

267

ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΑΙΓΙΝΗΤΟΥ

Τακτικού Καθηγητού τῆς Φυσικῆς ἐν τῷ Ἐθνικῷ Πανεπιστημίῳ.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ
 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΙΓΙΝΗΣ
 Αριθ. αὐτ. 121
 Κωδ. 4000
 ΤΟΜΟΣ Α'

Διὰ τοὺς μαθητὰς τῆς τρίτης τάξεως τῶν Γυμνασίων
καὶ τοὺς πρωτοετείς φοιτητὰς τῶν Πανεπιστημίων.

ΕΚΔΟΣΙΣ ΔΕΚΑΤΗ

Ἄρ. Ἄδελφ. Κυριακίδη 39860
 Τιμὰται μετὰ βιβλιοθήκην 15.15.28
 Προσθετὸν τέλος 28.74
 7.10

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ ΙΩΑΝΝΟΥ Ν. ΣΙΔΕΡΗ

52 Ὁδὸς Σταδίου — Μέγαρον Ἀρσακείου.

1928

146, 222
~~14~~ 315

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΕΡΑΘΕΩΣ
ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Γεν. αριθ. 263
Κατηγορία 4
Ειδ. αριθ. 4

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
Π.Ε.Κ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
Αριθμ. 12/2283

364

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΤΟΜΟΣ Α'

Διὰ τοὺς μαθητὰς τῆς τρίτης τάξεως τῶν Γυμνασίων
καὶ τοὺς πρωτοετείς φοιτητὰς τῶν Πανεπιστημίων.

ΕΚΔΟΣΙΣ ΔΕΚΑΤΗ

Ἐκδ. Ἀδελφ. Κυκλοφορίας ³⁹⁰⁰⁰ 16-10-28
Τυπῶτα μετὰ βιβλιοσχημοῦ . . . δε. 66,85
βιβλιοδεσμῶν . . . 23,70
Προβλεπόμενος τίτλος . . . 7,10

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ ΙΩΑΝΝΟΥ Ν. ΣΙΔΕΡΗ

52 Ὀδὸς Σταδίου — Μέγαρον Ἀρσακείου.

1928

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Εἶνε γενικῶς παραδεδεγμένον ὅτι ἡ διδασκαλία τῶν Φυσικῶν Ἐπιστημῶν ἐν τῇ Μέσῃ Ἐκπαιδεύσει πρέπει νὰ γίνηται ἐπαγωγικῶς καὶ οὐχὶ παραγωγικῶς, ἐὰν πρόκειται νὰ διατηρηθῇ ὁ ἴδιος διδακτικὸς χαρακτῆρ των, ὅστις συνίσταται εἰς τὴν ἀνάπτυξιν τῆς ἐρευνητικῆς ἰσχύος καὶ τῆς ἰκανότητος εἰς τὸ παρατηρεῖν, κατατάσσειν, ἐπαληθεύειν.

Ἐχοντες ταῦτα ὑπ' ὄψει, προσεπαθήσαμεν νὰ βοηθήσωμεν τὸ ἔργον τῶν κ. κ. καθηγητῶν διὰ σχετικῆς τροποποιήσεως τοῦ σύγγράμματος ἡμῶν. Τὸ ἀρχικὸν ἡμῶν βιβλίον, συνεταγμένον ἐπὶ τῇ βάσει τῆς παραγωγικῆς μεθόδου, οὐ μόνον δὲν θὰ ὑπεβοήθει τὴν καλὴν διδασκαλίαν, ἀλλὰ, τοῦναντίον, θὰ κατέστρεφε τοὺς καρποὺς αὐτῆς. Ὁ μαθητῆς, ἀναγινώσκων τὸ βιβλίον τοῦτο, θὰ ἀπεμακρύνετο τῆς ἐξελίξεως τῆς διδασκαλίας, ἥτις, τοιοῦτοτρόπως, θὰ ἀπέβαινε σχεδὸν ἄκαρπος.

Ἡ ἀνά χειρᾶς ἔκδοσις συνετάχθη ἐπὶ τῇ βάσει τῆς Ἀναλυτικῆς μεθόδου διδασκαλίας καὶ ἐπλουτίσθη διὰ νέας ἀναγκαιοτάτης ὕλης, μετὰ πολλῶν προβλημάτων.

Β. ΑΙΓΙΝΗΤΗΣ

Οὕτως ὅλα τὰ φαινόμενα, διαφέροντα κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥτιον, δὲν ὑπάγονται πλέον εἰς μίαν καὶ μόνην ἐπιστήμην. Μεταξὺ ὅμως τῶν ποικίλων φαινομένων δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὁποῖα ἡ οὐσία τῶν σωμάτων δὲν ἀλλοιοῦται ῥιζικῶς. Ὅταν π. χ. λίθος πίπτῃ ἢ ἐν γένει μετατίθεται, οὐδόλως μεταβάλλεται οὗτος κατ' οὐσίαν, ἀλλὰ παραμένει λίθος. Τὸ ὕδωρ, θερμαινόμενον, μεταβάλλεται εἰς ἀτμόν, ψυχόμενον δὲ ἀρκετὰ μετατρέπεται εἰς πάγον. Ἄλλ' ὁ πάγος καὶ ὁ ἀτμός οὐδόλως διαφέρουν *κατ' οὐσίαν* ἀπὸ τὸ ὕδωρ, ἥτοι ὅλα τὰ σώματα αὐτά, ὕδωρ, πάγος, ὕδρατμός, ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἐν καὶ τὸ αὐτὸ εἶδος ὕλης, τὸ ὁποῖον ἔπαθε μεταβολὰς οὐχὶ ῥιζικὰς. Κώδων, κρουόμενος, παράγει μὲν ἦχον, ἀλλὰ δὲν ἀλλοιοῦται κατὰ τὴν φύσιν τῆς οὐσίας του. Τὸ φῶς δύνάται νὰ διέλθῃ διὰ τῆς ὑάλου, χωρὶς νὰ πάθῃ αὐτὴ ἀλλοίωσιν τινα ῥιζικὴν. Τὰ τοιαῦτα φαινόμενα, κατὰ τὰ ὁποῖα ἡ οὐσία τῶν σωμάτων δὲν μεταβάλλεται, καλοῦνται *φυσικὰ φαινόμενα*.

Ἐκτὸς ὅμως τῶν φυσικῶν φαινομένων συμβαίνουν καὶ ἄλλα, εἰς τὰ ὁποῖα μεταβάλλονται αἱ χαρακτηριστικαὶ ιδιότητες τῶν σωμάτων καὶ ἡ οὐσία τούτων ἀλλοιοῦται ῥιζικῶς. Ἐὰν π. χ. καύσωμεν ξύλα, παράγεται τέφρα καὶ γεννῶνται ἀερία τινα σώματα, τὰ ὁποῖα εἶνε ἐντελῶς διάφορα τοῦ ξύλου. Ὁ σιδήρος, ἐκτιθέμενος εἰς τὸν ἀέρα, ὀξειδοῦται σὺν τῷ χρόνῳ καὶ μεταβάλλεται εἰς σῶμα ἐρυθρόχρουν, τὴν *σκωρίαν*, ἣτις διαφέρει οὐσιωδῶς τοῦ σιδήρου. Τὸ ὕδωρ δύνάται νὰ ἀναλυθῇ εἰς δύο ἀέρια, τὸ *ὀξυγόνον* καὶ τὸ *ὕδρογόνον*, σώματα ἐντελῶς διάφορα τοῦ ὕδατος. Τὰ τοιαῦτα φαινόμενα, *εἰς τὰ ὁποῖα τὰ σώματα μεταβάλλονται ῥιζικῶς κατ' οὐσίαν καὶ παρουσιάζουν τοιοῦτοτρόπως χαρακτηριστικὰς ιδιότητας διαφόρους*, ἐκλήθησαν *χημικὰ φαινόμενα*.

Ἡ *Φυσικὴ* ἀσχολεῖται σήμερον εἰς τὴν σπουδὴν τῶν φυσικῶν φαινομένων· τὰ χημικὰ φαινόμενα ἐρευνῶνται ὑπὸ τῆς *Χημείας*.

3. Παρατήρησις καὶ πείραμα.—Ἡ ἐρευνα τῶν φαινομένων ἔχει ὡς σκοπὸν τὴν ἀνακάλυψιν, τὴν σπουδὴν καὶ τὴν ἐξηγήσιν αὐτῶν.

Πρὸς ἀνακάλυψιν καὶ σπουδὴν τῶν φαινομένων χρησιμοποιεῖται ἡ *παρατήρησις* καὶ τὸ *πείραμα*. Καὶ προκειμένου περὶ φαινομένων, παραγομένων ἀφ' ἑαυτῶν ἐν τῇ Φύσει ὑπὸ τὰς συνήθεις περιστάσεις, ἡ ἐξέτασις των γίνεται διὰ τῆς παρατηρήσεως. Οὕτω διὰ τῆς παρατηρήσεως παρακολουθοῦμεν καὶ ἐξετάζομεν τὴν μετὰθεσιν τῶν ἀστρῶν ἐπὶ τοῦ οὐρανοῦ, τὴν κατάστασιν τοῦ δίσκου τῆς Σελήνης καὶ τοῦ Ἡλίου,

τὴν ἐμφάνισιν τοῦ οὐρανοῦ τῶν ἀστρῶν ἢ τῆς ἀστραπῆς, τὰς ιδιότητας τῶν νεφῶν.

Αἱ περιστάσεις ὅμως, ὑπὸ τὰς ὁποίας παράγονται τὰ φαινόμενα ἐν τῇ Φύσει, δὲν εἶναι πάντοτε καὶ αἱ κατάλληλοι πρὸς ἐρευναν τούτων, καθόσον εἶνε συνήθως λίαν πολὺπλοκοὶ καὶ ἡ ἐξέτασις τῶν φαινομένων καθίσταται λίαν δυσχερὴς. Διὰ τοῦτο, κατὰ τὰς διαφόρους ἐρεῦνας προκαλοῦνται *τεχνητῶς* τὰ φαινόμενα, ὑπὸ περιστάσεις ὅσον τὸ δυνατόν ἀπλᾶς, αἱ ὁποῖαι δυνατόν μάλιστα νὰ μὴ παρουσιασθοῦν ποτὲ ἐν τῇ Φύσει. Ἐὰν π.χ. θελήσωμεν νὰ ἐξετάσωμεν τὴν πτώσιν σώματός τινος, ὡς λίθου, ὑπὸ τὰς συνήθεις περιστάσεις, ἀπαντῶμεν δυσχερείας, ἕνεκα τῆς μεγάλης ταχύτητος, μεθ' ἧς γίνεται αὐτὴ. Διὰ τοῦτο ἡ σπουδὴ τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων γίνεται, ὡς θὰ ἴδωμεν, ὑπὸ ἄλλους ὅρους, ἢ φ' οὓς ἡ πτώσις εἶνε βραδεῖα καὶ τοιαύτη, ὥστε νὰ διευκολύνεται ἡ ἐρευνα. Εἰς τὴν τοιαύτην ἐξέτασιν τῶν φαινομένων, λέγομεν ὅτι γίνεται χρῆσις τοῦ *πειράματος*.

Ἡ *ἐξηγήσις* φαινομένου τινὸς συνίσταται εἰς τὴν ἀνακάλυψιν καὶ ἐξακρίβωσιν τῆς σχέσεως, ἣτις ὑπάρχει μεταξὺ τοῦ φαινομένου τούτου καὶ τῶν ἄλλων ἤδη γνωστῶν φαινομένων.

4. Ὁμογενῆ σώματα.—Σῶμά τι λέγεται *ὁμοιομερὲς ἢ ὁμογενές*, ὅταν ὅλα τὰ μέρη του ἔχουν ἀπολύτως τὰς αὐτὰς ιδιότητας.

5. Φυσικαὶ καταστάσεις τῶν σωμάτων.—Τὰ διάφορα σώματα ὑποπίπτουν εἰς τὰς αἰσθήσεις μας ὑπὸ τρεῖς κυρίως καταστάσεις, τὴν *στερεάν*, τὴν *ὕγρην* καὶ τὴν *ἀέριον ἢ ἀερώδη*.

Στερεά.—Τὰ σώματα, ὅπως οἱ λίθοι, τὰ ξύλα, ὁ σιδήρος, ὀνομάζομεν συνήθως *στερεά*. Ἐὼν λάβωμεν ἐν στερεὸν σῶμα, π. χ. λίθον, καὶ μετακινήσωμεν ἢ περιστρέψωμεν αὐτόν, βλέπομεν ὅτι τὸ σχῆμά του, δὲν ἀλλάσσει. Ἐπίσης, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὄγκος του δὲν μεταβάλλεται.

Συμπέρασμα.—*Τὰ στερεὰ λοιπὸν σώματα ἔχουν ἰδικὸν τῶν σχῆμα.*

Ὀρισμός.—Λέγομεν ὅτι ἐν σῶμα εἶνε *στερεὸν* ἢ ὅτι εὐρίσκεται εἰς κατάστασιν στερεάν, *ὅταν ἔχῃ ὠρισμένον σχῆμα*. Τὰ στερεὰ σώματα ἔχουν καὶ *ὠρισμένον ὄγκον*.

Διὰ νὰ μεταβάλωμεν *μονίμως* τὸ σχῆμα ἐνὸς στερεοῦ ἢ νὰ ἀποσπάσωμεν μέρη του, πρέπει νὰ καταβάλωμεν προσπάθειαν ἀρκετὴν.

Υγρά.—Τὰ σώματα, ὅπως τὸ ὕδωρ, ὁ οἶνος, τὸ πετρέλαιον, ὀνομάζομεν *ὕγρά*. Τὸ ὕδωρ φιάλης εὐρίσκεται εἰς τὸ βάθος τῆς (σχ. 1) καὶ ἔχει τὸ σχῆμα τῆς φιάλης ταύτης, ἐὰν δὲ χυθῇ ἐντὸς ποτηρίου,

βλέπομεν ὅτι **λαμβάνει τὸ σχῆμα τοῦ ποτηρίου**. Κατὰ τὴν μετάγγισιν ὅμως αὐτὴν, ὁ ὄγκος τοῦ ὕδατος δὲν μεταβάλλεται. Τὸ ὕδωρ, ὅταν εἶνε ὀλίγον, **δὲν γεμίζει** τὸ ποτήριον καὶ **μένει εἰς τὸ βάθος του**. Τὰ ἴδια συμβαίνουν καὶ μὲ τὸν οἶνον, τὴν μελάνην ἢ τὸ πετρέλαιον.



Σχ. 1

Συμπέρασμα. — *Τὰ ὑγρά λοιπὸν σώματα δὲν ἔχουν ἰδικὸν τῶν σχῆμα, ἀλλὰ λαμβάνουν τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκονται καὶ παραμένουν εἰς τὸ βάθος του.*

Ὁρισμός. — Σώματα ὑγρά, ἴητοι εὐρισκόμενα εἰς κατάστασιν ὑγράν, ὀνομάζονται *ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα ἔχουν μὲν ὠρισμένον ὄγκον, ἀλλὰ δὲν ἔχουν καὶ ὠρισμένον σχῆμα, λαμβάνουν δὲ τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκονται*

(ἐξαιρέσει τοῦ ἀνωτέρου ἑλευθέρου μέρους τῶν, τὸ ὁποῖον, ὡς θὰ ἴδωμεν, ἀπολήγει δι' ὅλα εἰς ἐπιφάνειαν ἐπίπεδον καὶ ὀριζοντίαν).

Εὐκόλως δυνάμεθα νὰ βυθίσωμεν τὴν χεῖρα μας ἢ ἄλλον στερεὸν σῶμα ἐντὸς ὑγροῦ καὶ νὰ ἀποχωρίσωμεν μέρη τούτου. Δηλαδή μετὰ μεγάλης εὐκολίας ἀποσπῶνται τὰ μέρη ἐνὸς ὑγροῦ ἢ διολισθαίνουν ἐπ' ἄλληλα οὕτως, ὥστε τὸ ὑγρὸν ἠμπορεῖ νὰ λάβῃ οἰονδήποτε σχῆμα.

Ἡ ἰδιότης αὕτη τῶν ὑγρῶν ὀνομάζεται **ρευστότης**.

Ἀέρια. — Ὁ ἀήρ, τὸ φωταερίον, ὁ ἀτμὸς τοῦ ὕδατος καὶ ἄλλα παρόμοια σώματα ὀνομάζονται **αέρια**.

Τὸν ἀέρα δὲν βλέπομεν, εἴμεθα ὅμως βέβαιοι ὅτι ὑπάρχει ἀπὸ τοὺς ἀνέμους, οἱ ὁποῖοι κινοῦν καὶ θραύουν τὰ δένδρα, παρασύρουν τὰ χαρτῖα τῶν δρομῶν, τοὺς πῖλους μας, κτυποῦν τὸ πρόσωπόν μας καὶ κινοῦν τὰ ἱστιοφόρα πλοῖα· οἱ ἀνεμοὶ εἶνε ἀήρ κινούμενος. Ἄλλα ὅμως αέρια βλέπομεν ἀπὸ τὸ χρῶμά των.



Σχ. 2

Διὰ πειραμάτων θὰ ἐξετάσωμεν τὴν ὑπαρξιν καὶ τὰς ἰδιότητες τοῦ ἀέρος καὶ ἄλλων ὁμοίων σωμάτων.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1. — Ἐὰν λάβωμεν ποτήριον καὶ βυθίσωμεν αὐτό, ὅπως τὸ Μ (σχ. 2), μὲ τὸ στόμιόν του πρὸς τὰ κάτω ἐντὸς ὕδατος, βλέπομεν ὅτι τὸ ὕδωρ δὲν εἰσέρχεται εἰς τὸ ποτήριον, διότι ὑπάρχει εἰς αὐτὸ

ἀήρ. Ἐὰν ὅμως κατακλίνωμεν ὀλίγον τὸ ποτήριον, ὅπως τὸ Μ' (σχ. 2), ὁ ἀήρ φεύγει ἀπὸ αὐτὸ ὑπὸ μορφὴν φυσαλίδων καὶ τὸ ὕδωρ γεμίζει τότε τὸ ποτήριον.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2. — Ἐὰν θερμάνωμεν τεμάχιον **ιωδίου** ἐντὸς ὑαλίνης φιάλης, θὰ ἴδωμεν ὅτι παράγεται ἀτμὸς, ὁ ὁποῖος ἔχει χρῶμα ἰσῶδες καὶ εἶνε ὄρατός. Ὁ ἀτμὸς οὗτος, **ὅσονδήποτε ὀλίγος καὶ ἂν εἶνε**, δὲν μένει, ὅπως τὸ ὕδωρ καὶ ἄλλα ὑγρά, εἰς τὸ βάθος τῆς φιάλης, ἀλλὰ **γεμίζει ἐντελῶς** αὐτὴν, ἴητοι καταλαμβάνει ὀλόκληρον τὸν χῶρον τῆς φιάλης, ὅσονδήποτε μεγάλη καὶ ἂν εἶνε αὕτη.

Ἐὰν εἰς ἓν δωμάτιον χυθῇ ὀλίγον φωταερίον, ὀλόκληρον τὸ δωμάτιον μυρίζει ἀπὸ αὐτό· δηλαδή ἡ μικρὰ ποσότης τοῦ φωταερίου κατέλαβεν ὅλον τὸ δωμάτιον. Ἐπίσης, ἐὰν ἀφήσωμεν ἀνοικτὴν φιάλην μὲ ἄρωμα, ὀλόκληρον τὸ δωμάτιον μυρίζει.

Τοιοιουτρόπως, τὰ αέρια τείνουν νὰ καταλάβουν ὅσον τὸ δυνατόν μεγαλύτερον χῶρον, ἴητοι νὰ ἐξογκωθοῦν.

Συμπέρασμα. — *Τὰ αέρια δὲν ἔχουν ἰδικὸν τῶν σχῆμα, ἀλλὰ λαμβάνουν τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, εἰς τὸ ὁποῖον εὐρίσκονται.* Ἐκτὸς τούτου, τὰ αέρια, **ὅσονδήποτε μικρὰ καὶ ἂν εἶνε ἡ ποσότης των, δὲν μένουν, ὅπως τὰ ὑγρά, μόνον εἰς τὸν πυθμὲνα τῶν δοχείων, ἀλλὰ γεμίζουν αὐτὰ ἐντελῶς, τείνοντα νὰ ἐξογκωθοῦν καὶ νὰ καταλάβουν ὅσον τὸ δυνατόν μεγαλύτερον χῶρον.**

Ὁρισμός. — Σώματα **αέρια**, ἴητοι εὐρισκόμενα εἰς ἀερώδη κατάστασιν, ὀνομάζονται *ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα δὲν ἔχουν οὔτε ὠρισμένον ὄγκον, οὔτε ὠρισμένον σχῆμα.*

Τὰ διάφορα σώματα ὑποπίπτουν εἰς τὰς αἰσθήσεις μας ὑπὸ τὰς τρεῖς ταύτας κυρίας καταστάσεις, ἴητοι τὴν **στερεάν**, τὴν **ὑγράν** καὶ τὴν **αέριον** ἢ **αερώδη**. Τὰ αέρια καὶ τὰ ὑγρά ὀνομάζονται **ρευστά**.

Ὁροι. — Ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας, ὑπὸ τὰς ὁποίας παρατηροῦμεν τὰ περὶ ἡμᾶς σώματα, οἱ μὲν λίθοι, ὁ σίδηρος, ὁ μόλυβδος, εἶνε σώματα στερεά, τὸ δὲ ὕδωρ, ὁ οἶνος, ὑγρά καὶ ὁ ἀήρ καὶ τὸ φωταερίον αέρια. Ὑπὸ ἄλλας ὅμως περιστάσεις, π. χ. διὰ τῆς ἐπιδράσεως τῆς θερμότητος ἢ διὰ τῆς ψύξεως καὶ πίεσεως, τὰ αὐτὰ σώματα ἠμποροῦν νὰ λάβουν ἄλλην κατάστασιν. Π. χ. τὸ ὕδωρ δύναται νὰ μεταβληθῇ εἴτε εἰς πάγον, ὁ ὁποῖος εἶνε σῶμα στερεόν, εἴτε εἰς ἀτμόν, ὁ ὁποῖος εἶνε σῶμα αέριον. Ἐπίσης, ὁ ἀήρ δύναται νὰ μεταβληθῇ εἰς ὑγρὸν καὶ εἰς στερεὸν ἀκόμη δι' ἀρκετῆς ψύξεως καὶ πίεσεως. Ἡ κατάστασις λοιπὸν σώματός τινος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰς συνθήκας, ὑπὸ τὰς ὁποίας εὐρίσκεται τοῦτο. Τὰ πλεῖστα τῶν σωμάτων ἠμποροῦν, ὅπως

τὸ ὕδωρ, νὰ λάβουν καὶ τὰς τρεῖς καταστάσεις, τὴν στερεάν, τὴν ὑγρὰν καὶ τὴν ἀερώδη, ὅπως θὰ ἴδωμεν κατωτέρω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΓΕΝΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

6. Ἰδιότητες τῶν σωμάτων.— Καλοῦμεν *ιδιότητας τῶν σωμάτων* τοὺς διαφόρους τρόπους, καθ' οὓς ταῦτα ὑποπίπτουν εἰς τὰς αἰσθήσεις μας. Π. χ. ἡ ὕαλος ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ εἶνε διαφανής, ὁ σίδηρος νὰ εἶνε σκληρός, ὅλα τὰ σώματα νὰ ἔχουν βάρος.

Μεταξὺ τῶν ιδιοτήτων τῶν σωμάτων, ὑπάρχουν τινές, αἱ ὁποῖαι δὲν ἀνήκουν εἰς ὅλα· ἡ λεία ὕαλος εἶνε διαφανής, ἐνῶ τὸ ξύλον δὲν εἶνε τοιούτον, ὁ κηρὸς εἶνε μαλακός, ἐνῶ ὁ σίδηρος εἶνε σκληρός. Ὑπάρχουν ὅμως ἄλλαι ιδιότητες, τὰς ὁποίας ἔχουν ὅλα τὰ σώματα ἀνεξαιρέτως. Π. χ. ὅλα τὰ σώματα εἶνε δυνατόν γὰ μεταβάλλουν θέσιν εἰς τὸ διάστημα, ἤτοι νὰ μετακινηθοῦν. Ἐπίσης, πᾶν σῶμα καταλαμβάνει χῶρον τινὰ εἰς τὸ διάστημα.

Τοιοῦτοτρόπως, διακρίνομεν τὰς ιδιότητας εἰς *γενικάς*, αἱ ὁποῖαι ἀνήκουν εἰς ὅλα τὰ σώματα ἀνεξαιρέτως, καὶ εἰς *μερικάς*, τὰς ὁποίας ἔχουν τινὰ μόνον ἐξ αὐτῶν. Ἐκ τῶν γενικῶν τούτων ιδιοτήτων, θὰ ἐξετάσωμεν ἀμέσως μερικάς, ἄλλας δέ, ὅπως τὸ *βάρος*, τὴν *ἠλέκτρι-σιν* κλπ. θὰ ἴδωμεν περαιτέρω.

Ἐκτασις.— Πᾶν σῶμα καταλαμβάνει χῶρον τινὰ εἰς τὸ διάστημα, ὁ ὁποῖος καλεῖται *ὄγκος* του· ἡ γενικὴ αὕτη ιδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν ταῦτα κατέχουν χῶρον, ὀνομάζεται *ἐκτασις*.

Ἀδιαχώρητον.— Ὁ λίθος, ὁ τιθέμενος ἐντὸς ὕδατος, ἀπομακρύνει αὐτὸ ἐκ τῆς θέσεως, τὴν ὁποίαν καταλαμβάνει, οὕτως ὥστε ἐκεῖ, ὅπου εὐρίσκεται ὁ λίθος, δὲν ὑπάρχει πλέον ὕδωρ. Καὶ γενικῶς, σῶμά τι, διὰ νὰ καταλάβῃ χῶρον, εἰς τὸν ὁποῖον εὐρίσκεται ἄλλο σῶμα, πρέπει νὰ ἔκτοπιση τὸ σῶμα τοῦτο. Καλεῖται *ἀδιαχώρητον* ἡ γενικὴ ιδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν δύο οἰαδήποτε σώματα δὲν ἔμποροῦν νὰ κατέχουν συγχρόνως τὸν αὐτὸν χῶρον.

