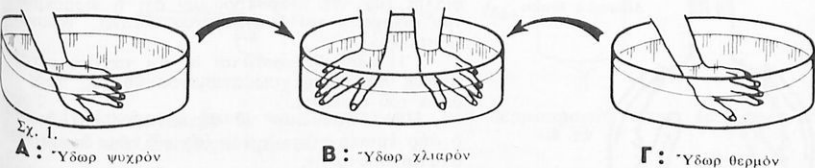
"Ὅτι ἐν σῶμα εἶναι $\left\{ \begin{array}{l} \text{θερμότερον} \\ \text{ἐξ ἴσου θερμὸν} \\ \text{ψυχρότερον} \end{array} \right\}$ ἐνὸς ἄλλου

ἢ
"Ὅτι ἡ θερμοκρασία του εἶναι $\left\{ \begin{array}{l} \text{ὕψηλότερα} \\ \text{ἐξ ἴσου ὑψηλὴ} \\ \text{ταπεινότερα} \end{array} \right\}$ τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς ἄλλου σώματος.

β) Ἡ αἴσθησις, ἡ ὁποία δημιουργεῖται ἐκ τῆς ἀφῆς δὲν εἶναι ἀκριβής.

Τί σημαίνει ἀκριβῶς ἡ ἔκφρασις : θερμὸν ὕδωρ, πολὺ θερμὸν, χλιαρὸν κλπ. ;

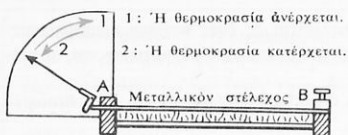
γ) Ἡ αἴσθησις, τὴν ὁποίαν ἔχομεν ἐκ τῆς ἀφῆς, δὲν εἶναι ἀξιόπιστος.



Τὰ τρία δοχεῖα περιέχουν τὴν αὐτὴν ποσότητα ὕδατος. Βυθίζομεν τὴν δεξιάν μας χεῖρα εἰς τὸ δοχεῖον Α καὶ τὴν ἀριστεράν εἰς τὸ δοχεῖον Γ ἢ καὶ εὐθὺς ἀμέσως καὶ τὰς δύο μαζὶ εἰς τὸ δοχεῖον Β. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε ὅτι ἡ δεξιὰ χεῖρ μᾶς δίδει τὴν αἴσθησιν τοῦ θερμοῦ, ἐνῶ ἡ ἀριστερὰ τὴν αἴσθησιν τοῦ ψυχροῦ.

Ἐὰν λάβωμεν ἐκ τοῦ ψυγείου φιάλην περιτυλιγμένην διὰ χάρτου, μᾶς φαίνεται ὅτι ἡ φιάλη εἶναι ψυχρότερα τοῦ χάρτου.

Ἐὰν κρατήσωμεν εἰς τὴν μίαν μας χεῖρα μεταλλικὸν κανόνα καὶ εἰς τὴν ἄλλην εὐλινον, μεταλλικὸς κανὼν θὰ μᾶς φανῇ ψυχρότερος τοῦ εὐλίνου, ἐὰν τοὺς λάβωμεν ἐκ τοῦ ἰδίου δροσεροῦ μέρου.



Συμπέρασμα: Ἡ αἴσθησις τῆς ἀφῆς δὲν ἐπαρκεῖ, διὰ τὴν ἐπιτιμώμενην τὴν θερμοκρασίαν, ὁποῦ οὔτε ἀκριβὴς οὔτε ἀξιόπιστος εἶναι.

2 Πειράματα διαστολῆς (ποιοτικά).

● Τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον βλέπομεν εἰς τὸ (σχ. 2), εἶναι ἓν πυρόμετρον μετὰ πίνακος. Τὸ μεταλλικὸν στέλεχος AB εἶναι στερεωμένον διὰ κοχλίου εἰς τὸ ἄκρον B καὶ ἐλεύθερον νὰ κινῆται εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον A. Τὸ ἄκρον A ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν μικρὸν βραχίονα ἐνὸς γωνιακοῦ μοχλοῦ, τοῦ ὁποῖου ὁ μεγάλος βραχίον καταλήγει εἰς βελὸν ἐνδεικτικὴν.

● Ἐὰν θερμάνωμεν διὰ φλογὸς οἶνοπνεύματος 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 στερεὰ, τὰ ὁποῖα περιέχουν αὐτά.

● Θερμαίνωμεν διὰ τῶν χειρῶν μας τὸν ἀέρα μὲς φιάλης (σχ. 4). Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται καὶ ὁ ὄγκος του αὐξάνει, ὑφίσταται διαστολήν.

Ἡ διαστολὴ φαίνεται ἐκ τῆς ταχείας μετατοπίσεως σταγόνας χρωματισμένου ὕδατος πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ σωλήνος.

Ἐὰν παύσωμεν νὰ θερμαίνωμεν τὴν φιάλην, ὁ ἀήρ ἐπανέρχεται εἰς τὸν ἀρχικόν του ὄγκον, ὑφίσταται συστολήν.

Τοῦτο φαίνεται ἐκ τῆς σταγόνας, ἡ ὁποία ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν τῆς θέσιν. Διὰ τί;

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.

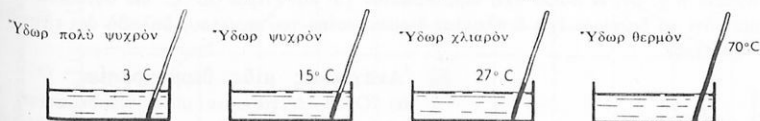
Ὅταν θερμόμετρον εὐρίσκεται π.χ. ἐπὶ τῆς τραπέζης, δεικνύει ἔστω 15° C. Ἐὰν τὸ θέσωμεν ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος, συντόμως λαμβάνει λόγῳ τῆς κατασκευῆς του τὴν νέαν θερμοκρασίαν. Ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸ θερμόμετρον ἀνέρχεται (διὰ τί;) καὶ, ἐὰν φθάσῃ εἰς τὴν

ποδιαίρεσιν 45°, ή θερμοκρασία του θερμομετρικού υγρού και επομένως και του ύδατος είναι 45°.

● Τὰ κατωτέρω τέσσαρα δοχεία περιέχουν την αὐτήν ποσότητα ύδατος.

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 ἐν ἑκάστῳ δοχείῳ.

Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι π.χ.



Συμπέρασμα : Τὸ θερμόμετρον δεικνύει μετ' ἀκριβείας καὶ ἀντιχειμερικῶς τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς σώματος.

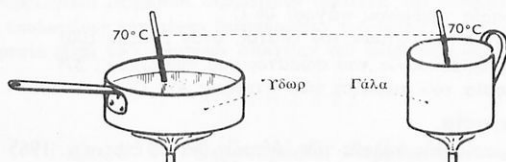
ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ὄταν ἡ θερμοκρασία ἐνὸς σώματος ἀνέρχεται, τὸ σῶμα διαστέλλεται καί, ὅταν κατέρχεται, συστέλλεται.
2. Ἡ στάθμη, εἰς τὴν ὁποίαν 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 τοποθετήσῃ τὸ θερμόμετρον.

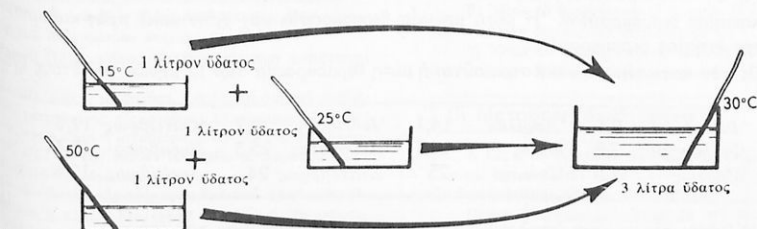
370Ν ΜΑΘΗΜΑ :

ΧΡΗΣΙΣ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ ΠΡΟΣ ΣΗΜΕΙΩΣΙΝ ΜΕΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

1. Λέγομεν ὅτι μία θερμοκρασία εἶναι ἴση πρὸς μίαν ἄλλην θερμοκρασίαν.



2. Δὲν δυνάμεθα ὅμως νὰ εἰπώμεν ὅτι μία θερμοκρασία εἶναι ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα πολλῶν θερμοκρασιῶν.



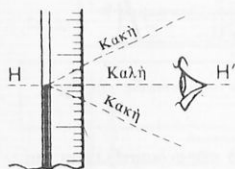
3 λίτρα ὕδατος εἶναι τὸ ἄθροισμα ἐνὸς λίτρον καὶ ἐνὸς λίτρον καὶ ἐνὸς λίτρον ὕδατος.

30° C δὲν εἶναι τὸ ἄθροισμα 15° C καὶ 50° C καὶ 25°.

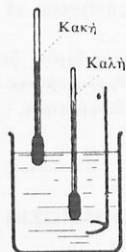
Συμπέρασμα : Τὸ θερμοόμετρον μᾶς ἐπιτρέπει νὰ χαρακτηρίσωμεν τὴν θερμικὴν κατάστασιν ἐνὸς σώματος, δηλαδὴ νὰ ἐκφράσωμεν ταύτην δι' ἐνὸς ὀρισμένου ἀριθμοῦ, ὁ ὁποῖος συμβολίζει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος.

Ἡ θερμοκρασία ἐπομένως εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δὲν μετρεῖται, ἀλλὰ δύναται νὰ ἐκφρασθῇ ἢ νὰ σημειωθῇ δι' ἐνὸς ἀριθμοῦ, ὡς εἶδομεν, διὰ τοῦ θερμομέτρου.

Λέγομεν π.χ. ὅτι ἐν 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) Ὃταν ἐξετάζωμεν μίαν θερμοκρασίαν, ὁ ὀφθαλμὸς μας πρέπει νὰ εὐρίσκεται εἰς τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ ὁποῖον καθορίζει ἡ ἐλευθέρᾳ ἐπιφανείᾳ τοῦ ὑδραργύρου ἢ τοῦ οἰνοπνεύματος ἐντὸς τοῦ σωλήνος.

● Ἐὰν θέλωμεν νὰ εὕρωμεν τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς ὑγροῦ, πρέπει νὰ τὸ ἀναδεύσωμεν, διὰ νὰ ἐξισώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του.

Τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου πρέπει νὰ βυθίζεται ὁλόκληρον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ.

● Ἐὰν θέλωμεν νὰ εὕρωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, τοποθετοῦμεν τὸ θερμομετρον εἰς τὴν σκιὰν καὶ εἰς ἀπόστασιν ἐκ τοῦ τοίχου.

β) Σημειώνομεν μερικὰς θερμοκρασίας :

- ἐντὸς τῆς αἰθούσης
- εἰς τὸ ὑπόστεγον εἰς τὰς 9 h, 12 h, καὶ 15 h
- ὑπὸ τὴν μασχάλην (ιατρικὸν θερμοόμετρον)
- 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 εὐρεσιν τῆς μέσης θερμοκρασίας ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς :

Πρῶτον εὐρίσκομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τῆς ἡμέρας, τὴν ὁποίαν ὑπολογίζομεν ἐπὶ τῇ βάσει 24 θερμοκρασιῶν, λαμβανομένων καθ' ἐκάστην ὥραν. Ἀκολουθοῦς εὐρίσκομεν τὴν μέσην μηνιαίαν θερμοκρασίαν. Ἡ μέση μηνιαία θερμοκρασία μᾶς χρησιμεύει πρὸς καθορισμὸν τῆς μέσης ἐτήσιας θερμοκρασίας.

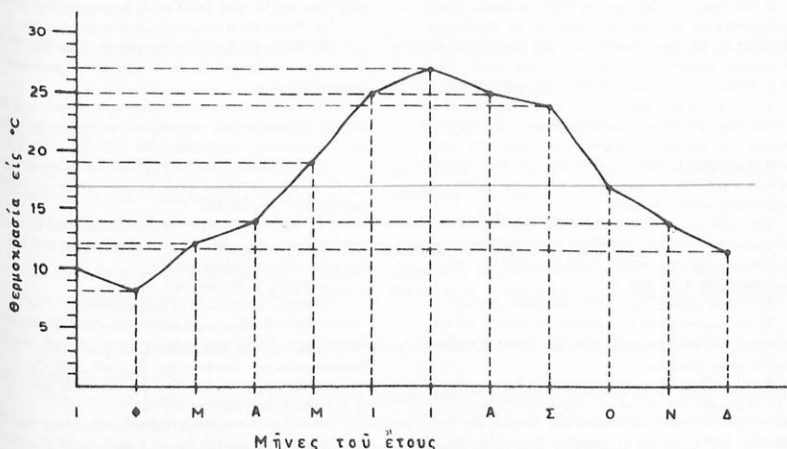
Εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα σημειοῦται ἡ μέση θερμοκρασία τῶν 12 μηνῶν τοῦ ἔτους 1965.

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 μέσην 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 μετρηθῇ, ἀλλὰ μόνον νὰ χαρακτηρισθῇ (νὰ σημειωθῇ).

Τὸ θερμόμετρον μᾶς ἐπιτρέπει νὰ σημειώσωμεν καὶ οὐχὶ νὰ μετρήσωμεν μίαν θερμοκρασίαν.

2. Διὰ νὰ σημειώσωμεν ἀκριβῶς τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς σώματος, πρέπει νὰ φέρωμεν τὸ θερμόμετρον εἰς ὅσον τὸ δυνατόν καλυτέραν ἐπαφὴν πρὸς τὸ σῶμα, νὰ ἀποφύγωμεν τὰ σφάλματα τῆς ἀναγνώσεως καὶ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος νὰ τοποθετῶμεν τὸ θερμόμετρον εἰς τὴν σκιάν.

3. Αἱ μετεωρολογικαὶ ὑπηρεσίαι σημειοῦνουν 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, θερμόμετρον.

I. Τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον

1. Αἱ ἐνδείξεις 0° καὶ 100° Κελσίου ἐνὸς ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου ἀπέχουν 24 cm:

α) Ποῖον μήκος σωλήνος εἰς mm ἀντιστοιχεῖ εἰς 1° C;

β) Ἐάν ἡ μικρότερα, ἀντιληπτὴ διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ, μετατόπισις τῆς στάθμης ὑδραργύρου εἶναι $1/5$ πόση εἶναι ἡ μικρότερα μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας εἰς $^{\circ}$ C, τὴν ὁποίαν δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμεν ἐκ αὐτοῦ τοῦ θερμομέτρου;

2. Ἐκτὸς τῆς κλίμακος Κελσίου χρησιμοποιοῦται 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 ὑπολογισθῇ ἡ τιμὴ τοῦ βαθμοῦ F ὡς πρὸς τὸν βαθμὸν C.

β) Ὅταν τὸ θερμόμετρον F δεικνύῃ $75,2^{\circ}$, ποῖαν θερμοκρασίαν δεικνύει τὸ θερμόμετρον C;

γ) Ὅταν τὸ θερμόμετρον C δεικνύῃ 18° , ποῖαν θερμοκρασίαν δεικνύει τὸ θερμόμετρον F;

II. Μεταβολὴ διαστάσεων

3. Εἰς 0° C ἐν σύρμα ἐξ ἀλουμινίου ἔχει μήκος 1 m καὶ ἐπιμηκύνεται κατὰ 2,3 mm, ὅταν ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του εἰς τοὺς 100° C.

Πόσον ἐπιμηκύνεται σύρμα ἐκ τοῦ ἰδίου ὕλικου, μήκους 20 m, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ὑψωθῇ ἀπὸ 0° C εἰς 75° C;

4. Τὸ ὕψος τοῦ Πύργου τοῦ Eiffel, ὁ ὁποῖος εἶναι κατασκευασμένος ἐκ σιδήρου, εἶναι 300 m εἰς θερμοκρασίαν 0°C . Νά υπολογισθῇ τὸ ὕψος του εἰς 30°C . (Ἐν μέτρον σιδήρου ἐπιμηκύνεται κατὰ 0,612 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του μεταβάλλεται κατὰ 1°C).

5. Τὸ μέταλλον invar εἶναι κράμα ἐκ χάλυβος καὶ νικελίου, ἐλάχιστα διαστελλόμενον. Ἐν μέτρον ἐξ αὐτοῦ τοῦ κράματος ἐπιμηκύνεται κατὰ 0,1 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 0°C γίνεται 100°C , ἐνῶ ἐν μέτρον χαλκίνου σύρματος ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας ἐπιμηκύνεται κατὰ 1,6 mm.

Τείνομεν συγχρόνως μεταξὺ δύο σημείων Α καὶ Β ἐν σύρμα ἐκ μετάλλου invar καὶ ἐν ἐκ χαλκοῦ, ἔκαστον τῶν ὁποίων ἔχει μήκος 0,60 m εἰς 0°C , καὶ τὰ θερμαίνομεν εἰς τοὺς 500°C :

α) Ποῖον μήκος ἔχει τώρα ἕκαστον σύρμα;

β) Νά σχηματισθῇ ἐν σχέδιον, τὸ ὁποῖον νά δεικνύῃ τὴν θέσιν ἑκάστου σύρματος, ἐφ' ὅσον τὰ σημεία Α καὶ Β εἶναι σταθερά.

6. Αἱ σιδηροδρομικαὶ γραμμαῖ ἐχουν μήκος 800 m. Δεχόμεθα ὅτι τὸ μήκος τῆς γραμμῆς μεταβάλλεται κατὰ 1,05 mm ἀνά μέτρον διὰ μεταβολὴν θερμοκρασίας 100°C καὶ ὅτι αἱ ἀκραῖαι θερμοκρασίαι, αἱ ὁποῖαι σημειώνονται εἰς τὰς γραμμάς, εἶναι -20°C καὶ 60°C :

α) Ποία εἶναι ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους γραμμῆς 800 m μεταξὺ αὐτῶν τῶν θερμοκρασιῶν;

γ) Σύρμα ἐκ σιδήρου, μήκους 5 m εἰς 0°C δια-

στέλλεται καὶ γίνεται 5,003 m εἰς θερμοκρασίαν 50°C :

α) Πόση εἶναι ἡ μεταβολὴ τοῦ μήκους του;

β) Πόση θά ἦτο ἡ ἐπιμήκυνσις 1 m (εἰς 0°C) ἐξ αὐτοῦ τοῦ σύρματος δι' ἀνύψωσιν θερμοκρασίας κατὰ 1°C ;

Ἡ ἐπιμήκυνσις αὐτὴ κατὰ μονάδα μήκους καὶ βαθμὸν θερμοκρασίας ὀνομάζεται συντελεστὴς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ σιδήρου.

8. Ἐν μέτρον χαλκίνου σύρματος, μετρηθέντος εἰς 0°C , ἐπιμηκύνεται κατὰ 1,6 mm, ὅταν ἡ θερμοκρασία του γίνεται 100°C .