Εἰς τινὰς περιπτώσεις, ὡς ὅταν ὁ σπόγγος ἀπορροφήσῃ ὕδωρ, φαίνεται, ὅτι ὑπάρχουν εἰς τὸν αὐτὸν χῶρον καὶ τὰ δύο σώματα. Τοῦτο ὅμως δὲν εἶνε ἀκριβές, διότι τὸ ὕδωρ εἰσῆλθεν οὐχὶ εἰς τὸν χῶρον, δὲν καταλαμβάνει ὁ σπόγγος, ἀλλ' εἰς τὰς κοιλότητας τοῦ σπόγγου.

Ἡ ἔκτασις καὶ τὸ ἀδιαχώρητον εἶνε αἱ ἀπαραίτητοι ιδιότητες διὰ τὴν ἀντίληψιν τῆς ὕλης.

Διαιρετόν.— Τεμάχιον ἄνθρακος δύναται νὰ κοπῆ εἰς τεμάχια ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερα, τὰ ὁποῖα εἶνε ἐπίσης ἄνθρακες, ἤτοι ἔχουν τὰς αὐτὰς χαρακτηριστικὰς ιδιότητας, ὡς καὶ τὸ ἀρχικὸν τεμάχιον. Τὸ αὐτὸ ἔμπορεῖ νὰ γίνῃ εἰς τεμάχιον μαρμάρου, σιδήρου καὶ οἰονδήποτε ἄλλο σῶμα. Ἡ γενικὴ ιδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν ταῦτα εἶνε δυνατόν νὰ ὑποδιαιρευθοῦν εἰς μέρη ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερα, χωρὶς νὰ χάσουν τὰς χαρακτηριστικὰς τῶν ιδιοτήτων, καλεῖται *διαιρετόν*. Ἡ ὑποδιαιρέσις τῶν σωμάτων διὰ μηχανικῶν καὶ φυσικῶν μέσων δύναται νὰ φθάσῃ εἰς καταπληκτικὰ ἀποτελέσματα. Κατασκευάζονται φύλλα χρυσοῦ πάχους $\frac{1}{100000}$ τοῦ χιλιοστομέτρου. Αἱ διὰ σάπωνος πομφόλυγες ἔχουν πᾶχος $\frac{1}{100000}$ τοῦ χιλιοστομέτρου. Ἄρκει δὲ νὰ τεθῆ ἐντὸς φλογὸς φωταερίου $\frac{1}{3.000.000}$ τοῦ χιλιοστογράμμου μαγειρικοῦ ἁλατος, διὰ νὰ χρωματισθῇ αὕτη κιτρίνη. Ἄλλ' ἡ σμικρότης καταπλήσει ἰδιαιτέρως, ὅταν σκεπτώμεθα τὸν ὄργανισμόν μικροζωῶν, τὰ ὁποῖα διακρίνομεν δι' ἰσχυρῶν μικροσκοπιῶν.

Ἄτομα καὶ μόρια.— Τὰ προηγηθέντα παραδείγματα ἀποδεικνύουν, ὅτι ἡ ὕλη δύναται νὰ διαιρεθῆ εἰς μέρη ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερα. Ἡ ὑποδιαιρέσις ὅμως τῆς ὕλης δι' οἰονδήποτε μέσου δύναται νὰ προχωρήσῃ *ἐπ' ἀπειρον*: Σήμερον ἐγένετο δεκτόν, συμφώνως πρὸς τὰς δοξασίας ἀρχαίων Ἑλλήνων φιλοσόφων (Λεύκιππος, Δημόκριτος κλπ.), ὅτι ἡ ὑποδιαιρέσις θὰ σταματήσῃ εἰς ἐλάχιστα σωματῖα, τὰ ὁποῖα δὲν δυνάμεθα νὰ ὑποδιαιρέσωμεν πλέον εἰς μικρότερα, οἰονδήποτε μέσον καὶ ἂν μεταχειρισθῶμεν, καὶ τὰ ὁποῖα καλοῦνται *ἄτομα*. (') Σύνολον δύο ἢ πλείονων ἀτόμων ἀποτελεῖ τὸ ἐλάχιστον μέρος τῆς ὕλης, τὸ καλούμενον *μόριον*. Πᾶν σῶμα εἶνε ἄθροισμα μορίων. Εἰς ὀλίγα τινὰ σώματα, ὡς ὁ ὑδράργυρος, τὸ κάδμιον, ὁ ψευδάργυρος, τὸ μόριον ἀποτελεῖται ἐξ ἐνὸς μόνον ἀτόμου. Ἐν γένει, τὰ μόρια ἔμποροῦν νὰ ὑπάρχουν ἐν ἐλευθέρῳ καταστάσει, τοῦθ' ὅπερ δὲν συμβαίνει εἰς τὰ ἄτομα.

Συμπιεστικότης.— Ἐὰν ἐντὸς σωλῆνος κλειστοῦ κατὰ τὸ ἐν ἄκρον (σχ. 3) καὶ φρασσομένου κατὰ τὸ ἕτερον δι' ἐμβολέως A, θέσωμεν ποσότητά τινα αερίου, δυνάμεθα, πιέζοντες αὐτὸ διὰ τοῦ ἐμβολέως, νὰ

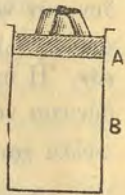
1) Ἐσχάτως κατορθώθη διὰ φυσικῶν μέσων νὰ ὑποδιαιρευθοῦν καὶ αὐτὰ τὰ ἄτομα εἰς μονάδας ἔτι μικροτέρας κληθείσας *ἠλεκτριόντα* καὶ αἱ ὁποῖαι νῦν ἀποτελοῦν τὸ ἔσχατον ὄριον τῆς ὑποδιαιρέσεως.

ἐλαττώσωμεν εὐκόλως τὸν ὄγκον του. Λίαν εὐκόλως ὁ ἐμβολεὺς κατέρχεται ἐκ τῆς θέσεως Α εἰς ἄλλην Β, ὅτε ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου εἶνε μικρότερος. Ἐὰν ὅμως ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἐτίθετο ἀντὶ ἀερίου ὑγρόν τι, π. χ. ὕδωρ, ὁ ἐμβολεὺς, πιεζόμενος μετὰ μεγάλης δυνάμεως, δὲν θὰ ἠδύνατο νὰ εἰσχωρήσῃ αἰσθητῶς ἐντὸς τοῦ σωλῆνος. Ἐπίσης, ἐὰν πιέσωμεν ἰσχυρῶς στερεόν τι, δὲν κατορθώνομεν νὰ ἐλαττώσωμεν αἰσθητῶς τὸν ὄγκον του. Ἐκ τῶν διαφορῶν σωμάτων, τὰ ἀέρια εἶνε τὰ μᾶλλον συμπιεστά, ἐνῶ τὰ στερεὰ καὶ τὰ ὑγρά πολὺ ὀλίγον ἐλαττοῦνται κατ' ὄγκον, ὅταν πιεσθοῦν. Καλεῖται *συμπιεσιμότης* ἡ γενικὴ ιδιότης, καθ' ἣν τὰ σώματα ἐλαττοῦνται κατ' ὄγκον, ὅταν πιεσθοῦν.

Ἐλαστικότης. — Ράβδος ἐκ ξύλου, στηριζομένη κατὰ τὰ ἄκρα της καὶ πιεζομένη περὶ τὸ μέσον, κάμπτεται ἐὰν ἡ πίεσις καταπαύσῃ, ἡ ράβδος ἀναλαμβάνει τὸ ἀρχικὸν της σχῆμα. Τεμάχιον ἐλαστικοῦ κόμμεως ἐπιμηκύνεται, ἐὰν τὰ δύο ἄκρα του ταθοῦν ἀντιθέτως· ὅταν δὲ παύσῃ ἡ τάσις, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι ἀναλαμβάνει τὸ ἀρχικὸν μῆκός του. Ὁ ὄγκος ἀερίου πιεζομένου ἐλαττοῦται· ἐὰν ἡ πίεσις αὕτη παύσῃ, τὸ ἀέριον ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν ὄγκον του. Ἡ ιδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν ταῦτα τείνουν νὰ ἀναλάβουν τὸ ἀρχικὸν των σχῆμα ἢ τὸν ἀρχικὸν των ὄγκον, μεταβληθέντων ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν ἐξωτερικῶν δυνάμεων, καλεῖται *ἐλαστικότης*.

Ἐὰν αἱ ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τῶν στερεῶν δυνάμεις εἶνε ἀρκούντως μεγάλαι, ἐπέρχεται *μόνιμος μετασχηματισμός*, ὅτε λέγομεν, ὅτι *ὑπερέβημεν τὸ ὄριον τῆς ἐλαστικότητος*, ἐὰν δὲ αἱ δυνάμεις γίνουν ἀκόμη ἰσχυρότεραι, τὸ στερεὸν θραύεται. Ἐφ' ὅσον δὲν ἔχομεν ὑπερβῆ τὸ ὄριον τῆς ἐλαστικότητος, οἱ μετασχηματισμοὶ ὀνομάζονται *ἐλαστικοὶ μετασχηματισμοί*. Τὰ δὲ σώματα εἶνε κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ἐλαστικά, ἀναλόγως τῆς τιμῆς τοῦ ὁρίου τῆς ἐλαστικότητος.

Πάντα τὰ σώματα εἶνε κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ἐλαστικά· ἐκ τῶν στερεῶν μεγάλην ἐλαστικότητα ἔχουν ὁ χάλυψ, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, τὸ ἐλεφαντοστοῦν κλπ. Τὰ ὑγρά καὶ τὰ ἀέρια εἶνε ἐξόχως ἐλαστικά. Ἡ ἐλαστικότης τῶν στερεῶν δύναται νὰ ἐκδηλωθῇ α') διὰ *τάσεως*, ὅπως εἰς τὴν περίπτωσιν σωλῆνος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεως, τεινομένου ἐκ τῶν ἄκρων του, β') διὰ *πίεσεως*: τοῦτο συμβαίνει εἰς τοὺς μαρμαρίνους στύλους, τοὺς στηρίζοντας π. χ. τὰς οἰκοδομάς· γ') διὰ *κάμψεως* καὶ δ') διὰ *στρέψεως* ἢ *σπειρώσεως*, ὅπως εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ἐλατηρίων ὥρολογίων.



Σχ. 3

BIBLIION ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΑΔΡΑΝΕΙΑ - ΔΥΝΑΜΕΙΣ

«Πάντα ρεῖ»

(Ἡράκλειτος)

7. Κίνησις.—Σῶμά τι λέγομεν, ὅτι *κινεῖται*, ὅταν μεταβάλλῃ θέσιν εἰς τὸ διάστημα. Τὸ σῶμα τοῦτο καλεῖται τότε *κινητόν*.

Ἡ κίνησις σώματός τινος καθορίζεται ἐκ τῶν ἀποστάσεων τοῦ σώματος τούτου ἀπὸ ὀρισμένων σημείων. Ἐὰν αἱ ἀποστάσεις αὗται μεταβάλλωνται μετὰ τοῦ χρόνου, λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα *κινεῖται* ὡς πρὸς τὰ *ὀρισθέντα σημεία*. Τοῦναντίον, τὸ σῶμα εὐρίσκεται *ἐν ἡρεμίᾳ ὡς πρὸς τὰ ὀρισθέντα σημεία*, ὅταν αἱ ἀποστάσεις του ἀπὸ τούτων δὲν μεταβάλλωνται. Π. χ. ταξειδιώτης, καθήμενος ἐντὸς ἀμάξης σιδηροδρόμου, εἶνε ἐν ἡρεμίᾳ σχετικῶς πρὸς τὰ τοιχώματα τῆς ἀμάξης, ἢ ὅποια κινεῖται ἐπὶ τῆς σιδηροδρομικῆς γραμμῆς, ὁ αὐτὸς ταξειδιώτης ὅμως εἶνε, τοῦναντίον, ἐν κινήσει ὡς πρὸς τὰ δένδρα τοῦ ἐδάφους. Ἐπίσης, οἱ καθήμενοι εἰς τὰ θρανία των μαθηταὶ εἶνε ἀκίνητοι ὡς πρὸς τὴν Γῆν καὶ ἐν κινήσει σχετικῶς πρὸς ἄλλα οὐράνια σώματα, καθόσον ἡ Γῆ κινεῖται εἰς τὸ διάστημα.

Ἡ ἔννοια λοιπὸν τῆς κινήσεως ἢ τῆς ἡρεμίας εἶνε πάντοτε *σχετικῆ* καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐκλογῆς τῶν σημείων, ἀπὸ τῶν ὁποίων λογίζονται αἱ ἀποστάσεις τοῦ κινητοῦ.

Τὸ πᾶν κινεῖται ἐν τῇ Φύσει. Ἡ Γῆ κινεῖται περὶ τὸν Ἥλιον καὶ περὶ ἑαυτήν, ὁ Ἥλιος τρέχει ἀνὰ τὸ ἀχανές, συνοδευόμενος ὑφ' ὀλοκλήρου τοῦ πλανητικοῦ μας συστήματος. Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς πλεῖστα ἀντικείμενα κινοῦνται ἐνώπιόν μας. Ὅλοι αἱ ιδιότητες, διὰ τῶν ὁποίων ἡ ὕλη ἐκδηλοῦται ἡμῖν ἐξ ἀποστάσεως, ἤχος, θερμοότης, εἶνε κινήσεις οὐ μόνον εἰς αὐτὸ τὸ μέσον ὕπερ, ὡς θὰ ἴδωμεν, τὰς μεταδίδει ἀλλὰ καὶ ἐν αὐτῷ τῷ σώματι, τὸ ὁποῖον τὰς προκαλεῖ. Ἐξ ὅλων τῶν γενομένων ἐρευνῶν συνάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι οὐδὲν ἐν τῷ ἀπειρφ τοῦ Σύμπαντος εὐρίσκεται ἐν ἀπολύτῳ ἡρεμίᾳ. **Τὸ πᾶν κινεῖται.**

8. Ἀρχὴ τῆς ἀδρανείας.—Οὐδέποτε λίθος τις ἀκίνητος δύναται νὰ κινήθῃ ἀφ' ἑαυτοῦ, ἥτοι χωρὶς νὰ ἐνεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ αἰτία τις, τὴν ὁποίαν καλοῦμεν *δύναμιν*. Τὰ ἰστιοφόρα πλοῖα κινοῦνται διὰ τῆς δυνάμεως τοῦ ἀνέμου, αἱ ἀτμομηχαναὶ διὰ τῆς δυνάμεως τοῦ

ἀτμοῦ καί, ἐν γένει, διὰ τὴν κινήθησιν τοῦ σώματι, πρέπει νὰ ἐνεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ δυνάμις τις. Ἡ πτώσις τῶν σωμάτων προέρχεται ἐκ τῆς δυνάμεως, ἣν καλοῦμεν **βάρος** αὐτῶν καὶ τὴν ὁποίαν κατανικῶμεν, ὅταν τὰ ἀνυψώσωμεν.

Ἐὰν ρίψωμεν λίθον ἐπὶ ἀμμώδους ἐδάφους, ὁ λίθος θὰ σταθῇ, ἀφοῦ διανύσῃ διάστημά τι. Ἐὰν ὅμως τὸν αὐτὸν λίθον ρίψωμεν ὁμοίως ἐπὶ πλακῶν λείων, θὰ σταθῇ, ἀφοῦ διανύσῃ διάστημα πολὺ μεγαλύτερον τοῦ προηγουμένου· διότι ἡ ἄμμος παρουσιάζει εἰς τὴν κίνησιν τοῦ λίθου **ἀντίστασιν** μεγαλύτεραν ἐκείνης, τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν αἱ λείαι πλάκες. Ἐὰν δὲ ὁ λίθος ριφθῇ ἐπὶ παγομένης λίμνης, ἡ ὁποία σχετικῶς πολὺ ὀλίγον ἀνθίσταται εἰς τὴν κίνησιν του, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ λίθος θὰ διανύσῃ μέγιστον διάστημα. Ἐὰν ἦτο δυνατόν νὰ μὴ εὕρισκεν ὁ λίθος καμμίαν ἀντίστασιν εἰς τὴν κίνησιν του, θὰ ἐκινεῖτο ἐπ' ἄπειρον.

Διὰ τὴν σταθῆν λίθος τις, ἅπαξ τεθεὶς εἰς κίνησιν, πρέπει νὰ ἐνεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ δυνάμις τις, ἄλλως θὰ ἐκινεῖτο ἐπ' ἄπειρον καὶ ἡ κίνησις του θὰ ἦτο ἀμετάβλητος καθ' ὅλα. Ἀτιμόπλοιοι, ἅπαξ τεθεὶς εἰς κίνησιν, θὰ ἐξηκολούθει νὰ κινῆται ἐπ' ἄπειρον καὶ μετὰ τὴν παῦσιν τοῦ ἀτμοῦ. Ἡ ἠρεμία τοῦ λίθου, ἡ στάσις τοῦ ἀτιμοπλοίου, ἂν καὶ κατὰ τὸ φαινόμενον γίνονται ἄνευ ἐπιδράσεως δυνάμεώς τινος, ἐν τούτοις δὲν προέρχονται ἀφ' ἑαυτῶν, ἀλλ' ἐκ τῆς ἐνεργείας ἐξωτερικῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι **ἀνθίστανται** εἰς τὴν κίνησιν τοῦ λίθου καὶ τοῦ ἀτιμοπλοίου, διὸ καλοῦνται **ἀντιστάσεις**. Ὁ λίθος σταματᾷ, ἕνεκα πολλῶν αἰτίων, οἷα π.χ. εἶνε ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει τὸ ἔδαφος εἰς τὴν κίνησιν του· ἡ δὲ ἀντίστασις τοῦ ὕδατος εἰς τὴν κίνησιν τοῦ ἀτιμοπλοίου εἶνε ἐπίσης ἐν τῶν αἰτίων, τὰ ὁποῖα ἀναγκάζουν τοῦτο νὰ σταθῇ.

Ἐνεκα τῆς ἀδρανείας, ἀμαξοστοιχία, ἐν κινήσει εὕρισκομένη, δὲν δύναται νὰ σταθῇ ἀμέσως, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ κινουμένη ἐπὶ τινα χρόνον καὶ μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀτμοῦ. Ἐνεκα δὲ τῆς ἀδρανείας δὲν δύναται νὰ ἀποφύγῃ τὰς συγκρούσεις οἱ μηχανικοὶ αὐτῶν, ὅταν δὲ ἀντιληφθῶν ἀπὸ μεγάλης ἀποστάσεως τὸν κίνδυνον καὶ οὕτω λάβῃ καιρὸν νὰ τὰς σταματήσῃ. Ὅταν δὲ εὕρισκόμεθα ἐντὸς κινουμένης ἀμαξοστοιχίας καὶ σταθῇ αὕτη ταχέως, πίπτομεν τότε πρὸς τὰ ἔμπροσθ'· διότι, ἕνεκα τῆς ἀδρανείας, τὸ σῶμά μας τείνει νὰ ἐξακολουθήσῃ τὴν κίνησιν του. Τοῦναντίον, καθ' ἣν στιγμὴν ἡ ἀμαξοστοιχία τίθεται εἰς κίνησιν, πίπτομεν πρὸς τὰ ὀπίσω. Τὰ αὐτὰ φαινόμενα συμβαίνουν, ὅταν εὕρισκόμεθα ἐπὶ οἰουδήποτε σώματος κινουμένου, ὡς

λέμβου, ἵππου, ἀμάξης κλπ. Ὅταν πρόκειται νὰ κατέλθωμεν ἐξ ἀμάξης ἢ ἄλλου ὀχήματος κινουμένου, κλινόμεν τὸ σῶμά μας πρὸς διεύθυνσιν ἀντίθετον ἐκείνης, καθ' ἣν κινεῖται τὸ ὄχημα, ἵνα μὴ πέσωμεν.

Ὅταν πρόκειται νὰ ὑπερπηδήσωμεν τάφρον, τρέχομεν πρῶτον ἐπὶ τι διάστημα, ἵνα κατὰ τὴν στιγμὴν τοῦ πηδήματος, ἡ κίνησις, τὴν ὁποίαν ἔλαβε τὸ σῶμά μας, βοηθήσῃ τὴν προσπάθειαν τῶν μυῶν μας διὰ τὸ πηδημα.

Εἰς τὴν σφύραν καὶ ἄλλα ἀνάλογα ἐργαλεῖα δίδομεν κίνησιν πρὸς ἐπιτυχίαν τῶν σχετικῶν σκοπῶν.

Ἐκ τῶν τοιούτων φαινομένων συνήχθη ἡ ἐπομένη ἀρχὴ τῆς ἀδρανείας.

Πάντα τὰ σώματα δὲν ἠμποροῦν ἀφ' ἑαυτῶν μῆτε νὰ κινήθωσιν μῆτε, ἐὰν κινουῦνται, νὰ σταθοῦν ἢ νὰ μεταβάλουν ὅπωςδήποτε τὴν κίνησιν των. Λέγομεν δὲ ὅτι ὅλα τὰ σώματα εἶνε **ἀδρανῆ**.

9. Δυνάμεις. — Ὅταν βιβλίον ἢ τραπέζα μετακινεῖται, ὑπάρχει πάντοτε αἰτία τις, ἡ ὁποία προὐκάλεσε τὴν κίνησιν τοῦ βιβλίου ἢ τῆς τραπέζης. Γενικῶς, τὰ σώματα τίθενται εἰς κίνησιν ἕνεκα αἰτίων. **Τὰ αἴτια, τὰ ὁποῖα ἠμποροῦν νὰ μεταβάλουν τὴν κατάστασιν τῆς ἠρεμίας ἢ τῆς κινήσεως τῶν σωμάτων, ὀνομάζομεν δυνάμεις.** Π.χ. ὅταν ὁ ἄνθρωπος κινῇ λίθον, λέγομεν ὅτι καταβάλλει **δύναμιν**, διὰ τὴν κίνησιν τὸν λίθον. Ὅταν ὁ ἵππος σύρῃ ἄμαξαν, λέγομεν ὅτι ὁ ἵππος κατορθώνει τοῦτο μὲ τὴν δύναμιν τῶν μυῶν του. Ὅταν τὰ φύλλα τῶν δένδρων **κινουῦνται**, ἡ ἀτιμομηχανὴ σιδηροδρόμου **τρέχῃ**, ὁ μύλος **γυρίζῃ**, τὰ ἱστιοφόρα **ταξειδεύουν**, λέγομεν ὅτι αἱ κινήσεις αὗται γίνονται ἀπὸ **δυνάμεις** (τοῦ ἀνέμου, τοῦ ἀτμοῦ κλπ.).

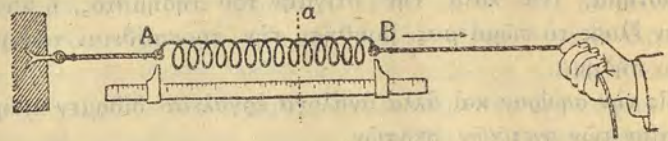
Βάρος. — ΠΕΙΡΑΜΑ. — Ἐὰν ἐπὶ τῆς παλάμης μας θέσωμεν λίθον, ἡ χεὶρ μας πιέζεται πρὸς τὰ κάτω ἀπὸ τὸ **βάρος** τοῦ λίθου. Ἐὰν δὲ ἀφήσωμεν αὐτὸν ἐλεύθερον, θὰ ἴδωμεν ὅτι **πίπτει**, δηλαδὴ κινεῖται πρὸς τὸ ἔδαφος. Ὁ λίθος πίπτει, ἕνεκα τοῦ βάρους του.

Τὸ βάρος τῶν σωμάτων, ἕνεκα τοῦ ὁποίου αὐτὰ πίπτουν, **εἶνε καὶ αὐτὸ δύναμις.**

Διαίρεσις τῶν δυνάμεων. — Αἱ δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι ἐνεργοῦν ἐπὶ τοῦ κινουμένου σώματος, διακρίνονται εἰς δύο εἶδη, ἥτοι εἰς **κινήτριους**, αἱ ὁποῖαι συνεργάζονται διὰ τὴν κίνησιν τοῦ σώματος, καὶ εἰς **ἀντιστάσεις**, αἱ ὁποῖαι ἀνθίστανται εἰς τὴν κίνησιν ταύτην τοῦ σώματος.

Ἄλλα ἀποτελέσματα τῶν δυνάμεων. — Αἱ δυνάμεις, ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τῶν διαφόρων σωμάτων, προκαλοῦν, ἐκτὸς τῶν κινήσεων, καὶ ἄλλα ἀποτελέσματα, π.χ. μετασχηματισμοὺς ἢ θραύσεις τῶν σωμάτων.

Π. χ. χαλύβδινον σπειροειδές ελατήριο (σχ. 4), υπό την ενέργειαν δυνάμεως, ἠμπορεῖ νὰ ἀυξηθῆ κατὰ τὸ μῆκος του ἢ νὰ συμπιεσθῆ. Εἰς τὸ ελατήριο δὲ ἀναπτύσσεται τότε δύναμις, ἡ ὁποία τείνει νὰ τὸ ἐπαναφέρῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν του κατάστασιν καὶ ὀνομάζεται *ελαστικὴ*



Σχ. 4

δύναμις. Ἐπίσης, ξυλίνη ράβδος κάμπτεται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν δυνάμεως. Τοῦτο συμβαίνει π. χ. εἰς τὸ *τόξον*. Ἐὰν τὸ τόξον ἀφεθῆ ἐλεύθερον, τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν του κατάστασιν καὶ δύναται νὰ ρίψῃ μακρὰν τὸ βέλος. Διότι, κατὰ τὴν κάμψιν τοῦ τόξου, γινῶνται ἐντὸς αὐτοῦ ελαστικαὶ δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι τείνουν νὰ ἐπαναφέρουν τὸ τόξον εἰς τὴν ἀρχικὴν του κατάστασιν καὶ βάλλουν τὸ βέλος.

10. Ἴσορροπία τῶν δυνάμεων.— 1. Λίθος, τὸν ὁποῖον κρατοῦμεν ἐπὶ τῆς χειρὸς μας, δὲν πίπτει. Διότι τὸ βάρος του καταναίκεται ἀπὸ τὴν δύναμιν τῶν μυῶν μας. Λέγομεν δὲ ὅτι τὸ βάρος τοῦ λίθου *ἰσορροπεῖται* ἀπὸ τὴν δύναμιν τῶν μυῶν μας.