Ἐν τοιοῦτον σύρμα διὰ τὴν μεταφορὰν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἔχει μήκος 200 m εἰς 0°C καὶ 200,128 m εἰς μίαν ἄλλην θερμοκρασίαν:

α) Ποία ἡ ἐπιμήκυνσις του;

β) Ποία εἶναι αὐτὴ ἡ θερμοκρασία;

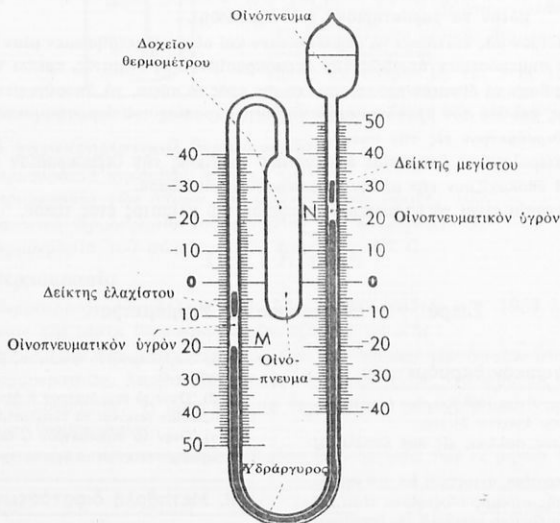
9) Μία ὑαλινὴ σφαιρική φιάλη 1 dm³ διαστέλλεται καὶ ὁ ὄγκος τῆς αὐξάνει κατὰ 2,7 cm³, ὅταν ἡ θερμοκρασία τῆς ὑψοῦται ἀπὸ 0°C εἰς 100°C :

α) Πόσος εἶναι ὁ ὄγκος φιάλης 0,500 dm³, ὅταν ἡ θερμοκρασία τῆς γίνη 60°C ;

β) Ἡ φιάλη (ὄγκου 0,500 dm³) εἶναι πλήρως γλυκερίνης, τῆς ὁποίας ὄγκος 1 dm³ εἰς 0°C αὐξάνει κατὰ 0,500 cm³ δι' ἀνύψωσιν θερμοκρασίας 1°C .

Πόση εἶναι ἡ αὐξήσις τοῦ ὄγκου τῆς γλυκερίνης, ὅταν ἡ θερμοκρασία τῆς φιάλης γίνη 60°C ;

γ) Πόσος ὄγκος γλυκερίνης χύνεται τότε ἐκ τῆς φιάλης;



Ὄταν μετατοπίζεται ὁ ἰδράργυρος, ὥθει πότε τὸν ἓνα καὶ πότε τὸν ἄλλον δείκτην. Τὸ οἰνόπνευματικὸν ὑγρὸν ἀνα-
ναι νά κυκλοφορῇ γύρω ἀπὸ τοὺς δείκτας, ἐνῶ ὁ ἰδράργυρος ὄχι. Οἱ δείκται παραμένουν εἰς τὴν θέσιν τῶν
δταν ὁ ἰδράργυρος ἀποσύρεται, ἐνῶ ἀντιθέτως μετατοπίζονται, δταν ὠθόνται ἀπὸ αὐτόν.
Τὸ θερμομέτρον τοῦ σχήματος δεικνύει θερμοκρασίαν 20°C . Ἡ ἐλάχιστη εἶναι 10°C καὶ ἡ μέγιστη 25°C . Οἱ
δείκται εἶναι ἀπὸ σίδηρον καὶ δυνάμεθα νά τοὺς μετατοπίσωμεν ἐξωτερικῶς μὲ ἓνα μαγνήτην.

ΠΟΣΟΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

1 Τί εἶναι θερμότης.

● Ἐὰν πλησιάσωμεν τὴν χεῖρά μας εἰς μίαν ἠλεκτρικὴν θερμάστραν ἢ εἰς τὴν φλόγα τοῦ ὑγραερίου ἢ τοῦ φωταερίου, θὰ ἔχωμεν τὸ αἶσθημα τῆς θερμότητος.

Ἡ ἠλεκτρικὴ θερμάστρα καὶ ἡ φλόξ εἶναι **πηγαὶ θερμότητος**.

● Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τῆς φλογὸς μιᾶς λυχνίας οἰνοπνεύματος ἐν δοχεῖον μεθ' ὕδατος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου θέτομεν ἐν θερμόμετρον. Παρατηροῦμεν ὅτι, ἐνῶ ἡ στάθμη τοῦ θερμομετρικοῦ ὑγροῦ ἀνέρχεται διαδοχικῶς εἰς τοὺς 18°C , 25°C , 35°C κλπ., 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 ἐλαττοῦται.

Συμπέρασμα : Ἡ θερμότης εἶναι τὸ αἷτιον τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας.

2 Μία ποσότης θερμότητος εἶναι μέγεθος, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ μετρηθῇ.

● Θερμαίνομεν διὰ δύο διαφορετικῶν πηγῶν θερμότητος (π.χ. λυχνίας οἰνοπνεύματος καὶ ἠλεκτρικῆς θερμάστρας) δύο σφαιρικὰς φιάλας, π.χ. τὴν Α καὶ τὴν Β, αἱ ὁποῖαι περιέχουν ἴσας μάζας ὕδατος $m=600\text{ g}$ καὶ ἔχουν τὴν αὐτὴν ἀρχικὴν θερμοκρασίαν $t_1=20^{\circ}\text{C}$.

● Σημειώνομεν ἀνὰ λεπτόν τὴν θερμοκρασίαν ἐκάστου ὑγροῦ τῇ βοήθειᾳ τῶν ἐντὸς τῶν φιαλῶν τοποθετημένων θερμομέτρων καὶ καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα :

Χρόνος (mn)	0	1	2	3	4	5	6
Θερμοκρασία ($^{\circ}\text{C}$) Α	20	25	30	35	40	45	50
Β	20	26	32	38	44	50	

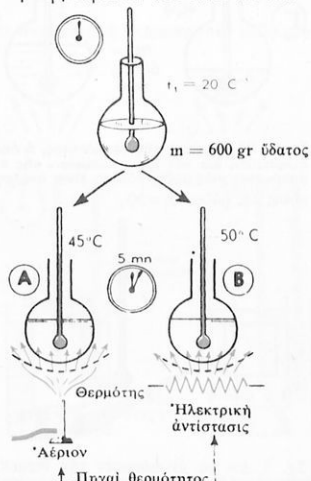
● Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος δὲν πρέπει νὰ μεταβάλλωμεν τὴν ἔντασιν τῆς φλογὸς τῶν δύο πηγῶν.

Συμπέρασμα : Ἡ ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ μία μᾶζα ὕδατος, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας του.

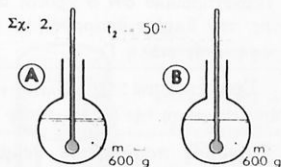
● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὴν φιάλην Β ἀνέρχεται ταχύτερον παρὰ εἰς τὴν φιάλην Α.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις παρέχει εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον μεγαλύτερον ποσὸν θερμότητος ἀπὸ τὴν φλόγα τοῦ οἰνοπνεύματος.

Διακόπτομεν τὴν θέρμανσιν, ὅταν ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος γίνῃ καὶ εἰς τὰς δύο φιάλας $t_2=50^{\circ}\text{C}$ (σχ. 2).

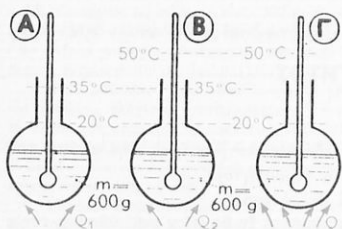


Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης Β δέχεται εἰς τὸ ἴδιον χρονικὸν διάστημα περισσοτέραν θερμότητα ἀπὸ τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης Α. Ποσότης θερμότητος ἡ ὁποία ἐχορηγήθη παρὰ τῆς λυχνίας Bunsen. Ποσότης θερμότητος ἡ ὁποία ἐχορηγήθη παρὰ τῆς ἠλεκτρικῆς ἀντίστασεως.

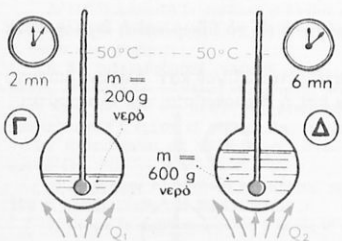


Σχ. 2. Ποσότης θερμότητος Q τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησεν ἡ φιάλη Α.

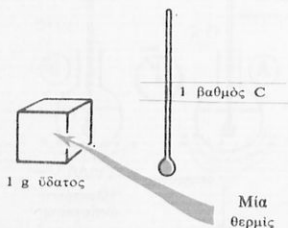
Ποσότης θερμότητος Q τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησεν ἡ φιάλη Β.



Σχ. 3. Η ποσότης θερμότητας Q είναι ίση προς $Q_1 + Q_2$.



Σχ. 4. Η ποσότης της θερμότητας, ή οποία χορηγήθη διά την ίδιαν άνυψώσιν της θερμοκρασίας μιάς μάζης ύδατος, είναι άναλογος 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.

Θερμαίνωμεν πρώτον την φιάλην Γ, έως ότου ή θερμοκρασία φθάση εις τούς 50° C, και σημειώνωμεν τόν χρόνον, ό όποίος έχειράσθη : 2 mn. Χωρίς νά μεταβάλλωμεν την έντασιν της φλογός, θερμαίνωμεν την φιάλην Δ έως την θερμοκρασίαν τών 50° C και σημειώνωμεν πάλιν τόν χρόνον : 6 mn περίπου.

Παρατηρούμεν ότι ό χρόνος αύτός είναι τριπλάσιος του πρώτου και ή ποσότης θερμότητας, την όποιαν άπερρόφησεν ή φιάλη Δ, είναι τριπλασία της ποσότητος, την όποιαν άπερρόφησεν ή φιάλη Γ.

Συμπέρασμα : Η ποσότης της θερμότητας, την όποιαν απορροφά μία μάζα ύδατος, διά νά άνυψώση την θερμοκρασίαν από t_1 έως t_2 , είναι άνάλογος προς την μάζαν του ύδατος.

3 Μονάδες ποσοτήτων θερμότητος :

Η θερμής (cal) είναι ή ποσότης της θερμότητος, ή άπαιτουμένη διά νά άνυψώση την θερμοκρασίαν ενός g ύδατος κατά 1° C.

Πολλαπλάσια : Η χιλιοθερμής (Kcal) 1 Kcal=1000 cal.

α) Έκάστη πηγή θερμότητος άνύψωσε 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 άπερρόφησε το ύδωρ της φιάλης Α = Ποσότης θερμότητος, την όποιαν άπερρόφησε το ύδωρ της φιάλης Β

Δύο ποσότητες θερμότητος είναι ίσαι, όταν άνυψώνουν εις την αύτην θερμοκρασίαν δύο ίσας μάζας ύδατος, αί όποίαι είχαν την ίδιαν άρχικήν 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 της φιάλης Α προσλαμβάνει μίαν ποσότητα θερμότητος Q_1 και από 35° C εις 50° C μίαν ποσότητα θερμότητος Q_2 (σχ. 3).

Η ποσότης της θερμότητος, την όποιαν άπερρόφησε το ύδωρ, διά νά άνυψωθής ή θερμοκρασία του από 20° C εις 50° C, είναι ίση με το άθροισμα Q_1+Q_2 .

Άλλά $Q_1=Q_2$, έπειδή ή άνύψωσις της θερμοκρασίας είναι ή αύτη : 15° C.

Το ύδωρ της φιάλης Α άπερρόφησεν 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 όποιον δύναται νά μετρηθής.

γ) Δύο όμοιαι σφαιρικοί φιάλοι περιέχουν ή μία 200 g και ή έτέρα 600 g ύδατος εις την αύτην άρχικήν θερμοκρασίαν 20° C (σχ. 4).

Μία άλλη μονάς θερμότητας είναι και η μεγαθερμίδα (Mcal), η οποία εκφράζει την απαιτούμενη θερμότητα, διά να ανυψωθεί η θερμοκρασία μάζης ενός τόνου ύδατος κατά 1° C.

Τύποι.

Ποίαν ποσότητα θερμότητας πρέπει να προσδώσωμεν εις μίαν μάζαν ύδατος 600 g, διά να ανέλθῃ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ τοὺς 20° C εἰς τοὺς 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, ἂν m ἡ μάζα τοῦ ὕδατος, t_1 ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία καὶ t_2 ἡ τελικὴ θερμοκρασία, ἡ ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν πρέπει νὰ προσδώσωμεν, εἶναι :

$$Q = 1 \times m \times (t_2 - t_1)$$

$$\text{cal} = \text{cal/g } ^\circ\text{C} \quad \text{g} \quad ^\circ\text{C}$$

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἡ θερμότης εἶναι τὸ αἷτιον τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας.

2. Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ μία μάζα ὕδατος, ὥστε νὰ ἀνυψοῦται ἡ θερμοκρασία του, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν μάζαν τοῦ ὕδατος καὶ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας του.

3. Μονάς θερμότητος εἶναι ἡ θερμίδα (cal). Θερμίδα εἶναι ἡ θερμότης, ἡ ἀπαιτούμενη, διά νὰ ἀνυψώσῃ ἐν g ὕδατος τὴν θερμοκρασίαν του κατὰ 1° C.

4. Ἡ ποσότης θερμότητος Q, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται, διά νὰ ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία μιᾶς μάζης ὕδατος m ἀπὸ t_1 ° C εἰς t_2 ° C, εἶναι : $Q = m \times (t_2 - t_1)$.

390 ΜΑΘΗΜΑ: Μέτρησης ποσότητος θερμότητος.

ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΟΝ ΔΙ' ΥΔΑΤΟΣ

1. Τοιχώματα ἀγώγιμα καὶ τοιχώματα μονωτικά.

α) Ἐντὸς τοῦ δοχείου A, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ 20° C, τοποθετοῦμεν ἕτερον δοχεῖον B ἐξ ἀλουμινίου, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ 60° C (σχ. 1).

Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὸ δοχεῖον B κατέρχεται, ἐνῶ ἀνέρχεται εἰς τὸ δοχεῖον A. Τέλος, ἡ θερμοκρασία καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα γίνεται ἡ αὐτή. Λέγομεν τότε ὅτι ἀποκατεστάθη **θερμικὴ ἰσορροπία**.

Ἐξήγησις. Τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου B ἔδωκε θερμότητα εἰς τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου A καὶ ἡ θερμοκρασία του κατήλθε.

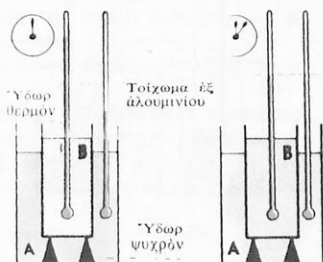
Τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου A προσέλαβεν αὐτὴν τὴν θερμότητα, ἡ ὁποία διέρχεται ἀπὸ τὸ ἐνδιάμεσον τοίχωμα τοῦ δοχείου B, ὁπότε ἡ θερμοκρασία του ἀνέλθε.

Τὸ τοίχωμα αὐτὸ εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος.

β) Ἀντικαθιστῶμεν τὸ δοχεῖον B δι' ἕτερον, τὸ ὁποῖον ἔχει διπλᾶ ὑάλινα ἐπαργυρωμένα τοιχώματα. Ὁ μεταξὺ τῶν δύο τοιχωμάτων χῶρος εἶναι κενὸς αἵρος.

Τὸ δοχεῖον τοῦτο εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ δοχεῖον θερμὸς καὶ ὀνομάζεται δοχεῖον Dewar.

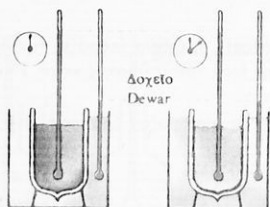
Χύνομεν εἰς τὸ δοχεῖον τοῦτο ὕδωρ 60° C καὶ τὸ τοποθετοῦμεν ἐντὸς τοῦ δοχείου A, τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ δωματίου.



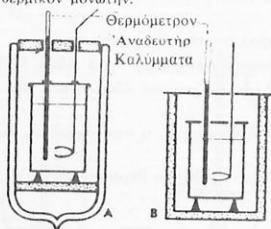
Σχ. 1. Τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου B παραχωρεῖ θερμότητα εἰς τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου A, ὥστε ἀνάμεσα εἰς τὰ δύο δοχεῖα ἀποκατεστάθη θερμικὴ ἰσορροπία.



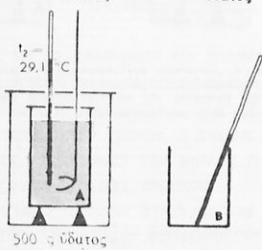
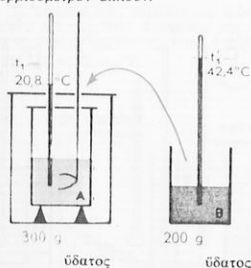
Σχ. 2. Δοχεῖον Dewar



Σχ. 3. Δεν είναι δυνατή η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ των υγρών των δύο δοχείων. Τα τοιχώματα του δοχείου Dewar αποτελούν ένα θερμικόν μονωτήν.



Σχ. 4. Θερμιδοόμετρα
Α: Θερμιδοόμετρον Arsonval-Dewar
Β: Θερμιδοόμετρον άπλούν.



Θερμότης ή ό-
ποία έχορηγήθη
από τόν ύδωρ
του δοχείου Β

Θερμότης την όποιαν
απερρόφησε τόν ύδωρ
του θερμιδοόμετρου
+
Θερμότης την όποιαν
απερρόφησε τόν
θερμιδοόμετρον

Σχ. 5. Μέτρησης του ισοδύναμου εις ύδωρ ενός θερμιδοόμετρου.

● Παρατηρούμεν ότι ή θερμοκρασία του ύδατος εις άμφοτέρα τά δοχεία δεν μεταβάλλεται. Έπομένως δεν γίνεται ανταλλαγή θερμότητος. Τά τοιχώματα του δοχείου Dewar αποτελούν ένα θερμικόν μονωτήν (σχ. 3).

Ο βάμβαξ, τόν έριον, τά πριονίδια του εύλου και γενικώς τά σώματα, τά όποία είναι κακοί άγωγοί της θερμότητος, αποτελούν τούς θερμικούς μονωτάς.

2 Άρχή του Θερμιδοόμετρου.

Τόν θερμιδοόμετρον είναι έν όργανον θερμικώς με-
μονωμένον εκ του έξωτερικού περιβάλλοντος. Είναι έ-
φωδιασμένον δι' ενός αναδευτήρος και ενός εύαισθητου
θερμιδοόμετρου.

Εις τόν σχήμα 4 βλέπομεν έν θερμιδοόμετρον, του
Arsonval-Dewar. Έπειδή τά τοιχώματα του δο-
χείου Dewar είναι μονωτικά, έχει περιορισθή εις τόν
ελάχιστον ή ανταλλαγή θερμότητος μεταξύ του έσω-
τερικού δοχείου (θερμιδομετρικού) και του έξωτε-
ρου περιβάλλοντος.

Χύνομεν έντός του θερμιδομετρικού δοχείου
200 g υδάτος 20° C και έπειτα 100 g υδάτος 50° C
και αναδεύομεν διά του αναδευτήρος.

Όταν άποκατασταθή θερμική ίσορροπία, ση-
μειώνομεν την τελικήν θερμοκρασίαν του μείγματος :
30° C.

Έξήγησις. Η θερμοκρασία των 200 g ύδα-
τος εις τόν δοχείον Dewar άνήλθεν από $t_1 = 20^\circ \text{C}$ εις
 $t_2 = 30^\circ \text{C}$.

Τόν ύδωρ τούτο άπερρόφησε ποσόν θερμότητος :
 $Q_{\text{cal}} = m \times (t_2 - t_1) = 200 \text{ cal} / ^\circ \text{C} \times (30^\circ \text{C} - 20^\circ \text{C}) =$
 $2000 \text{ cal}.$

Η θερμοκρασία των 100 g υδάτος, τόν όποιον
προσετέθη, κατήλθεν από $t_1 = 50^\circ \text{C}$ εις $t_2 = 30^\circ \text{C}$.

Τόν ύδωρ τούτο απέδωσε ποσόν θερμότητος :
 $Q' \text{ cal} = (t_1 - t_2) \times m = (50^\circ \text{C} - 30^\circ \text{C}) \times 100 \text{ cal} / ^\circ \text{C} =$
 2000 cal

$$Q = Q'$$

Μέθοδος των μειγμάτων και άρχή της ισότητος των ανταλλαγών (των πο- σοτήτων θερμότητος).