Σχ. 5

2. Ὄταν δύο ἢ περισσότεροι ἄνδρες (σχ. 5) σύρουν ἀντιθέτως σχοινίον (*διελκυστίνδα*), χωρὶς νὰ κατορθώσουν νὰ μετακινοῦν οἱ σύροντες πρὸς τὸ ἓν μέρος τοὺς σύροντας ἀντιθέτως, αἱ δυνάμεις ὄλων τῶν ἀγούρων, αἱ ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τοῦ σχοινίου, *ἰσορροποῦν ἀλλήλας*.

3. Ὄταν θέτωμεν βάρη ἐπὶ τραπεζῆς, αὕτη κάμπτεται ὀλίγον καὶ αἱ ἀναπτυσσόμενα ελαστικαὶ δυνάμεις ἰσορροποῦν τὰ πιέζοντα τὴν τράπεζαν βάρη.

Ὅρισμός.— Δύο ἢ περισσότεραι δυνάμεις, ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τινος σώματος, λέγομεν ὅτι *ἰσορροποῦν ἀλλήλας*, ὅταν τὸ σῶμα τοῦτο δὲν κινεῖται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῶν ἐν λόγῳ δυνάμεων.

11. Μηχανικὴ τῶν στερεῶν.— Καλεῖται *Μηχανικὴ τῶν στερεῶν* τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς, τὸ πραγματευόμενον περὶ τῶν δυνάμεων καὶ τῆς κινήσεως τῶν στερεῶν σωμάτων. Ἡ Μηχανικὴ διαιρεῖται εἰς τὴν *Στατικὴν* καὶ εἰς τὴν *Δυναμικὴν* τῶν στερεῶν.

Εἰς τὴν *Στατικὴν* ἐξετάζεται ἡ σχέσις, ἣτις πρέπει νὰ ὑπάρχῃ μεταξὺ τῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἐνεργοῦν ἐπὶ ἑνὸς ἢ περισσοτέρων στερεῶν σωμάτων, διὰ νὰ μὴ παραχθῆ κίνησις, ἥτοι διὰ νὰ ὑπάρχῃ ἰσορροπία.

Εἰς τὴν *Δυναμικὴν* ἐξετάζεται ἡ κίνησις τῶν στερεῶν καὶ αἱ δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι παράγουν ταύτην.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΣΤΑΤΙΚΗ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΑΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ

12. Διεύθυνσις μιᾶς δυνάμεως.— ΠΕΙΡΑΜΑ.— Τὸ ἐν ἄκρον σχοινίου δένομεν εἰς καρφίον τοῖχου O (σχ. 6) καὶ τὸ ἄλλο ἄκρον A σύρομεν διὰ τοῦ δακτύλου μας. Ἐὰν ἡ δύναμις μας κατῶρθωνε νὰ ἀποσπάσῃ τὸ καρφίον, θὰ τὸ παρέσυρε κατὰ τὴν διεύθυνσιν OA. Διὰ τοῦτο λέγομεν ὅτι ἡ δύναμις μας ἔχει τὴν διεύθυνσιν OA.

Ἐπίσης, ἄς κρεμάσωμεν διὰ νήματος OA (σχ. 7) λίθον ἢ ἄλλο σῶμα. Ἐὰν τὸ νῆμα ἐκόπτετο, τὸ σῶμα θὰ παρεσύρετο ἀπὸ τὸ βάρος του καὶ θὰ ἐπιπτε κατὰ τὴν διεύθυνσιν OA, κατὰ τὴν ὁποίαν εἶνε τεντωμένον τὸ νῆμα. Θὰ λέγωμεν λοιπὸν ὅτι ἡ διεύθυνσις OA τοῦ νήματος εἶνε ἡ διεύθυνσις τοῦ βάρους.

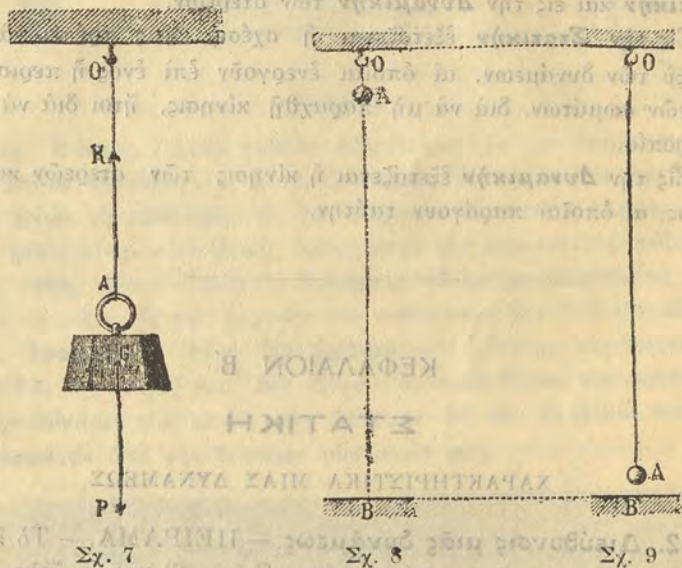
ΠΕΙΡΑΜΑ.— Ἀπὸ ἓν καρφίον O (σχ. 8) κρεμάωμεν διὰ μικροῦ νήματος τεμάχιον κλωσῆς A. Ἡ κλωσὴ σύρεται πρὸς τὰ κάτω ἀπὸ B. ΑἴΓΙΝΗΤΟΥ. Φυσικὴ καὶ Χημεία Α΄, ἔκδ. 10η.



Σχ. 6

τὸ βάρος της. Ἐὰν δὲ καύσωμεν τὸ νῆμα, ἡ κιμωλία καταπίπτει εἰς ἓν σημεῖον B τοῦ ἐδάφους. Ὁ δρόμος AB, τὸν ὁποῖον διέτρεξεν ἡ κιμωλία, εἶνε *εὐθεῖα γραμμὴ*.

Μετὰ ταῦτα λαμβάνομεν πάλιν τὴν κιμωλίαν καὶ κρεμῶμεν αὐτὴν μὲ νῆμα ἄρκιτὰ μακρὸν OA (σχ. 9) ἀπὸ τοῦ ἴδιον καρφίου O. Παρα-



τηροῦμεν δὲ ὅτι ἡ κιμωλία A εὐρίσκεται τότε ἀκριβῶς εἰς τὸ σημεῖον B, εἰς τὸ ὁποῖον ἔπεσε προηγουμένως. Τὸ νῆμα λοιπόν, τὸ ὁποῖον κρατεῖ τὴν κιμωλίαν, μᾶς δεικνύει τὴν διεύθυνσιν τοῦ βάρους, δηλαδὴ τὴν διεύθυνσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ βάρος θὰ παρέσυρε τὴν κιμωλίαν.

Ὅρισμός. — Ἡ διεύθυνσις μιᾶς δυνάμεως εἶνε ἐκείνη, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ δύναμις προσπαθεῖ νὰ παρασύρῃ τὸ σῶμα, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου ἐνεργεῖ. Ἐὰν τὸ σῶμα συγκρατῆται ἀπὸ νῆμα, τότε τὸ νῆμα τείνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως.

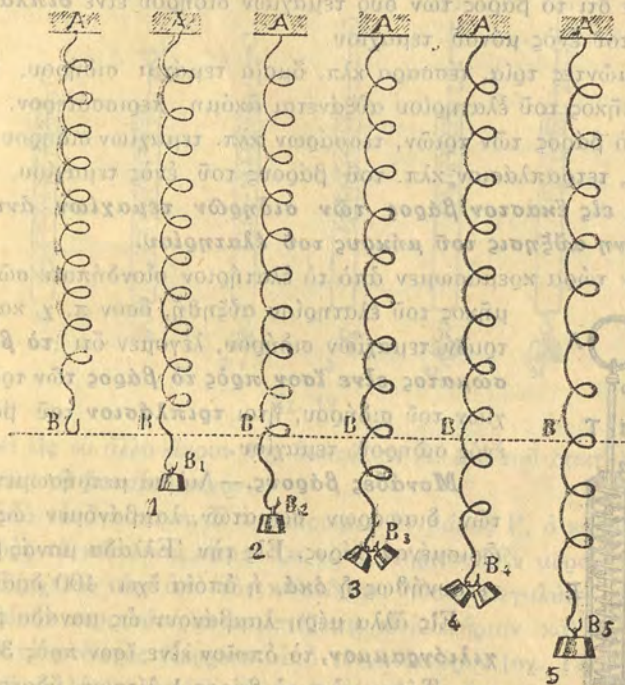
Ὅρισμός κατακόρυφου. — Ἡ διεύθυνσις OA (σχ. 9) τοῦ νήματος μετὰ τοῦ βάρους ὀνομάζεται *κατακόρυφος* εἰς τὸν τόπον, ὅπου γίνεται τὸ πείραμα μὲ τὸ νῆμα. Ἐπίσης, ὀνομάζεται κατακόρυφος ἡ εὐθεῖα γραμμὴ OB (σχ. 8), κατὰ τὴν ὁποίαν πίπτει ἓν σῶμα A.

13. Σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς μιᾶς δυνάμεως. — Ὅταν ὠθοῦμεν μὲ τὸν δάκτυλόν μας ἓν σῶμα διὰ νὰ κινήσωμεν αὐτό, ἡ δύνα-

μῖς μας εἶνε *ἐφαρμοσμένη* εἰς τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον ὁ δάκτυλός μας ἐγγίξει τὸ σῶμα.

Εἰς τὸ πείραμα τοῦ σχ. 6, ἡ χεῖρ μας κρατεῖ τὸ σχοινίον ἀπὸ τὸ σημεῖον A. Εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸ εἶνε *ἐφαρμοσμένη* ἡ δύναμις τῶν μυῶν μας, ἡ ὁποία σύρει τὸ σχοινίον καὶ προσπαθεῖ νὰ ἀποσπάσῃ τὸ καρφίον.

Σημειωτέον ὅτι ἡ δύναμις αὕτη τῶν μυῶν μας μεταδίδεται διὰ τοῦ σχοινίου εἰς τὸ καρφίον O. Τὸ αὐτὸ δὲ θὰ συνέβαινεν, ἀκριβῶς, ἐὰν τὸ σχοινίον ἦτο μικρότερον ἢ ὁ δάκτυλός μας ἔσυρεν ἀπ' εὐθείας τὸ καρφίον. Δηλαδή, τὸ ἀποτέλεσμα εἶνε τὸ αὐτὸ εἴτε εἶνε ἐφαρμοσμένη ἡ



Σχ. 10

δύναμῖς μας εἰς τὸ ἄκρον A τοῦ σχοινίου, εἴτε ἄλλο σημεῖον τούτου, εἴτε ἀπ' εὐθείας εἰς τὸ O.

Συμπέρασμα. — Ὡς σημεῖον ἐφαρμογῆς μιᾶς δυνάμεως δύναται νὰ θεωρηθῇ οἰονδήποτε σημεῖον τῆς διεύθυνσεως OA (σχ. 6), καθ' ἣν ἐνεργεῖ ἡ δύναμις αὕτη.

14. Μέτρησης τοῦ βάρους. — ΠΕΙΡΑΜΑ. — Τὸ ἓν ἄκρον ἐλατηρίου AB (σχ. 10), ἀπὸ σύρμα σπειροειδές, στερεώνομεν εἰς καρφίον.

Ἐὰν ἀπὸ τὸ ἄλλο ἄκρον Β κρεμάσωμεν τεμάχιον σιδήρου, τὸ ἐλατήριον ἀνοίγει, δηλαδὴ τὸ μῆκος του αὐξάνεται καὶ φθάνει ἕως τὸ σημεῖον Β₁. Ἡ ἐπιμήκυνσις τοῦ σώματος προήλθεν ἀπὸ τὴν δύναμιν, τὴν ὁποῖαν ὀνομάζομεν **βάρος** τοῦ σιδήρου.

Ἐὰν κατόπιν κρεμάσωμεν καὶ ἄλλο ἓν τεμάχιον σιδήρου ὁμοιον πρὸς τὸ προηγούμενον, τὸ ἐλατήριον ἀνοίγει ἀκόμη περισσότερον καὶ τὸ μῆκος του φθάνει εἰς τὸ Β₂. Ἐὰν μετρήσωμεν τὴν αὐξήσιν ΒΒ₂ τοῦ μήκους, βλέπομεν ὅτι εἶνε **διπλασία** τῆς προηγουμένης ΒΒ₁. Λέγομεν δὲ ὅτι τὸ βάρος τῶν δύο τεμαχίων σιδήρου εἶνε **διπλάσιον** τοῦ βάρους τοῦ ἑνὸς μόνου τεμαχίου.

Κρεμώντες τρία, τέσσαρα κλπ. ὅμοια τεμάχια σιδήρου, βλέπομεν ὅτι τὸ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου αὐξάνεται ἀκόμη περισσότερον. Λέγομεν δὲ ὅτι τὸ βάρος τῶν τριῶν, τεσσάρων κλπ. τεμαχίων σιδήρου εἶνε **τριπλάσιον, τετραπλάσιον** κλπ. τοῦ βάρους τοῦ ἑνὸς τεμαχίου. Τοιοῦτοτρόπως, **εἰς ἕκαστον βάρος τῶν σιδηρῶν τεμαχίων ἀντιστοιχεῖ ὠρισμένη αὐξήσις τοῦ μήκους τοῦ ἐλατηρίου.**



Σχ. 11.

Ἐὰν τώρα κρεμάσωμεν ἀπὸ τὸ ἐλατήριον οἰονδήποτε σῶμα καὶ τὸ μῆκος τοῦ ἐλατηρίου αὐξηθῇ, ὅσον π. χ. καὶ διὰ τῶν τριῶν τεμαχίων σιδήρου, λέγομεν ὅτι **τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶνε ἴσον πρὸς τὸ βάρος** τῶν τριῶν τεμαχίων τοῦ σιδήρου, ἤτοι **τριπλάσιον** τοῦ βάρους τοῦ ἑνὸς σιδηροῦ τεμαχίου.

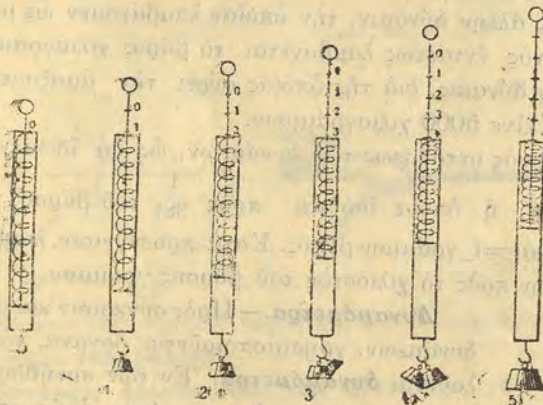
Μονάδες βάρους.— Διὰ νὰ μετρήσωμεν τὰ βάρη τῶν διαφόρων σωμάτων, λαμβάνομεν ὡς **μονάδα** ὠρισμένον βάρος. Εἰς τὴν Ἑλλάδα μονὰς βάρους εἶνε συνήθως ἡ **ὀκά**, ἡ ὁποία ἔχει 400 δράμα.

Εἰς ἄλλα μέρη λαμβάνουν ὡς μονάδα βάρους τὸ **χιλιόγραμμον**, τὸ ὁποῖον εἶνε ἴσον πρὸς 312 1/2 δράμα. Τόσον εἶνε τὸ βάρος 1 λίτρον ὕδατος (θερμοκρασίας 4°). Τὸ χιλιοστὸν τοῦ χιλιογράμμου ὀνομάζεται **γράμμον** ἢ **γραμμάριον**, δηλαδὴ 1000 γράμματα εἶνε 1 χιλιόγραμμον, 1000 δὲ χιλιόγραμματα εἶνε ὀκαλούμενος **τόννος**. Τὸ χιλιόγραμμον εἶνε τὸ βάρος ἑνὸς κυλίνδρου ἐκ λευκοχρύσου, φυλασσομένου εἰς τὸ Διεθνὲς γραφεῖον τῶν Sèvres.

Ζυγὸς δι' ἐλατηρίου.— Διὰ νὰ εὑρωμεν πόσον εἶνε τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, δηλαδὴ διὰ νὰ ζυγίσωμεν αὐτό, χρησιμοποιοῦμεν πολλάκις τὸν **ζυγὸν δι'**

ἐλατηρίου (κ. κανταράκι), ὁ ὁποῖος ὀνομάζεται καὶ **δυναμόμετρον** (σχ. 11). Τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ ἐλατήριον σπειροειδές, τὸ ὁποῖον εἶνε ἐντὸς σωλῆνος μεταλλίνου Μ. Τὰ βάρη ὅμως δὲν σύρουν τὸ ἐλατήριον, ὅπως εἰς τὸ προηγούμενον πείραμα (σχ. 10), ἀλλὰ τὸ συμπιέζουν.

Εἰς τὸ κάτω ἄκρον τοῦ κυλίνδρου ὑπάρχει ἄγκιστρον Γ, ἀπὸ τὸ ὁποῖον κρέματα τὸ ζυγιζόμενον σῶμα Ρ. Τὸ κάτω ἄκρον τοῦ ἐλατηρίου εἶνε στερεωμένον εἰς τὸ ἓν ἄκρον μεταλλίνου στελέχους Τ, τὸ



Σχ. 12

ὁποῖον ἔχει εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον του δακτύλιον Α. Διὰ τοῦ δακτυλίου τούτου κρέματα τὸ δυναμόμετρον.

Ἐὰν ἀπὸ τὸ ἄγκιστρον Γ κρεμάσωμεν ἓν βάρος Ρ, ὁ κύλινδρος Μ σύρεται πρὸς τὰ κάτω καὶ συμπιέζει τὸ ἐλατήριον. Ἐν μέρος τοῦ στελέχους Τ ἐξέρχεται τότε ἀπὸ τὸν κύλινδρον. Ὅσον μεγαλύτερον εἶνε τὸ βάρος Ρ, τόσον περισσότερον συμπιέζεται τὸ ἐλατήριον καὶ τόσον περισσότερον τὸ στέλεχος ἐξέρχεται ἀπὸ τὸν κύλινδρον (σχ. 12).

Ἐπὶ τοῦ στελέχους ὑπάρχουν ἀριθμοί, οἱ ὁποῖοι δεικνύουν πόσον εἶνε τὸ βάρος τοῦ σώματος, τὸ ὁποῖον κρέματα ἀπὸ τὸ ἄγκιστρον. Π.χ. εἰς τὸ σχ. 11 τὸ βάρος τοῦ σώματος Ρ εἶνε 2 χιλιόγραμματα, διότι τὸ στέλεχος ἐξῆλθεν ἕως τὸν ἀριθμὸν 2. Οἱ ἀριθμοὶ αὗτοὶ τοῦ στελέχους ἐκανονίσθησαν διὰ γνωστῶν βαρῶν, τὰ ὁποῖα ἐκρεμάσθησαν προηγουμένως ἀπὸ τὸ ἄγκιστρον Γ.

15. Ἐντασις οἰαοδήποτε δυνάμεως.— Εἰς τὰ προηγούμενα εἶδομεν πῶς μετρεῖται ἡ δύναμις, τὴν ὁποῖαν ὀνομάζομεν βάρος. Ἄλλα καὶ τὰς ἄλλας δυνάμεις δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν ὁμοίως.

ΠΕΙΡΑΜΑ.— Λαμβάνομεν τὸ **δυναμόμετρον** (σχ. 4) καὶ, ἀφοῦ

στερεώσωμεν τὸ ἐν ἄκρον του, σύρωμεν μὲ τὴν χεῖρά μας τὸ ἄλλο ἄκρον. Τὸ δυναμόμετρον δεικνύει τότε π. χ. 3 χιλιόγραμμα. Ἄρα ἡ δύναμις μας φέρει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, τὸ ὁποῖον φέρει βᾶρος 3 χιλιογράμμων. Λέγομεν λοιπὸν ὅτι ἡ δύναμις τῆς χειρός μας ἔχει *ἐντασιν* 3 χιλιογράμμων.

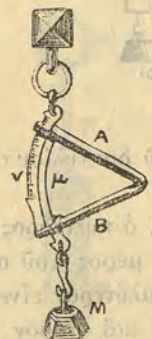
Τοιοιουτρόπως, διὰ τοῦ δυναμομέτρου, δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν ἐν βᾶρος ἢ ἄλλην οἰανδήποτε δύναμιν καὶ νὰ εὔρωμεν τὴν ἐντασίν της σχετικῶς πρὸς ἄλλην δύναμιν, τὴν ὁποίαν λαμβάνομεν ὡς μονάδα. Συνήθως ὡς μονὰς ἐντάσεως λαμβάνεται τὸ βᾶρος χιλιόγραμμων. Π. χ. λέγομεν ὅτι ἡ δύναμις, διὰ τῆς ὁποίας σύρει τὴν ἀμαξοστοιχίαν μία ἀτμομηχανή, εἶνε 5000 χιλιογράμμων.

Ἐτέρα μονὰς μετρήσεως τῶν δυνάμεων, ὡς θὰ ἴδωμεν, εἶνε ἡ καλουμένη *δύνη*, ἡ ὁποία ἰσοῦται πρὸς $\frac{1}{981}$ τοῦ βάρους γραμμαρίου ἥτοι 981 δύναι=1 γράμμον βᾶρος. Κατὰ προσέγγισιν, λαμβάνομεν τὴν δύνην ὡς ἴσην πρὸς τὸ χιλιοστὸν τοῦ βάρους γράμμου.

Δυναμόμετρα.— Πρὸς σύγκρισιν καὶ μέτρησιν τῶν δυνάμεων, χρησιμοποιοῦνται ὄργανα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται *δυναμόμετρα*. Ἐν τῶν συνήθων δυναμομέτρων ἀποτελεῖται ἐκγωνιώδους ἐλάσματος χαλυβδίνου, ὡς δεικνύει τὸ σχ. 13. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐλάσματος τούτου προσαρμόζεται σιδηροῦν τόξον ν ἀποληγον εἰς κλοιόν, δι' οὗ ἀναρτᾶται τὸ ὄργανον. Εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον προσαρμόζεται ἐπίσης ἕτερον τόξον μ, τὸ ὁποῖον διέρχεται ἐλευθέρως διὰ τοῦ πρώτου ἄκρου. Ἐάν ἐκ τοῦ ἄκρου τοῦ τόξου μ ἐξαρθήσωμεν βᾶρος τι, τότε τὰ δύο ἄκρα τοῦ ἐλάσματος θὰ πλησιάσουν πρὸς ἀλλήλα τόσον περισσότερον, ὅσον τὸ βᾶρος τοῦτο εἶναι μεγαλύτερον.

Τὸ αὐτὸ θὰ συμβῇ, ἐάν τὸ ἄκρον τοῦ τόξου μ σύρεται ὑπὸ ἄλλης δυνάμεως. Ὄταν δὲ ἡ δύναμις αὕτη παράγῃ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ παράγει ὠρισμένων βάρους, ἡ δύναμις αὕτη ἔχει ἐντασιν ἴσην πρὸς τὸ βᾶρος τοῦτο. Ἀριθμοί, κεχαραγμένοι ἐπὶ τοῦ τόξου ν, δεικνύουν τὴν ἐντασιν τῆς δυνάμεως, ἡ ὁποία ἐπιφέρει τὴν ἀντιστοιχοῦσαν κάμψιν.

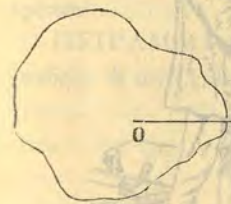
16. Γραφικὴ παράστασις τῶν δυνάμεων.— Εἰς τὰ προηγούμενα εἶδομεν ὅτι *μία δύναμις ἔχει τρία χαρακτηριστικά*, ἥτοι 1ον τὴν *ἐντασίν* της, 2ον τὴν *διεύθυνσίν* της καὶ 3ον τὸ *σημεῖον* της



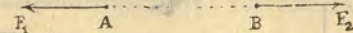
Σχ. 13

ἐφαρμογῆς της. Μίαν δύναμιν ἠμποροῦμεν νὰ παραστήσωμεν διὰ βέλος OA (σχ. 14), τὸ ὁποῖον θὰ ἔχῃ μῆκος ἀνάλογον πρὸς τὴν ἐντασιν τῆς δυνάμεως, θὰ διευθύνεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως καὶ ἡ ἀρχὴ του O θὰ παριστᾷ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως.

17. Ἴσορροπία δύο δυνάμεων ἴσων καὶ ἀντιθέτων.— Ὑποθέσωμεν ὅτι δύο δυνάμεις F_1 καὶ F_2 (σχ. 15), ἴσαι καὶ ἀντίθετοι, εὐρισκόμεναι ἐπὶ εὐθείας AB, ἐνεργοῦν ἐπὶ τῶν ἄκρων της A καὶ B. Οὐδεὶς λόγος ὑπάρχει, ὅπως ἐκ τῆς ἐνεργείας τῶν δύο τούτων δυνάμεων



Σχ. 14



Σχ. 15



Σχ. 16

παραθῆ κίνησις εἴτε πρὸς τὸ μέρος τῆς F_1 , εἴτε πρὸς τὸ μέρος τῆς F_2 , ἥτοι θὰ ἔχωμεν *ἰσορροπίαν*.

Δύο δυνάμεις λοιπὸν ἴσαι καὶ ἀντίθετοι, εὐρισκόμεναι ἐπὶ εὐθείας καὶ ἐνεργοῦσαι εἰς τὰ ἄκρα της, ἰσορροποῦν ἀλλήλας.

Τὸ αὐτὸ ἐκφράζομεν, λέγοντες ὅτι *μία δύναμις ἐξουδετερώνεται (ἰσορροπεῖται) ἀπὸ μίαν δύναμιν ἴσην καὶ ἀντίθετον*. Ἡ δύναμις παιδίου, τὸ ὁποῖον σύρει τὸ ἐν ἄκρον σχοινίου (σχ. 16), δύναται νὰ ἰσορροποιθῇ διὰ ἴσης καὶ ἀντιθέτου δυνάμεως δευτέρου παιδίου, τὸ ὁποῖον σύρει τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ σχοινίου.

ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΣ ΚΑΙ ΣΗΜΕΙΟΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

18. Χαρακτηριστικὰ τοῦ βάρους.— Ὡς εἶδομεν, εἰς πᾶσαν δύναμιν διακρίνομεν τρία χαρακτηριστικά, ἥτοι τὴν *διεύθυνσιν*, τὸ *σημεῖον* τῆς *ἐφαρμογῆς* καὶ τὴν *ἐντασίν* της. Ἡ δύναμις, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἐν σῶμα σύρεται πρὸς τὰ κάτω καὶ πίπτει, ἥτοι τὸ βᾶρος του, ἔχει τὴν διεύθυνσιν, τὴν ὁποίαν ὠνομάσαμεν *κατακόρυφον*. Ἡ ἐντασὶς τῆς δυνάμεως ταύτης εἶνε τὸ κοινῶς λεγόμενον *βᾶρος* τοῦ σώματος. Εἶδομεν δὲ ὅτι ἡ διεύθυνσιν αὐτῆς δίδεται π. χ. ἀπὸ τὸ νῆμα OA (σχ. 9), διὰ τοῦ ὁποίου κρέμαται ἐν σῶμα.

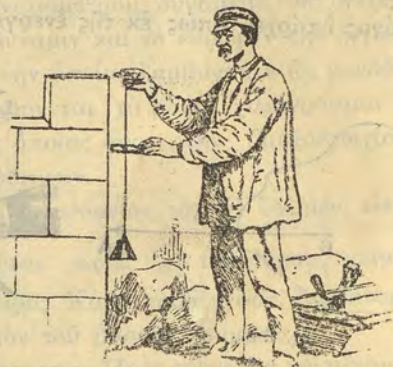
Νῆμα τῆς σιάθμης.— Τὸ νῆμα μὲ τὴν κλωδίαν ἢ ἄλλο βαρὸν σῶμα

(σχ. 17), διὰ τοῦ ὁποίου εὐρίσκομεν τὴν κατακόρυφον διεύθυνσιν εἰς ἓνα τόπον, ὀνομάζεται **νήμα τῆς στάθμης** (κ. βαρίδι).

Οἱ τοῖχοι, διὰ νὰ μὴ κρημνίζονται, κατασκευάζονται κατακόρυφοι. Πρὸς τοῦτο δὲ χρησιμοποιοῦν οἱ κτίσται τὸ νήμα τῆς στάθμης (σχ. 18)



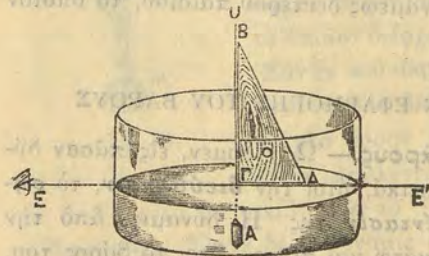
Σχ. 17



Σχ. 18

19. Ὁριζόντιον ἐπίπεδον. — Ὁρισμός.— Πάν ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τοῦ νήματος τῆς στάθμης, δηλ. ἐπὶ τῆς κατακόρυφου, ὀνομάζεται **ὀριζόντιον ἐπίπεδον**.

ΠΕΙΡΑΜΑ.— Λαμβάνομεν λεκάνην με ὕδωρ (σχ. 19) καὶ ὑπεράνω της κρεμῶμεν τὸ νήμα τῆς στάθμης OA τοιουτοτρόπως, ὥστε τὸ βάρος A νὰ εἶνε ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἐὰν θέσωμεν τὴν μίαν πλευρὰν ΒΓ ὀρθῆς γωνίας ἐπὶ τοῦ νήματος OA, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἄλλη πλευρά της ΓΔ ἠμπορεῖ νὰ εφαρμοσθῇ ἀκριβῶς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ΕΕ' τοῦ ὕδατος.



Σχ. 19

Συμπέρασμα.— Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἠρεμοῦντος ὕδατος εἶνε ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τοῦ νήματος τῆς στάθμης, ἥτοι ὀριζόντιον.

Αἱ κατακόρυφοι λοιπὸν εἰς τὰ διάφορα σημεία τῆς γῆς εἶνε κάθετοι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἠρεμούτων ὑδάτων, π.χ. ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας

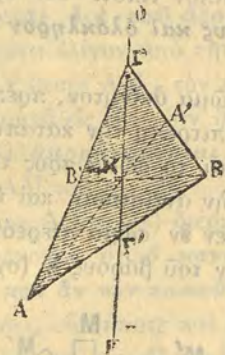
λιμῶν ἢ θαλασσῶν. Ἄρα, ἐπειδὴ ἡ Γῆ εἶνε σφαιρική, αἱ κατακόρυφοι εἰς τοὺς διαφόρους τόπους διευθύνονται πρὸς τὸ κέντρον τῆς. Ἐν τούτοις εἰς σημεία τῆς Γῆς, μὴ ἀπέχοντα πολὺ ἀλλήλων, π.χ. εἰς δύο διάφορα σημεία δωματίου, αἱ κατακόρυφοι εἶνε αἰσθητῶς παράλληλοι.

20. Κέντρον τοῦ βάρους. — Ὁρισμός.— Τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος ὀνομάζεται **κέντρον τοῦ βάρους** τοῦ σώματος τούτου. Ἀπὸ τὸ κέντρον τοῦ βάρους σύρεται λοιπὸν τὸ σῶμα πρὸς τὰ κάτω καί, ἐπομένως, διὰ νὰ μὴ πέσῃ τοῦτο, ἀρκεῖ νὰ συγκρατήσωμεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους του. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν πειραματικῶς κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον.

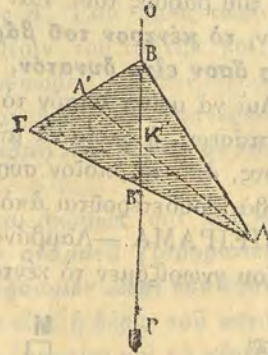
ΠΕΙΡΑΜΑ.— Λαμβάνομεν τρίγωνον ABΓ (σχ. 19) ἀπὸ χάρτην χονδρὸν ἢ ἀπὸ ξύλον καὶ τὸ κρεμῶμεν διὰ μιᾶς κορυφῆς του A ἀπὸ τὸ



Σχ. 19



Σχ. 20



Σχ. 21

νήμα τῆς στάθμης OP. Ἐπὶ τοῦ τριγώνου σημειώνομεν τὴν διεύθυνσιν AA' τοῦ νήματος. Κατόπιν κρεμῶμεν ὁμοίως τὸ τρίγωνον ἀπὸ ἄλλην κορυφὴν του B (σχ. 20) καὶ σημειώνομεν τὴν νέαν διεύθυνσιν BB' τοῦ νήματος, ἡ ὁποία παρατηροῦμεν ὅτι συναντᾷ τὴν AA' εἰς ἓν σημεῖον K. Ἐὰν κατόπιν κρεμάσωμεν ὁμοίως τὸ τρίγωνον ἀπὸ οἰοῦνδήποτε ἄλλο σημείον του, π.χ. ἀπὸ τὴν τρίτην κορυφὴν του Γ (σχ. 21) βλέπομεν ὅτι ἡ νέα διεύθυνσις ΓΓ' τοῦ νήματος διέρχεται ἀκριβῶς ἀπὸ τὸ σημεῖον K, εἰς τὸ ὁποῖον συναντῶνται αἱ δύο ἄλλαι AA' καὶ BB'. Τὸ σημεῖον τοῦτο K εἶνε τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ τριγώνου ABΓ. Διότι τὸ νήμα τῆς στάθμης, μετὰ τὸ ὁποῖον συγκρατεῖται τὸ τρίγωνον εἰς ἕκαστον πείραμα, διέρχεται πάντοτε ἀπὸ τὸ σημεῖον K καὶ τὸ συγκρατεῖ διὰ τῆς ἀντιστάσεώς του (§ 17).

Καὶ εἰς πᾶν ἄλλο σῶμα, τὸ ὁποῖον ἠμποροῦμεν νὰ κρεμάσωμεν, ὡπως τὸ τρίγωνον, ἀπὸ δύο διάφορα μέρη του, εὐρίσκομεν ὁμοίως τὸ κέντρον τοῦ βάρους του.

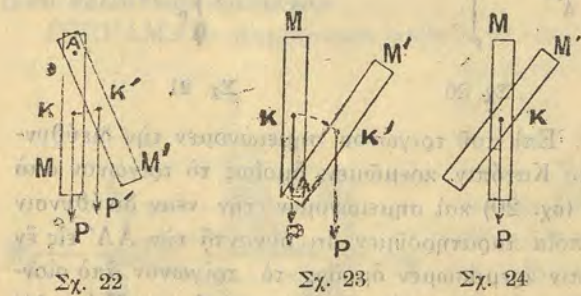
Εἰς τινὰς περιπτώσεις, ἡ θέσις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους καθορίζεται ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ σώματος. Π. χ. τὸ κέντρον τοῦ βάρους σώματος ὁμογενοῦς καὶ σφαιρικοῦ εἶνε εἰς τὸ κέντρον τοῦ σχήματός του, ἢτοι τῆς σφαίρας. Ἐπίσης εὐρίσκομεν πειραματικῶς ὅτι τὸ κέντρον τοῦ βάρους ἑνὸς κανόνος (χάρακα) εἶνε εἰς τὸ μέσον του. Γενικῶς, ὅταν ἓν σῶμα εἶνε ὁμογενὲς καὶ ἔχει κέντρον συμμετρίας (σχήματος), τοῦτο εἶνε καὶ τὸ κέντρον τοῦ βάρους.

21. Ἴσορροπία σώματος στερεοῦ περὶ ἄξονα ὀριζόντιον.—

Ἐπὶ ἑνὸς οἰουδήποτε σώματος στερεοῦ ἐνεργεῖ τὸ βάρος του, τὸ ὁποῖον σύρει τὸ σῶμα αὐτὸ πρὸς τὰ κάτω (κατακορυφως) ἀπὸ τὸ κέντρον τοῦ βάρους του. Ἐὰν λοιπὸν τίποτε δὲν ἐμποδίζῃ τὴν κίνησιν αὐτήν, τὸ κέντρον τοῦ βάρους καὶ ὁλόκληρον τὸ σῶμα θὰ καταπέση ὅσον εἶνε δυνατόν.

Διὰ νὰ μείνῃ λοιπὸν τὸ σῶμα ἀκίνητον, πρέπει νὰ συγκρατηθῇ δι' ἀντιστάσεως, ἡ ὁποία νὰ μὴ ἐπιτρέπῃ τὴν κατάπτωσιν τοῦ κέντρου τοῦ βάρους, ἀπὸ τὸ ὁποῖον σύρεται τὸ σῶμα πρὸς τὰ κάτω. Τότε τὸ βάρος θὰ ἔξουδετεροῦται ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν καὶ θὰ ὑπάρχῃ ἰσορροπία.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Λαμβάνομεν ἓν σῶμα στερεόν, π. χ. κανόνα, τοῦ ὁποίου γνωρίζομεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους *K* (σχ. 22) καὶ τὸ κρεμῶ-



μεν ἀπὸ ἓν σημείον του *A* διὰ βελόνης ὀριζοντίας τοιοῦτοτρόπως, ὥστε νὰ ἠμπορῇ νὰ στρέφεται περὶ τὴν βελόνην ἐλευθέρως. Ἡ βελόνη εἶνε τότε ὁ ἄξων ἑξαο-

τίσεως τοῦ κανόνος. Ὅταν ὁ κανὼν εἶνε ἐλεύθερος σταματᾷ (ἰσορροπεῖ) εἰς μίαν θέσιν *AM*. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὸν κανόνα ὀλίγον ἀπὸ τὴν θέσιν του καί, ἀφοῦ τὸν φέρωμεν εἰς νέαν θέσιν *AM'*, τὸν ἀφήσωμεν ἔπειτα ἐλεύθερον, θὰ ἴδωμεν ὅτι δὲν μένει εἰς τὴν νέαν θέσιν, ἀλλὰ *κινεῖται πρὸς τὴν παλαιάν *AM*, εἰς τὴν ὁποίαν καὶ σταματᾷ* (ἀφοῦ κάμῃ μικρὰ

ἀιωρήσεις). Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι εἰς τὴν θέσιν *AM* τῆς ἰσορροπίας, ἡ *κατακορυφος, ἡ διερχομένη διὰ τοῦ ἄξονος *A*, διέρχεται καὶ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους *K**. Ταῦτα συμβαίνουν, διότι κατὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ κανόνος ἐκ τῆς θέσεως *AM* πρὸς τὴν θέσιν *AM'*, τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ κανόνος ἀνυψώνεται ἀπὸ τὴν θέσιν *K* εἰς τὴν *K'*, ἐκ τῆς ὁποίας καὶ καταβιβάζεται ἀπὸ τὸ βάρος *P'*, τὸ ὁποῖον ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους. Εἰς τὴν θέσιν ὅμως *AK*, ὁ κανὼν μένει ἀκίνητος, διότι ἡ κατακορυφος διεύθυνσις *KP*, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐνεργεῖ τὸ βάρος, συναντᾷ τὸν ἄξονα *A*. Τοιοῦτοτρόπως, τὸ βάρος ἰσορροπεῖται ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἄξονος.

Ὁ κανὼν ὅμως ἠμπορεῖ νὰ σταματήσῃ, δηλ. νὰ *ἰσορροπήσῃ, καὶ εἰς ἄλλην θέσιν *AM* (σχ. 23), εἰς τὴν ὁποίαν τὸ κέντρον τοῦ βάρους του *K* εἶνε ὑπεράνω τοῦ ἄξονος *A**. Καὶ εἰς τὴν θέσιν ταύτην ἡ *κατακορυφος *KP* διέρχεται διὰ τοῦ ἄξονος *A**. Ἐὰν ὅμως τώρα ἀπομακρύνωμεν τὸν κανόνα ὀλίγον ἀπὸ τὴν θέσιν του ταύτην καί, ἀφοῦ τὸν φέρωμεν εἰς νέαν θέσιν *AM'*, τὸν ἀφήσωμεν κατόπιν ἐλεύθερον, ἴδωμεν ὅτι οὔτε σταματᾷ εἰς τὴν νέαν θέσιν *AM'*, οὔτε ἐπανέρχεται εἰς τὴν πρώτην *AM*, ἀλλ' *ἀπομακρύνεται ἀκόμη περισσότερον τῆς *AM'** καὶ φθάνει εἰς τὴν *AM* τοῦ σχ. 22.

Τέλος, ἐὰν ὁ ἄξων *A* (σχ. 24) διέρχεται ἀκριβῶς διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους *K*, εὐρίσκομεν ὅτι ὁ *κανὼν σταματᾷ (ἰσορροπεῖ) εἰς οἰανδήποτε θέσιν καὶ ἂν τὸν τοποθετήσωμεν περὶ τὸν ἄξονά του* (π. χ. τὴν *KM'*). Διότι, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ θέσις τοῦ κανόνος, ἡ διεύθυνσις *KP* περιέχει καὶ τὸν ἄξονα *K*, ὅπου εἶνε καὶ τὸ κέντρον τοῦ βάρους.

Συμπέρασμα.— Διακρίνομεν λοιπὸν τρεῖς διαφόρους περιπτώσεις *ἰσορροπίας* τοῦ κανόνος περὶ τὸν ἄξονά του.

Ἡ ἰσορροπία ὀνομάζεται *εὐσταθής* (σχ. 22), ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους *K* εἶνε ὑποκάτω τοῦ ἄξονος *A*. Ὁ κανὼν τότε, ἐὰν ἀπομακρυνθῇ ὀλίγον ἀπὸ τὴν θέσιν του *AM*, ἐπανέρχεται εἰς αὐτήν.

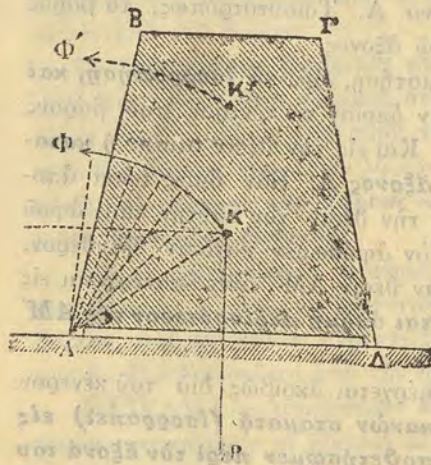
Ἡ ἰσορροπία ὀνομάζεται *ἀσταθής* (σχ. 23), ὅταν τὸ *K* εἶνε ὑπεράνω τοῦ *A*. Ὁ κανὼν τότε, ἐὰν ἀπομακρυνθῇ ὀλίγον ἀπὸ τὴν θέσιν του *AM*, ὄχι μόνον δὲν ἐπανέρχεται εἰς αὐτήν, ἀλλὰ ἀπομακρύνεται ἀκόμη περισσότερον.

Ἡ ἰσορροπία λέγεται *ἀδιάφορος* (σχ. 24), ὅταν ὁ ἄξων *A* διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους ἀκριβῶς. Ὁ κανὼν τότε, ἐὰν μετατεθῇ ὀλίγον ἀπὸ τὴν θέσιν του, σταματᾷ καὶ εἰς τὴν νέαν θέσιν.

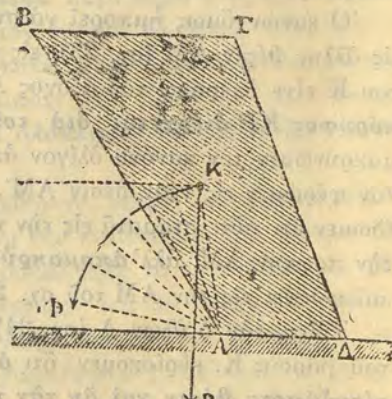
22. Ἴσορροπία σώματος στερεοῦ ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου.

—Τὰ ἐπιπλά μας, τράπεζαι, καθίσματα κλπ. στηρίζονται ἐπὶ τοῦ πατώματος, τὸ ὁποῖον εἶνε ἐπίπεδον ὀριζόντιον. Τὴν λάμπαν μας τοποθετοῦμεν ἐπὶ τραπέζης, ἢ ὁποία ἄνω εἶνε ἐπίπεδον ὀριζόντιον. Ὅλα τὰ σώματα ταῦτα τοποθετοῦμεν τοιοῦτοτρόπως, διὰ νὰ μὴ ἀνατραποῦν. Ἄς ἐξετάσωμεν πότε ἐν σῶμα, τοποθετημένον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, ἠμπορεῖ νὰ ἀνατραπῇ ἀπὸ τὸ βάρος του.

ΠΕΙΡΑΜΑ. —Κιβώτιον ἢ ἄλλο ἐπιπλον ΑΒΓΔ (σχ. 25), τοῦ ὁποίου γνωρίζομεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους Κ, στηρίζομεν ἐπὶ τοῦ πατώματος



Σχ. 25



Σχ. 26

ἢ ἐπὶ τραπέζης διὰ τῆς βάσεως του ΑΔ. Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐπιπλον δὲν ἀνατρέπεται καὶ ἰσορροπεῖ ἐπὶ τῆς βάσεως ταύτης ΑΔ, ἐὰν ἡ διεύθυνσις τῆς κατακορύφου ΚΡ διέρχεται διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ τῆς βάσεως ΑΔ.

Τοῦναντίον, τὸ ἐπιπλον ἀνατρέπεται (σχ. 26), *ὅταν ἡ ΚΡ διέρχεται ἐκτὸς τῆς βάσεως ΑΔ.*

Ταῦτα συμβαίνουν, διότι τὸ βάρος ΚΡ (σχ. 25 καὶ 26) σύρει τὸ σῶμα πρὸς τὰ κάτω καὶ ζητεῖ νὰ καταβιβάσῃ τὸ κέντρον τοῦ βάρους Κ ὅσον τὸ δυνατόν. Ἄλλ' εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν (σχ. 24), οἷαδὴ ποτε ἀνατροπὴ τοῦ σώματος, π. χ. πρὸς τὰ ἀριστερὰ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους Φ, προκαλεῖ ἀνύψωσιν τοῦ κέντρου Κ, τοῦθ' ὅπερ δὲν ἠμπορεῖ νὰ προέλθῃ ἀπὸ τὸ βάρος ΚΡ, τὸ ὁποῖον ἐνεργεῖ νὰ ὑποβιβάσῃ τὸ Κ καὶ ἀνθίσταται μάλιστα εἰς τὴν τοιαύτην κίνησιν. Τοῦναντίον, εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν (σχ. 26), κατὰ τὴν ἀνατροπὴν

πρὸς τὰ ἀριστερὰ (διεύθυνσις τοῦ βέλους Φ), τὸ κέντρον Κ ὑποβιβάζεται ὑπὸ τοῦ βάρους ΚΡ, τὸ ὁποῖον δὲν διέρχεται διὰ τῆς ὑποστηρίζουσης βάσεως ΑΔ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἀνατροπῆς εἶνε ὅμοιον πρὸς τὸ τοῦ σχ. 23, εἰς δὲ τὸ βάρος Κ'Ρ δὲν διέρχεται διὰ τοῦ ἄξονος Α καὶ ὁ κανὼν πίπτει ἐκ τῆς θέσεως ΑΜ' (σχ. 23) εἰς τὴν θέσιν ΑΜ (σχ. 22).

Ἐὰν εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν (σχ. 25) ἠθέλομεν νὰ ἀνατρέψωμεν τὸ σῶμα περὶ τὴν ἀκμὴν Α καὶ πρὸς τὰ ἀριστερὰ κατὰ τὴν διεύθυνσιν Φ, τὸ κέντρον τοῦ βάρους Κ θὰ ἀνυψοῦτο καὶ θὰ διέτρεχε τὸ τόξον ΚΦ, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν γωνίαν ΚΑΦ. Τὸ βάρος τοῦ σώματος ἀνθίσταται εἰς τὴν κίνησιν ταύτην καὶ, ἐπομένως, ὅσον τὸ βάρος τοῦτο εἶνε μεγαλύτερον, τόσοσιν μεγαλύτερα δύναμις ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀνατροπὴν. Ἐπίσης, ὅσον τὸ Κ εἶναι χαμηλότερον καὶ πλησιέστερον πρὸς τὴν βάσιν ΑΔ, τόσοσιν περισσότερον ἢ γωνία ΚΑΦ καὶ τὸ τόξον ΚΦ εἶνε μεγαλύτερα καὶ, ἐπομένως, ἡ ἀνατροπὴ εἶνε δυσχερεστέρα. Οὕτως, ἡ ἀνατροπὴ εἶνε εὐχερεστέρα, ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους εἶνε εἰς τὸ Κ', ὅτε ἡ γωνία Κ'ΑΦ < ΚΑΦ. Ἡ αὐτὴ γωνία ΚΑΦ εἶνε τόσοσιν μεγαλύτερα, ὅσον ἡ βάσις ΑΔ εἶνε μεγαλύτερα.

Ἐκ τούτων λέγομεν ὅτι τὸ *σῶμα εἶνε τόσοσιν εὐσταθέστερον, ὅσον ἡ βάσις εἶνε μεγαλύτερα, τὸ κέντρον τοῦ βάρους χαμηλότερον καὶ τὸ βάρος τοῦ σώματος μεγαλύτερον.*

Οἱ παλαισταί, ἵνα μὴ ἀνατρέπωνται εὐκόλως, ἀφ' ἐνὸς ἀνοίγουν τοὺς πόδας των καὶ ἀφ' ἑτέρου κάμπτον αὐτούς. Τοιοῦτοτρόπως αὐξάνουν τὴν βάσιν καὶ ὑποβιβάζουν τὸ κέντρον τοῦ βάρους των.

Θὰ ὀνομάζωμεν δὲ *βάσιν τοῦ σώματος*, τοῦ εὐρισκομένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, τὸ *πολύγωνον, τὸ σχηματιζόμενον ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ἐξωτερικῶν σημείων στηρίξεως δι' εὐθειῶν οὕτως, ὥστε νὰ περιλαμβάνωνται τὰ λοιπὰ ἐντὸς τοῦ πολυγώνου.*

ΣΥΝΘΕΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

23. *Σύνθεσις δυνάμεων.* — Ἐὰν δύο παιδιά ὦθοῦν μάρμαρον εἶνε δυνατόν πολλάκις νὰ ἀντικατασταθοῦν ταῦτα ὑφ' ἐνὸς ἀνδρός, ὁ ὁποῖος νὰ ὦθῃ τὸ μάρμαρον μετὰ δυνάμεως, παραγωγούσης τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, τὸ ὁποῖον παρῆγον αἱ δυνάμεις τῶν δύο παιδιῶν ὁμοῦ.

Ὅρισμοί. — Καλεῖται *σύνθεσις δυνάμεων* ἡ ἀντικατάστασις αὐτῶν διὰ μιᾶς καὶ μόνης, ἢ ὁποία νὰ παράγῃ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, τὸ παρα-

γόμενον ὑφ' ὄλων τῶν ἄλλων ὁμοῦ. Αἱ ἀντικαθιστάμεναι δυνάμεις ὀνομάζονται *συνιστάσαι*, ἐκείνη δέ, ἣτις τὰς ἀντικαθιστᾶ, *συνισταμένη*.

Ἀνάλυσις δυνάμεώς τινος καλεῖται τὸ ἀντίθετον τῆς συνθέσεως, ἥτοι ἡ ἀντικατάστασις μιᾶς δυνάμεως ὑπὸ δύο ἢ περισσοτέρων δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι νὰ παράγουν τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ παράγει ἡ πρώτη. Π.χ. ἡ δύναμις ἀνδρός, σύροντος μάρμαρον, δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ τῶν δυνάμεων πολλῶν παιδίων, αἱ ὁποῖαι νὰ παράγουν τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα.

24. Σύνθεσις δυνάμεων, ἐφηρμοσμένων ἐπὶ ἐνὸς σημείου.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Τρία σπειροειδῆ ἐλατήρια R_1, R_2, R_3 (σχ. 27) στερεώνονται διὰ τοῦ ἐνὸς τῶν ἄκρων των εἰς τρία σημεία $A_1, A_2,$



Σχ. 27

A_3 , ἐπιπέδου πλακῶς. Μικρὸς δακτύλιος προσδένεται διὰ τριῶν νημάτων B_1, B_2, B_3 , μετὰ τῶν τριῶν ἄλλων ἄκρων τῶν ἐλατηρίων οὕτως, ὥστε νὰ εἶνε ταῦτα ἀρκοῦντως τεταμένα. Μεταξὺ τῶν δυνάμεων τῶν τριῶν ἐλατηρίων ὑπάρχει τότε ἰσορροπία. Διὰ μετρήσεως τοῦ μήκους τῶν τεταμένων ἐλατηρίων, ἔχομεν τὰς ἐντάσεις τῶν τριῶν δυνάμεων $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$, τὰς ἀναπτυχθείσας ἐκ τῆς τάσεως.