Όταν θέσωμεν εις έπαφήν δύο σώματα
διαφορετικών άρχικων θερμοκρασιών ούτως,
ώστε νά δύνανται νά ανταλλάξουν θερμότητα
μόνον μεταξύ των, τότε θά άποκατασταθή θερ-
μική ίσορροπία και ή ποσότης θερμότητος, την
όποιαν απέδωσε τόν έν εκ των σωμάτων, θά είναι
ίση με την ποσότητα θερμότητος, την όποιαν
άπερρόφησε τόν έτερον.

3 Ίσοδύναμον εις ύδωρ (θερμοχωρητικό- της) ενός θερμιδοόμετρου.

● Έν σύνθετος θερμιδοόμετρον (σχ. 5) περιέχει
300 g υδάτος θερμοκρασίας : $t_1 = 20,8^\circ \text{C}$.

Τήν ίδιαν θερμοκρασίαν έχει και τόν δοχείον
του θερμιδοόμετρου.

● Προσθέτομεν εις τόν θερμιδοόμετρον 200 g ύδα-

της θερμοκρασίας $t_1 = 42,4^\circ \text{C}$, αναδεύομεν το μείγμα και σημειώνομεν την τελικήν θερμοκρασία $t_2 = 29,1^\circ \text{C}$.

Το ύδωρ του θερμιδομέτρου απέρροφησε :

$$Q_{\text{cal}} = 300 \text{ cal/}^\circ \text{C} \times (29,1 - 20,8)^\circ \text{C} = 2490 \text{ cal.}$$

Το ύδωρ, το όποιον προσετέθη εις το θερμιδόμετρον, απέδωσε :

$$Q'_{\text{cal}} = 200 \text{ cal/}^\circ \text{C} \times (42,4 - 29,1)^\circ \text{C} = 2660 \text{ cal.}$$

Τὰς 2490 cal απέρροφησε το ύδωρ του θερμιδομέτρου, την δέ διαφοράν :

$$2660 \text{ cal} - 2490 \text{ cal} = 170 \text{ cal}$$

απέρροφησε το ίδιον το θερμιδόμετρον (τοιχώματα, άναδευτήρ, θερμόμετρον, κάλυμμα) και ή θερμοκρασία του άνήλθε κατά $29,1^\circ - 20,8^\circ = 8,3^\circ \text{C}$.

Διά να ύψωθῇ λοιπόν ή θερμοκρασία του θερμιδομέτρου κατά 1°C , πρέπει τουτο να άπορροφήσῃ

$$\frac{170 \text{ cal}}{8,3^\circ \text{C}} = 20 \text{ cal/}^\circ \text{C} \text{ περίπου,}$$

δηλαδή την ποσότητα θερμότητος, την όποιαν άπορροφᾷ μᾶζα ύδατος 20 g, διά να ύψωθῇ ή θερμοκρασία της κατά 1°C .

Το θερμιδόμετρον λοιπόν κατά την διάρκειαν του πειράματος άπορροφεῖ τόσῃν ποσότητά θερμότητος, όσῃν θά απέρρόφει μᾶζα ύδατος 20 g.

Το ισοδύναμον εις ύδωρ αυτού του θερμιδομέτρου είναι 20 g ύδατος.

Εἰς ἐκάστην μέτρησιν ποσότητος θερμότητος δι' αὐτοῦ τοῦ θερμιδομέτρου πρέπει νά ὑπολογίζωμεν καί τὸ ισοδύναμον εἰς ὕδωρ.

Συμπέρασμα : Τὸ ισοδύναμον εἰς ὕδωρ ἐνὸς θερμιδομέτρου ἐστὶν ἡ μᾶζα τοῦ ὕδατος, ἡ ὁποία ἀπορροφᾷ τὸ αὐτὸ ποσὸν θερμότητος μετὰ τοῦ θερμιδομέτρου, διὰ νά ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία του ἐξ ἴσου μὲ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ θερμιδομέτρου.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Τὰ δύο ἐπαγγυρωμένα τοιχώματα, μετὰ τῶν ὁποίων ὑπάρχει κενὸν εἰς τὸ δοχεῖον Dewar, ἀποτελοῦν θερμικὸν μονωτήν.

Τὸ ἔριον, ὁ βάμβαξ, τὰ πριονίδια τοῦ ξύλου εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος καὶ ἀποτελοῦν ἐπίσης θερμικοὺς μονωτάς.

Τὸ θερμιδόμετρον εἶναι ἓν ὄργανον θερμικῶς μεμονωμένον ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ περιβάλλοντος. Εἶναι ἐφωδιασμένον δι' ἐνὸς ἀναδευτήρος καὶ ἐνὸς εὐαισθητοῦ θερμομέτρου. Χρησιμεύει διὰ τῶν μέτρησιν ποσοτήτων θερμότητος, τὰς ὁποίας ἀποδίδει ἡ ἀπορροφῇ ἓν σῶμα.

2. Ἡ ἀρχὴ τῆς ἰσότητος τῶν ἀνταλλαγῶν (τῶν ποσοτήτων θερμότητος) ὥς εἰς τὴν σελ. 110.

49 ΜΑΘΗΜΑ:

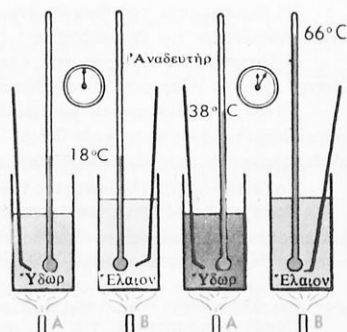
ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ

1 Παρατήρησις.

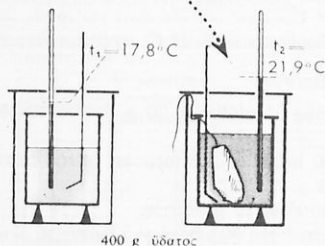
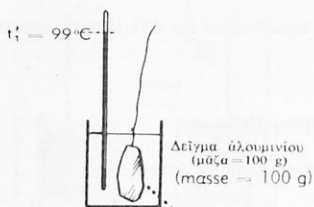
• Δύο ὅμοια δοχεῖα περιέχουν : τὸ ἓν 500 g ὕδατος καὶ τὸ ἕτερον 500 g ἐλαίου τῆς ἰδίας θερμοκρασίας 18°C .

Θερμαίνομεν βραδέως τὸ πρῶτον δοχεῖον διὰ τῆς φλογὸς μιᾶς λυχνίας φωταερίου ἢ οἰνοπνεύματος καὶ ἀναδεύομεν συνεχῶς τὸ ὕδωρ, σημειοῦντες ἀναλεπτὸν τὴν θερμοκρασίαν του.

Τὸ αὐτὸ πείραμα ἐκτελοῦμεν καὶ διὰ τοῦ δοχείου, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ ἐλαῖον, ὁπότε καταρτίζομεν τὸν κατωτέρω πίνακα :

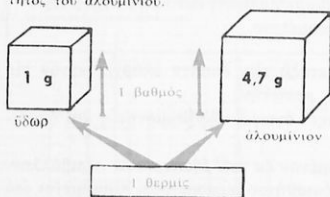


Σχ. 1. Ἡ ἰδία πηγὴ θερμότητος ἀνυψώνει ταχύτερον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἐλαίου ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἰδίας μᾶζης ὕδατος.



Ισοδύναμον εις ύδωρ του θερμιδομέτρου 20 g

Σχ. 2. Προσδιορισμός της ειδικής θερμότητας του αλουμινίου.



Σχ. 3: 1 θερμίδα ανυψώνει κατά 1° C την θερμοκρασίαν 1 g ύδατος ή

$$\frac{1 \text{ cal}}{0,27 \text{ cal/g}} = 4,73 \text{ αλουμινίου.}$$

- 'Ανασύρουμεν τὸ τεμάχιον καὶ τὸ βυθίζουμεν ἀμέσως ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ θερμιδομέτρου.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμιδομέτρου ἀνέρχεται καὶ ὅταν ἀποκατασταθῇ θερμικὴ ἰσορροπία, σημειώνουμεν 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 ἰδίαν μετ' αὐτοῦ θερμοκρασίαν : 99°C .

Ὅταν τὸ βυθίσωμεν εἰς τὸ θερμιδόμετρον, ἡ θερμοκρασία του κατέρχεται, διότι παραχωρεῖ θερμότητα εἰς τὸ ψυχρὸν ὕδωρ. Ἐπίσης τοῦ ὕδατος ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται, ἕως ὅτου αἱ θερμοκρασίαι τῶν ἐξισωθούν (θερμικὴ ἰσορροπία).

Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἰσότητος τῶν ἀνταλλαγῶν τῶν ποσοτήτων θερμότητος θὰ ἔχωμεν :

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπέρροφησε τὸ ὕδωρ καὶ τὸ θερμιδόμετρον } = { Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν παρεχώρησε, τὸ αλουμίνιον.

Τὸ θερμιδόμετρον περιέχει 400 g ὕδατος καὶ τὸ ἰσοδύναμόν του εἰς ὕδωρ εἶναι 20 g.

Πρέπει λοιπὸν νὰ ὑπολογίσωμεν ὅτι τὴν θερμότητα, τὴν ὁποίαν παραχωρεῖ τὸ τεμάχιον τοῦ αλουμινίου, τὴν ἀπορροφᾷ μάζα $400 \text{ g} + 20 \text{ g} = 420 \text{ g}$ ὕδατος καὶ ἐπομένως :

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ τὸ ὕδωρ καὶ τὸ θερμιδόμετρον :

$$Q_{\text{cal}} = 420 \text{ cal/}^\circ\text{C} (21,9 - 17,8)^\circ\text{C} = 1722 \text{ cal.}$$

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν παραχωρεῖ τὸ αλουμίνιον = 1722 cal.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ αλουμινίου κατέρχεται κατὰ :

Χρόνος (mn)	0	1	2	3	4	5
ὑδατος	18°	22°	26°	30°	34°	38°
Θερμοκρασία						
ἐλαίου	18°	26°	36°	46°	56°	66°

Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐλαίου ἀνέρχεται ταχύτερον τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος.

Διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν τὴν ἰδίαν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας εἰς δύο ἴσας μάζας ὕδατος καὶ ἐλαίου, πρέπει νὰ προσφέρωμεν ὀλιγωτέραν θερμότητα εἰς τὸ ἐλαίον ἀπὸ ὅσην προσεφέραμεν εἰς τὸ ὕδωρ.

Συμπέρασμα : Ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς σώματος, λόγῳ τῆς ἐπ' 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 μόνος τῆς μάζης τοῦ σώματος, ὅταν ἡ θερμοκρασία του αὔξηθῇ κατὰ 1°C .

Α) Προσδιορισμός τῆς ειδικῆς θερμότητος τοῦ ἀργιλίου (άλουμινίου).

- Χύνουμεν 400 g ὕδατος ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου καὶ ἀναδεύουμεν, ὥστε νὰ ἐξισωθῇ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος καὶ τῶν ἐξαρτημάτων τοῦ θερμιδομέτρου, καὶ σημειώνουμεν 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 σημειώνουμεν 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 η θερμοκρασία του κατέρχεται κατά 1°C ,
τό 1 g του αλουμινίου παραχωρεί :

$$\frac{1722 \text{ cal}}{77,1^\circ\text{C} \times 100\text{g}} = 0,22 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

Αντιθέτως, διά ν' ανυψώσωμεν την θερμοκρασίαν 1 g αλουμινίου κατά 1°C , πρέπει να του παραχωρήσωμεν 0,22 cal.

Η ειδική θερμότης του αλουμινίου είναι :

$$0,22 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

Β) Προσδιορισμός της ειδικής θερμότητος του πετρελαίου.

Αντικαθιστώμεν το ύδωρ του θερμιδομέτρου διά 300 g πετρελαίου, θερμοκρασίας $t_1 = 18,3^\circ\text{C}$.

Βυθίζομεν ἐντὸς αὐτοῦ τὸ τεμάχιον τοῦ αλουμινίου, τὸ ὁποῖον προηγουμένως ἔχομεν θερμάνει εἰς τοὺς 60°C (ἐντὸς ὕδατος 60°C), καὶ σημειώνομεν τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν τοῦ θερμιδομέτρου : $t_2 = 23^\circ\text{C}$.

Τὸ αλουμίνιον 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 θερμιδοόμετρον ἀπερρόφησεν :

$20 \text{ cal/g}^\circ\text{C} (23 - 18,3)^\circ\text{C} = 94 \text{ cal}$ ($20 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδομέτρου), τὸ δὲ πετρέλαιον ἀπερρόφησεν :

$$814 \text{ cal} - 94 \text{ cal} = 720 \text{ cal}$$

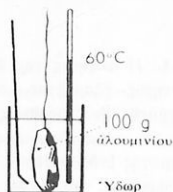
Ὅταν λοιπὸν ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται κατὰ $23^\circ\text{C} - 18,3^\circ\text{C} = 4,7^\circ\text{C}$, τὰ 300 g τοῦ πετρελαίου ἀπορροφῶν 720 cal.

Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται κατὰ 1°C ,
τό 1 g τοῦ πετρελαίου ἀπορροφᾷ :

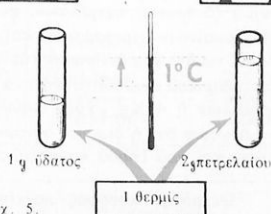
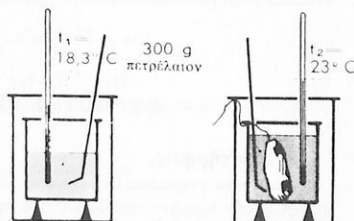
$$\frac{720 \text{ cal}}{4,7^\circ\text{C} \times 300 \text{ g}} = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

Η ειδική θερμότης του πετρελαίου είναι :

$$0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$



Προσδιορισμός της
ειδικής θερμότητος
τοῦ πετρελαίου



Σχ. 5.

Ειδική θερμότης κατὰ γραμμαρίον καὶ βαθμὸν C		
Μολύβδος	0,03	Ὑδράργυρος 0,033
Κασσιτερος	0,05	Ἐλαιον 0,3
Χαλκός	0,095	Βενζίνη 0,45
Σιδήρεος	0,11	Πετρέλαιον 0,5
Αλουμινιον	0,21	Οἶνονευμα 0,58
Παγός	0,5	Ὑδωρ 1

3 Τύπος.

Ἐάν c εἶναι ἡ ειδική θερμότης ἐνὸς σώματος, τότε, διά νά ὑψώσωμεν κατὰ 1°C τὴν θερμοκρασίαν μάζης m -g τοῦ σώματος, πρέπει νά παραχωρήσωμεν : $c \times m \text{ cal}$.

Διά νά ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος αὐτοῦ ἀπὸ $t_1^\circ\text{C}$ εἰς $t_2^\circ\text{C}$, πρέπει νά τοῦ παραχωρήσωμεν :

$$Q = c \times m \times (t_2 - t_1)$$

cal cal/g $^\circ\text{C}$ g $^\circ\text{C}$

Παρατήρησις. Η ειδική θερμότης παντὸς καθαροῦ σώματος ἀποτελεῖ φυσικὴν σταθερὰν τοῦ σώματος τούτου.

Ἡ ειδική θερμότης τοῦ ὕδατος ἔχει ὀρίσθῃ ἴση πρὸς 1 cal/g $^\circ\text{C}$.

Ἐξ ὅλων τῶν σωμάτων τὸ ὕδωρ παρουσιάζει τὴν μεγαλυτέραν ειδικὴν θερμότητα. Διά τὴν ἰδίαν δηλ. ἀνύψωσιν θερμοκρασίας καὶ τὴν ἰδίαν μάζαν τὸ ὕδωρ ἀπορροφᾷ μεγαλυτέραν ποσότητα θερμότητος ἔξ ὅλων τῶν ἄλλων σωμάτων.

Τὴν θερμότητα αὐτὴν ἀποβάλλει, ὅταν ψύχεται. Διά τὸν λόγον αὐτὸν οἱ ὠκεανοὶ, αἱ θάλασσαι, αἱ λίμναι, ρυθμίζουν τὴν θερμοκρασίαν ἐνὸς τόπου.

Διά τὸν ὡς ἄνω λόγον χρησιμοποιοῦμεν τὸ ὕδωρ ὡς ἀποθήκην θερμότητος (θερμοφύται) ἢ διά τὴν μεταφορὰν θερμότητος (Κεντρικὴ θέρμανσις, ψυξίς κινήτων κλπ.).

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Η αύξησης της θερμοκρασίας ενός σώματος διά του αυτού ποσού θερμότητος εξαρτάται από την φύσιν του σώματος.
 2. Ειδική θερμότης ενός σώματος στερεού ή υγρού καλείται η ποσότης της θερμότητος την οποίαν απορροφᾷ ἡ μονάς της μάζης του σώματος, όταν ἡ θερμοκρασία του ἀνέλθῃ κατὰ 1°C .
 3. Ἡ ειδική θερμότης ενός καθαροῦ σώματος ἀποτελεῖ φυσικὴν σταθεράν του σώματος αὐτοῦ.
- Ἡ ειδική θερμότης τοῦ ὕδατος εἶναι $1\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$. Τὸ ὕδωρ εἶναι τὸ σῶμα, τὸ ὁποῖον παρορσιάζει τὴν μεγαλυτέραν ειδικὴν θερμότητα.

410^{ον} ΜΑΘΗΜΑ :

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ ΕΝΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

1 Παρατήρησις.

Διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν φαγητῶν, τὴν θέρμανσιν τῶν διαμερισμάτων κ.τ.λ. χρῆσιμοποιούμεν τὴν θερμότητα, τὴν ὁποίαν παράγει ἓν καύσιμον. Ὑπάρχουν στερεά, ὑγρά καὶ ἀέρια καύσιμα (άνθρακες, πετρέλαιον, φωσφῶριον). Ἀπὸ τὰ καύσιμα, τὰ ὁποῖα χρῆσιμοποιούμεν, ἄλλα θερμαίνουν περισσότερον καὶ ἄλλα ὀλιγώτερον.

Οὕτω διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας 50 kg ὕδατος ἀπὸ 10°C εἰς 60°C , ἐντὸς συνήθους μαγειρικοῦ σκεύους, πρέπει νὰ χρῆσιμοποιήσωμεν περίπου 1 Kg ἀνθρακος ἢ 2 Kg ξηρῶν καυσόξυλων ἢ 4 Kg ὑγρῶν καυσόξυλων.

Λέγομεν ὅτι ἡ θερμικὴ δύναμις τοῦ ἀνθρακος εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν τοῦ ξηροῦ καυσόξυλου καὶ τοῦ ξηροῦ καυσόξυλου μεγαλυτέρα ἀπὸ τὴν τοῦ ὑγροῦ.

Θερμότης καύσεως καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἀποδίδει 1 Kg καύσιμον, ὅταν τοῦτο καὶ ἐντελῶς, ἂν αὐτὸ εἶναι στερεὸν ἢ ὑγρὸν, ἢ 1 m^3 ἂν εἶναι ἀέριον (ὑπὸ κανονικῆς συνθήκης θερμοκρασίας καὶ πίεσεως).

Ἡ θερμότης καύσεως ἢ ἡ θερμικὴ δύναμις ἐκφράζεται εἰς Kcal ἀνὰ χιλιόγραμμα ἢ KJ βικόν μέτρον τοῦ καυσίμου. Προκειμένου δὲ περὶ ἀερίου, ἐκφράζεται εἰς Mcal (τονοθεμίδας).

2 Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος καύσεως.

Α) Ἐνὸς στερεοῦ ἢ ὑγροῦ. Πρὸς τὸν σκοπὸν αὐτὸν χρῆσιμοποιούμεν θερμιδόμετρον μὲ ὕδωρ (σχ. 1), ἐντὸς τοῦ ὁποίου βυθίζομεν τὴν *θερμιδομετρικὴν ὀβίδα*. Αὕτη εἶναι δοχεῖον μὲ παχέα τοιχώματα, τὸ ὁποῖον κλείει διὰ κοχλίουτοῦ σκεπάσματος.