Αἱ διενθύνσεις τῶν τριῶν τούτων δυνάμεων εἶνε αἱ διενθύνσεις τῶν τριῶν νημάτων B_1, B_2, B_3 . Σημειοῦμεν τὰς διενθύνσεις ταύτας διὰ κιμωλίας ἐπὶ τῆς πλακῶς καὶ ἐπ' αὐτῶν λαμβάνομεν μήκη ἴσα πρὸς τὰς ἐντάσεις τῶν τριῶν δυνάμεων, ἔχοντες ὡς ἀρχὴν τὸν δακτύλιον. Τέλος, ἐπὶ τῶν ληφθέντων μηκῶν τοῦ B_1 καὶ τοῦ B_2 κατασκευάζομεν διὰ κιμωλίας παραλληλόγραμμον. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ἡ διαγώνιος τοῦ παραλληλογράμμου τούτου εἶνε ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὸ μήκος B_3 , ἥτοι πρὸς τὴν δύναμιν Δ_3 .

Ἡ δύναμις λοιπὸν Δ_3 , ἡ ὁποία ἰσορροπεῖται ἀπὸ τὰς ἄλλας δύο Δ_1 καὶ Δ_2 , εἶνε ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν διαγώνιον τοῦ παραλληλογράμμου, τοῦ κατασκευαζομένου ἐπὶ τῶν Δ_1 καὶ Δ_2 .

Ἄρα, συμφώνως πρὸς τὰ προηγούμενα (§ 17), αἱ δύο δυνάμεις Δ_1 καὶ Δ_2 , αἱ ὁποῖαι ἰσορροποῦν τὴν Δ_3 , ἰσοδυναμοῦν πρὸς **μίαν δύναμιν, τῆς ὁποίας ἡ ἐντασις καὶ ἡ διεύθυνσις παρίστανται ὑπὸ τῆς διαγώνιου τοῦ ῥηθέντος παραλληλογράμμου.**

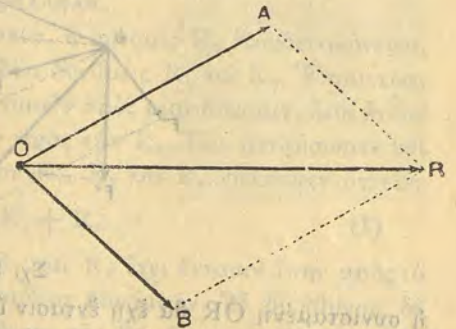
Τοιοιουτρόπως ἐπαληθεύεται, διὰ τοῦ προηγούμενου πειράματος, ἡ ἐπομένη **ἀρχή**.

Ἀρχὴ τοῦ παραλληλογράμμου τῶν δυνάμεων.—**Δύο δυνάμεις OA καὶ OB (σχ. 28), ἐφηρμοσμένοι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου O , ἔχουν συνισταμένην, ἡ ὁποία παρίσταται κατ' ἐντασιν καὶ διεύθυνσιν ὑπὸ τῆς διαγώνιου OR τοῦ παραλληλογράμμου, τοῦ κατασκευαζομένου ἐπὶ τῶν δύο δυνάμεων OA καὶ OB .**

Πρὸς εὔρεσιν δὲ τῆς συνισταμένης OR , φέρομεν τὴν AR ἴσην καὶ παράλληλον τῇ OB καὶ ἐνοῦμεν τὸ O μετὰ τὸ R .

Μερικαὶ περιπτώσεις.— Ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ γωνία τῶν δύο δυνάμεων OA καὶ OB (σχ. 29) εἶνε μηδέν, δηλαδὴ ὅτι αἱ δύο αὐταὶ δυνάμεις, αἱ ἐφηρμοσμένοι ἐπὶ τοῦ σημείου O , ἔχουν τὴν ἰδίαν διεύθυνσιν.

Ἐφαρμόζοντες τὴν ἀρχὴν τοῦ παραλληλογράμμου, θὰ εὑρωμεν μίαν συνισταμένην OR , ἔχουσαν τὴν ἰδίαν διεύθυνσιν καὶ ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν δύο συνιστωσῶν, ἥτοι $OR=OA+OB$.



Σχ. 28



Σχ. 29



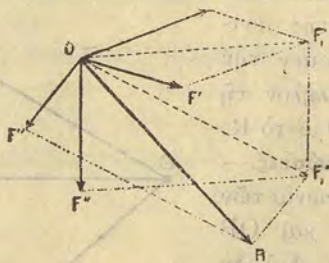
Σχ. 30

Ἐὰν ἡ γωνία τῶν δύο δυνάμεων OA καὶ OB (σχ. 30) εἶνε ἴση πρὸς 180° , ἥτοι ἐὰν αἱ δύο δυνάμεις εἶνε ἀντίθετοι, κατασκευάζοντες τὴν συνισταμένην OR , εὐρίσκομεν ὅτι αὕτη εἶνε ἴση πρὸς τὴν διαφορὰν $OA-OB$ καὶ ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς μεγαλυτέρας OB . Σημειωτέον, ὅτι ἐὰν θεωρήσωμεν ὡς θετικὴν τὴν μίαν τῶν δυνάμεων OA καὶ ὡς ἀρνητικὴν τὴν ἄλλην OB , ἡ ὁποία ἐνεργεῖ **ἀντιθέτως**, ἡ συνισταμένη $OR=OA-OB$ θὰ εἶνε τὸ **ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα** τῶν δύο συνιστωσῶν OA καὶ OB .

Τοιοιουτρόπως, ἔχομεν ἐκ τῶν δύο προηγούμενων περιπτώσεων, τὸ ἐξῆς συμπέρασμα.

Όταν αἱ δύο δυνάμεις, αἱ ἐφηρμοσμένοι ἐπὶ σημείου, εὐρίσκονται ἐπὶ εὐθείας, ἢ συνισταμένη αὐτῶν κεῖται ἐπὶ τῆς ἰδίας εὐθείας, ἢ δὲ ἔντασις τῆς ἰσοῦται πρὸς τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν συνιστωσῶν.

Π. χ. ἐὰν αἱ δυνάμεις OA καὶ OB (σχ. 30) εἶνε ἀντίθετοι καὶ αἱ ἐντάσεις τῶν εἶνε τῆς μὲν πρώτης +2, τῆς δὲ δευτέρας—6 χιλιόγραμμα,

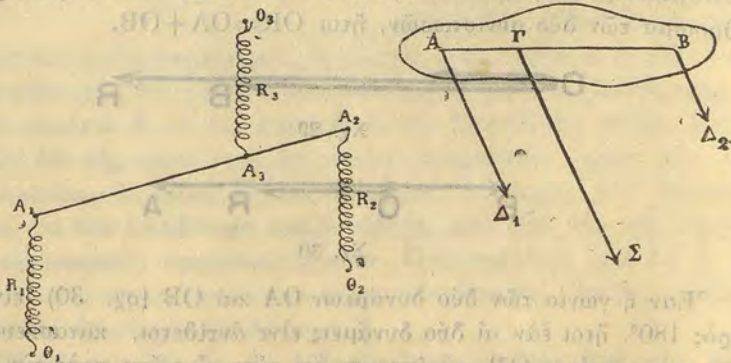


Σχ. 31

ἢ συνισταμένη OR θὰ ἔχη ἔντασιν ἴσην πρὸς $2-6=-4$ χιλιόγραμμα καὶ εἶνε ἀρνητικὴ, ἥτοι ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῆς OB.

Σύνθεσις ὁσωνδήποτε δυνάμεων ἐφηρμοσμένων ἐπὶ σημείου.—

Ἐὰν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου O (σχ. 31) εἶνε ἐφηρμοσμένοι περισσότεροι



Σχ. 32

Σχ. 33

τῶν δύο δυνάμεις OF, OF', OF'', κλπ. παρατηροῦμεν ὅτι τὰς δύο πρώτας OF καὶ OF' ἠμποροῦμεν νὰ συνθέσωμεν καὶ νὰ εὕρωμεν τὴν συνισταμένην τῶν OF, συμφώνως πρὸς τὴν προηγουμένην ἀρχὴν τοῦ παραλληλογράμμου. Κατόπιν δυνάμεθα νὰ συνθέσωμεν ὁμοίως τὴν OF, καὶ τὴν τρίτην OF'' καὶ νὰ ἔχωμεν τὴν συνισταμένην αὐτῶν OF''. Τοιοῦτοτρόπως, ἐργαζόμενοι καὶ ἐπὶ τῶν λοιπῶν δυνάμεων, θὰ εὕρωμεν τὴν συνισταμένην OR ὅλων.

25. Σύνθεσις δυνάμεων παραλλήλων καὶ τῆς αὐτῆς διεύθυνσεως.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Τρία σπειροειδῆ ἐλατήρια (σχ. 32) στερεώνονται διὰ τοῦ ἑνὸς τῶν ἄκρων τῶν εἰς τὰ τρία σημεῖα A_1, A_2, A_3 τοῦ κανόνος A_1A_2 , ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα. Τὰ ἄλλα τρία ἄκρα τῶν στερεώνονται εἰς τρία σημεῖα O_1, O_2, O_3 , μὴ κείμενα ἐπὶ εὐθείας, ὅτε τὰ ἐλατήρια τείνονται καὶ ὁ κανὼν ἰσορροπεῖ εἰς τινὰ θέσιν A_1A_2 . Αἱ δυνάμεις τότε τῶν τριῶν ἐλατηρίων εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπία, παρατηροῦμεν δὲ ὅτι ταῦτα εἶνε **παράλληλα**.

Ἐπειδὴ λοιπὸν ὑπάρχει ἰσορροπία, ἡ δυνάμις R_3 ἐξουδετερώνεται, ἥτοι ἰσορροπεῖται, ἀπὸ τὰς ἄλλας δύο δυνάμεις R_1 καὶ R_2 . Ἐπομένως, αἱ δύο δυνάμεις R_1 καὶ R_2 ἰσοδυναμοῦν πρὸς μίαν δύναμιν, ἥτοι ἔχουν συνισταμένην, ἴσην καὶ ἀντίθετον πρὸς τὴν R_3 . Ἐὰν μετρήσωμεν καὶ εὕρωμεν τὰς ἐντάσεις τῶν δυνάμεων R_1, R_2 καὶ R_3 , βλέπομεν ὅτι εἶνε

$$R_3 = R_1 + R_2 \quad (1)$$

Ἄρα καὶ ἡ συνισταμένη τῶν R_1 καὶ R_2 ἔχει ἔντασιν ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν δύο τούτων δυνάμεων. Ἡ διεύθυνσις δὲ τῆς συνισταμένης ταύτης εἶνε ἀντίθετος τῆς R_3 , ἥτοι παράλληλος πρὸς τὰς R_1 καὶ R_2 καὶ τῆς αὐτῆς διεύθυνσεως.

Τέλος, ἐὰν μετρήσωμεν τὰ μήκη A_1A_3 καὶ A_2A_3 , εὐρίσκομεν ὅτι εἶνε

$$\frac{A_1 A_3}{A_2 A_3} = \frac{R_2}{R_1} \quad (2)$$

ἥτοι ἡ διεύθυνσις τῆς συνισταμένης τέμνει τὴν A_1A_2 εἰς δύο μέρη A_1A_3 καὶ A_2A_3 , ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν ἐντάσεων R_1 καὶ R_2 .

Ἐκ τούτων ἔχομεν τὸ ἐξῆς συμπέρασμα. **Δύο δυνάμεις Δ_1 καὶ Δ_2 (σχ. 33) ἐφηρμοσμένοι ἐπὶ δύο διαφόρων σημείων A καὶ B στερεοῦ, παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς διεύθυνσεως, ἔχουν συνισταμένην Σ , ἡ ὁποία ἔχει ἔντασιν ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν δύο συνιστωσῶν Δ_1 καὶ Δ_2 , εἶνε παράλληλος πρὸς ταύτας καὶ τῆς αὐτῆς διεύθυνσεως καὶ τέμνει τὴν AB εἰς δύο μέρη AΓ καὶ BΓ ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν ἐντάσεων Δ_1 καὶ Δ_2 , ἥτοι**

$$\Sigma = \Delta_1 + \Delta_2 \quad \text{καὶ} \quad \frac{A\Gamma}{B\Gamma} = \frac{\Delta_2}{\Delta_1} \quad (3)$$

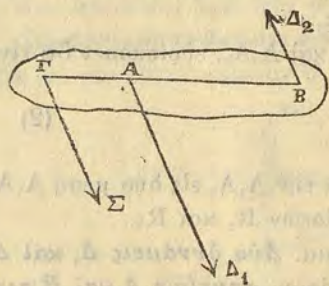
Ἐὰν αἱ παράλληλοι δυνάμεις εἶνε περισσότεραι τῶν δύο καὶ τῆς αὐτῆς διεύθυνσεως, τότε ἡ συνισταμένη τῶν εὐρίσκεται ὡς ἐξῆς. Συνθέτομεν δύο ἐξ αὐτῶν καὶ τὴν συνισταμένην τούτων συνθέτομεν ὁμοίως πρὸς τρίτην ἐκ τῶν δοθεισῶν καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἡ συνισταμένη ὅλων B. ΑΙΓΙΝΗΤΟΥ, Φυσικὴ καὶ Χημεία Α' ἔκδ. 10η

των δοθεισῶν θὰ ἔχη ἔντασιν ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τούτων, τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς της καλεῖται **κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων** καὶ δὲν μεταβάλλεται, ὅταν δίδωμεν εἰς τὰς συνιστασῶς οἰανδήποτε ἄλλην διεύθυνσιν, ὅπως φαίνεται ἐκ τῆς δευτέρας τῶν σχέσεων (3).

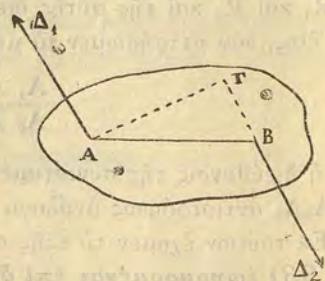


(1) Σχ. 34

σμένον σημεῖον Κ. Ἡ συνισταμένη αὕτη δύναμις εἶνε τὸ καλούμενον **βάρος** τοῦ σώματος, τὸ δὲ σημεῖον Κ εἶνε τὸ **κέντρον τοῦ βάρους**.



Σχ. 35



Σχ. 36

26. Σύνθεσις δυνάμεων παραλλήλων καὶ ἀντιθέτων.

Εἰς τὸ προηγουμένον πείραμα (σχ. 32) ἐθεωρήσαμεν ὅτι αἱ δύο δυνάμεις R₁ καὶ R₂ ἰσορροποῦντο ὑπὸ τῆς R₃. Ἄλλ' ἐπίσης ἠμποροῦμεν νὰ θεωρήσωμεν ὅτι αἱ δύο παράλληλοι καὶ ἀντίθετοι δυνάμεις R₁ καὶ R₂ ἰσορροποῦντο ὑπὸ τῆς R₃, ἴητοι ὅτι αἱ R₁ καὶ R₂ ἔχουν συνισταμένην ἴσην καὶ ἀντίθετον πρὸς τὴν R₃. Εὐρίσκομεν δὲ ὅτι

$$R_3 = R_2 - R_1 \quad \text{καὶ} \quad \frac{A_2 A_1}{A_2 A_3} = \frac{R_2}{R_1} \quad (1)$$

Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι ἡ συνισταμένη δύο δυνάμεων Δ₁ καὶ Δ₂ (σχ. 35), **παραλλήλων, ἀντιθέτων καὶ ἐνεργουσῶν εἰς δύο**

διάφορα σημεία στερεοῦ, ἔχει ἔντασιν ἴσην πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ἐντάσεων τῶν δύο δυνάμεων Δ₁ καὶ Δ₂ καὶ διεύθυνσιν τὴν πῆς μεγαλυτέρας Δ₁ ἐκ τούτων, τέμνει δὲ τὴν εὐθείαν AB εἰς μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν συνιστασῶν, ἴητοι εἶνε

$$\Sigma = \Delta_1 - \Delta_2 \quad \text{καὶ} \quad \frac{A\Gamma}{B\Gamma} = \frac{\Delta_1}{\Delta_2} \quad (2)$$

27. Ζεύγος δυνάμεων.—**Ὅρισμός.**—**Δύο δυνάμεις Δ₁ καὶ Δ₂ (σχ. 36) ἴσαι, παράλληλοι καὶ ἀντίθετοι, ἐφαρμοσμένοι εἰς δύο διάφορα σημεία A καὶ B στερεοῦ ἀποτελοῦν τὸ καλούμενον ζεύγος δυνάμεων.**

Εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν (σχ. 33), ὑποτίθεται ὅτι αἱ δύο δυνάμεις Δ₁ καὶ Δ₂ εἶνε **ἀνισοί**, ὅτε ὑπάρχει συνισταμένη Σ. Τὸ ζεύγος ὅμως τείνει νὰ **περιστρέψη** τὸ σῶμα, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εἶνε ἐφαρμοσμένοι, περὶ ἄξονα κάθετον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ζεύγους, ἐνῶ μία καὶ μόνη δύναμις τείνει νὰ **μεταφέρει** τὸ σῶμα κατὰ τὴν διεύθυνσίν της. Ἐπομένως, **τὸ ἀποτέλεσμα, τὸ ὁποῖον παράγει τὸ ζεύγος, δὲν δύναται νὰ παραχθῇ ἀπὸ μίαν καὶ μόνην δύναμιν, ἴητοι συνισταμένη εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ ζεύγους δὲν ὑπάρχει.** (1)

Καλεῖται **ροπή** τοῦ ζεύγους τὸ γινόμενον τῆς μᾶς τῶν δύο δυνάμεων τοῦ ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν τούτων ΑΓ (σχ. 36), ἡ ὁποία ὀνομάζεται **μοχλοβραχίον** τοῦ ζεύγους, ἴητοι

$$\text{ροπή τοῦ ζεύγους} = \Delta_1 \times A\Gamma$$

Ἡ ροπή εἶνε ἀρνητικὴ ἢ θετικὴ, καθόσον τὸ ζεύγος τείνει νὰ περιστρέψη τὸ σῶμα κατὰ τινὰ φοράν, π. χ. τὴν τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου, ἢ τὴν ἀντίθετον.

Ἡ ροπή ζεύγους τινὸς εἶνε τὸ μέτρον τῆς ἰκανότητός του πρὸς περιστροφὴν τοῦ σώματος. Ἐὰν π. χ. ἡ ἀπόστασις ΑΓ τῶν δύο δυνάμεων εἶνε μηδέν, ὅτε ἡ ροπή εἶνε μηδέν, καὶ ἡ ἰκανότης τοῦ ζεύγους πρὸς περιστροφὴν τοῦ σώματος εἶνε μηδέν (αἱ δύο δυνάμεις ἰσορροποῦν ἀλλήλας).

Τὸ ζεύγος χαρακτηρίζεται διὰ τῆς **ροπῆς** του, ὅπως μία δύναμις διὰ τῆς **ἐντάσεώς** της.

(1) Τοῦτο φαίνεται καὶ ἐκ τῶν προηγουμένων σχέσεων (2), αἱ ὁποῖαι δίδουν

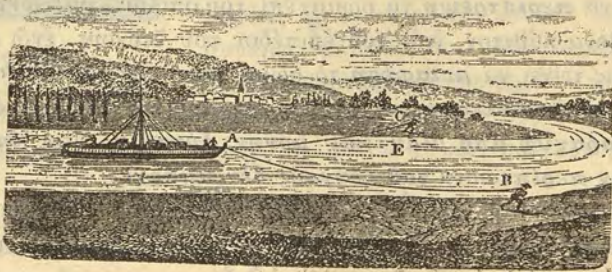
$$\frac{A\Gamma}{B\Gamma - A\Gamma} = \frac{\Delta_2}{\Delta_1 - \Delta_2} \quad \text{ἔξ ἧς} \quad A\Gamma = \frac{\Delta_2 \times AB}{\Delta_1 - \Delta_2}$$

Ἐὰν λοιπὸν Δ₁ = Δ₂, ἡ συνισταμένη θὰ ἔχη ἔντασιν μηδέν καὶ τὸ σημεῖον Γ τῆς ἐφαρμογῆς της θὰ εἶνε εἰς τὸ ἄπειρον· συνισταμένη δὲν ὑπάρχει.

Δύο ζεύγη, ἔχοντα τὴν ἴδιαν ροπήν καὶ τὴν ἴδιαν διεύθυνσιν περιστροφῆς, ἐφαρμοζόμενα ἐπὶ τοῦ ἰδίου ἐπιπέδου, παράγουν τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα. Ἐν ζεύγος ἰσορροπεῖται ὑπὸ ζεύγους τῆς αὐτῆς ροπῆς καὶ τείνοντος νὰ προκαλέσῃ περιστροφὴν ἀντίθετον.

28. Ἀνάλυσις δυνάμεως.—Ὡς εἶδομεν (§ 23), ἡ ἀνάλυσις δυνάμεων εἶνε πρᾶξις ἀντίθετος τῆς συνθέσεως.

Τὴν ἀνάλυσιν τῶν δυνάμεων δυνάμεθα νὰ κάμωμεν, βασιζόμενοι ἐπὶ τῶν προηγουμένων. Δοθείσης π. χ. δυνάμεως τινος OR (σχ. 28), ἐφηρμοσμένης ἐπὶ τινος σημείου O, ἡμποροῦμεν πάντοτε νὰ ἀναλύσωμεν αὐτὴν εἰς δύο ἄλλας, ἐφηρμοσμένας ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου O καὶ ἔχούσας δοθείσας διευθύνσεις OA καὶ OB. Αἱ συνιστώσαι αὗται θὰ εἶνε αἱ πλευραὶ OA καὶ OB τοῦ παραλληλογράμμου, τοῦ ἔχοντος ὡς διαγώνιον τὴν OR, εὐρίσκονται δὲ ἐὰν ἐκ τοῦ R φέρωμεν παραλλήλους πρὸς τὰς δοθείσας διευθύνσεις OA καὶ OB.



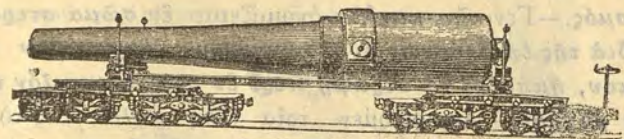
Σχ. 37

Ἐπίσης, δυνάμεις τις Σ (σχ. 33) δύναται νὰ ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας παραλλήλους καὶ τῆς αὐτῆς διευθύνσεως, ἐφηρμοσμένας εἰς δύο δοθέντα σημεῖα A καὶ B. Αἱ δύο συνιστώσαι ὀρίζονται ὑπὸ τῶν σχέσεων (3) τῆς § 25.

Παραδείγματα.—1ον) Λέμβος (σχ. 37), πλέουσα ἐπὶ ποταμοῦ, δύναται νὰ ρυμουκνηθῇ κατὰ τὴν διεύθυνσιν AE διὰ τῶν δύο σχοινίων AB καὶ AC. Τὸ ἀποτέλεσμα τῶν κατὰ τὰς διευθύνσεις AB καὶ AC ἐνεργουσῶν δυνάμεων εἶνε τὸ αὐτὸ πρὸς τὸ ἀποτέλεσμα μιᾶς μόνης δυνάμεως ἐνεργούσης κατὰ τὴν AE

2ον) Κατὰ τὴν μεταφορὰν μεγάλων βαρῶν σιδηροδρομικῶς (σχ. 38) γίνεται χρῆσις ἀμαξῶν μετὰ πολλῶν τροχῶν. Τοῦτο δέ, ἵνα τὸ μέγα βᾶρος διανέμεται εἰς πολλὰ σημεῖα καὶ μὴ καταστραφῇ ἡ σιδηροδρομικὴ γραμμὴ. Ἐὰν ἡ ἀμαξα ἔχη π.χ. 16 τροχοὺς καὶ οἱ τροχοὶ πιέζονται ἐξίσου ἕκαστος τροχός, ἐπομένως καὶ τὸ κάτωθὲν του σημεῖον τῆς

σιδηροδρομικῆς γραμμῆς, ὑφίσταται τὴν ἐνέργειαν δυνάμεως ἴσης πρὸς τὸ $\frac{1}{16}$ τοῦ μεταφερομένου βάρους. Δηλαδή, εἰς τὴν περιπτῶσιν



Σχ. 38

ταύτην, τὸ βᾶρος ἀναλύεται εἰς 16 παραλλήλους, ἴσας καὶ τῆς αὐτῆς διευθύνσεως δυνάμεις.

ΑΠΛΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ

29. Μηχανή.—Ὁρισμός.—Ἐν γένει, καλεῖται *μηχανή* πᾶν σῶμα ἢ σύνολον σωμάτων, διὰ τοῦ ὁποίου ἡμποροῦμεν νὰ χρησιμοποιήσωμεν δυνάμεις, πρὸς κατανίκησιν ἢ ἰσορροπίαν ἄλλων δυνάμεων. Καὶ αἱ μὲν πρῶται δυνάμεις ὀνομάζονται *κινητήριοι*, αἱ δὲ δευτέραι *ἀντιστάσεις*. Τοιαῦται ἀπλᾶι μηχαναὶ εἶνε ὁ *μοχλός*, ἡ *τροχαλία* καὶ ἄλλαι, τὰς ὁποίας θὰ ἐξετάσωμεν ἀμέσως.

30. Μοχλός.—Ὅταν ἐργάται μετακινῶν μάρμαρα, μεταχειρίζονται συνήθως σιδηρᾶν ράβδον, τῆς ὁποίας τὸ μὲν ἓν ἄκρον A



Σχ. 39

(σχ. 39) θέτουν ὑποκάτω τοῦ μαρμαροῦ, τὸ δὲ ἄλλο ἄκρον B ὠθοῦν μετὰ τὴν χεῖρά των πρὸς τὰ κάτω, ἀφοῦ προηγουμένως στηρίξουν τὴν ράβδον ἐπὶ ἐνὸς λίθου O. Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι τοιοῦτοτρόπως ἡμπο-

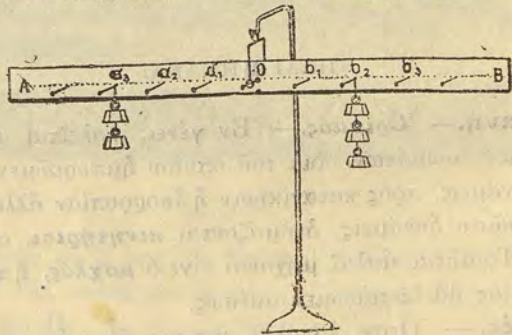
ρεϊ εἰς ἐργάτης νὰ σηκώσῃ μάρμαρον βαρύτερον, τὸ ὁποῖον μὲ τὰς χεῖράς του μόνον δὲν θὰ ἠμποροῦσε κατ' ἐλάχιστον νὰ μετακινήσῃ.

Ἡ προηγουμένη ράβδος τοῦ ἐργάτου ὀνομάζεται **μοχλός**, τὸ δὲ ὑποστήριγμα **O** εἶνε τὸ **ὑπομόχλιον**. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ μοχλοῦ ἐνεργεῖ ἡ κινητήριος **δύναμις**, καὶ εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον **A** ὑπάρχει ἡ **ἀντίστασις** (βάρος), δηλαδὴ μία δύναμις, τὴν ὁποίαν θέλομεν νὰ κατανικήσωμεν διὰ τοῦ μοχλοῦ. Αἱ ἀποστάσεις **OB** καὶ **OA** τοῦ ὑπομοχλίου **O** ἀπὸ τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως ὀνομάζονται **μοχλοβραχίονες** τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως.

Ἔορισμός.—Γενικῶς, **μοχλός** ὀνομάζεται **ἐν σῶμα στερεόν, τὸ ὁποῖον διὰ τῆς ἐπιδράσεως δύο δυνάμεων, ἐνεργουσῶν εἰς δύο σημεῖά του, ἠμπορεῖ νὰ στραφῇ περὶ ἓν τρίτον σημεῖόν του.**

Εἶδη μοχλοῦ.—Διακρίνομεν τρία εἶδη μοχλοῦ. Εἰς τὸ πρῶτον εἶδος, τὸ **ὑπομόχλιον εὐρίσκεται μεταξὺ τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως**, ὅπως εἰς τὸ προηγούμενον παράδειγμα (σχ. 39).

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Λαμβάνομεν κανόνα **AB** (σχ. 40) καὶ τὸν κρεμῶμεν



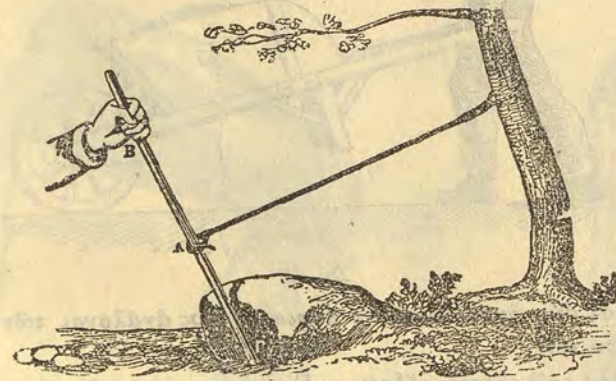
Σχ. 40

ἀπὸ τὸ μέσον του **O** (ὑπομόχλιον). Ἀπὸ ἓν σημεῖόν του **β** κρεμῶμεν ἓν βάρος π. χ. 3000 γραμμῶν (ἀντίστασις). Τὸ βάρος τοῦτο ἠμποροῦμεν νὰ ἰσορροπήσωμεν δι' ἄλλον (δύναμις), τὸ ὁποῖον κρεμῶμεν ἀπὸ ἕτερον σημεῖον **α** τοῦ κανόνος. Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι, ἐὰν ὁ βραχίων **Oa** εἶνε διπλάσιος τοῦ βραχίονος **Ob**, ἀπαιτεῖται βάρος $\frac{3000}{2} = 1500$ γραμμῶν, διὰ νὰ ἰσορροπήσωμεν τὴν ἀντίστασιν τῶν 3000 γραμμῶν, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ εἰς τὸ **β**. Ἐὰν ὁ βραχίων **Oa** εἶνε τριπλάσιος, τετραπλάσιος κλπ. τοῦ βραχίονος **Ob**, τότε ἀπαιτεῖται δύναμις (βάρος) εἰς τὸ **α** τρεῖς, τέσσαρας κλπ., φορὰς μικροτέρα (ἦτοι $\frac{3000}{3}, \frac{3000}{4}$ κλπ., γραμμά), διὰ νὰ ἰσορροπήσωμεν τὴν ἀντίστασιν 3000 γραμμά.

Συμπέρασμα.—*Ὅταν ὁ μοχλός ἰσορροπῇ, αἱ ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσαι δύο δυνάμεις εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μοχλοβραχιόνων των.* Ἐὰν λοιπὸν **B** εἶνε ἡ δύναμις (σχ. 40) καὶ **A** ἡ ἀντίστασις, θὰ ἔχωμεν

$$\frac{B}{A} = \frac{Oa}{Ob} \quad (1)$$

Εἰς καὶ μόνος ἄνθρωπος ἠμπορεῖ λοιπὸν νὰ μετακινήσῃ ὁσονδήποτε βαρὺ σῶμα, ἀρκεῖ νὰ ἔχη μοχλὸν καὶ νὰ τὸν χρησιμοποιήσῃ τοιοῦτοτρόπως, ὥστε ὁ μοχλοβραχίων τῆς δυνάμεως νὰ εἶνε ἀρκετὰ μεγαλύτερος τοῦ μοχλοβραχίονος τῆς ἀντιστάσεως.



Σχ. 41

Μοχλοὶ τοῦ πρώτου εἴδους εἶνε ὁ ζυγός, ἡ ψαλὶς, ὁ στατήρ, ἡ ἡλέγρα, ἡ τροχαλία κλπ.

Μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἴδους.—Εἰς τὸ δεύτερον εἶδος τοῦ μοχλοῦ, **ἡ ἀντίστασις εἶνε μεταξὺ τοῦ ὑπομοχλίου καὶ τῆς δυνάμεως**. Διὰ μοχλοῦ δευτέρου εἴδους γίνεται ἡ θραῦσις τῶν δένδρων, εἰς τὰ ὁποῖα προηγουμένως γίνεται ἀρκετὴ τομὴ (σχ. 41)· τὸ ὑπομόχλιον εἶνε εἰς τὸ **Γ**, ἡ δύναμις εἰς τὸ **B** καὶ ἡ ἀντίστασις εἰς τὸ **A**. Ὁ **καρνοθλάστις** (σχ. 42), ἡ **χειράμαξα** (σχ. 43) εἶνε μοχλοὶ τοῦ δευτέρου εἴδους.

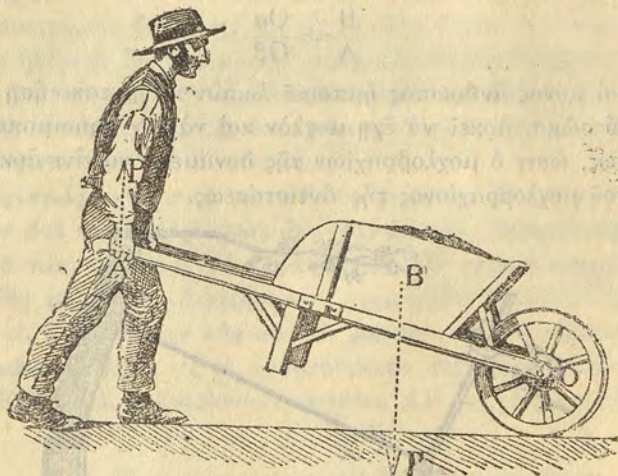


Σχ. 42

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Εἰς τὸν κανόνα **AO** (σχ. 44), τὸ σταθερὸν σημεῖον **O** εἶνε τὸ ὑπομόχλιον. Τὸ δὲ μέσον **B** τοῦ κανόνος σύρεται πρὸς τὰ ἄνω ἀπὸ βάρους 6 χιλιογραμμῶν (ἀντίστασις), κρεμῶμενον ἀπὸ τὴν τροχαλίαν. Ἀπὸ τὸ σημεῖον δὲ **A** κρέματα ἄλλο βάρος (δύναμις). Διὰ νὰ

είνε ισορροπία, πρέπει τὸ βάρος τοῦτο νὰ εἶνε ἴσον πρὸς 3 χιλιόγραμμα, δηλαδή τὸ ἕμισυ τοῦ προηγουμένου. Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι ὁ βραχίων BO εἶνε τὸ ἕμισυ τοῦ OA.

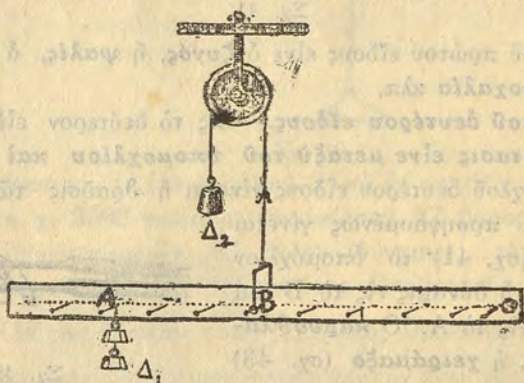
Συμπέρασμα.—Καὶ εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ δευτέρου εἴδους λοιπὸν αἱ



Σχ. 43

ἐνεργοῦσαι δύο δυνάμεις εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μοχλοβραχιόνων τῶν.

Μοχλὸς τοῦ τρίτου εἴδους.—Εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ τρίτου εἴδους,



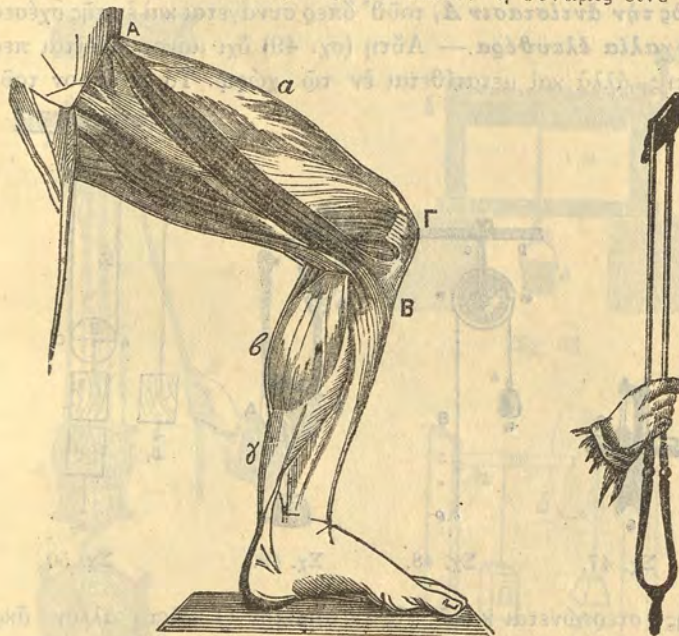
Σχ. 44

ἡ δύναμις εὐρίσκεται μεταξὺ τοῦ ὑπομοχλίου καὶ τῆς ἀντιστάσεως, ὅπως εἰς τὸ σχῆμα 44, ὅπου ἡ ἀντίστασις εἶνε εἰς τὸ A καὶ ἡ δύναμις εἰς τὸ B. Καὶ ἡ μὲν δύναμις εἶνε ἴση πρὸς 6 χιλιόγραμμα,

ἢ δὲ ἀντίστασις εἶνε ἴση πρὸς 3 χιλιόγραμμα. Ὁ βραχίων ὅμως AO εἶνε διπλάσιος τοῦ BO.

Καὶ εἰς τὸν μοχλὸν αὐτὸν πάλιν αἱ ἐνεργοῦσαι δύο δυνάμεις εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μοχλοβραχιόνων τῶν. Ὡστε ἡ προηγουμένη σχέσις (1) μεταξὺ τῆς δυνάμεως B, τῆς ἀντιστάσεως A καὶ τῶν μοχλοβραχιόνων OB καὶ OA εἶνε καὶ διὰ τὰ τρία εἶδη τοῦ μοχλοῦ.

Ἡ λαβὴς (κ. τοιμπίδα) (σχ. 46) εἶνε μοχλὸς τοῦ τρίτου εἴδους. Ὁ ποῦς τοῦ ἀνθρώπου (σχ. 45), κατὰ τὰς κάμψεις του περὶ τὸ γόνυ, ἀποτελεῖ μοχλὸν τοῦ τρίτου εἴδους, εἰς τὸ ὁποῖον ἡ δύναμις εἶνε εἰς τὸ



Σχ. 45

Σχ. 46

B (μῦς AB) καὶ τὸ ὑπομόχλιον εἰς τὸ γόνυ Γ. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰς κάμψεις τῆς χειρὸς περὶ τὸν ἀγκῶνα.

31. Τροχαλῖαι.—Ἡ τροχαλία (σχ. 47) χρησιμεύει εἰς τὴν ἀνύψωσιν βαρῶν καὶ εἶνε στερεὸς δίσκος κυκλικός, ὃ ὁποῖος ἠμπορεῖ νὰ στρέφεται περὶ ἓνα ἄξονα AB, διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου του. Εἰς τὴν περιφέρειάν του ὁ δίσκος ἔχει αὐλάκα, ἐντὸς τῆς ὁποίας διέρχεται σχοινίον. Ὁ ἄξων στηρίζεται εἰς τὰ σκέλη ψαλίδος, ἡ ὁποία ὀνομάζεται τροχαλιοθήκη.

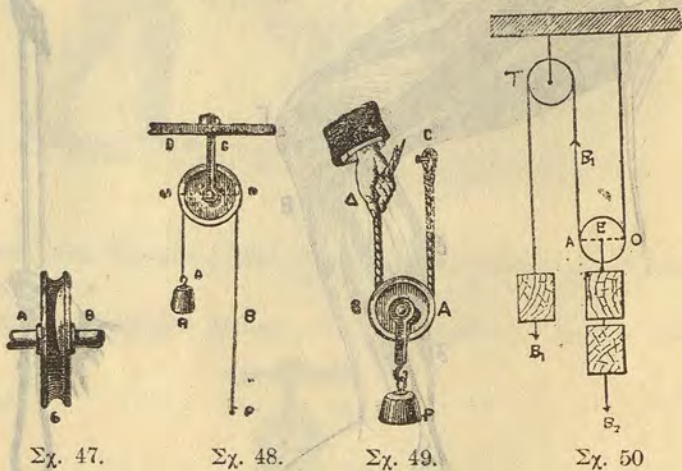
Διακρίνομεν δύο εἰδῶν τροχαλίας, τὴν παγίαν (σχ. 48) καὶ τὴν ἐλευθέραν (σχ. 49).

Παγία τροχαλία.— Ἡ παγία κινεῖται περὶ τὸν ἄξονά της. Εἰς ἓν ἄκρον (σχ. 48) τοῦ σχοινίου της ἐφαρμόζομεν τὸ βάρος A , τὸ ὁποῖον θέλομεν νὰ ἀνυψώσωμεν· τὸ ἄλλο ἄκρον B σύρομεν πρὸς τὰ κάτω. Τοιοῦτοτρόπως, ἡ παγία τροχαλία εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, τοῦ ὁποῖου τὸ ὑπομόχλιον εἶνε ὁ ἄξων O , οἱ δὲ βραχίονες OM καὶ ON εἶνε ἴσοι.

ΠΕΙΡΑΜΑ.— Ἐὰν ἀπὸ τὰ δύο ἄκρα A καὶ B (σχ. 48) τοῦ σχοινίου κρεμάσωμεν δύο βάρη ἴσα, βλέπομεν ὅτι ἡ τροχαλία ἰσορροπεῖ.

Συμπέρασμα.— *Εἰς τὴν παγίαν τροχαλίαν, ἡ δύναμις B εἶνε ἴση πρὸς τὴν ἀντίστασιν A* , τοῦθ' ὅπερ συνάγεται καὶ ἐκ τῆς σχέσεως (1).

Τροχαλία ἐλευθέρα.— Αὕτη (σχ. 49) ὄχι μόνον κινεῖται περὶ τὸν ἄξονά της, ἀλλὰ καὶ μετατίθεται ἐν τῷ χώρῳ. Τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σχοι-



νίου της στερεώνεται καλῶς εἰς ἓν σημεῖον O καὶ τὸ ἄλλον ἄκρον Δ σύρεται πρὸς τὰ ἄνω. Εἰς τὸν ἄξονά της ὑπάρχει ἄγκιστρον, ἀπὸ τοῦ ὁποῖου κρέματα τὸ βάρος P , τὸ ὁποῖον θέλομεν νὰ ἀνυψώσωμεν.

Ἡ ἐλευθέρα τροχαλία εἶνε μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἴδους, ἔχων τὸ ὑπομόχλιον εἰς τὸ A , τὴν δύναμιν εἰς τὸ B καὶ τὴν ἀντίστασιν εἰς τὸν ἄξονα. Ἐπομένως, ἡ δύναμις Δ εἶνε πάντοτε μικροτέρα τῆς ἀντιστάσεως P . Ὅταν ἡ Δ καὶ ἡ P εἶνε παράλληλοι πρὸς τὸ σχοινίον, ἡ P εἶνε διπλασία τῆς Δ (1).

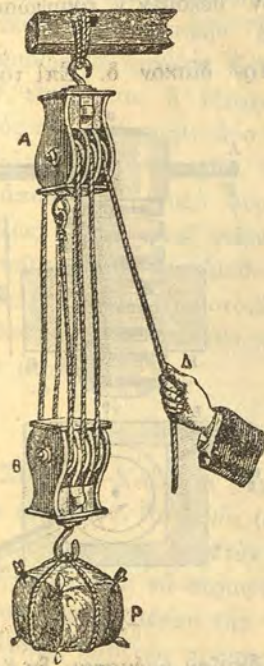
ΠΕΙΡΑΜΑ.— Εἰς τὴν ἐλευθέραν τροχαλίαν (σχ. 50) τὸ βάρος B_1 μετὰ τὸ ὁποῖον ἠμποροῦμεν νὰ ἰσορροπήσωμεν τὴν ἀντίστασιν B_2 .

1) Τὸ βάρος τοῦ σχοινίου καὶ τῆς τροχαλίας θεωρεῖται μηδαμινόν.

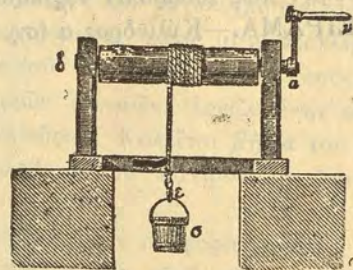
(βοηθούμενοι ἀπὸ μίαν μόνιμον τροχαλίαν T), εἶνε ἴσον πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ B_2 .

Συμπέρασμα.— *Εἰς τὴν ἐλευθέραν τροχαλίαν, ἡ δύναμις B , (σχ. 50) εἶνε τὸ ἥμισυ τῆς ἀντιστάσεως B_2* .

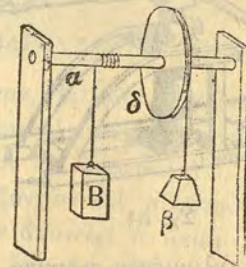
32. Πολύσπαστον.— Τὸ πολύσπαστον (σχ. 51) ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο τροχαλιοθήκας A καὶ B . Ἐκάστη τροχαλιοθήκη ἔχει δύο ἢ τρεῖς τροχαλίας, αἱ ὁποῖαι στρέφονται περὶ τὸν ἴδιον ἄξονα. Ἡ μὲν τροχαλιοθήκη A εἶνε μόνιμος καὶ ἔχει κρίκον, ἡ δὲ τροχαλιοθήκη B εἶνε ἐλευθέρα καὶ φέρει ἄγκιστρον, ἀπὸ τοῦ ὁποῖου κρέματα τὸ ἀνυ-



Σχ. 51



Σχ. 52



Σχ. 53

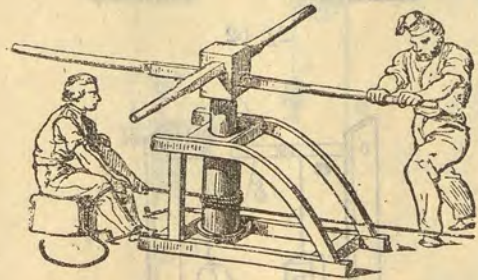
ψύμενον βάρος P . Εἰς τὸν κρίκον A δένεται τὸ ἄκρον τοῦ σχοινίου· κατόπιν τὸ σχοινίον τοῦτο, ἀφοῦ διέλθῃ διὰ τῆς πρώτης τροχαλίας τῆς B , ἀνέρχεται καὶ περιβάλλει τὴν πρώτην τροχαλίαν τῆς A καὶ τέλος, ἀφοῦ διέλθῃ ὁμοίως ἀπὸ τὰς ἄλλας τροχαλίας, καταλήγει εἰς τὸ Δ , ὅπου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις. Εἰς τὸ πολύσπαστον μετὰ 6 τροχαλίας, τὴν ἀντίστασιν P ἠμποροῦμεν νὰ ἰσορροπήσωμεν, κρεμῶντες εἰς τὸ Δ βάρος δ φορᾶς μικρότερον τῆς ἀντιστάσεως P , ὡς δεικνύει τὸ πείραμα.

Τοῦτο δὲ διότι τὰ 6 μέρη τοῦ σχοινίου, τὰ ὁποῖα εἶνε παράλληλα

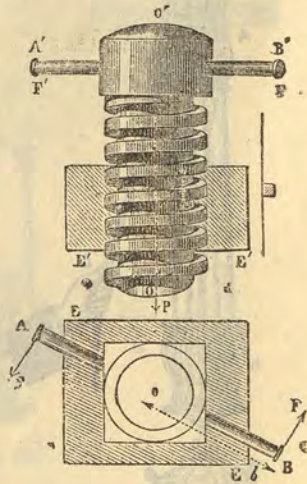
καὶ συγκρατοῦν τὴν τροχαλιοθήκην Α μετὰ τοῦ βάρους Ρ, εἶνε ἐξί-
σου τεταμένα (τὸ σχοινίον, τὸ διερχόμενον δι' ἐκάστης τροχαλίας τῆς Α
εἶνε ἐξίσου τεταμένον ἐκατέρωθεν). Ἐπομένως, ἡ δύναμις Δ εἶνε τὸ
ἕκτον τῆς Ρ.

33. Βαροῦλκον.— Τὸ βαροῦλκον (σχ. 52) χρησιμεύει εἰς τὴν
ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ στερεὸν κύλινδρον, ὃ
ὁποῖος ἠμπορεῖ νὰ στραφῆ πρὸς τὸν ἄξονά του αδ διὰ μοχλοῦ αβμ.
Τὸ ἐν ἄκρον σχοινίου δένεται ἐπὶ τοῦ κύλινδρου ἀπὸ τὸ ἄλλο ἄκρον
τοῦ σχοινίου κρέμαται τὸ βᾶρος, τὸ ὁποῖον θέλομεν ν' ἀνυψώσωμεν.
Ἄς ἴδωμεν πῶς ἰσορροπεῖ τὸ βαροῦλκον.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Κύλινδρος α (σχ. 53) φέρει δίσκον δ. Ἐπὶ τοῦ κυ-



Σχ. 54



Σχ. 55

λίνδρου εἶνε τυλιγμένον σχοινίον, ἀπὸ τὸ ὁποῖον κρέμαται ἓν βᾶρος
Β. Τὸ βᾶρος αὐτὸ ἰσορροπεῖται, ἐὰν διὰ σχοινίου κρεμάσωμεν ἀπὸ τὴν
περιφέρειαν τοῦ δίσκου δ ἄλλο βᾶρος β. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι διὰ
τὴν ἰσορροπίαν αὐτὴν, πρέπει τὸ βᾶρος β νὰ εἶνε τόσον μικρότερον τοῦ Β,
ὅσον ἡ ἀκτίς τοῦ δίσκου εἶνε μεγαλύτερα τῆς ἀκτίνος τοῦ κύλινδρου.

Εἰς τὸ βαροῦλκον λοιπὸν ἡ δύναμις εἶνε τόσον μεγαλύτερα τῆς
ἀντιστάσεως, ὅσον ἡ αβ (σχ. 52) εἶνε μεγαλύτερα τῆς ἀκτίνος τοῦ
κύλινδρου.

Αὐτὸ ἔπρεπε νὰ συμπεράνωμεν καὶ ἀπὸ τὰ προηγούμενα. Διότι
τὸ βαροῦλκον εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, ὃ ὁποῖος ἔχει τὸ ὑπο-
μόχλιον εἰς τὸν ἄξονα αδ (σχ. 52). Ὁ βραχίον τῆς μὲν ἀντιστάσεως Β

εἶνε ἴσος πρὸς τὴν ἀκτίνα τοῦ κύλινδρου, τῆς δὲ δυνάμεως β εἶνε ἴσος
πρὸς τὴν ἀκτίνα τοῦ δίσκου δ, ἦτοι τὴν οβ (σχ. 52). Τοιουτοτρόπως
ἠμποροῦμεν διὰ μικρᾶς δυνάμεως νὰ σύρωμεν μεγάλη βάρη, ἀρκεῖ νὰ
μεταχειρισθῶμεν ράβδον αβ μεγάλου μήκους. Ὁ κύλινδρος τοποθετεῖ-
ται πολλακίς οὕτως, ὥστε ὁ ἄξων του νὰ εἶνε κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐδάφους
(σχ. 54), ὅτε τὸ μηχανήμα καλεῖται *εργάτης*.

34. Κοιλίας.— Ὁ κοιλίας (σχ. 55) ἀποτελεῖται ἐκ κύλινδρου
στερεοῦ φέροντος ἑλικοειδῆ ἑνσκαφήν. Ὁ κύλινδρος οὕτως δύναται,
στρεφόμενος περὶ τὸν ἄξονά του, νὰ εἰσχωρήσῃ ἐντὸς σώματος στερεοῦ,
καλουμένου *περικοιλίου* καὶ ἔχοντος κυλινδρικήν κοιλότητα, φέρουσαν
ὁμοίαν ἑλικοειδῆ ἑνσκαφήν. Ἐν τῇ κοιλότητι τοῦ περικοιλίου ἐφαρμιό-
ζεται ἀκριβῶς ὁ κοιλίας, ὅστις, στρεφόμενος κατὰ μίαν δλόκληρον
στροφὴν, εἰσέρχεται ἢ ἐξέρχεται ἐκ τοῦ περικοιλίου κατὰ ποσότητα
ἴσην πρὸς τὴν ἀπόστασιν δύο διαδοχικῶν ἐλιγμῶν, λογιζομένην κατὰ
μῆκος μιᾶς τῶν γεννητειῶν τοῦ κύλινδρου. Καλεῖται *βῆμα* τοῦ κο-
ιλίου ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο ἀλληλοδιαδόχων ἐλιγμῶν, λογιζομένη
παράλληλως τῷ ἄξονι τοῦ κύλινδρου.