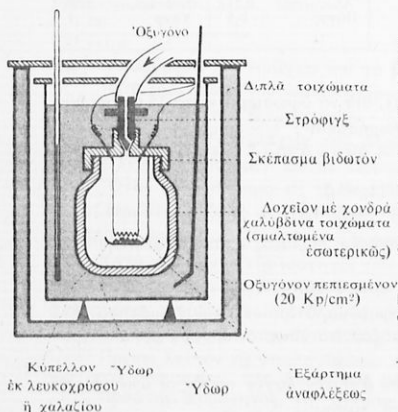
Περίεχει πεπιεσμένον ὀξυγόνον διὰ τὴν καύσιν καὶ χωνευτήριον, φέρον ἓν γραμμάριον ἐκ τοῦ καυσίμου, τοῦ ὁποίου θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν τὴν θερμότητα καύσεως.

Ἡ ἀνάφλεξις γίνεται τῇ βοηθείᾳ ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως.

Παράδειγμα. Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν θερμότητα καύσεως τοῦ ἀνθρακος, ἐργαζόμεθα κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον :

Ζυγίζομεν ἓν γραμμάριον ἐξ αὐτοῦ καὶ τὸ τοποθετοῦμεν εἰς τὸ χωνευτήριον τῆς-θερμιδομετρικῆς ὀβίδος. Ἡ ὀβὶς ἀποτελεῖται ἐκ χαλύβος καὶ ζυγίζει 4 Kg . Τὸ θερμιδόμετρον περιέχει $2,5\text{ l}$ ὕδατος καὶ τὸ ἰσοδύναμόν του εἰς ὕδωρ εἶναι 100 g .

Ἡ *ειδικὴ θερμότης τοῦ χαλύβος* εἶναι $0,1\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$.



Σχ. 1. Ὀβὶς θερμιδομετρικὴ διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς θερμότητος καύσεως ἐνός καυσίμου στερεοῦ ἢ ὑγροῦ.

Ἡ θερμοκρασία ἐντὸς τοῦ θερμοδομέτρου πρὸ τῆς καύσεως : $t_1 = 17,4^\circ \text{C}$ μετὰ τὴν καύ-
σιν : $t_2 = 20,1^\circ \text{C}$ καὶ ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας $t_2 - t_1 = 20,1^\circ \text{C} - 17,4^\circ = 2,7^\circ \text{C}$.

Ἡ καύσις τοῦ ἀνθρακος ἐντὸς τῆς ὀβίδος ἐδημιούργησε μίαν ποσότητα θερμότητος, ἡ
ὁποία ἐπέφερε τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμοδομέτρου.

Τὴν ποσότητα αὐτὴν τῆς θερμότητος τὴν ἀπερρόφησαν :

ἡ θερμομετρικὴ ὀβίς, τῆς ὁποίας τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ εἶναι : $4000 \text{ g} \times 0,1 \text{ cal/g}^\circ \text{C} =$
 $400 \text{ cal/}^\circ \text{C}$, τὸ ὁποῖον ἰσοδυναμεῖ πρὸς 400 g ὕδατος.

Τὸ θερμοδόμετρον τοῦ ὁποίου τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ εἶναι 100 g καὶ

τὰ 2500 g ὕδατος, δηλ. ἐν 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	Αέρια	Kcal/m ³
Ξύλα ξηρά	3000	Βενζίνη αὐτοκινητήτων	11000	Φωταέριον	4250
Ἀνθραξ	7500	Πετρέλαιον	10500	Φυσικὸν αέριον	9300
		Μαζούτ	10000	Προπάνιον	22500
Κώκ	7000	Οινόπνευμα	7000	Βουτάνιον	28000
Ἀνθρακίτης	7860	Βενζόλιον	10000	Ἀσετνλίην	12000

Β) 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 ἔξοδόν του
ἐκ τοῦ ἐργοστασίου παραγωγῆς.

Ἀνάπτωμεν τὸ φωταέριον εἰς ἐν εἰδικὸν
ἀκροφύσιον (μπέκ), τὸ ὁποῖον περιβάλλεται διὰ
μονωτικῶν τοιχωμάτων. Τὴν θερμότητα, ἡ ὁ-
ποία δημιουργεῖται ἐκ τῆς καύσεως τοῦ φωταε-
ρίου, τὴν ἀπορροφᾷ ἐν ρεύμα ὕδατος, τὸ ὁποῖον
κυκλοφορεῖ εἰς τὰς σωληνώσεις τοῦ ὄργανου.

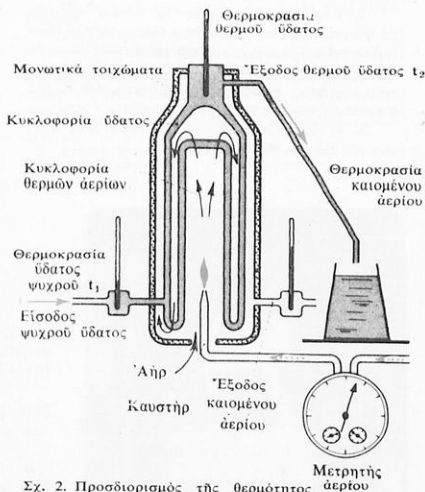
Σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδα-
τος εἰς τὴν εἰσοδὸν καὶ εἰς τὴν ἔξοδόν τῆς συ-
σκευῆς (σχ. 2).

Ὁ ὀγκος $V \text{ m}^3$ τοῦ φωταερίου, τὸ ὁποῖον
ἐκάη ἐντὸς ὠρισμένου χρόνου, σημειώνεται ἀπὸ
ἐνα μετρητήν.

Μετροῦμεν καὶ τὴν μάζαν M εἰς Kg τοῦ
ὕδατος, τὸ ὁποῖον θερμάνθη ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ
χρονικοῦ διαστήματος.

Ἀν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὴν
εἰσοδὸν καὶ εἰς τὴν ἔξοδόν τῆς συσκευῆς εἶναι
 t_1 καὶ t_2 , τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος $Q \text{ Kcal}$, 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 αερίου καύσεως αερίου.

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 στερεόν ἢ ὑγρὸν, ἢ ἐξ 1 m^3 , ἂν τοῦτο εἶναι ἀέριον (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 ἀέρια).

Σειρά 10 : Ποσότης θερμότητας – Θερμιδομετρία.

I. Ποσότης θερμότητας

1. Θερμαίνουμεν διά σταθεράς πηγής θερμότητος 300 g ύδατος και σημειώνομεν την θερμοκρασίαν του ανά πλν λεπτόν. Έκ τών τιμών, τας οποίας λαμβάνομεν, καταρτίζομεν τόν κατωτέρω πίνακα :

mn	0	1	2	3	4	5	6
C°	27°	33°	38°	42°	47°	50°	54°
mn	7	8	9	10	11	12	13
C°	57°	61°	64°	68°	71°	76°	77°

α) Να παρασταθούν γραφικώς αἱ μεταβολαί τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος συναρτήσει τοῦ χρόνου. Ὁ χρόνος εἰς τόν ἄξονα ΟΧ : 1 cm 2mn καὶ ἡ θερμοκρασία εἰς τόν ἄξονα ΟΨ : cm 20° C.

β) Πόσῃν θερμότητι προσέλαβε τὸ ὕδωρ, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 27° C εἰς 61° C ;

γ) Ἐάν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁλόκληρος ἡ ποσότης θερμότητος χρησιμοποιεῖται πρὸς ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, ποία εἶναι ἡ παροχὴ τῆς θερμικῆς πηγῆς εἰς cal/mn ;

2. 500 g ὕδατος, θερμοκρασίας 22° C, ἀπορροφῶν ποσὸν θερμότητος 12.500 cal. Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μείγματος ;

3. Ἐντὸς θερμιδομέτρου, τὸ ὁποῖον περιέχει 1 l ὕδατος 20° C, ρίπτομεν 500 g ὕδατος 70° C : Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μείγματος ;

4. Ποίαν μάζαν ὕδατος 18° C πρέπει νὰ ρίψωμεν ἐντὸς λουτήρος, περιέχοντος 45 l ὕδατος 60° C, διὰ νὰ λάβωμεν τελικῶς ὕδωρ 36° C ;

5. Ἡ ἀντίστασις ἡλεκτρικοῦ βραστήρος ἀποδίδει 120 cal ἀνὰ δευτερολέπτον.

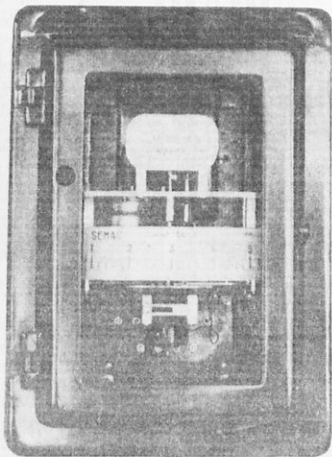
Ἐάν ὁ βραστήρ περιέχῃ 0,75 l ὕδατος ἀρχικῆς θερμοκρασίας 20° C καὶ ἀπορροφᾷ τὰ 80 % τῆς προσφερομένης θερμότητος, πόσος χρόνος ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100° C ;

6. Διὰ νὰ ἔχωμεν 120 l ὕδατος 32° C, ἀναμειγνύομεν ψυχρὸν ὕδωρ 15° C μετὰ θερμοῦ 55° C. Πόσον ψυχρὸν καὶ ποσὸν θερμὸν ὕδωρ πρέπει νὰ λάβωμεν ;

II. Τὸ θερμιδόμετρον

7. Διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ἀπώλειαν θερμότητος εἰς ἓν θερμιδόμετρον, ἐκτελοῦμεν τὸ ἑξῆς πείραμα : Ρίπτομεν εἰς τὸ θερμιδόμετρον 500 g ὕδατος 49° C καὶ λαμβάνομεν τὴν θερμοκρασίαν του ἀνὰ ἡμίσειαν ὥραν. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ ἴδιον πείραμα διὰ θερμιδομέτρου, ἐφωδιασμένου διὰ περιβλήματος καὶ καλύμματος. Μὲ τὰς λαμβανομένας τιμὰς καταρτίζομεν τόν κατωτέρω πίνακα :

Χρόνος (mn)	Θερμιδόμετρον διὰ περιβλήματος	Θερμιδόμετρον ἀνευ περιβλήματος
0	49° C	49° C
30	38,5° C	44° C
60	31,4° C	40° C
90	27,7° C	37° C
120	25,2° C	33,5° C
150	23,5° C	31,5° C
180	22,3° C	29,8° C
210	21° C	28,8° C



Μετρητὴς θερμίδων.

Εἰς τὰς μεγάλας ἐγκαταστάσεις κεντρικῆς θερμάνσεως χρησιμοποιοῦνται «μετρηταὶ θερμίδων» (ὁπως οἱ γνωστοὶ μετρηταὶ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ὕδατος καὶ φωταερίου).

Εἰς τὴν εἰκόνα φαίνονται δύο βαθμολογήσεις. Εἰς τὴν ἐπάνω βαθμολογήσιν ὁ μετρητὴς παροχῆς σημειώνει τὸ ὅθροισμα τῆς καταναλισκομένης θερμότητος εἰς ὥραιας τονοθερμίδας. Ἀντιθέτως, διὰ τῆς βαθμολογήσεως τοῦ κέντρου δυνάμεθα νὰ ἔχωμεν ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν τὴν τιμὴν τῆς θερμικῆς ροῆς εἰς τονοθερμίδας ἀνὰ ὥραν.

Νά παρασταθῇ γραφικῶς ἡ πτώσις τῆς θερμοκρασίας εἰς ἑκάστον θερμιδομέτρον συναρτήσει τοῦ χρόνου (εἰς τὸν ἄξονα OX : $1 \text{ cm} = 30 \text{ min}$ με ἀρχὴν τὸ 0 καὶ ἡ θερμοκρασία εἰς τὸν OY : $1 \text{ cm} = 5^\circ \text{C}$ καὶ ὄρθην 20°C).

Συμφώνως πρὸς τὸν πίνακα νά ὑπολογισθῇ εἰς cal/g ἡ ἀπώλεια θερμότητος, καθ' ἑκάστην ὥραν, τοῦ ὕδατος τοῦ θερμιδομέτρου: α) ἄνευ καλυμματος καὶ β) μετὰ καλύμματος.

8. Χύτρα (κατσαρόλα) ἔχει χωρητικότητα $1,1 \text{ l}$. Πληροῦμεν αὐτὴν ὕδατος, θερμοκρασίας 90°C καὶ ἡ θερμοκρασία ἰσορροπεῖ εἰς τοὺς 85°C :

α) Ποσὴν θερμότητα ἀπερρόφησαν ἡ χύτρα, ἂν ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τῆς ἴτο 15°C ;

β) Νά ὑπολογισθῇ τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τῆς χύτρας.

9. Νά ὑπολογισθῇ ἡ ποσότης θερμότητος, ἡ ὅποια ἀποδίδεται, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος κατέρχεται ἀπὸ 85°C εἰς 25°C .

9. Ἐντὸς θερμιδομέτρου, τὸ ὅποιον ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ 18 g καὶ περιεχὲι 200 g ὕδατος 15°C , ρίπτομεν 240 g ὕδατος 45°C . Ποία εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία του;

10. Ἐντὸς θερμιδομέτρου, τὸ ὅποιον ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ 20 g καὶ περιεχὲι 580 g ὕδατος 12°C , βοηθούμεν ἐπ' ὀλίγον ηλεκτρικὴν ἀντίστασιν, ὅποτε ἡ τελικὴ θερμοκρασία γίνεται 20°C .

Ποῖον ποσὸν θερμότητος ἀπέδωκεν ἡ ἀντίστασις;

III. Εἰδικὴ θερμότης

11. Ποσὴν θερμότητα ἀπαιτεῖ 1 l ὕδαργυρου, εἰς νά ψυχθῇ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 18°C εἰς 60°C . (Ποικνότης ὕδαργυρου: $13,6 \text{ g/cm}^3$, εἰδικὴ θερμότης ὕδαργυρου $0,033 \text{ cal/g}^\circ \text{C}$).

12. Χύτρα (κατσαρόλα) εἰς ἀλουμίνιου, εἰδικῆς θερμότητος $0,21 \text{ cal/g}^\circ \text{C}$, ζυγίζει 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 σιδήρου-μαζῆς ζυγίζει 1 Kg καὶ ἔχει εἰδικὴν θερμότητα $0,1 \text{ cal/g}^\circ \text{C}$.

Πόσος χρόνος ἀπαιτεῖται, διὰ νά ψυχθῇ ἡ θερμοκρασία τῆς πλάκας κατὰ 50°C , ἂν ἡ ηλεκτρικὴ

ἀντίστασις παρέχῃ εἰς τὴν πλάκα 120 cal ἀνὰ δευτερόλεπτον;

14. Εἰς κενὸν ὀρειχαλκινὸν 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 ὀρειχαλκος;

β) Ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότης του;

15. Διὰ διπλῆς ζυγίσεως προσδιορίζομεν τὴν μάζαν ἐνὸς σιδήρου τεμαχίου ὡς ἑξῆς: 1. Τὸ σιδηροῦν τεμάχιον $+ 140 \text{ g}$ ἰσορροπεῖ τὸ ἀπόβαρον. 2. Τὸ ἀπόβαρον ἰσορροπεῖ 220 g :

α) Ποία ἡ μάζα τοῦ σιδήρου τεμαχίου;

β) Βοηθούμεν τὸ τεμάχιον εἰς λεκάνην ὕδατος 100°C καὶ ἀμέσως ἑπειτα εἰς θερμιδομέτρον, τοῦ ὁποίου τὸ σύνολον ἰσοδυναμεῖ πρὸς 500 g ὕδατος, θερμοκρασίας 20°C .

Ἄν ἡ τελικὴ θερμοκρασία εἶναι $21,4^\circ \text{C}$, ποία εἶναι ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σιδήρου;

IV. Θερμότης καύσεως ἐνὸς καυσίμου

16. 1 Kg ἀνθρακίτου κοστίζει 2 δραχμὰς καὶ ἀποδίδει κατὰ τὴν καύσιν 8.000 Kcal . Ὅμως ἡ συσκευή, εἰς τὴν ὅποιαν γίνεται ἡ καύσις, ἔχει ἀπώλειαν ἀνερχομένην εἰς 30% αὐτῆς τῆς θερμότητος. Ἐνν χρησιμοποιοῦμεν καθ' ἑκάστην ἡμέραν 20 l ὕδατος, τὸ ὅποιον θερμαίνεται αὐτῇ ἡ συσκευὴ ἀπὸ 12°C εἰς 80°C , ποία εἶναι ἡ καταναλωσις εἰς ἀνθρακίτην καὶ ποσὰ τα ἡμερησία ἐξόδα;

17. Ἀποσὸν ὄγκον φωταερίου πρέπει νά καύσωμεν, διὰ νά θυσώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν 800 l ὕδατος ἀπὸ 15°C εἰς 40°C ;

18. Θερμικὴ δύναμις τοῦ φωταερίου εἶναι 5.000 Kcal/m^3 .

α) Ἐάν εἰς τὴν πραγματικότητά ἀπαιτοῦνται 12 m^3 φωταερίου, ποία εἶναι ἡ ἀποδοσις τῆς συσκευῆς;

β) Ἐν χαλκινὸν δοχεῖον μάζης 2 Kg περιεχὲι 5 l ὕδατος θερμοκρασίας 10°C . Θέλομεν νά ἀνυψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν του εἰς τοὺς 80°C χρησιμοποιήσαντες φωταερίον. Ποσὰ m^3 φωταερίου θὰ καταναλώσωμεν ὑπὸ τὴν προϋποθέσιν ὅτι δὲν ὑπάρχουν ἀπώλειαι;

Εἰδικὴ θερμότης χαλκοῦ: $0,1 \text{ cal/g}^\circ \text{C}$, θερμότης καύσεως φωταερίου: 5.000 Kcal/m^3 .

420Ν καὶ 430Ν ΜΑΘΗΜΑ

ΤΗΞΙΣ - ΠΗΞΙΣ

1 Παρατήρησις.

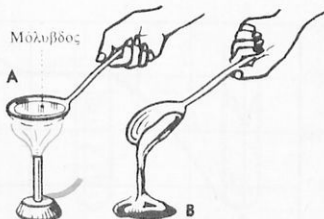
Ἐάν θερμάνωμεν τεμάχιον μολύβδου ἐντὸς σιδήρου κοχλιarioy, παρατηροῦμεν ὅτι ἐντὸς μικροῦ χρονικοῦ διαστήματος ὁ μολύβδος μεταβάλλεται ἀπὸ στερεὸν εἰς ὑγρὸν (σχ. 1).

Τὸ φαινόμενον τοῦτο, δηλ. ἡ μετάβασις ἐνὸς σώματος ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς ὑγρὰν κατάστασιν, καλεῖται τήξις.

Ἐάν ἀφήσωμεν τὸν ἐν ὑγρᾷ καταστάσει μολύβδον ἐν ψυχτῇ, παρατηροῦμεν ὅτι γίνεται καὶ πάλιν στερεός, δηλ. πηΐζει. Τὸ φαινόμενον τοῦτο λέγεται πηΐξις τοῦ σώματος.