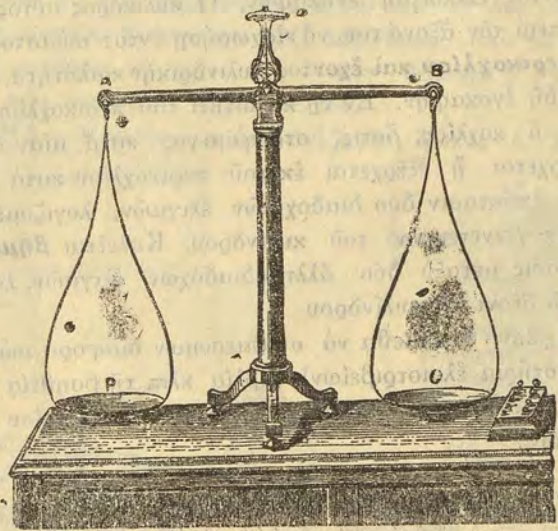
Διὰ τοῦ κοιλίου δυνάμεθα νὰ συμπιέσωμεν διάφορα σώματα, ὡς
τὰς ἐλαίας (πιστήρια ἐλαιοτριβείων), βιβλία κλπ. τῇ βοήθειᾳ συνήθως
καὶ ράβδων, τοποθετουμένων καθέτως τῷ ἄξονι τοῦ κοιλίου καὶ ἀπο-
τελουσῶν μοχλοῦς.

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

35. Ζυγός.— Καλεῖται *ζυγός* ὄργανον, δι' οὗ συγκρίνονται τὰ
βάρη τῶν σωμάτων. Ὁ ζυγός (σχ. 56) ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ ράβδου
στερεᾶς καὶ ὅσον τὸ δυνατὸν δυσκάμπτου καὶ ἐλαφροῦς ΑΒ, τῆς *φά-
λαγγος*, ἣτις δύναται νὰ στραφῆ περὶ ὀριζόντιον καὶ σταθερὸν ἄξονα,
διερχόμενον διὰ τοῦ μέσου της. Τὸν ἄξονα ἀποτελεῖ ἡ ἀκμὴ πρίσμα-
τος ἐκ χάλυβος, καθέτως προσηρμοσμένου ἐπὶ τῆς φάλαγγος καὶ στη-
ριζομένου διὰ τῆς ἀκμῆς ταύτης ἐπὶ λείου καὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου.
Τὸ ἐπίπεδον τοῦτο εὐρίσκεται εἰς τὸ ἀνώτατον ἄκρον στήλης κατακο-
ρύφου καὶ στερεᾶς καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ χάλυβα ἢ ἀγάτην.

Ἐκ τῶν ἄκρων Α καὶ Β τῆς φάλαγγος, ὅπου ὑπάρχουν δύο χαλύ-
βδινα πρίσματα, στερεωμένα καθέτως ἐπὶ τῆς φάλαγγος καὶ ἔχοντα τὰς
ἀκμάς των πρὸς τὰ ἄνω, ἐξαρθῶνται δύο ἰσοβαρεῖς δίσκοι Ρ καὶ Ο,
δυνάμενοι νὰ κινηθοῦν περὶ τὰς ἀκμάς τῶν πρισμάτων Α καὶ Β ὡς
ἄξονας. Ἐπὶ τοῦ ἐνὸς τῶν δύο δίσκων θέτομεν τὸ σῶμα, τοῦ ὁποῖου
ζητεῖται τὸ βᾶρος καὶ ἐπὶ τοῦ ἑτέρου θέτομεν ὠρισμένα βάρη, *σταθμᾶ*.

καλούμενα, μέχρι ὅτου ἡ φάλαγξ ἰσορροπήσῃ εἰς θέσιν ὀριζοντίαν. Ἐὰν ὁ ζυγὸς εἶνε ἀκριβής, τὰ τεθέντα σταθμὰ εἶνε ἴσα πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος. Οὕτως ὁ ζυγὸς εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, τοῦ ὁποίου τὸ ὑπομόχλιον εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον τῆς φάλαγγος (ἄξων στηρίξεως). Ὁ ζυγὸς πρέπει νὰ εὐρίσκεται εἰς εὐσταθῆ ἰσορροπία, ἤτοι τὸ κέντρον τοῦ βάρους του νὰ εἶνε κάτω ἀπὸ τὸν ἄξωνα περιστροφῆς.



Σχ. 56

Ἀκριβεία τοῦ ζυγοῦ.—Ὁ ζυγὸς ὀνομάζεται *ἀκριβής*, ὅταν, τιθεμένων ἴσων βαρῶν ἐπὶ τῶν πλαστίγγων, ἡ φάλαγξ παραμένῃ εἰς τὴν ὀριζοντίαν θέσιν. Διὰ νὰ εἶνε λοιπὸν ἀκριβὴς ὁ ζυγὸς, ὁ ὁποῖος εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, πρέπει

- α') *Οἱ δύο βραχίονες τῆς φάλαγγος νὰ εἶνε ἴσοι.*
- β') *Τὰ βάρη τῶν δύο δίσκων νὰ εἶνε ἴσα.*
- γ') *Αἱ κινήσεις τῶν δίσκων νὰ γίνωνται λίαν ἐλευθέρως καὶ*
- δ') *Τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος, ἐν ὀριζοντιότητι εὐρισκομένης, νὰ εἶνε ἐν τῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ, τῷ διερχομένῳ διὰ τοῦ ἄξονός της.*

Εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ.—Καλεῖται *εὐπαθής* ὁ ζυγὸς, ὅταν διὰ προσθήκης ἐλαχίστου βάρους ἡ φάλαγξ σχηματίζῃ αἰσθητὴν γωνίαν μετὰ τῆς ὀριζοντίας θέσεώς της. Ἐὰν π. χ. ἕκαστος τῶν δίσκων φέρῃ βάρος ἴσον πρὸς 600 γραμμὰ καὶ προστεθῇ εἰς τὸν ἕνα ἐξ αὐτῶν ἐλά-

χιστον βάρος, π. χ. ἐν χιλιοστόγραμμον, ὁ ζυγὸς θὰ εἶνε τόσον εὐπαθέστερος, ὅσον περισσότερον ἀποκλίνει τῆς θέσεώς του ἐκ τῆς προσθήκης ταύτης (1).

Σταθμὰ.—Ὡς εἶδομεν, ὡς μονὰς βάρους ἐλήφθη τὸ *χιλιόγραμμον*. Τῆς μονάδος ταύτης τὸ χιλιοστὸν καλεῖται *γραμμον* ἢ *γραμμάριον*. Αἱ συνήθεις σειραὶ σταθμῶν περιέχουν πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια τοῦ γραμμοῦ, τῶν ὁποίων τὸ μέγεθος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ἐξῆς σειράν ἀριθμῶν: 1, 2, 2, 5, 50, 100 κλπ.

36. Μέθοδος τῆς διπλῆς σταθμῆσεως.—Πρὸς ἀκριβῆ ζύγισιν, ἔστω καὶ διὰ ζυγοῦ μὴ ἀκριβοῦς ἕνεκεν ἀνισότητος τῶν μηκῶν τῶν βραχιόνων τῆς φάλαγγος καὶ τῆς ἀνισότητος τῶν βαρῶν τῶν δίσκων, χρησιμοποιοῦμεν τὴν ἐπομένην μέθοδον. Εἰς τὸν δεξιὸν δίσκον θέτομεν τὸ σῶμα, τοῦ ὁποίου ζητεῖται τὸ βάρος, καὶ εἰς τὸν ἀριστερὸν δίσκον διάφορα βάρη, ἀποτελούμενα συνήθως ἀπὸ χόνδρους μολύβδου (σακάγια) ἢ ρηίσματα μετὰλλινα. Τὴν τελικὴν ἰσορροπία ἀποκαθιστῶμεν διὰ χιλιοστογράμμων β, τιθεμένων εἰς τὸν δίσκον, ἐφ' οὗ εὐρίσκεται τὸ σῶμα. Ἀφαιροῦμεν κατόπιν τὸ σῶμα ἐκ τοῦ δίσκου καὶ ἀντ' αὐτοῦ θέτομεν σταθμὰ, προσδιορίζομεν δὲ ἐκ νέου τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας. Εἶνε φανερόν, ὅτι τὸ ζητούμενον βάρος τοῦ σώματος θὰ εἶνε ἴσον πρὸς τὰ προστεθέντα ταῦτα σταθμὰ.

37. Στατήρ καὶ πλάστιγξ.—Ὁ *στατήρ* (κ. καντάρι) (σχ. 57) εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους.

Ἀποτελεῖται δὲ ἐκ ράβδου στερεῆς, συνήθως σιδηρᾶς AB, δυναμένης νὰ περιστραφῇ περὶ ἄξωνα O, ὅστις εὐρίσκεται πλησίον τοῦ ἄκρου A, ἐκ τοῦ ὁποίου κρέματα τὸ σῶμα Π, τοῦ ὁποίου ζητεῖται τὸ βάρος.



Σχ. 57

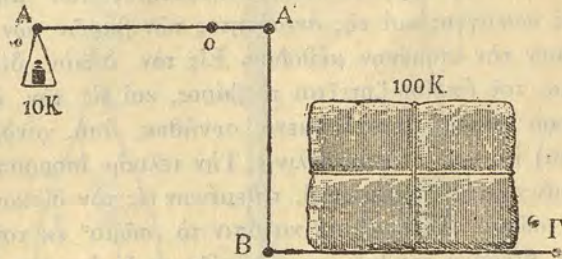
Ἐπὶ τοῦ μεγάλου βραχίονος OB δύναται νὰ κινήθῃ βάρος ὄρισμένον P καὶ νὰ λάβῃ κατάλληλον θέσιν καὶ τοιαύτην, ὥστε ἡ ράβδος νὰ ἰσορροπήσῃ ὀριζοντίως. Ἡ θέσις, τὴν ὁποίαν ἔχει τότε τὸ βάρος P, ὑποδεικνύει τὸ βάρος τοῦ σώματος. Πρὸς τοῦτο ἐπὶ τοῦ βραχίονος OB ὑπάρχουν κεχαραγμένοι ἀριθμοί, ἀντιστοιχοῦντες εἰς τὰ διάφορα βάρη.

1) Ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ ἀξάνεται α) δι' αὐξήσεως τοῦ μήκους τῆς φάλαγγος, β) δι' ἐλαττώσεως τοῦ βάρους ταύτης καὶ γ) δι' ἐλαττώσεως τῆς ἀποστάσεως τοῦ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ ζυγοῦ ἀπὸ τοῦ ἄξωνος περιστροφῆς. Τέλος, πρέπει νὰ ὑπάρχῃ εὐκίνησις περὶ τοὺς ἄξωνας.

τά εξαρτώμενα ἐκ τοῦ Α καὶ ἰσορροποῦμενα διὰ τοῦ Ρ. Ἡ βαθμολογία ἐγένετο δι' ἐξαρτήσεως ἐκ τοῦ Α γνωστῶν βαρῶν.

Ἐκτός ὅμως τοῦ ἄξονος Ο, ὁ στατήρ ἔχει καὶ ἄλλον Ο', εὐρισκόμενον πλησιέστερον τοῦ ἄκρου Α παρ' ὅσον ὁ Ο. Ἀναρτῶντες τὸν στατήρα ἐκ τοῦ ἄξονος Ο', ἠμποροῦμεν διὰ τὰς αὐτὰς θέσεις τοῦ Ρ νὰ ζυγίσωμεν σώματα βαρύτερα τῶν προηγουμένων. Διότι, ὅπως εἶδομεν, διὰ τῆς αὐτῆς δυνάμεως Ρ ἰσορροποῦμεν ἀντιστάσεις Π τόσον μεγαλύτερας, ὅσον ὁ βραχίον ΟΜ εἶνε μεγαλύτερος τοῦ ΟΑ.

Πλάστιγξ.—Ἡ *πλάστιγξ* (σχ. 58) χρησιμεύει εἰς τὴν ζύγισιν βαρέων σωμάτων καὶ ἀποτελεῖται ὑπὸ φάλαγγα ΑΑ', ἡ ὁποία στρέ-



Σχ. 58

φεται περὶ τοῦ ἄξονα Ο. Ἀπὸ τὸ ἐν ἄκρον Α τῆς φάλαγγος κρέματαί δίσκος μὲ τὰ σταθμὰ, ἀπὸ τὸ ἄλλο δὲ ἄκρον Α' κρέματαί μὲ μίαν ῥάβδον ΒΑ' τὸ ἐπίπεδον ΒΓ, τὸ ὁποῖον στηρίζεται ἐπὶ τοῦ Γ. Τὸ σῶμα, τὸ ὁποῖον ζυγίζομεν, τοποθετεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ΒΓ.

Ἐπειδὴ τοιοῦτοτρόπως ἡ πλάστιγξ ἀποτελεῖται ἀπὸ μοχλοῦς, εἶνε δυνατὸν νὰ δώσωμεν εἰς αὐτοὺς καταλλήλους βραχίονας, ὥστε τὸ βάρος τοῦ σώματος νὰ ἰσορροπῆται ἀπὸ μικρότερα σταθμὰ. Π. χ. βάρος σώματος 100 χιλιογράμμων ἠμποροῦμεν νὰ ἰσορροπήσωμεν διὰ σταθμῶν 10 χιλιογράμμων (σχ. 58).

38. Ὅλα τὰ σώματα ἔχουν βάρος.—Ὅλα ἀνεξαιρέτως τὰ ὑλικά σώματα, στερεά, ὑγρά καὶ ἀέρια ἔχουν βάρος. Καὶ διὰ μὲν τὰ στερεὰ καὶ τὰ ὑγρά, ὁ ζυγὸς πείθει ἡμᾶς περὶ τούτου καθημερινῶς. Διὰ τὰ ἀέρια πρῶτος ὁ Ἀριστοτέλης ἀπέδειξεν, ὅτι καὶ αὐτὰ ἔχουν βάρος. Τοῦτο ἠμποροῦμεν νὰ ἐπαληθεύσωμεν ὡς ἑξῆς. Λαμβάνομεν κοίλην ὑαλίνην (σχ. 59) σφαῖραν καὶ ζυγίζομεν αὐτὴν πρῶτον κενὴν καὶ κατόπιν πλήρη ἀέρος. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε, ὅτι ἡ σφαῖρα εἶνε βαρύτερα, ὅταν περιέχῃ ἀέρα, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι καὶ ὁ ἀῆρ ἔχει βάρος. Εὐρίσκομεν δὲ τοιοῦτοτρόπως ὅτι ἐν λίτρον ἀέρος πλησίον τῆς θαλάσσης ζυγίζει 1,3 γράμμαμα περίπου.

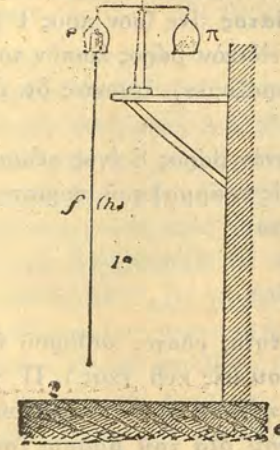
39. Μεταβολὴ τοῦ βάρους καθ' ὕψος.—ΠΕΙΡΑΜΑ. Κάτωθεν ἐνός τῶν δίσκων (σχ. 60) ζυγοῦ λίαν εὐπαθοῦς κρεμῶμεν μακρὸν νῆμα f , π. χ. 3—4 μέτρων, καὶ ἐπὶ τοῦ ἐτέρου δίσκου τοῦ θέτομεν σταθμὰ μέχρις ἰσορροπίας. Κατόπιν ἐπὶ τοῦ δίσκου, τοῦ φέροντος τὸ νῆμα, θέτομεν τὸ σῶμα Ρ καὶ τὸ ζυγίζομεν. Μετὰ τὴν ζύγισιν, ἀφαιροῦμεν τὸ σῶμα ἀπὸ τὸν δίσκον καὶ τὸ κρεμῶμεν ἀπὸ τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ νήματος (σχ. 61). Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι ἡ ἰσορροπία δὲν ὑπάρχει πλέον καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ σῶμα. Τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι τὸ βάρος τοῦ σώματος εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν εἶνε μεγαλύτερον.



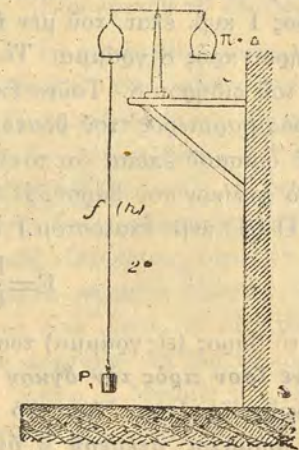
Σχ. 59

Συμπέρασμα.—Εἰς ἓνα καὶ τὸν αὐτὸν τόπον τὸ βάρος σώματός τινος ἐλαττοῦται, ἐφ' ὅσον τὸ ὕψος ἀξάνεται.

Ἡ ἐλάττωσις τοῦ βάρους καθ' ὕψος εἶνε μὲν μικρά, δὲν εἶνε ὅμως καὶ τελείως μηδαμινή. Μετάθεσις 300 μέτρων καθ' ὕψος ἐπιφέρει ἐλάττωσιν κατὰ 1 γράμμαον εἰς βάρος 10 χιλιογρ. Διὰ τὸ αὐτὸ βάρος, ἡ



Σχ. 60



Σχ. 61

ἐλάττωσις εἶνε αἰσθητὴ (1 χιλιοστόγρ. περίπου) καὶ διὰ τὴν μετάθεσιν 3—4 μέτρων.

Θὰ ἴδωμεν κατωτέρω ὅτι τὸ βάρος ἐνός σώματος ἐλαττοῦται καὶ μετὰ τοῦ πλάτους τοῦ τόπου. Π. χ. ἐν σῶμα εἰς τὸν ἰσημερινὸν ἔχει

βάρος κατά τὸ $\frac{1}{200}$ περίπου μικρότερον τοῦ βάρους, τὸ ὁποῖον ἔχει εἰς τὸν πόλον.

Γενικῶς λοιπὸν τὸ **βάρος ἐνὸς σώματος μεταβάλλεται, διὰν μεταβάλλεται καὶ ὁ τόπος τῆς ζυγίσεως.**

Τὸ βάρος ὅμως ἐνὸς σώματος ἠμπορεῖ νὰ θεωρηθῇ ὅτι εἶνε τὸ αὐτὸ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα ἐνὸς μικροῦ χώρου, π. χ. ἐντὸς δωματίου. Εἴδομεν δὲ (§ 12) ὅτι τότε καὶ ἡ διεύθυνσις τοῦ βάρους εἶνε ἡ αὐτή. Ἄρα ἐντὸς μικροῦ χώρου, **τὸ βάρος ἐνὸς σώματος εἶνε δύναμις σταθερὰ κατ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν.**

40. Εἰδικὸν βάρος.— Ἐὰν λάβωμεν διάφορα σώματα, π. χ. σίδηρον, λίθον, ξύλον, τὰ ὁποῖα νὰ ἔχουν τὸν αὐτὸν ὄγκον, εὐρίσκομεν διὰ τοῦ ζυγοῦ, ὅτι δὲν ἔχουν τὸ αὐτὸ βάρος. Π. χ. εὐρίσκομεν ὅτι

1 λίτρον φελλοῦ	ζυγίζει	250 γράμμα
1 » οἴνοπνεύματος	»	800 »
1 » πάγου	»	900 »
1 » ὕδατος	»	1000 »
1 » σιδήρου	»	8000 »

Ὅρισμός.— **Εἰδικὸν βάρος** ἐνὸς σώματος ὀνομάζεται τὸ **βάρος (εἰς γράμμα) ἐνὸς κυβικοῦ ἑκατοστομέτρου τοῦ σώματος τούτου.**

Τὸ βάρος 1 κυβ. ἑκατ. τοῦ μὲν ὕδατος εἶνε ἴσον πρὸς 1 γράμμα, τοῦ δὲ σιδήρου πρὸς 8 γράμμα. Τὸ εἰδικὸν βάρος λοιπὸν τοῦ ὕδατος εἶνε 1 καὶ τοῦ σιδήρου 8. Τοῦτο ἐκφραζόμεν, λέγοντες ὅτι ὁ σίδηρος εἶνε 8 φορὰς βαρύτερος τοῦ ὕδατος.

Ἐκ τοῦ ὁρισμοῦ ἔπεται ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος E ἐνὸς σώματος ἰσοῦται πρὸς τὸ πηλίκον τοῦ βάρους B (εἰς γράμμα) τοῦ σώματος διὰ τοῦ ὄγκου του O (εἰς κυβ. ἑκατοστόμ.) ἦτοι

$$E = \frac{B}{O}$$

Ἀλλὰ τὸ βάρος (εἰς γράμμα) ποσότητος ὕδατος καθαροῦ θερμοκρασίας 4° εἶνε ἴσον πρὸς τὸν ὄγκον του (εἰς κυβ. ἑκατ.). Π. χ. ἐν κυβ. ἑκ., ὕδατος ζυγίζει 1 γρ. Ἄρα, **τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως τοῦ βάρους ἐνὸς σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ διὰ τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὕδατος θερμοκρασίας 4° εἶνε ἴσον πρὸς τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος.**

Ἐνὸς αἰρίου τὸ εἰδικὸν βάρος λαμβάνεται συνήθως ὡς πρὸς τὸν ἀέρα, εὐρίσκόμενον ὑπὸ τὰς περιστάσεις, ὑπὸ τὰς ὁποίας εὐρίσκεται καὶ τὸ αἶριον.

Γνωρίζοντες τὸ εἰδικὸν βάρος τῶν σωμάτων, δυνάμεθα νὰ εὐρίσκωμεν εἴτε τὸ βάρος ἐνὸς σώματος, γνωστοῦ ὄντος τοῦ ὄγκου τούτου, εἴτε τὸν ὄγκον ἐνὸς σώματος, γνωστοῦ ὄντος τοῦ βάρους τοῦ σώματος τούτου.

ΠΙΕΣΕΙΣ

41. Πιέσεις, ἐξασκούμεναι ὑπὸ τῶν στερεῶν.— Θεωρήσωμεν μέγα τεμάχιον μαρμάρου, π. χ. 2500 χιλιογράμμων, καὶ ἔχον σχῆμα ὀρθογωνίου παραλληλεπίπεδου, τοῦ ὁποῖου αἱ διαστάσεις εἰς μέτρα εἶνε 0,50 πλάτος, 0,50 ὕψος καὶ 4 μῆκος. Τὸ μάρμαρον τοῦτο ἔχει τοποθετηθῆ ἐπὶ ὀριζοντίου ἐδάφους καὶ ἐφάπτεται τούτου διὰ μιᾶς τῶν μεγάλων ἐδρῶν του· οὕτω τὸ μάρμαρον στηρίζεται ἐπὶ ἐπιφανείας 200 τετραγ. δεκατομέτρων καὶ μετὰ δυνάμεως 2500 χιλιογράμμων. Ὅθεν ἕκαστον τετραγ. δεκατόμετρον τῆς ἐπιφανείας ταύτης ὑφίσταται τὴν ἐνέργειαν δυνάμεως ἴσης πρὸς $\frac{2500}{200} = 12,5$ χιλιογρ.

Ἄς τοποθετήσωμεν νῦν τὸ μάρμαρον ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐδάφους διὰ μιᾶς τῶν μικρῶν ἐδρῶν του. Ἡ δύναμις 2500 χιλιογρ. ἐξασκεῖται νῦν ἐπὶ ἐπιφανείας μόνον 25 δεκατομέτρων καὶ ἕκαστον τούτων ὑπόκειται εἰς δύναμιν $\frac{2500}{25} = 100$ χιλιογρ. Ἐὰν λοιπὸν τὸ ἔδαφος δὲν εἶνε ἀρκούντως ἀνθεκτικόν, δυνατόν, ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ, τὸ μάρμαρον νὰ εἰσχωρήσῃ ἐντὸς τοῦ ἐδάφους, ἐνῶ εἰς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν τοῦτο δὲν συνέβαινε. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον, κατὰ τὰς οἰκοδομήσεις μεγάλων οἰκιῶν, οἱ μαρμαρίνοι στύλοι στηρίζονται ἐπὶ εὐρέων βάσεων οὕτως, ὥστε τὸ μέγα βάρος τοῦ οἰκοδομήματος νὰ διανέμεται ἐπὶ μεγάλης ἐπιφανείας, πρὸς ἀποφυγὴν ὑποχωρήσεως τοῦ ἐδάφους. Τοῦναντίον, ὅταν ἐπιδιώκωμεν νὰ συμβῇ εἰσχώρησις, ὅπως ἐν τῇ περιπτώσει ἡλων ἐντὸς ξύλου, εἰς τὰ εἰσδύοντα σώματα δίδεται τοιαύτη μορφή, ὥστε ἡ ἐπιφάνεια συνεπαφῆς νὰ εἶνε ὅσον τὸ δυνατόν μικρά. Τοῦτο συμβαίνει εἰς τὴν ψαλλίδα, τὴν μάχαιραν καὶ ὅλα τὰ κοπτικὰ ἐργαλεῖα.

Ὅρισμός τῆς πίεσεως.— Ἐστω Δ δύναμις τις, ἐξασκουμένη ἐπὶ ἐπιπέδου ἐπιφανείας E. **Πίσις** ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ταύτης ὀνομάζεται τὸ πηλίκον

$$P = \frac{\Delta}{E}$$

ἦτοι ἡ πίσις ἰσοῦται πρὸς τὴν δύναμιν, τὴν ἐξασκουμένην ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας.