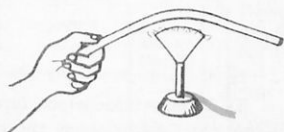
Ἐάν εἰς τὴν φλόγα μιᾶς λυχνίας Bunsen θερμάνωμεν ὑάλινον σωλῆνα, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ ὕαλος κατ' ἀρχὰς μαλακώνει, ὅποτε δύναται νά λυγισθῇ ἢ νά λυγίσῃ, ἐφ' ὅσον δὲ ἡ θερμοκρασία αὐξήσῃ, δύναται καὶ νά τασθῇ.

Ἡ τήξις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται ὁ μολύβδος, λέ-

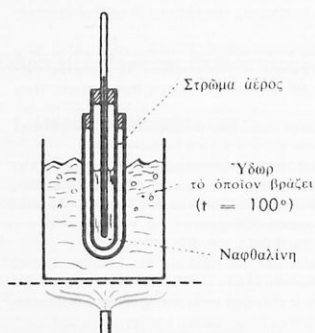


Σχ. 1. Ἡ τήξις τοῦ μολύβδου εἶναι κρυσταλλικὴ.

Α) Τήξις Β) Στερεοποίησης (πηΐξις)



Σχ. 2. Ἡ ὕαλος ὑφίσταται πλαστικὴν τήξιν.



Σχ. 3. Τήξις ναφθαλίνης

2 Πείραμα.

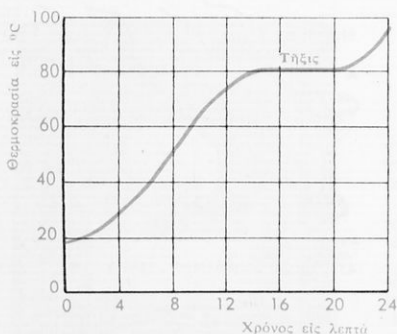
Α) Πραγματοποιούμε την διάταξη του σχ. 3. 'Ο έσωτερικός σωλήν περιέχει ναφθαλίνη εις κόκκιν, έντός αυτού δέ έχομεν τοποθετήσει καί έν θερμόμετρον.

● Θερμαίνομεν τὸ ὕδωρ τοῦ ἔξωτερικοῦ δοχείου καί σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς ναφθαλίνης ἀνά 2 mn.

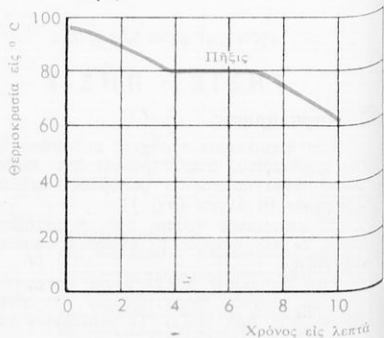
χρόνος εἰς mn	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
θερμοκρασία ναφθαλίνης	18	23	30	38	52	66	75	80	80	80	80	93	98
	στερεόν						στερεόν+ύγρὸν τήξις				ύγρὸν		

● Τοποθετοῦμεν τὴν συσκευὴν ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος καί σημειώνομεν τὰς θερμοκρασίας τῆς ναφθαλίνης, ὡς καί 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
	ύγρὸν				ύγρὸν+στερεόν πῆξις				στερεόν		



Σχ. 4. Γραφικὴ παράστασις τήξεως



Γραφικὴ παράστασις πῆξεως

Β) Θέτομεν θερμόμετρον ἐντὸς θρυμμάτων πάγου, ὁ ὁποῖος τήκεται. Παρατηροῦμεν ὅτι καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἡ θερμοκρασία του παραμένει σταθερὰ εἰς τοὺς 0° C.

Νόμοι τής τήξεως καὶ πήξεως.

α) Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ἐν καθαρὸν σῶμα τήκεται εἰς ὁρισμένην θερμοκρασίαν, ἢ 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 ὁρισμένην θερμοκρασίαν, ἢ ὅποια λέγεται **σημεῖον πήξεως**.

Ἡ θερμοκρασία αὕτη παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν πήξεως τοῦ σώματος.

Τὸ σημεῖον τήξεως ἐνὸς σώματος εἶναι τὸ αὐτὸ μὲ τὸ σημεῖον πήξεως καὶ ἀποτελεῖ Φυσικὴν σταθερὰν διὰ τὰ καθαρὰ σώματα.

Θερμότης τήξεως μερικῶν καθαρῶν σωμάτων :

Ὑδρογόνον στερεόν	— 259°C	Γλυκερίνη εἰς ὑπέρτηξιν	18°C	Ψευδάργυρος	420°C
Ὁξυγόνον στερεόν	— 218°C	κατὰ ἀπὸ	44°C	Ἀλουμίνιον	660°C
Ἀζώτονον στερεόν	— 210°C	Φωσφόρος	80°C	Ἀργυρος	960°C
Οἰνόπνευμα	— 114°C	Ναφθαλίνη	114°C	Χαλκός	1080°C
Ὑδράργυρος	— 39°C	Θεῖον	232°C	Χρυσός	1060°C
Πάγος (ἐξ ὁρισμοῦ)	— 0°C	Κασσίτερος	327°C	Σίδηρος	1530°C
Βενζίνη	— 5.4°C	Μόλυβδος		Ἀσβέστιον	2570°C
				Βολφράμιον	3370°C

3 Ὑπέρτηξις.

• Ἐντὸς ἀπολύτως καθαροῦ δοκιμαστικοῦ σωλῆνος θέτομεν ἀπεσταγμένον ὕδωρ καὶ θερμόμετρον. Ἀκολουθῶς τοποθετοῦμεν τὸν σωλῆνα ἐντὸς δοχείου, τὸ ὅποion περιέχει μείγμα θρυμμάτων πάγου καὶ ἁλάτος (ψυκτικὸν μείγμα).

• Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος κατέρχεται ἀρκετοὺς βαθμοὺς ὑπὸ τὸ 0°C, χωρὶς νὰ ἐπέλθῃ πῆξις τοῦ ὕδατος. Τὸ ὕδωρ εὐρίσκεται εἰς κατάστασιν ὑπέρτηξεως.

• Ἐάν κινήσωμεν τὸν σωλῆνα, τὸ ὕδωρ ἀποτόμως πήγνυται καὶ ἡ θερμοκρασία τὸν ἀνέρχεται εἰς 0°C.

• Ἐν σῶμα εὐρίσκεται ἐν ὑπέρτηξει, ὅταν εὐρίσκεται ἐν ὁρῷ καταστάσεως, ἂν καὶ ἔχῃ θερμοκρασίαν χαμηλοτέραν τοῦ σημείου τήξεως.

Ἡ ὑπέρτηξις εἶναι μία ἀσταθὴς κατάσταση.

4 Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου κατὰ τὴν τήξιν καὶ τὴν πῆξιν.

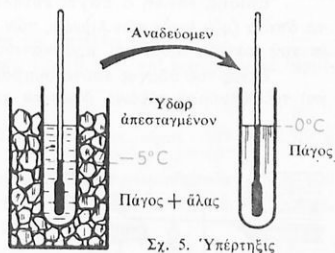
Α. Ἐάν ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλῆνος τήξωμεν ναφθαλίνη, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι, ἐφ' ὅσον διαρκεῖ ἡ τήξις, ἡ στερεὰ ναφθαλίνη παραμένει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ σωλῆνος. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ ὄγκος ὁρισμένης μάζης στερεᾶς ναφθαλίνης εἶναι μικρότερος τοῦ ὄγκου ἰσῆς μάζης ὑγρᾶς ναφθαλίνης.

• Ὅταν τακτὴ δολόκληρος ἡ ναφθαλίνη, σημειώσωμεν τὴν στάθμην τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸν σωλῆνα καὶ τὸν ἀφαινοῦμεν νὰ ψυχθῇ.

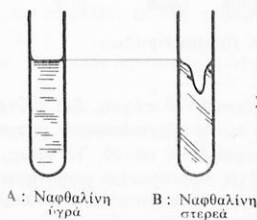
• Παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τὴν στερεοποίησιν δολόκληρου τοῦ ὑγροῦ ἡ στάθμη κατέρχεται ὀλίγον ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ ἡ ἐπιφάνεια τῆς στερεᾶς ναφθαλίνης καθίσταται κοίλη.

Τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ σώματος ἐμειώθη.

Τὴν ἰδίαν παρατήρησιν δυνάμεθα νὰ κάμωμεν πολλὰ ἄλλα σώματα (θεῖον, παραφίνη, μόλυβδον κ.τ.λ.).



Σχ. 5. Ὑπέρτηξις



Σχ. 6.



Σχ. 7.

Συμπέρασμα : *Ο όγκος των περισσοτέρων σωμάτων, όταν τήκονται, αυξάνει, ενώ ελαττώνεται, όταν ταύτα πήγνυνται.*

Β. Εάν θέσωμεν εντός δοχείου ύδωρ και τεμάχια πάγου και εις ἕτερον δοχεῖον ἔλαιον, τὸ ὁποῖον ἐν μέρει ἔχει παγώσει, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ πάγος εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον εὐρίσκεται 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 ἰσῆς μάζης ὕδατος, ἐνῶ ὠρισμένη μᾶζα παγωμένου ἐλαίου ἔχει μικρότερον ὄγκον ἰσῆς μάζης ὕγρου ἐλαίου.

- Βυθίζομεν φιάλην πλήρη ὕδατος ἐντὸς ψυκτικοῦ μείγματος (ἄλας + πάγος).

Παρατηροῦμεν μετ' ὀλίγον χρόνον ὅτι τὸ ὕδωρ γίνεται πάγος, μέρος τοῦ ὁποίου ἐξέρχεται ἐκ τοῦ στομίου τῆς φιάλης, ἐνῶ ἡ φιάλη θραύεται.

Συμπέρασμα : *Ὅταν τὸ ὕδωρ μεταβάλλεται εἰς πάγον, ὁ ὄγκος του αὐξάνει. Δι' ἀκριβῶν μετρήσεων εὐρίσκομεν ὅτι 1000 cm³ ὕδατος 0° C μᾶς δίδουν 1090 cm³ πάγου τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.*

Ἀποτελέσματα. Ἡ ἐξαίρεσις, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει τὸ ὕδωρ, νὰ αὐξάνῃ δηλ. ὁ ὄγκος του, ὅταν στερεοποιῇται, ἔχει πολλὰς συνεπείας εἰς τὴν καθημερινήν μας ζωὴν.

Τὸν χειμῶνα π.χ., ὅταν ἐπικρατῇ ψυχρός, θραύονται τὰ ψυγεῖα τῶν αὐτοκινήτων (ἐὰν περιέχουν μόνον καθαρὸν ὕδωρ), αἱ σωληνώσεις τοῦ ὕδατος, τὰ ἀγγεῖα τῶν δένδρων, θρυμματίζονται οἱ βράχοι, οἱ ὁποῖοι ἔχουν πόρους κ.τ.λ. 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 ;

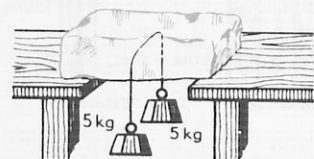
Ἐκτὸς τοῦ ὕδατος τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς ἄλλα σώματα. Π.χ. ὁ ὄγκος τοῦ χυτοσιδήρου καὶ τοῦ ἀργύρου αὐξάνει, ὅταν τὰ σώματα αὐτὰ στερεοποιούνται.

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 του βάρη τῶν 5 Κρ (σχ. 8).

Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σύρμα διέρχεται βραδέως τὴν στήλην, ἐνῶ ὁ πάγος δὲν φαίνεται νὰ ἔχη κοπῇ.

Ἐξήγησις. Ἡ πιέζουσα δύναμις τῶν 10 Κρ μεταδίδεται ἐκ τοῦ σύρματος εἰς μίαν πολὺ μικρὰν



Σχ. 8. Πείραμα ἀνατήξεως

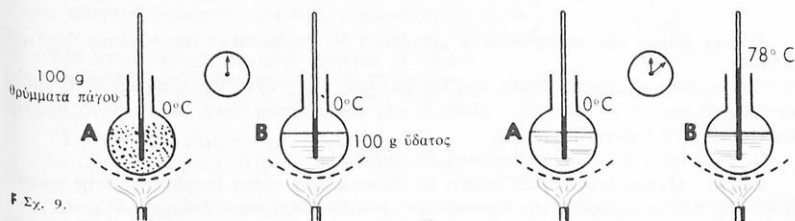
ἐπιφάνειαν τοῦ πάγου. Διὰ τοῦτο ἡ πίεσις ἐπ' αὐτῆς τῆς ἐπιφανείας εἶναι πολὺ μεγάλη. Ἐνεκα αὐτῆς τῆς πιέσεως ὁ εὐρισκόμενος κάτω τοῦ σύρματος πάγος τήκεται καὶ τὸ σύρμα εἰσχωρεῖ ἐντὸς αὐτοῦ. Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἐκ τῆς τήξεως, ἐπειδὴ δὲν πιέζεται καὶ ἔχει θερμοκρασίαν μικροτέραν τοῦ 0° C, πήγνυται (=πῆζει) καὶ πάλιν ἀμέσως. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὀνομάζεται ἀνάπηξις.

Συμπέρασμα : *Αὐξήσις τῆς πιέσεως προκαλεῖ ἐλάττωσιν τοῦ σημείου τήξεως τοῦ πάγου.*

Συνέπειαι. Ὁ παγετῶν σχηματίζεται ἐκ τῆς ἀναπήξεως τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἐκ τῆς τήξεως τῆς χιόνος τῶν κατωτέρων στρωμάτων, ἅτινα πιέζονται ὑπὸ τῶν ἀνωτέρων. Ὁ πάγος τήκεται καὶ τροφοδοτεῖ τοὺς χειμάρρους εἰς τὸ βάθος τοῦ παγετῶνος, ἐπειδὴ δέχεται τὴν πίεσιν ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τούτου τοῦ παγετῶνος.

6 Θερμότης τήξεως.

Θερμαίνομεν συγχρόνως διὰ δύο λυχνιῶν οἰνοπνεύματος, αἱ ὁποῖαι ἔχουν τὴν ἰδίαν φλόγαν



Σχ. 9.

μίαν φιάλην Α, περιέχουσιν θρύμματα πάγου, τὰ ὅποια ἀναδεύομεν, ἕως ὅτου τακῇ ὅλος ὁ πάγος, καὶ ἐτέραν φιάλην Β καθαροῦ ὕδατος 0° C. Τὰ θρύμματα τοῦ πάγου τῆς μιᾶς φιάλης καὶ τὸ ὕδωρ τῆς ἐτέρας ἔχουν τὴν ἰδίαν μᾶζαν (σχ. 9).

Ὁ πάγος, διὰ νὰ τακῇ, ἀπορροφᾷ θερμότητα ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν.

Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος τήξεως τοῦ πάγου (σχ. 10).

Τὸ θερμιδόμετρον, τὸ ὁποῖον θὰ χρησιμοποιήσωμεν, ἔχει ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ : 20 g. Περιέχει ὕδωρ : 400 g.

Ἡ θερμοκρασία του εἶναι : $t_1 = 23,7^\circ \text{C}$.

Ἡ συνολικὴ μᾶζα τοῦ θερμιδομέτρου (θερμιδόμετρον, ἐξαρτήματα καὶ ὕδωρ) εἶναι : 515,9 g (σχ. 10 Α).

Λαμβάνομεν τεμάχιον πάγου 0° C (ἐκ μείγματος πάγου καὶ ὕδατος), ἀπορροφούμεν διὰ στυποχάρτου τὸ ὕδωρ, τὸ εὑρισκόμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πάγου, καὶ τοποθετοῦμεν ἐντὸς τοῦ θερμιδομέτρου τὸ τεμάχιον τοῦ πάγου.

Ὁ πάγος θὰ τακῇ καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος θὰ κατέλθῃ (σχ. 10 β).

Σημειώνομεν τὴν θερμοκρασίαν, ὅταν τακῇ ὁ πάγος : $t_2 = 18,5^\circ \text{C}$ καὶ ζυγίζομεν τὸ θερμιδόμετρον : 539 g (σχ. 10 Γ).

Υπολογισμός.

Ἡ μᾶζα τοῦ πάγου, τὴν ὁποίαν 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 κατέλθῃ 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 τακῇ ὁ πάγος καὶ

β) διὰ νὰ ἀνέλθῃ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον προῆλθεν ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἀπὸ 0° C εἰς 18,5° C.

Ποσότης θερμότητος, ἀπορροφηθεῖσα ὑπὸ τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον προῆλθεν ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου :

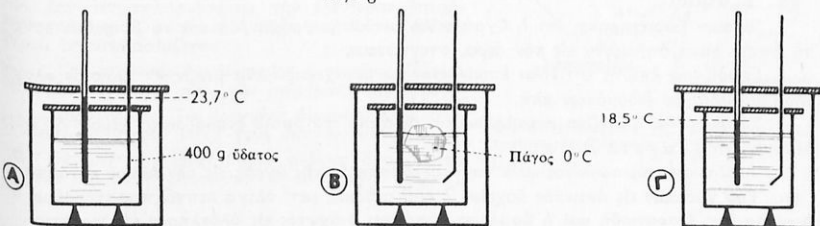
$$Q_{\text{cal}} = 23,1 \text{ cal/}^\circ\text{C} \times 18,5^\circ\text{C} = 427 \text{ cal}$$

Ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησεν ὁ πάγος, διὰ νὰ τακῇ :

$$Q_{\text{cal}} = 2184 \text{ cal} - 427 \text{ cal} = 1757 \text{ cal}$$

Ἄρα, διὰ νὰ τακῇ 1 g πάγου, ἀπορροφᾷ :

$$\frac{1757 \text{ cal}}{23,1 \text{ g}} = 76 \text{ cal/g}$$



Σχ. 10. Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος τήξεως τοῦ πάγου

Εἰς τὴν σειράν τῶν προηγουμένων μετρήσεων δὲν δυνάμεθα νὰ ἀποφύγωμεν ὠρισμένα σφάλματα.

Ἐξ ἀκριβῶν μετρήσεων εὐρέθη ὅτι, διὰ νὰ τακῇ 1 g πάγου θερμοκρασίας 0°C καὶ νὰ γίνῃ ὕδωρ ἐπίσης 0°C (ἄνευ δηλ. ἀλλαγῆς τῆς θερμοκρασίας του), δέον νὰ τοῦ προσφέ-
ρωμεν 80 cal (79,7 ἀκριβῶς).

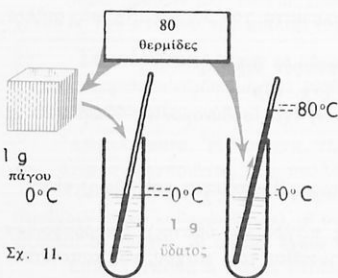
Ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶναι 80 cal/g.

Διὰ νὰ τήξωμεν 1 g πάγου, πρέπει νὰ προσφέρωμεν τόσῃν θερμότητῃ, 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, ὥς ἐκ τούτου, πολὺ μεγάλη.

Ἐφαρμογαί. Διὰ τοῦ πάγου διατηροῦμεν τὰ τρόφιμα εἰς τὰ ψυγεῖα, διότι, ὅταν τήκεται, ἀπορ-
ροφᾷ μεγάλην ποσότητα θερμότητος ἐκ τοῦ ἀέρος καὶ τῶν τροφίμων τοῦ ψυγείου, ὅποτε ἡ θερμοκρα-
σία 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 στερεᾶς 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 λέ-
γεται σημεῖον τήξεως. Ἡ θερμοκρασία αὕτῃ παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως.

Τὸ σημεῖον τήξεως καὶ τὸ σημεῖον πήξεως ἐνὸς σώματος καθαροῦ εἶναι τὸ αὐτό.

3. Ἐν καθαρὸν σῶμα εὐρίσκεται ἐν ὑπερτήξει, ὅταν εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν ἔχῃ θερμο-
κρασίαν κατωτέραν τοῦ σημείου τῆς πήξεως.

4. Ἡ τήξις συνήθως συνοδεύεται ἀπὸ αὐξησιν τοῦ ὄγκου.

5. Δι' αὐξήσεως τῆς πίεσεως τὸ σημεῖον τήξεως τοῦ πάγου κατέρχεται.

6. Θερμότης τήξεως ἐνὸς σώματος καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον προσδι-
δομεν 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^{ON} ΜΑΘΗΜΑ : Ἡ ἔννοια τοῦ κεκορεσμένου ἀτμοῦ.

ΕΞΑΤΜΙΣΙΣ

1 Ἐξάτμισις.

Ἐχομεν παρατηρήσει ὅτι ἡ ὑγρὰ αὐλὴ μετὰ τὴν βροχὴν, ὥς καὶ τὰ βρεγμένα ροῦχα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀπλωμένα εἰς τὸν ἀέρα, στεγνώνουν.

Γνωρίζομεν ἐπίσης ὅτι εἶναι ἐπικίνδυνον νὰ μεταχειριζώμεθα βενζίνην πλησίον φλογῶς πρὸς καθαρισμόν ἐνδυμάτων κλπ.

Τὸ ὕδωρ καὶ ἡ βενζίνη μεταβάλλονται εἰς ἀέρια, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται ἀτμοί. Δι' αὐτὸ λέγομεν ὅτι ἔξ αερίοις.

Ἐξάερωσις 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 αἰθὴρ ἔχει ἐξαφανισθῇ καὶ ἡ ὁσμὴ του ὑπάρχει διάχυτος εἰς ὁλόκληρον τὸ δωμάτιον.

Όπως όλα τα αέρια, ούτω και οι ατμοί του αιθέρος.

● Έάν επαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα δι' οἰνοπνεύματος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι καὶ τοῦτο ἐμφανίζεται, ἀλλὰ μὲ βραδύτερον ρυθμὸν ἀπὸ ὅσον ὁ αἰθήρ (σχ. 1).

Τὰ ὑγρά αὐτὰ ὀνομάζονται **πητικὰ**.

Τὸ οἰνόπνευμα εἶναι ὀλιγώτερον πητικὸν τοῦ αἰθέρος.

Τέλος, ἐάν χρησιμοποιοῦσωμεν διὰ τὸ αὐτὸ πείραμα ἔλαιον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ὑγροῦ παραμένει σχεδὸν ἀμετάβλητος, διότι τὸ ἔλαιον εἶναι ἐλάχιστα πητικόν.

Εἰς τὰ προηγούμενα πειράματα οὐδεμίαν μεταβολὴν παρατηροῦμεν εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἐξάερωσις γίνεται μόνον ἐκ τῆς ἐπιφανείας του καὶ ὀνομάζεται **ἐξάτμισις**.

Ἡ ἐξάτμισις καλεῖται ὁ σχηματισμὸς ἀτμῶν ἐκ μόνης τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἐξάτμισις αὕτη δὲν εἶναι στιγμιαία.

2 Ταχύτης ἐξάτμισεως.

Παρατήρησις. Διὰ νὰ στεγνώσουν γρήγορα τὰ ἀσιρόρρουχα, τὰ ἀπλώνομεν ἐπὶ σχοινίου.

Αἱ ἀλυκαὶ ἔχουν μεγάλην ἐπιφάνειαν καὶ μικρὸν βάθος.

● Τοποθετοῦμεν εἰς τὸν δίσκον ἑνὸς ζυγοῦ ἀνοικτὸν δοχεῖον, φέρον ὀλίγα cm^3 αἰθέρος καὶ ἰσορροποῦμεν τὸν ζυγὸν δι' ἑνὸς βάρους (ἀπόβαρον), τὸ ὅποῖον θέτομεν ἐπὶ τοῦ ἄλλου δίσκου (σχ. 2).

● Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ ἀρχίζει νὰ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τοῦ βάρους.

Ἐπειτα ἀπὸ 5 mn, διὰ νὰ ἐπαναφέρωμεν τὴν ἰσορροπίαν τοῦ ζυγοῦ, πρέπει νὰ θέσωμεν σταθμὰ εἰς τὸν δίσκον, ὅπου ἔχομεν τὸν αἰθέρα. Π.χ. 1,7 g αἰθέρος. Ἐχουν ἐξατμισθῇ ἐντὸς 5 mn 1,7 αἰθέρος.

Λέγομεν ὅτι ἡ **ταχύτης ἐξάτμισεως** τοῦ αἰθέρος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος εἶναι : $1,7 \text{ g} : 5 \text{ mn} = 0,34 \text{ g/mn}$.

● Ἐάν ἀντικαταστήσωμεν τὸ ἀνοικτὸν δοχεῖον δι' ἑτέρου μεγαλύτερας ἐπιφανείας καὶ ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, θὰ ἴδωμεν ὅτι ἐντὸς 5 mn θὰ ἐξατμισθοῦν 6,8 g αἰθέρος (σχ. 3).

Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ αἰθέρος εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον εἶναι 132 cm^2 καὶ εἰς τὸ δεύτερον 528 cm^2 .

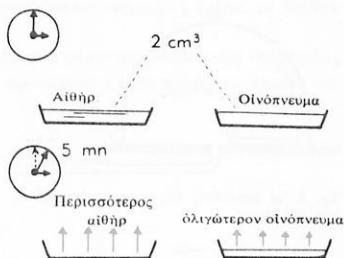
$$\text{Παρατηροῦμεν ὅτι : } \frac{132}{528} = \frac{1}{4} \quad \frac{1,7}{6,8} = \frac{1}{4}$$

δηλ. ἐάν τετραπλασιάσωμεν τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, τότε καὶ ἡ μᾶζα τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ τετραπλασιάζεται.

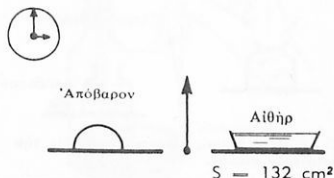
Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ἡ ταχύτης ἐξάτμισεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.

Παρατήρησις. Τὰ βρεγμένα ἀσιρόρρουχα στεγνώνουν ταχύτερον κατὰ τοὺς θερινοὺς μῆνας.

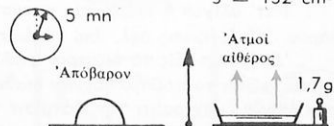
● Θέτομεν τὴν ἴδιαν μᾶζαν αἰθέρος δύο ὁμοίων δοχείων καὶ τὰ ἰσορροποῦμεν εἰς ἓνα ζυγὸν (σχ. 4).



Σχ. 1. Ὁ αἰθήρ εἶναι περισσότερον πητικὸς ἀπὸ τὸ οἰνόπνευμα.

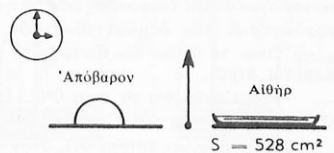


$$S = 132 \text{ cm}^2$$

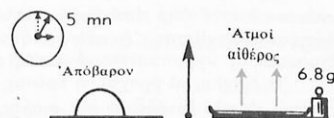


$$S = 528 \text{ cm}^2$$

Σχ. 2. Ἡ ταχύτης ἐξάτμισεως εἶναι $1,7 \text{ g} : 5 \text{ mn} = 0,34 \text{ g/mn}$



$$S = 528 \text{ cm}^2$$



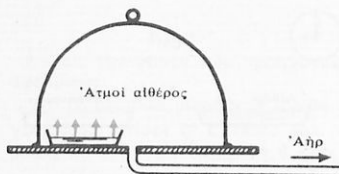
$$S = 528 \text{ cm}^2$$

Σχ. 3. Ἡ ταχύτης ἐξάτμισεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ.



$$S = 528 \text{ cm}^2$$

Σχ. 4. Ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμισην.



Σχ. 5. Η ελάττωση της πίεσης επιταχύνει την εξάτμιση.



Σχ. 6. Η εξάτμιση είναι ταχύτερα εις τὴν ὀριστεράν φιάλην.

Μετ' ὀλίγον ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τοῦ ἀντιβάρου. Ἡ εξάτμις δηλ. ἀπὸ τὸ δεύτερον φιαλίδιον γίνεται μετὰ μικροτέρας ταχύτητος.

Ἐξήγησις. Εἰς τὸ δεύτερον φιαλίδιον οἱ ἀτμοὶ τοῦ αἰθέρος συσσωρεύονται ἀνωθεν τοῦ ὑγροῦ, ἐνῶ εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον διασκορπίζονται εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν. Ἡ συσσωρεύσις αὕτη τῶν ἀτμῶν δυσχεραίνει τὴν εξάτμιση τοῦ ὑγροῦ καί, ὡς ἐκ τούτου, τὴν ἐπιβραδύνει.

Ἡ ταχύτης εξάτμισις αὐξάνει, ὅταν ὁ ἀήρ ἀνανεοῦται ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν εἰς μίαν ὠρισμένην θερμοκρασίαν ὁ ἀήρ ἢ τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας ἐνὸς πτητικοῦ ὑγροῦ, δὲν δύναται νὰ συγκρατήσῃ ἀπεριόριστον ποσότητα ἐκ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑγροῦ.

Ὅταν τὸ ὑγρὸν δὲν εξατμίζεται πλέον, οἱ ἀτμοὶ τοῦ ἔχουν κορεσθῇ καὶ λέγονται **κεκορεσμένοι ἀτμοί**.

Ἐχει εὐρεθῇ ὅτι εἰς τοὺς 0°C 1m^3 ἀέρος συγκρατεῖ 4,8 g ὕδατμῶν, εἰς τοὺς 20°C 17,3 g καὶ εἰς τοὺς 40°C 49 g.

Παρατηροῦμεν ἐπίσης ὅτι, ὅταν ὁ καιρὸς εἶναι πολὺ ὑγρὸς, τὰ ἀσπρόρρουχα δὲν στεγνώνουν, διότι ὁ ἀήρ εἶναι κεκορεσμένος ὑπὸ ὕδατμῶν. Ὅταν ὁμως ἡ θερμοκρασία ἀνέλθῃ, ἡ εξάτμις συνεχίζεται. Ἀντιθέτως, ὅταν ἡ θερμοκρασία κατέλθῃ, ἐν μέρος τῶν ὕδατμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας ὑγροποιεῖται, ὁ **ἀτμὸς συμπεκνύεται**.

Ἡ ὀμίχλη, αἱ βροχαί, ἡ δρόσος, ἡ χιών, τὰ σταγονίδια τοῦ ὕδατος, τὰ ὁποῖα σχηματίζονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς φιάλης, ὅταν τὴν ἐξάγωμεν τοῦ ψυγείου κ.τ.λ., ὀφείλονται εἰς τὴν συμπεκνῶσιν τῶν ὕδατμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας.

Συμπέρασμα: Εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν ὁ ἀήρ ἢ τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἀνωθεν 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 εξάτμις παύει, ἐνῶ εξακολουθεῖ νὰ παραμένῃ μία ποσότης ὑγροῦ.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Ἐξάτμις καλεῖται ὁ σχηματισμὸς ἀτμῶν ἐκ μόνης τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

Ἡ εξάτμις αὕτη εἶναι βραδεῖα καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ ὑγροῦ.

2. Ἡ ταχύτης εξάτμισις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ καὶ αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς ἀνανέωσης τοῦ ἀέρος. Ἐπιταχύνεται δέ, ὅσον ἡ πίεσις ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ γίνεται μικροτέρα.

Ἐὰν πλησιάζωμεν ἀνωθεν τοῦ ἐνὸς δοχείου ἀναμμένον ἡλεκτρικὸν λαμπτήρα, ἡ ἰσορροπία τοῦ συγροῦ καταστρέφεται καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τοῦ ἄλλου δοχείου.

Ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας ἐπιταχύνει τὴν εξάτμιση.

Ἐὰν τοποθετήσωμεν ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας δοχεῖον φέρον ὀλίγα cm^3 αἰθέρος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ εξάτμις ἐπιταχύνεται, ὅταν ἀρχίσωμεν τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ ἀέρος τοῦ κώδωνος, δηλ. ὅταν ἐλαττώσωμεν τὴν πίεσιν ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.

Εἰς τὴν βιομηχανίαν χρησιμοποιοῦται ἡ μέθοδος αὕτη πρὸς συμπεκνῶσιν τῶν σακχαροῦχων χυμῶν.

Παρατήρησις. Τὰ βρεγμένα ἀσπρόρρουχα στεγνώνουν εὐκολώτερον εἰς τὸν ἐλευθερὸν ἀέρα παρὰ ἐντὸς κλειστοῦ χώρου.

Διὰ νὰ διατηρήσωμεν ὑγρὸν ἐν ἐπίθεμα (κατάπλασμα), ἀπομονώνομεν τοῦτο δι' ἐνὸς ὑφάσματος ἀπὸ τὸν ἀέρα.

● Τοποθετοῦμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου ἐνὸς συγροῦ φιαλίδιον πλήρες αἰθέρος καὶ ἐπὶ τοῦ ἐτέρου δίσκου ὁμοῖον φιαλίδιον, τὸ ὁποῖον ὁμως περιέχει ὀλιγώτερον αἰθέρα (κατὰ $1/4$ τοῦ πρῶτου), καὶ ἰσορροποῦμεν δι' ἀντιβάρου τὸν συγρόν.

3. 'Ο ατμός είναι κεκορεσμένος, όταν ή εξατμισis παύη, όποτε παραμένει υγρόν, τó όποϊόν δέν εξατμίζεται.

Είς ώρισμένην θερμοκρασίαν ό αήρ ή τó αέριον, τó όποϊον εύρίσκεται άνωθεν τής έπιφανείας ένός πηκτικού υγρού, δέν δύναται νά συγκρατήση παρά ώρισμένην μόνον ποσότητα ατμών τού υγρού τούτου.

45ον ΜΑΘΗΜΑ :

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ

1 Πίεσις ατμού.

● Είς τó έν στόμιον τού δοχείου (σχ. 1) προσαρμόζομεν σύριγγα αϊθέρος και είς τó έτερον σωλήνα, τού όποϊού τó έν άκρον βυθίζεται έντός υδραργύρου, εύρισκομένου είς τόν πυθμένα τού δοχείου.

● 'Η στάθμη τού υδραργύρου έντός τού σωλήνος και τού δοχείου εύρίσκεται είς τó αύτό ύψος. 'Η πίεσις λοιπόν τού περιωρισμένου αέρος είναι ίση πρós τήν ατμοσφαιρικήν πίεσιν εκείνης τής στιγμής.

● Πιέζομεν τó έμβολον τής σύριγγος, ώστε νά κλίπη ή αϊθήρ έντός τού δοχείου κατά σταγόνας. Κατ' άρχάς ουδέν ίχνος υγρού παρουσιάζεται, διότι ό αϊθήρ εξατμίζεται ταχέως, ενώ ό υδράργυρος ανέρχεται βραδέως έντός τού σωλήνος.

'Ο ατμός δηλ. τού αϊθέρος άσκει πίεσιν, ή όποία προστίθεται είς τήν πίεσιν τού περιωρισμένου αέρος.

'Η πίεσις αύτή μετρείται διά τού ύψους τού υδραργύρου έντός τού σωλήνος.

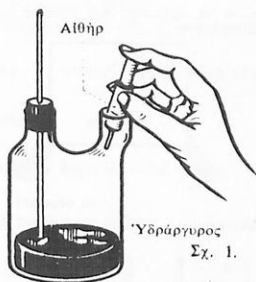
'Εάν εξακολουθήσωμεν νά ρίπτωμεν αϊθέρα είς τήν φιάλην, έως ότου έμφανισθούν σταγόνες είς τήν έπιφάνειαν τού υδραργύρου, θά παρατηρήσωμεν ότι ή στάθμη τού υδραργύρου, ό όποϊός ανήρχετο είς τόν σωλήνα, εύθύς ως έμφανισθή ή πρώτη σταγών, παραμένει άμετάβλητος, όσας σταγόνας αϊθέρος και εάν προσθέσωμεν είς τήν φιάλην.

'Η πίεσις τού ατμού λαμβάνει τότε τήν μεγίστην τιμήν της διά τήν θερμοκρασίαν, είς τήν όποίαν γίνεται τó πείραμα (σχ. 2 Β), π.χ. 23 cmHg.

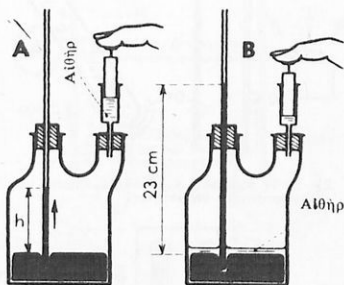
Συμπέρασμα : 'Ο ατμός, όπως και τά αέρια, άσκούν πίεσιν. 'Η πίεσις αύτή αποκτά τήν μεγίστην τιμήν, όταν ό ατμός είναι κεκορεσμένος.

"Όταν έντός τήν φιάλης ύπάρχουν σταγόνες αϊθέρος, ή στάθμη τού υδραργύρου έντός τού σωλήνος παραμένει άμετάβλητος.

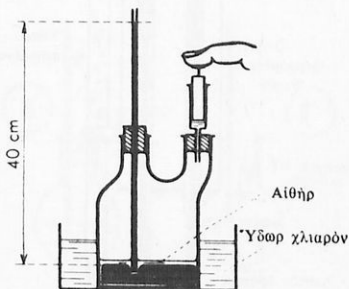
'Εάν όμως θέσωμεν τήν φιάλην έντός χλιαρού ύδατος, ό υδράργυρος ανέρχεται είς τόν σωλήνα, έως ότου ό ατμός καταστή κεκορεσμένος, όποτε ανήλθει είς έν νέον μέγιστον" π.χ. 40 cm (σχ. 3).



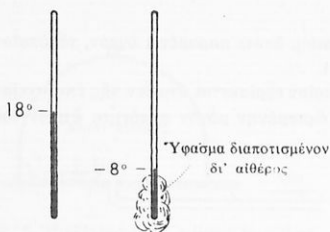
Σχ. 1.



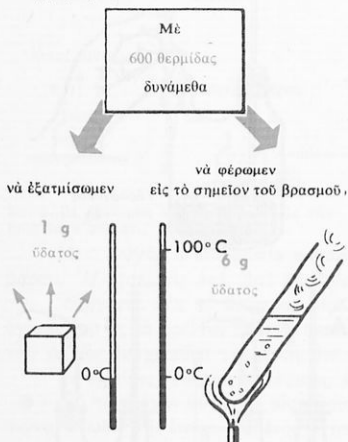
Σχ. 2. Α : 'Ο ατμός τού αϊθέρος άσκει μίαν πίεσιν h. Β : Αυτή ή πίεσις είναι μεγίστη, όταν ό ατμός είναι κεκορεσμένος.



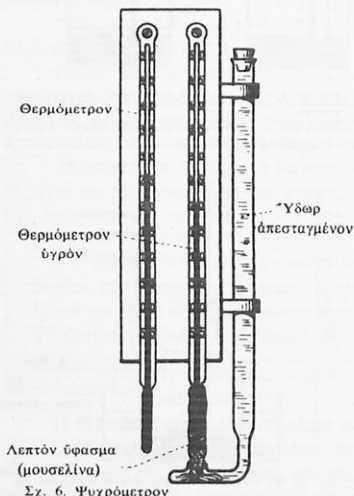
Σχ. 3. 'Η μεγίστη πίεσις ατμού ανήλθει με τήν θερμοκρασίαν.



Σχ. 4. 'Η εξάτμισις του αϊθέρος ψύχει το θερμόμετρον.



Σχ. 5. 'Η εξάτμισις του υδατος απαιτεί μεγάλην ποσότητα θερμότητος.



Σχ. 6. Ψυχρόμετρον

Συμπέρασμα: 'Η μεγίστη πίεσις (τάσις) ενός ατμού αυξάνει μετά της θερμοκρασίας.

'Η μεγίστη πίεσις των υδρατμών είναι 4,58 mmHg εις τους 0° C και 17,53 mmHg εις τους 20° C. Εις τους 100° C είναι ίση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικήν 76 cmHg (περίπου 1 Kp/cm²), εις τους 200° C, 1,165 cmHg (15 Kp/cm²) καὶ εις τους 250° C, 3100 cmHg (40 Kp/cm²).

Εὐκόλως ἀντιλαμβάνομεθα διατί ὁ ὑπέρθερος ἀτμός χρησιμποιεῖται διὰ τὴν κίνησιν των ἀτμομηχανῶν.

2 Ψυχὸς παραγόμενον κατὰ τὴν εξάτμισιν.

● Περιβάλλομεν τὸ δοχεῖον θερμομέτρον δι' ὀλίγου βάμβacos ἐμποτισμένου δι' αἰθέρος. Παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμομετρικὴ στήλη κατέρχεται ταχέως καὶ δύναται νὰ φθάσῃ εἰς τοὺς -10° C, ἐὰν ἐπιταχύνωμεν τὴν εξάτμισιν (δι' ἐμφυσήσεως ἀέρος) (σχ. 4).

Συμπέρασμα: Διὰ τὴν εξάτμισιν του ὁ αἰθήρ ἀπορροφᾷ θερμότητα ἐκ τοῦ ἀέρος καὶ των σωμάτων, μετὰ τὰ ὁποῖα ἔρχεται εἰς ἐπαφήν.

Παρατήρησις. Διὰ νὰ διατηρήσωμεν δροσερόν ἕν ποτόν, περιβάλλομεν τὸ δοχεῖον δι' ἑνὸς βρεγμένου ὑφάσματος.

'Η εξάτμισις ἑνὸς πτητικοῦ ὑγροῦ ἐντὸς των σωληνώσεων τοῦ ἡλεκτρικοῦ ψυγείου δημιουργεῖ τὴν ψύξιν.

Τὰ πορώδη πῆλινα δοχεῖα καθιστοῦν ψυχρόν τὸ ὕδωρ κατὰ τὸ θέρος, διότι ἐκ των πόρων των ἐξέρχεται ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐξατμιζόμενον ψύχει τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου.

"Οταν εἰμεθα ἰδρωμένοι, πρέπει νὰ ἀποφεύγωμεν τὰ ρεύματα. Διατί ;

Διὰ νὰ εξατμισθῇ 1 g υδατος, πρέπει νὰ ἀπορροφήσῃ 600 cal περίπου εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ 539 cal εἰς τοὺς 100° C (σχ. 5).

3 Ὑγρασία τοῦ ἀέρος.

'Αφοῦ λοιπὸν ἡ εξάτμισις ἑνὸς ὑγροῦ δημιουργεῖ ψύξιν, δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν αὐτὴν τὴν ιδιότητα, διὰ νὰ ὑπολογίσωμεν τὸν βαθμὸν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος.

Λαμβάνομεν δύο θερμόμετρα καὶ τὸ δοχεῖον τοῦ ἑνὸς περιβάλλομεν διὰ βρεγμένου ὑφάσματος (σχ. 6).

'Εὰν ὁ αἰθρ εἶναι κεκορεσμένος ὑπὸ ὑδρατμών, ἀμφότερα τὰ θερμόμετρα θὰ δεικνύουν τὴν ἴδιαν θερμοκρασίαν, διότι δὲν γίνεται εξάτμισις.

'Η σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος θὰ εἶναι τότε 100. 'Εὰν ὁ αἰθρ εἶναι τελειῶς ξηρός, ἡ εξάτμισις θὰ εἶναι μεγίστη καὶ τὰ δύο θερμόμετρα θὰ δείξουν δύο πολὺ διαφορετικὰς θερμοκρασίας. 'Η σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος εἶναι 0.

Τὸ ὄργανον τοῦτο ὀνομάζεται ψυχρόμετρον (σχ. 6).

Ἡ ποσότης τῶν ὑδρατῶν, τοὺς ὁποίους περιέχει ὁ ἀήρ, καθορίζεται ὑπὸ πίνακος, συνοδεύοντος τὸ ὄργανον.

Σημείωσις. Πρὸς μέτρησιν τοῦ βαθμοῦ ὑγρασίας τοῦ ἀέρος χρησιμοποιοῦμεν ἐπίσης καὶ τὸ ὑδρόμετρον.

Τὸ κύριον μέρος τοῦ ὄργανου τούτου ἀποτελεῖται ἐκ δέσμης τριχῶν, ἡ ὁποία ἀναλόγως πρὸς τὴν ποσότητα τῶν ὑδρατῶν τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπιμηκύνεται περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον.

Ἔτερον ὄργανον προσδιορισμοῦ τῆς ὑγρασίας εἶναι καὶ τὸ ὑγροσκόπιον.

Εἰς τοῦτο ὑπάρχει οὐσία, ἡ ὁποία ἀλλάσσει χρῶμα ἀναλόγως πρὸς τὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Οἱ ἀτμοί, ὅπως καὶ τὰ ἀέρια, ἀσκοῦν πίεσιν. Ἡ πίεσις (τάσις) αὐτὴ εἶναι μεγίστη, ὅταν ὁ ἀτμός εἴναι 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 ἔχουμεν τοποθετήσει ὕδωρ καὶ ἐν θερμόμετρον. Παρατηροῦμεν ὅτι :

α) Ἀπὸ 18° C ἕως 30° C ὑγραίνονται ἐξωτερικῶς, διότι ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων των συμπυκνοῦνται οἱ ὑδρατμοί, οἱ ὁποῖοι προέρχονται ἐκ τῆς καύσεως τοῦ οἰνοπνεύματος ἢ τοῦ φωταερίου.

Ἡ ὑγρασία αὐτὴ ἐξαφανίζεται συντόμως.

β) Ἀπὸ τοὺς 40° C ἕως 50° C ἐμφανίζονται φυσαλλίδες εἰς τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματά των, αἱ ὁποῖαι ἀνέρχονται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας διαλύονται.

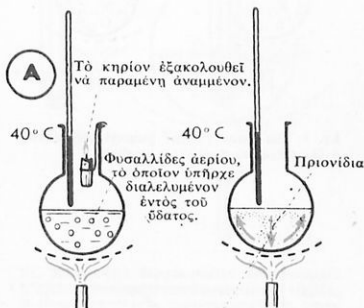
Ἐντὸς τοῦ ὕδατος εὐρίσκονται διαλελυμένα διάφορα ἀέρια, κυρίως ὀξυγόνον καὶ ἄζωτον. Τὰ ἀέρια αὐτά, ἐπεὶ δὴ ἡ διαλυτότης των ἐλαττοῦται διὰ τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, δὲν δύναται νὰ παραμείνουν ἐντὸς αὐτοῦ καὶ διαφεύγουν ὑπὸ μορφὴν φυσαλλίδων.

Ἐὰν θέσωμεν ἀναμμένον κηρίον ἐντὸς τῆς φιάλης, θὰ ἐξακολουθῇ νὰ καίῃ. Διὰ τί ; (σχ. 1).

γ) Ἀπὸ τοὺς 50° C ἕως τοὺς 70° C βλέπομεν νὰ ὑγραίνωνται ἐσωτερικῶς ὁ λαίμος καὶ τὸ ἄνω μέρος τῆς φιάλης, καὶ τέλος νὰ σχηματίζωνται μικραὶ σταγονίδες ὕδατος. Διὰ τί ; (σχ. 2).

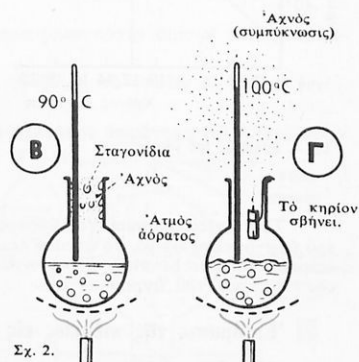
Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὰ πριονίδια, τὰ ὁποῖα ἔχομεν θέσει εἰς τὴν δευτέραν φιάλην, θὰ ἴδωμεν ὅτι εὐρίσκονται εἰς συνεχὴ κίνησιν. Ἐκ τοῦ πυθμένος τῆς φιάλης ἀνέρχονται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ ἐκ τῆς ἐπιφανείας ἐπανέρχονται εἰς τὸν πυθμένα.

Ἐξήγησις. Τὸ ὕδωρ θερμαίνεται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, διαστέλλεται καί, ἐπειδὴ ἐλαττοῦται ἡ πυκνότης του, ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν. Τὴν θέσιν του καταλαμβάνει τὸ ψυχρότερον ὕδωρ τῆς ἐπιφανείας, τὸ ὁποῖον, ὡς ἐκ τούτου, εἶναι πυκνότερον.



Σχ. 1.

Ρεύματα μεταφορᾶς



Σχ. 2.

Αἱ φυσαλλίδες τοῦ ἀτμοῦ βρασμοῦ δὲν φθάνουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

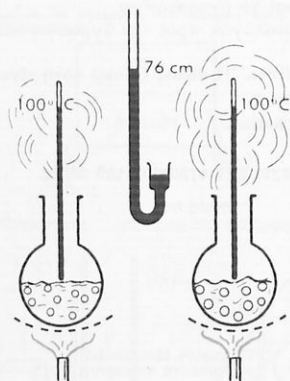
Τὰ πριονίδια, παρασυρόμενα ὑπὸ τοῦ ὕδατος, μᾶς βοηθοῦν νὰ παρακολουθήσωμεν αὐτὰ τὰ ρεύματα. Τὸ ὕδωρ, ἂν καὶ εἶναι: κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος ἕνεκα τῶν ρευμάτων τούτων, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται ρεύματα μεταφορᾶς, θερμαίνεται εἰς ὅλην τὴν μᾶζαν του.

δ) Εἰς τοὺς 90°C ἐμφανίζονται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου φυσαλλίδες, αἱ ὁποῖαι ἐρχονται πρὸς τὰ ἄνω· ἀλλὰ, προτοῦ φθάσουν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἐξαφανίζονται. "Ὅσον περισσότερο ἀνέρχονται, ὁ ὄγκος των ἐλαττοῦται, ἐνῶ συγχρόνως ἀκούεται χαρακτηριστικὸς ἤχος.

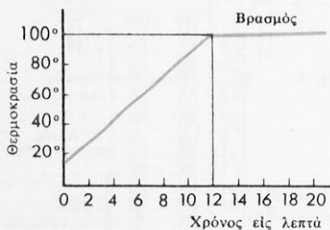
Αἱ φυσαλλίδες αὐταὶ τοῦ ἀτμοῦ σχηματίζονται εἰς τὸ θερμότερον μέρος τοῦ ὕδατος (εἰς τὸν πυθμένα). "Ὅταν ὁμως πλησιάζουν πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ὁ ἀτμὸς συμπυκνῶνται, ἐπεὶδὴ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι μικροτέρα, καὶ αἱ φυσαλλίδες ἐξαφανίζονται.

ε) Αἱ φυσαλλίδες γίνονται πολυπληθέστεραι καὶ φθάνουν τώρα εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἡ ὁποία ἐνρίσκεται ἐν ἀναταραχῇ. Τὸ θερμόμετρον δεικνύει τότε 100°C . Τὸ ὕδωρ βράζει. Κατὰ 1 cm περίπου ἄνω τοῦ στομίου τῆς φιάλης βλέπομεν κάτι ὥσάν ὁμίχλην· 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 ὁμως ἐξέρχεται τῆς φιάλης, συμπυκνῶνται εἰς μικρὰ σταγονίδια, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν τὴν ὁρατὴν ὁμίχλην.



Σχ. 3. 'Εφ' ὅσον χρόνον διαρκεῖ ὁ βρασμός, ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά.



Σχ. 4. Βρασμός τοῦ ὕδατος

Βρασμός καλεῖται ἡ ταχεῖα ἐξάερωσις ἐνὸς ὕγρου ὑπὸ μορφὴν φυσαλλίδων, αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὕγρου.

2 Σημεῖον ζέσεως (βρασμοῦ).

● Ἐάν συνεχίσωμεν τὴν θέρμανσιν τῆς φιάλης, τὸ θερμόμετρον ἐξακολουθεῖ νὰ δεικνύῃ τὴν ἰδίαν θερμοκρασίαν τῶν 100°C . Ἐάν δυναμώσωμεν τὴν φλόγα, ὁ βρασμός γίνεται ζωηρότερος, ἀλλ' ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερά.

● Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος, ἡ πίεσις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕγρου δὲν μεταβάλλεται καὶ εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, τὴν ὁποῖαν δεικνύει τὸ βαρόμετρον : π.χ. 76 cmHg.

Πρῶτος νόμος : Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ὁ βρασμός ἐνὸς ὕγρου ἄρχεται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

Ἡ θερμοκρασία παραμένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ καὶ λέγεται σημεῖον βρασμοῦ (ζέσεως) τοῦ ὕγρου.

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 ὕγρου ἀποτελεῖ φυσικὴν σταθερὰν τοῦ ὕγρου αὐτοῦ.

3 Ἐπίδρασις τῆς πίεσεως εἰς τὸν βρασμόν.

Παρατήρησις. "Ὅταν θερμαίνωμεν τὸ γάλα καὶ ἡ θερμοκρασία του φθάσῃ εἰς ὠρίσμενον βαθμόν, τὸ γάλα βράζει ἀποτόμως καὶ χύνεται.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι κατ' ἀρχὰς σχηματίζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του μεμβράνης (κρούστα), ἡ ὁποία ἐμποδίζει τὴν ἐξοδὸν 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 ἀτμὸς δὲν δύναται νὰ τὴν ἀνυψώσῃ.

Ὅταν ὁμως ἡ θερμοκρασία φθάσῃ εἰς σημεῖον, ὥστε ἡ πίεσις τοῦ ἀτμοῦ νὰ γίνῃ ἴση μετὰ τὴν ἐξωτερικὴν, τότε ὁ ἀτμὸς 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 τοῦ γίνεται ἴση πρὸς τὴν πίεσιν, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας του.

● **Πείραμα.** Λαμβάνομεν σωλῆνα εἰς σχ. U, ὁ ὁποῖος εἰς τὸ μικρὸν καὶ κλειστὸν σκέλος του περιέχει ὑδράργυρον καὶ ὕδωρ, καὶ τὸν τοποθετοῦμεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος μὴς φιάλης (σχ. 5).

Ἐάν θερμάνωμεν τὴν φιάλην, ἕως ὅτου ἀρχίσῃ νὰ βράζῃ τὸ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ στάθμη A καὶ B τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα εὐρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον.

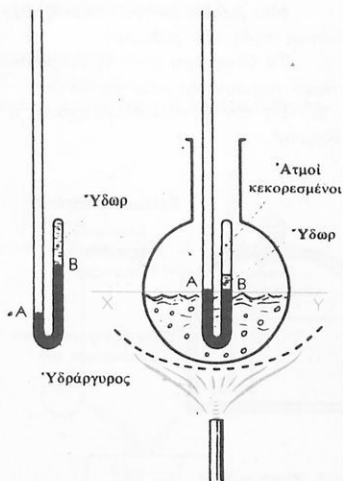
Ἡ πίεσις, ἡ ὁποία ἀσκεῖται ἀπὸ τοὺς ἀτμοὺς τοῦ ὕδατος (εἰς τὸ σκέλος B), εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν (ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὸ A).

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

Ἵδρονόον	-252°	Αἰθέρ	35°
Ἄζωτον	-195°	Οἶνονπνευμα	78°
Ὄξυγόον	-183°	Βενζίνη	90°
Διοξειδίου τοῦ θείου	-10°	Ὑδράργυρος	357°
		Θεῖον	444°



Σχ. 5. Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ ἡ πίεσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὸ σκέλος B εἶναι ἴση μετὰ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν, ἡ ὁποία ἀσκεῖται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν A.

Δεύτερος νόμος: Τὸ σημεῖον βρασμοῦ

ἐνὸς ὁρροῦ εἶναι ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ μεγίστη πίεσις τῶν ἀτμῶν εἶναι ἴση πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν.

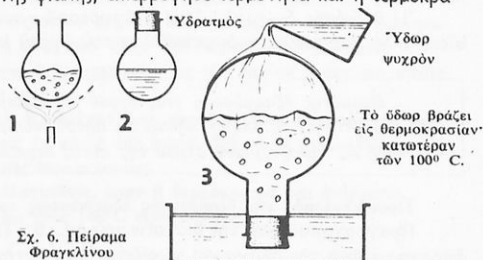
4 Πείραμα τοῦ Φραγκλίνου.

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 κατῆλθε.

Μέρος τοῦ ἀτμοῦ συμπυκνοῦται καὶ ἡ ἐσωτερικὴ πίεσις ἐλαττοῦται. Διὰ τοῦτο τὸ ὕδωρ τῶρα βράζει εἰς μικρότεραν θερμοκρασίαν.



Σχ. 6. Πείραμα Φραγκλίνου

Συμπέρασμα: Εἰς πᾶσαν ἐλάτ-

τωσιν τῆς πιέσεως ἐνὸς ὁρροῦ τὸ σημεῖον βρασμοῦ του κατέρχεται.

Εφαρμογή. Διὰ νὰ συμπυκνώσωμεν τὸ γάλα, βράζομεν αὐτὸ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 60°C ἐντὸς λεβήτων ὑπὸ ἡλαττωμένην πίεσιν. Διατί;

Τὴν ἰδίαν μέθοδον ἐφαρμόζομεν καὶ εἰς τὴν βιομηχανίαν σακχάρους πρὸς συμπύκνωσιν τοῦ χυμοῦ τεύτλων.

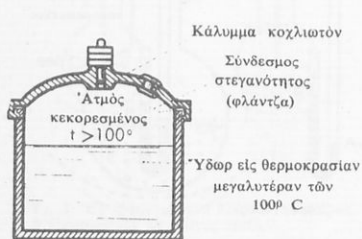
5 Χύτρα πίεσεως (σχ. 7).

● Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον θερμαίνομεν ἐντὸς κλειστῆς χύτρας, δὲν δύναται νὰ βράσῃ, διότι πάντοτε ἡ πίεσις, ἡ ἐνεργοῦσα ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας του, εἶναι μεγαλυτέρα τῆς μεγίστης πίεσεως τῶν ἀτμῶν (μεγίστη πίεσις ἀτμῶν + πίεσις κεκλεισμένου ἀέρος).

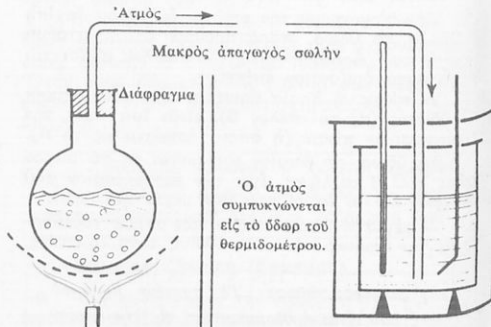
Μία βαλβὶς ἀνοίγει, ὅταν ἡ πίεσις φθάσῃ εἰς ὠρισμένον σημεῖον ($1,5$ ἕως 2 Kp/cm^2 ἀναλόγως πρὸς τὴν ρύθμισιν).

Τὸ ὕδωρ ἔχει τότε θερμοκρασίαν 120°C περίπου, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον ἐπιτρέπει ταχύτεραν παρασκευὴν τῶν φαγητῶν.

● Εἰς τὸν λέβητα ἀτμομηχανῆς ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶναι 250°C καὶ ἡ πίεσις 40 Kp/cm^2 .



Σχ. 7. Χύτρα πίεσεως



Σχ. 8. Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100°C

Συμπέρασμα : Διὰ πᾶσαν αὐξήσιν τῆς πίεσεως ἐνὸς ὑγροῦ τὸ σημεῖον βρασμοῦ τοῦ ἀνέρχεται.

6 Θερμότης βρασμοῦ. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος δὲν μεταβάλλεται. Ἐὰν ὁμως διακόψωμεν τὴν θέρμανσιν, τότε καὶ ὁ βρασμὸς διακόπτεται. Διὰ νὰ συνεχίζεταί ὁ βρασμός, πρέπει διαρκῶς νὰ προσφέρωμεν θερμότητα εἰς τὸ ὑγρὸν.

Ἡ θερμότης ὁμως, τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾷ τὼρα τὸ ὑγρὸν, δὲν ἀνυψώνει τὴν θερμοκρασίαν, ἀλλὰ χρησιμεύει πρὸς μεταβολὴν τοῦ ὑγροῦ ἐκ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ἀέριον.

Θερμότης ἐξαερώσεως ἐνὸς ὑγροῦ εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ προσδώσωμεν εἰς 1 g τοῦ ὑγροῦ, διὰ νὰ μετασχηματισθῇ εἰς κεκορεσμένον ἀτμὸν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Προσδιορισμὸς τῆς θερμότητος ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος.

Πραγματοποιοῦμεν τὴν διάταξιν τοῦ σχ. 8. Τὸ θερμιδόμετρον εὑρίσκεται εἰς μεγάλην ἀπόστασιν ἀπὸ τὴν φλόγα καὶ χωρίζεται ἀπὸ αὐτὴν δι' ἐνὸς διαφράγματος ἐξ ἀμιάντου.

Το θερμιδόμετρον περιέχει 500 g ύδατος.

Το Ισοδύναμόν του εις ύδωρ είναι 20 g.

Ἀρχικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος : $t_1=16,5^\circ \text{C}$. Μᾶζα θερμιδομέτρου κ.τ.λ. 636,5 g.

● Θερμαίνομεν τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης μέχρι βρασμοῦ καὶ ἀφίνομεν ἐπ' ὀλίγα λεπτὰ ἐλεύθερον τὸν ἀτμὸν νὰ ἐκφεύγῃ ἐκ τοῦ στομίου τοῦ ἀπαγωγοῦ σωλῆνος.

● Θέτομεν τὸν ἀπαγωγὸν σωλῆνα ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ θερμιδομέτρου. Ὁ ἀτμὸς συμπυκνῶνται 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 κατήλθεν 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 :

$$10865 \text{ cal} - 1135 \text{ cal} = 9733 \text{ cal}$$

καὶ ἐπομένως 1 g ἀτμοῦ παραχωρεῖ:

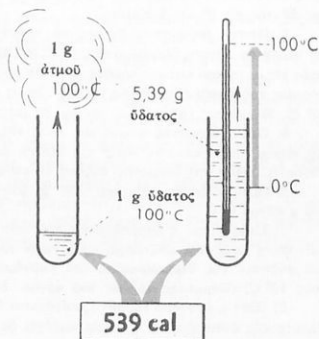
$$\frac{9733 \text{ cal}}{18,2 \text{ g}} = 535 \text{ cal/g}$$

Ἀντιθέτως, διὰ νὰ μετασχηματισθῇ 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 δύναμεθα νὰ ἀποφύγωμεν ὥρισμένα 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 ἐξαεμίσεως τοῦ εἶναι πολὺ μεγάλη.

Θερμότης ἐξαερώσεως μερικῶν ὑγρῶν :

Οινόπνευμα εἰς τοὺς 78°C : 216 cal/g

Βενζίνη εἰς τοὺς 80°C : 94 cal/g

Αἰθέρ εἰς τοὺς 35°C : 90 cal/g

Διοξειδιον τοῦ θείου εἰς τοὺς -10°C : 95 cal/g

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

1. Βρασμός καλεῖται ἡ ταχεῖα ἐξαέρωσις ἐνὸς ὑγροῦ ὑπὸ μορφὴν φυσαλλίδων, αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὑγροῦ.

2. Ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν ὁ βρασμός ἐνὸς ὑγροῦ ἄρχεται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ παραμένει ἡ αὐτὴ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ.

3. Τὸ σημεῖον βρασμοῦ ἐνὸς ὑγροῦ εἶναι ἡ θερμοκρασία, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ μεγίστη πίεσις τῶν ἀτμῶν εἶναι ἰση πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν.

4. Θερμότης ἐξαερώσεως ἐνὸς ὑγροῦ εἰς ὥρισμένην θερμοκρασίαν εἶναι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ προσφέρωμεν εἰς 1g αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ, διὰ νὰ τὸ μετατρέψωμεν ἐξ ἀποκλήρου εἰς κεκορεσμένον ἀτμὸν τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας.

Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως ἐνὸς ὑγροῦ ἐλαττοῦται, ὅσον ἡ θερμοκρασία του ἀνέρχεται.

Ἡ θερμότης ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος εἰς τοὺς 100°C εἶναι 539 cal/g.

Σειρά 11η: Μεταβολαί καταστάσεως.

1. 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 ὀρθογωνίου παραλληλεπίπεδου τῶν ἐξῆς διαστάσεων: μήκος 98 cm καὶ τομὴν $16\text{ cm} \times 28\text{ cm}$. Νά ὑπολογισθῶν:

α) Ὁ ὄγκος τῆς στήλης τοῦ πάγου.

β) Ἡ μᾶζα τῆς, ἐάν 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. Πόσῃ θερμότητι πρέπει νὰ προσδώσωμεν εἰς τεμάχιον πάγου, θερμοκρασίας 0°C μάζης 175 g , πρὸς τήξιν τοῦτου καὶ ἀκολουθῶς αὐξήσιν 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 αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ συστήματος εἰς τοὺς 10°C ; (Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80 cal/g).

β) Ἐάν ἡ ἀνωτέρω θερμότης παρέχεται ὑπὸ μιᾶς ἡλεκτρικῆς ἀντιστάσεως, ἡ ὁποία παρέχει 60 cal ἀνὰ δευτερόλεπτον, ἐπὶ πόσῃ ὥρᾳ διαρκεῖ τὸ πείραμα;

6. Τὸν χειμῶνα μία ὁδὸς 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 τακῇ ὁ πάγος; Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 80 cal/g , πυκνότης πάγου $0,92\text{ Kg/dm}^3$. Ὑποθέτομεν ὅτι ὁ ἀῆρ καὶ τὸ ἔδαφος δὲν λαμβάνουν μέρος εἰς τὰς θερμικὰς ἀνταλλαγὰς.

7. Πόση θερμότης ἀπαιτεῖται:

α) Διὰ νὰ ψυφώσωμεν 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 $0,5\text{ cal/g}$, θερμότης τήξεως πάγου 80 cal/g).

8. Εἰς 300 g ὕδατος 40°C ρίπομεν τεμάχιον πάγου 0°C μάζης 60 g :

α) Πόσῃν θερμότητι ἀπορροφᾷ ὁ πάγος, διὰ νὰ τακῇ;

β) Ποία ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος;

9. Θερμιδόμετρον ἐξ ὀρειχάλκου, μάζης 250 g , περιέχει 100 g ὕδατος, θερμοκρασίας 40°C :

α) Ποῖον τὸ ἰσοδύναμον εἰς ὕδωρ τοῦ θερμιδο-

μέτρου, ἐάν 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) Νά ὑπολογισθῇ ἡ μᾶζα τοῦ πάγου, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ καταστῇ ἡ τελικὴ θερμοκρασία 0°C , ὅταν ὁ πάγος τακῇ ἐντελῶς.

β) Ἐάν ἡ μᾶζα τοῦ πάγου εἶναι 500 g , ποία θά εἶναι ἡ τελικὴ θερμοκρασία καὶ πόση μᾶζα πάγου ἀπομένει; Εἰδ. θερμότης χαλκοῦ $0,095\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$.

11. Θερμιδόμετρον περιέχει 400 gr ὕδατος, θερμοκρασίας 0°C . Προσθέτομεν διαδοχικῶς 20 gr πάγου 0°C καὶ 200 g ὕδατος 50°C , ὁπότε, μετ' ὀλίγον τὸ ὄργανον περιέχει μόνον ὕδωρ 20°C . Νά ὑπολογισθῶν:

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 ἀρχικὴ θερμοκρασία τῶν 400 gr 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 gr , θερμοκρασίας 0°C . Ὅταν τακῇ 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 gr πάγου 0°C . Ὅταν ἀποκατασταθῇ θερμικὴ ἰσορροπία, τὸ θερμιδόμετρον περιέχει ὕδωρ καὶ 20 g πάγου:

α) Ποία εἶναι τότε ἡ θερμοκρασία τοῦ μείγματος;

β) Ποία εἶναι ἡ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἰς θερμίδας ἀνὰ γραμμάριον; (Εἰδ. θερμ. ὀρειχάλκου $0,1\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$).

II. Ἐξάτμισις. Κεκορεσμένοι ἀτμοί

14. Εἰς τὴν φιάλῃν τοῦ σχ. 2 τοῦ 45ου μαθημάτων ὅτετομεν αἰθέρα, ὁπότε ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχεται εἰς ὕψος $20,4\text{ cm}$ εἰς τὸν σωλῆνα. Πόση εἶναι ἡ πίεσις τοῦ αἰθέρος (p/cm^2); Εἰδικὸν βῆρος ὑδραργύρου $13,6\text{ p/cm}^2$.

15. Εἰς σωλῆνα Τορρικέλλι ἡ στάθμη τοῦ ὑδραργύρου εὐρίσκεται εἰς ὕψος 70 cm . Εἰσαγόμεν 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) Ἐάν εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος ἡ μεγίστη πίεσις τοῦ ἀτμοῦ εἶναι $571,2\text{ p/cm}^2$, ὁ ἀτμός

του αϊθέρος, τόν όποιον διαθέτομεν, είναι κεκορεσμέ-
νος ή όχι ;

16. Να παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ μεταβολαί
τῆς μεγίστης πίεσεως τοῦ αἵματος τοῦ αϊθέρος συμφώ-
τως πρός τάς ἀκολουθοῦσας ἐνδείξεις :

Θερμοκρασία : 10°C 20°C 30°C 40°C 50°C 60°C
Πίεσις εἰς cmHg 31 44 64 92 128 173

Εἰς τόν ἀξόνα τῶν τετυμημένων θά λάβωμεν $1\text{ cm} = 10^{\circ}\text{C}$ καί εἰς τόν ἀξόνα τῶν τεταγμένων $1\text{ cm} = 20\text{ cmHg}$.

17. Αἱ μεταβολαί τῆς μεγίστης πίεσεως τῶν ἀ-
τμῶν τοῦ ὕδατος διά θερμοκρασίας μεγαλυτέρας τῶν
 100°C δίδονται εἰς τόν ἀκόλουθον πίνακα :

Θερμοκρασία : 100°C 120°C 150°C 180°C 200°C 225°C
Πίεσις Kp/cm² 1 2 5 10 16 25

Νά παρασταθοῦν γραφικῶς αἱ μεταβολαί αὐταί.
Εἰς τόν ἀξόνα τῶν τετυμημένων $1\text{ cm} = 20^{\circ}\text{C}$ καί εἰς
τόν ἀξόνα τῶν τεταγμένων $1\text{ cm} = 2\text{ Kp/cm}^2$.

(Αἱ πίεσις Kp/cm² εἶναι κατὰ πρᾶσέγγισιν).

III. Βρασμός

18. Πλησίον εἰς τοῦς 100°C ἡ θερμοκρασία
βρασμοῦ τοῦ ὕδατος πίπτει κατὰ $0,1^{\circ}\text{C}$, όταν ἡ ἐξω-
τερική πίεσις ἐλαττωθῇ κατὰ 2,7 mmHg.

Ποία εἶναι ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ τοῦ ὕδατος,
όταν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι 73,2 cmHg ; (Ἡ
θερμοκρασία βρασμοῦ εἶναι 100°C ὑπό πίεσιν 760
mmHg).

19. Ζέομεν ὕδωρ, τήν ἰδίαν ὥραν, εἰς τοῦς πρό-
ποδας ἐνός ὄρου, ἐνθα ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι
76 cmHg καί ἡ θερμοκρασία ζέσεως 100°C , καί εἰς
τήν κορυφήν του, ἐνθα ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ εἶναι
 97°C . Γνωρίζομεν ὅτι πλησίον τῶν 100°C ἡ θερμοκρα-

σία ζέσεως τοῦ ὕδατος πίπτει κατὰ $0,10^{\circ}\text{C}$, όταν ἡ
ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐλαττωθῇ κατὰ 2,7 mmHg :

α) Νά προσδιορισθῇ εἰς mmHg τὸ βαρομετρι-
κόν ὕψος εἰς τήν κορυφήν τοῦ ὄρου.

β) Νά ὑπολογισθῇ ἡ ὑψομετρική διαφορά εἰς
μέτρα μεταξὺ κορυφῆς καί προπόδων τοῦ ὄρου.

Εἰδικόν βάρος ὕδραργύρου $13,6\text{ g/cm}^3$, μέσον
εἰδικόν βάρος ἀέρος 1,2 p/l.

20. α) Πόση θερμότης ἀπαιτεῖται πρός ἐξαέ-
ρωσιν 1,5 Kg ὕδατος, θερμοκρασίας 100°C ; (Θερμό-
της ἐξαερώσεως ὕδατος 539 cal/g).

β) Ἄν ἡ θερμότης καύσεως τοῦ ἀνθρακίτου,
τόν ὅποιον θά χρησιμοποιήσωμεν, εἶναι 8.000 Kcal/Kg
καί ἐκμεταλλεύωμεθα μόνον τὸ 1/4 τῆς θερμότητος,
τὸ ὅποιον παρέχεται, πόσον ἀνθρακίτην πρέπει νά
καύσωμεν ;

21. Θερμαίνομεν φιάλην, περιέχουσαν 300 g
ὕδατος 20°C , διά φλογός, ἡ ὁποία παρέχει 4000 cal
ὠφέλιμον ποσόν θερμότητος ἀνά λεπτόν τῆς ὥρας.

α) Ἐντός πόσου χρόνου ἡ θερμοκρασία τοῦ
ὕδατος θά φθάσῃ εἰς τοῦς 100°C ;

β) Πόση ὥρα θά χρειασθῇ ἐπὶ πλέον πρός ἐξαέ-
ρωσιν τῆς ἡμισείας μάζης τοῦ ὕδατος ;

22. Εἰς δοχεῖον, φέρον 1600 g ὕδατος 10°C , διο-
χετεύομεν 50 g ὕδατος 100°C . Ποία εἶναι ἡ τελική
θερμοκρασία τοῦ συστήματος ; (Ἡ θερμότης ἐξαερώ-
σεως (ἡ ὑγροποιήσεως) τοῦ ὕδατος εἶναι 539 cal/g).

23. Πόση μᾶζα ὕδατος 100°C πρέπει νά συμ-
πυκνωθῇ ἐντός λεκάνης, περιεχοῦσης 100 l ὕδατος
 17°C , διὰ νά ἔχωμεν τελικόν μείγμα 37°C ;

Γνωρίζομεν ὅτι 1 g ὕδατος 100°C , ὑγροποι-
ούμενον εἰς 100°C , ἀποβάλλει 539 cal. (Ἡ θερμότης,
τήν ὁποίαν ἀπορροφᾷ ἡ λεκάνη, δέν ὑπολογίζεται)



Φυσικά σώματα. Μετρήσεις φυσικῶν μεγεθῶν	4
--	---

I. — Φυσικαὶ καταστάσεις τῆς ὕλης.

1. Στερεά, ὑγρά, αέρια	6
2. Ἑτερογενῆ μείγματα : Τὸ φυσικὸν ὕδωρ	8
3. Ἐν καθαρὸν σῶμα. Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ	10
4. Διαλυτικαὶ ιδιότητες τοῦ ὕδατος	12
5. Πρώτη μελέτη ἐνὸς αερίου. Ὁ ἀήρ	15
6. Σύστασις τοῦ αέρος	17
Ἀσκήσεις	20

II. — Βάρος ἐνὸς σώματος. Ζυγὸς δι' ἑλατηρίου.

Κατακόρυφος. Ἐλευθέρα πτώσις ἐνὸς σώματος	2
8. Μέτρησις τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος	23
9. Ζυγὸς δι' ἑλατηρίου	25
Ἀσκήσεις	28

III. — Δύναμις. Δυναμόμετρον.

10. Ἐννοια τῆς δυνάμεως.	29
11. Ἰσορροπία σώματος ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν πολλῶν δυνάμεων. Τροχαλία	32
12. Συνισταμένη δύο παραλλήλων δυνάμεων	34
13. Κέντρον βάρους	36
Ἀσκήσεις	38
14. Μελέτη τοῦ κεκλιμένου επιπέδου	40
15. Ροπή δυνάμεως ὡς πρὸς ἄξονα	42
16. Ἐργαλεῖα. Μοχλοὶ	44
Ἀσκήσεις	46

IV. — Μάζα. Ζυγός.

17. Ζυγὸς μὲ ἴσους βραχίονας	48
18. Ζυγὸς μὲ ἀνίσους βραχίονας	50
19. Ἰδιότητες τοῦ ζυγοῦ	52
20. Ἐννοια τῆς μάζης. Χρήσις 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 ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν ὑγρῶν	65
25. Πίεσις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν ὑγρῶν εἰς τὰ τοιχώματα τῶν δοχείων	68
26. Ἀρχὴ τοῦ Pascal. Μετάδοσις τῶν πίεσεων ὑπὸ τῶν ὑγρῶν	70
Ἀσκήσεις	73
27. Πειραματικὴ σπουδὴ τῆς Ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους	75
28. Ἐπιπλέοντα σώματα	77
29. Πυκνόμετρα	79
Ἀσκήσεις	82
30. Ἀτμοσφαιρική πίεσις	84
31. Βαρόμετρον	86
32. Μανόμετρον	89
33. Πίεσις ἀσκούμεναι ὑπὸ τῶν αερίων	91
34. Νόμος Mariotte	94
Ἀσκήσεις	96

VI. — Θερμοκρασία. Θερμόμετρον.

35. Ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον	99
36. Ἐννοια τῆς θερμοκρασίας. Πείραμα διαστολῆς	101
37. Χρήσις 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 - πήξις	117
44. Ἐξάτμισις.	122
45. Ἰδιότητες τῶν ἀτμῶν	125
46 & 47. Βρασμός	127
Ἀσκήσεις	132



Έξωφυλλον ΠΕΝΑΣ ΜΑΛΑΜΑ

Τὰ ἀντίτυπα τοῦ βιβλίου φέρουν τὸ κάτωθι βιβλιοσχημον εἰς ἀπόδειξιν τῆς γνησιότητος αὐτῶν.

Ἐντίτυπον στερούμενον τοῦ βιβλιοσχήμου τούτου θεωρεῖται κλεψίτυπον. Ὁ διαθέτων, πωλὼν ἢ χρησιμοποιοῦν αὐτὸ διώκεται κατὰ τὰς διατάξεις τοῦ ἀρθροῦ 7 τοῦ ν. 1129 τῆς 15/21 Μαρτίου 1946 (Ἐφ. Κυβερν. 1946 Α' 108).



0020557596

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

ΕΚΔΟΣΙΣ Γ', 1969 (VII) ΑΝΤ. 90.000 - ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ 1840 / 23. 5. 69 — 1890 / 4. 6. 69

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ - "ΓΡΑΦΙΚΗ" Ε.Π.Ε - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ : ΑΘ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ