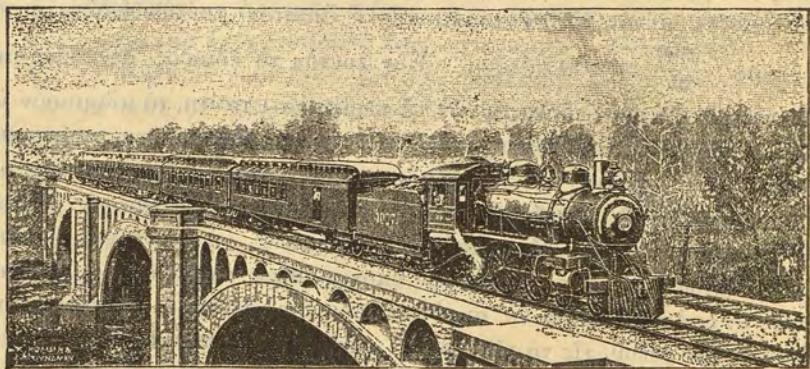
Ἐὰν τὸ Δ εἶνε εἰς χιλιόγραμμα καὶ τὸ Ε εἰς τετραγ. ἑκατοστά, τῆ πίεσις Π ἐκφράζεται εἰς **χιλιόγραμμα κατὰ τετραγ. ἑκατοστόν**. Ἐὰν π. χ. δύναμις 100 χιλιογρ. ἐξασκείται ἐπὶ ἐπιφανείας 50 τετραγ. ἑκατοστ., ἡ πίεσις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εἶνε $100 : 50 = 2$ χιλιογρ. κατὰ τετραγ. ἑκατοστόν. Καλὸν ἔδαφος δύναται νὰ ἀνθέξῃ εἰς πίεσιν 1 χιλιογρ. περίπου κατὰ τετραγ. ἑκατοστόν.

Πρόβλημα. — Ἐπὶ ὄργάνου κοπῆς μεταλλίνων πλακῶν ἐξασκείται δύναμις 10 χιλιογρ. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ πίεσις ἐπὶ μεταλλίνης πλακός, γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ ἐπιφάνεια συνεπαφῆς ὄργάνου — πλακός εἶνε μόνον 1 δέκατον τοῦ τετραγ. χιλιοστομέτρου.

Τὸ 1 δέκατον τοῦ τετραγ. χιλιοστομέτρου εἶνε τὸ 1 χιλιοστὸν τοῦ τετραγ. ἑκατοστομέτρου καὶ ἐπομένως ἔχομεν

$$\text{Πίεσις} = \frac{10}{1} = 10.000 \text{ χιλιογρ. κατὰ τετραγ. ἑκατοστόμ.}$$

Ὑπὸ τὴν τεραστίαν ταύτην πίεσιν, ἡ μεταλλίνη πλάξ ὑποχωρεῖ καὶ κόπτεται. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς ἄλλα κοπτικὰ ἐργαλεῖα (ψαλλίς, μάχαιραν, σφήν, κλπ).



Σχ. 62. Ἀμαξοστοιχία σιδηροδρόμου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ΄.

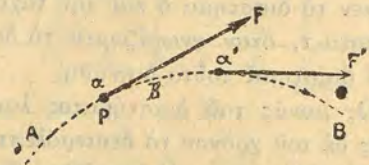
ΔΥΝΑΜΙΚΗ

42. Ὅρισμοί. — Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐν μικρὸν σῶμα κινεῖται. Τὸ **σύνολον τῶν θέσεων, τὰς ὁποίας καταλαμβάνει διαδοχικῶς τὸ σῶμα αὐτό**, ὀνομάζεται **τροχιά** του. Ἐὰν ἡ τροχιά τοῦ κινητοῦ εἶνε γραμμὴ εὐθεῖα, ἡ κίνησις του λέγεται **εὐθύγραμμος**; ἡ κίνησις ὀνομάζεται **καμπυλόγραμμος**, ὅταν ἡ τροχιά OM (σχ. 63) τοῦ κινητοῦ εἶνε γραμμὴ καμπύλη.

Τὸ **διανυθὲν διάστημα** εἶνε τὸ μῆκος τῆς τροχιάς, τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ τοῦ κινητοῦ Α καὶ ἐνὸς σημείου σταθεροῦ αὐτῆς Ο



Σχ. 63



Σχ. 64

(σχ. 63), τὸ ὁποῖον καλεῖται **ἀρχή** καὶ δύναται νὰ ληφθῇ ἀθαιρέτως. Ἀπὸ τῆς ἀρχῆς ταύτης ὑπολογίζονται αἱ ἀποστάσεις τοῦ κινητοῦ **κατὰ μῆκος τῆς τροχιάς** καὶ λαμβάνονται ὡς θετικαὶ μὲν κατὰ τινὰ φορᾶν, π. χ. κατὰ τὴν OM, ἀρνητικαὶ δὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον. Ἡ **θέσις Α** τοῦ κινητοῦ **ἐπὶ τῆς τροχιάς του κατὰ τινὰ στιγμήν καθορίζεται διὰ τῆς τοιαύτης ἀποστάσεώς του OA ἀπὸ τῆς ἀρχῆς Ο**. Π. χ. τοῦ εὐρίσκεται ὁ σιδηρόδρομος ἐπὶ τῆς γραμμῆς του κατὰ τινὰ στιγμήν δύναται νὰ ὀρισθῇ διὰ τῆς ἀποστάσεώς του, λαμβανομένης κατὰ μῆκος τῆς γραμμῆς, ἀπὸ τινος σταθμοῦ.

Ὅταν τὸ κινητὸν εὐρίσκεται εἰς ἐν σημεῖον P (σχ. 64) τῆς τροχιάς του, **διεϋθύνσις τῆς κινήσεώς του** εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο εἶνε ἡ διεϋθύνσις τῆς ἐφαπτομένης PF εἰς τὸ σημεῖον P τῆς τροχιάς.

43. Κίνησις ὁμαλή. — Ὅταν τὸ κινητὸν διανύῃ ἴσα διαστήματα εἰς ἴσους χρόνους, ἡ κίνησις του ὀνομάζεται **ὁμαλή**. Εἰς τὴν ὁμαλὴν κίνησιν, **ταχύτης** τοῦ κινητοῦ καλεῖται **τὸ διάστημα, τὸ διανυόμενον εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου**. Π. χ. σιδηρόδρομος, διανύσας 200 χιλιόμετρα μὲ ὁμαλὴν κίνησιν ἐντὸς 5 ὥρῶν, ἔχει ταχύτητα $\frac{200}{5} = 40$ χιλιόμετρων καθ' ὥραν.

Παραστήσωμεν διὰ δ τὸ διάστημα, διὰ τ τὴν ταχύτητα καὶ διὰ χ τὸν χρόνον. Εἰς τὴν ὁμαλὴν κίνησιν, τὸ διάστημα, τὸ διανυόμενον εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, εἶνε ἴσον πρὸς τ . Μετὰ δύο μονάδας χρόνου, τὸ διανυόμενον διάστημα θὰ εἶνε ἴσον πρὸς 2τ καὶ μετὰ χ μονάδας χρόνου θὰ ἔχωμεν

$$\delta = \tau \cdot \chi. \quad (1)$$

ἤτοι τὰ διανυόμενα διαστήματα δ εἶνε ἀνάλογα τῶν χρόνων χ .

Ἐκ τῆς σχέσεως ταύτης λαμβάνομεν

$$\chi = \frac{\delta}{\tau} \quad \text{καὶ} \quad \tau = \frac{\delta}{\chi} \quad (2)$$

Ἐκ τῶν σχέσεων (2), ἡ μὲν πρώτη δίδει τὸν χρόνον χ , ὅταν γνωρίζωμεν τὸ διάστημα δ καὶ τὴν ταχύτητα τ , ἡ δὲ δευτέρα παρέχει τὴν ταχύτητα τ , ὅταν γνωρίζωμεν τὸ διάστημα δ καὶ τὸν χρόνον χ , καθ' ὃν τὸ διάστημα τοῦτο διηυύθη.

Ὡς μονὰς τοῦ διαστήματος λαμβάνεται συνήθως τὸ μέτρον, ὡς μονὰς δὲ τοῦ χρόνου τὸ δευτερόλεπτον. Ἄντι ὅμως τῶν μονάδων τούτων, λαμβάνονται πολλάκις ἄλλαι, ἀναλόγως τῶν ἀπαιτήσεων τῆς μετρήσεως. Οὕτω, ἀντὶ τοῦ δευτερολέπτου, λαμβάνεται ἡ ὥρα καὶ ἀντὶ τοῦ μέτρον τὸ χιλιόμετρον.

Γραφικὴ παράστασις τῆς ὁμαλῆς κινήσεως.— Ὑποθέσωμεν, ὅτι κατὰ τινὰ ὁμαλὴν κίνησιν ὑπελογίσαμεν τὰ διανυθέντα διαστήματα εἰς διαφόρους χρόνους καὶ εὔρομεν τὰ ἑξῆς ἀποτελέσματα.

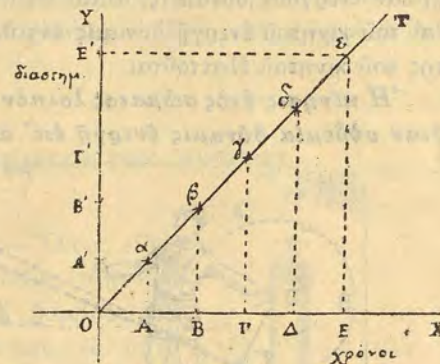
Χρόνος	Διανυθὲν διάστημα
0	0 μέτρα
1''	5 »
2''	10 »
3''	15 »
4''	20 »

Τὰ ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεών μας τούτων ἠμποροῦμεν νὰ παραστήσωμεν **γραφικῶς** ὡς ἑξῆς.

Ἐπὶ εὐθείας OX (σχ. 65) λαμβάνομεν πρὸς τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν σημεῖα O, A, B, Γ, \dots ἴσον ἀπέχοντα καὶ τὰ οὕτω σχηματιζόμενα ἴσα μήκη, $OA, AB, B\Gamma, \dots$ ὑποθέσωμεν, ὅτι παριστοῦν ἴσους χρόνους π. χ. 1''. Τοιοῦτοτρόπως, τὸ τμήμα OA θὰ παριστᾷ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον, τὸ AB τὸ δεύτερον καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς τὸ τμήμα OB θὰ

παριστᾷ τότε δύο δευτερόλεπτα, τὸ OG τρία δευτερόλεπτα, κλπ. Ἡ εὐθεῖα OX καλεῖται **ἄξων τῶν χρόνων**.

Μετὰ τοῦτο φέρομεν τὴν κάθετον OY καὶ σημειοῦμεν ἐπ' αὐτῆς σημεῖα A', B', Γ', \dots ἴσον ἀπέχοντα. Τὰ τμήματα OA', OB', OG', \dots ὑποθέσωμεν, ὅτι παριστοῦν τὰ διανυόμενα διαστήματα ὑπὸ τοῦ κινήτου οὕτως, ὥστε τὸ OA' θὰ παριστᾷ τὸ διάστημα, τὸ διανυόμενον κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον, τὸ OB' θὰ παριστᾷ τὸ διάστημα, τὸ διανυόμενον ἐντὸς 2'' καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Ἡ κάθετος OY καλεῖται τότε **ἄξων τῶν διαστημάτων**.



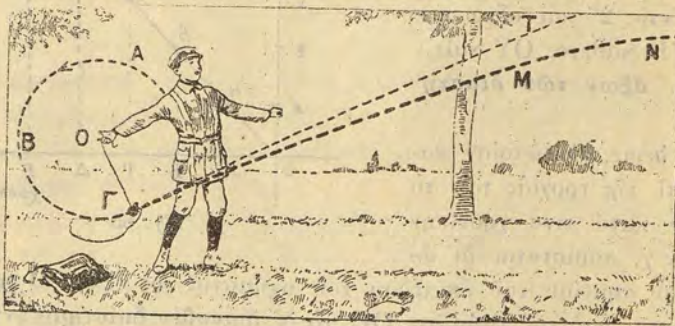
Σχ. 65

Ἡ θέσις, τὴν ὁποίαν κατέχει ἐπὶ τῆς τροχιάς του τὸ κινήτον κατὰ τινὰ χρονικὴν στιγμὴν χ , παρίσταται δι' ὀρισμένου σημείου τοῦ επιπέδου τοῦ σχήματος ὡς ἑξῆς. Ὁ χρόνος χ παρίσταται ὑπὸ τοῦ τμήματος OE , τὸ δὲ διανυθὲν διάστημα ἐντὸς τοῦ χρόνου τούτου παρίσταται ὑπὸ τοῦ τμήματος OE' . Ἐὰν ἐκ τῶν σημείων E καὶ E' φέρωμεν τὰς κάθετους Ee καὶ $E'e$ ἐπὶ τῶν ἄξων, θὰ ὀρίσων αὐταὶ ἓν σημεῖον ϵ καὶ ἓν μόνον. Ἐὰν πρᾶξωμεν τὸ αὐτὸ διὰ πάντας τοὺς ἄλλους χρόνους 1'', 2'', 3''... καὶ διὰ τῶν ἀντιστοιχούντων διαστημάτων 5, 10, 15... μέτρα, θὰ ὀρίσωμεν σειρὰν σημείων $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ Οὕτως, **ἕκαστος χρόνος καὶ τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς αὐτὸν διάστημα θὰ ὀρίζων ἐν σημεῖον τοῦ επιπέδου XOY** . Ἐὰν ἐνώσωμεν ὅλα τὰ σημεῖα ταῦτα $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ διὰ γραμμῆς, ἢ γραμμῆ αὐτῆ λέγομεν, ὅτι **παριστᾷ τὴν παρατηρηθεῖσαν ὁμαλὴν κίνησιν**. Εἶνε δὲ ἡ γραμμῆ αὐτῆ, ἐν τῇ περιπτώσει τῆς ὁμαλῆς κινήσεως, γραμμῆ **εὐθεῖα**.

Ἄντιστρόφως, **δοθείσης τῆς γραμμῆς Oe μιᾶς κινήσεως ὁμαλῆς, τὰ διανυόμενα διαστήματα καὶ οἱ ἀντιστοιχοῦντες χρόνοι καθορίζονται ἐντελῶς διὰ τῶν σημείων τῆς γραμμῆς ταύτης**. Οὕτω διὰ τοῦ σημείου π. χ. γ , γνωρίζομεν ὅτι τὸ κινήτον, ἐντὸς χρόνου OG , ἦτοι 3'', διανύει διάστημα OG' , ἦτοι 15 μέτρων καί, ἀντιστρόφως, τὸ διάστημα OG' , ἦτοι 15 μέτρων, θὰ διανυθῆ ἐντὸς χρόνου OG , ἦτοι 3''.

44. Ὑπὸ ποίους ὄρους γίνεται ἡ εὐθύγραμμος καὶ ὀμαλὴ κίνησις. — Εἰς τὴν εὐθύγραμμον καὶ ὀμαλὴν κίνησιν οὐδὲν μεταβάλλεται. Π. χ. ἡ διεύθυνσις τῆς κινήσεως καὶ ἡ ταχύτης διατηροῦνται αἱ αὐταί. Συμφώνως ὅμως πρὸς τὴν ἀρχὴν τῆς ἀδρανείας (§ 8), διὰ νὰ συμβῆ τοῦτο, πρέπει ἐπὶ τοῦ κινήτου νὰ μὴ ἐνεργῇ δύναμις (ἢ ἐὰν ἐνεργοῦν δυνάμεις, αὐταὶ νὰ ἰσορροποῦν ἀλλήλας). Ἐὰν π. χ. ἐπὶ τοῦ κινήτου ἐνεργῇ δύναμις ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν, ἡ ταχύτης τοῦ κινήτου ἐλαττοῦται.

Ἡ κίνησις ἐνὸς σώματος λοιπὸν εἶνε εὐθύγραμμος καὶ ὀμαλὴ, ὅταν οὐδεμία δύναμις ἐνεργῇ ἐπ' αὐτοῦ. Ἐκ τούτων δὲ ἔπεται ὅτι,



Σχ. 66

ἐὰν ἐπὶ τοῦ κινήτου ἐνεργοῦν δυνάμεις καὶ αἰφνηθῶς αὐταὶ παύσουν νὰ ἐνεργοῦν, τὸ κινήτὸν θὰ ἐξακολουθήσῃ κινούμενον εὐθύγραμμως καὶ ὀμαλῶς καὶ μετὰ ταχύτητος, τὴν ὁποίαν εἶχε καθ' ἣν στιγμὴν ἔπαυσαν ἐνεργοῦσαι αἱ δυνάμεις. Τὴν ταχύτητα αὐτὴν θὰ διατηρήσῃ τὸ σῶμα ἀμετάβλητον πλέον, ἐκτὸς ἐὰν ἐνεργήσουν πάλιν δυνάμεις. Π. χ. λίθος, περιστροφόμενος διὰ σφενδόνης (σχ. 66) καὶ ἀφιέμενος ἐλεύθερος, καθ' ἣν στιγμὴν εὐρίσκεται εἰς τι σημεῖον Γ, ἐκτινάσσεται κατὰ τὴν ἐφαπτομένην ΓΤ τῆς περιφερείας, τὴν ὁποίαν διέτρεχε.

Ὅταν ἡ κίνησις σώματος δὲν εἶνε εὐθύγραμμος καὶ ὀμαλὴ, τοῦτο προέρχεται ἐκ δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἐνεργοῦν ἐπὶ τοῦ σώματος. Ὅταν ἡ κίνησις εἶνε π. χ. καμπυλόγραμμος, δύναμις τις ἐνεργεῖ πλαγίως, πρὸς ἀπομάκρυνσιν τοῦ κινήτου ἀπὸ τῆς εὐθείας γραμμῆς. Ὅταν π. χ. περιστρέφωμεν διὰ τῆς χειρὸς μας λίθον, δεμένον εἰς τὸ ἔν ἄκρον οχοιῖου οὔτως, ὥστε ἡ κίνησις τοῦ λίθου νὰ εἶνε ὀμαλὴ καὶ κυκλικὴ (τροχιὰ κύκλος), ἡ κίνησις αὕτη προέρχεται ἀπὸ τὴν δύναμιν τῆς χειρὸς μας, ἡ

ὁποία σύρει διὰ τοῦ νήματος τὸν λίθον πρὸς τὸ κέντρον τῆς κυκλικῆς τροχιάς του, ὀνομάζεται δὲ ἡ τοιαύτη δύναμις **κεντρομόλος**.

45. Κίνησις μεταβαλλομένη. — Ὅταν τὸ κινήτὸν διανύῃ εἰς ἴσους χρόνους ἄνισα διαστήματα, ἡ κίνησις του ὀνομάζεται **μεταβαλλομένη** ἢ **ἀνισοταχῆς**. Εἰς τὰ ἐπόμενα θὰ σπουδάσωμεν τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων, ἥτοι τὴν κατακόρυφον κίνησιν, τὴν ὁποίαν λαμβάνουν ταῦτα, ὅταν ἀφήνονται ἐλεύθερα, ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ βάρους των.

ΣΠΟΥΔΗ ΤΗΣ ΠΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

46. Πτώσις εἰς τὸ κενόν. — Ὅπως εἶδομεν, τὰ σώματα, ἀφιέμενα ἐλεύθερα, πίπτουν. Ἐὰν ληφθοῦν σίδηρος, χάρτης, βάμβαξ, καὶ ἀφεθοῦν ταυτοχρόνως ὅλα αὐτὰ ἀπὸ τὸ αὐτὸ μέγα ὕψος ἐλεύθερα, θὰ καταπέσουν ὅλα ἀνεξαιρέτως. Θὰ παρατηρήσωμεν ὅμως ὅτι δὲν θὰ φθάσουν εἰς τὸ ἔδαφος ταυτοχρόνως, ἀλλ' ἄλλα μὲν, ὡς ὁ σίδηρος, φθάνουν μεταξύ τῶν πρώτων, ἄλλα δέ, ὡς ὁ χάρτης, ὁ βάμβαξ, πολὺ κατόπιν τούτων.

ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΟΣ. — Τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων δυνάμεθα νὰ σπουδάσωμεν διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος τοῦ Νεύτωνος. Εἰσάγομεν ἐντὸς σωλῆνος (σχ. 67) διάφορα σώματα, ὡς πῖλα, χάρτην, μόλυβδον κ.λ.π. καὶ κατόπιν ἀφαιροῦμεν τὸν ἀέρα (ὅσον τὸ δυνατόν), ὁ ὁποῖος εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος. Ἐὰν νῦν, κρατοῦντες τὸν σωλῆνα ὄρθιον, ἀναστρέψωμεν αὐτὸν ἀποτόμως, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὅλα τὰ σώματα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς μιᾶς ἅκρας τοῦ καὶ φθάνουν εἰς τὴν ἄλλην ταυτοχρόνως. Τοῦτο ὅμως δὲν συμβαίνει, ἐὰν ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ πάλιν ὁ ἀῆρ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, ὅτε ἀναστρέφοντες τοῦτον, θὰ ἴδωμεν ὅτι τὰ σώματα δὲν πίπτουν πλέον ταυτοχρόνως, ἀλλ' ἄλλα, ὡς ὁ μόλυβδος, φθάνουν εἰς τὸ ἄκρον πρώτα, ἄλλα δέ, ὡς τὰ πῖλα,



Σχ. 67

κατόπιν. Ἄρα συνάγομεν, ὅτι *πάντα τὰ σώματα εἰς τὸ κενὸν πίπτουν ταῦτοχρόνως.*

Ἡ αἰτία δέ, διὰ τὴν ὁποίαν τὰ διάφορα σώματα δὲν πίπτουν εἰς τὸν ἀέρα ταῦτοχρόνως, εἶνε ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποίαν παρουσιάζει οὗτος εἰς τὴν κίνησιν τῶν σωμάτων ἐντὸς αὐτοῦ.

Σημειωτέον, ὅτι διάφορα σώματα στερεά, ἔχοντα μέγα εἰδικὸν βάρος (ὡς ὁ σίδηρος, ὁ μόλυβδος) καὶ μορφήν τοιαύτην (π. χ. κωνικήν), ὥστε νὰ ἐλαττωῦται ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος εἰς τὴν κίνησιν των, ἐὰν ἀφεθοῦν ἐν τῷ ἀέρι, *πίπτουν* (διὰ μικρὸν σχετικῶς ὕψος) *πάντα σχεδὸν ταῦτοχρόνως.* Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι, ὑπὸ καταλλήλους ὁρους, *ἡ σπουδὴ τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἐν τῷ κενῷ δύναται νὰ γίνῃ καὶ ἐν τῷ ἀέρι.*

ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ MORIN

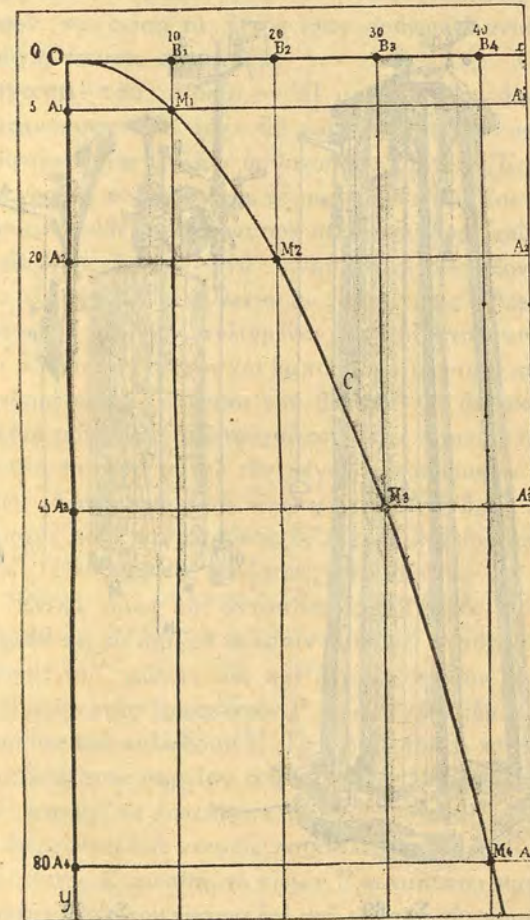
47. Ἀρχὴ τῆς μηχανῆς τοῦ Morin.—Ἡ μηχανὴ τοῦ Morin χρησιμεύει εἰς τὴν σπουδὴν τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων διὰ γραφικῆς μεθόδου. Ἡ ἀρχή, ἐπὶ τῆς ὁποίας βασιζέται ἡ μηχανὴ αὕτη, εἶνε ἡ ἐξῆς.

Ἐστω ὀρθογώνιον τεμάχιον χάρτου Oxy (σχ. 68), ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἔχουν γραφῆ εὐθεῖαι παράλληλοι πρὸς τὰς πλευράς του Ox καὶ Oy καὶ ἴσον ἀπέχουσαι ἀλλήλων. Τὸν χάρτην τοῦτον στηρίζομεν κατακόρυφως ἐπὶ ἐπιπέδου πλακὸς οὕτως, ὥστε ἡ μὲν πλευρὰ Oy νὰ εἶνε κατακόρυφος, ἡ δὲ ἄλλη Ox ὀριζοντία. Ἐνώπιον τοῦ χάρτου καὶ εἰς τὸ σημεῖον O εὐρίσκεται σῶμά τι φέρον ὀριζοντίαν *γραφίδα*, τῆς ὁποίας τὸ ἄκρον ἐφαπτεται τοῦ χάρτου τοιουτοτρόπως, ὥστε ἐὰν κινηθῇ τὸ σῶμα, ἡ γραφίς, κινουμένη μετ' αὐτοῦ, θὰ γράψῃ γραμμὴν ἐπὶ τοῦ χάρτου. Ἐπίσης, ἐὰν τὸ σῶμα μένη ἀκίνητον καὶ κινηθῇ ὁ χάρτης ὀριζοντίως καὶ ὁμαλῶς ἐν τῷ ἐπιπέδῳ του, ἡ γραφίς, ἡ ὁποία τώρα μένει ἀκίνητος, θὰ γράψῃ ἐπὶ τοῦ χάρτου γραμμὴν Ox κάθετον ἐπὶ τῶν κατακόρυφων γραμμῶν αὐτοῦ. Ἐκάστη τῶν κατακόρυφων γραμμῶν τοῦ χάρτου θὰ διέρχεται πρὸ τῆς γραφίδος ἐντὸς ὁρισμένου χρόνου.

ὑποθέσωμεν λοιπὸν ὅτι ὁ χάρτης μένει ἀκίνητος καὶ ὅτι τὸ σῶμα ἀφήνεται ἐλεύθερον καὶ πίπτει. Ἡ γραφίς, συρομένη ἐπὶ τοῦ ἀκινήτου χάρτου, γράφει ἐπ' αὐτοῦ *εὐθεῖαν γραμμὴν κατακόρυφον* Oy. Τοιουτοτρόπως, ἔχομεν γραμμὴν Oy, τῆς ὁποίας τὸ μήκος ἰσοῦται πρὸς τὸ διανυθὲν διάστημα κατὰ τὸν χρόνον τῆς πτώσεως.

Ἐὰν ὁμως, κατὰ τὴν πτώσιν τοῦ σώματος, ὁ χάρτης δὲν μένη ἀκί-

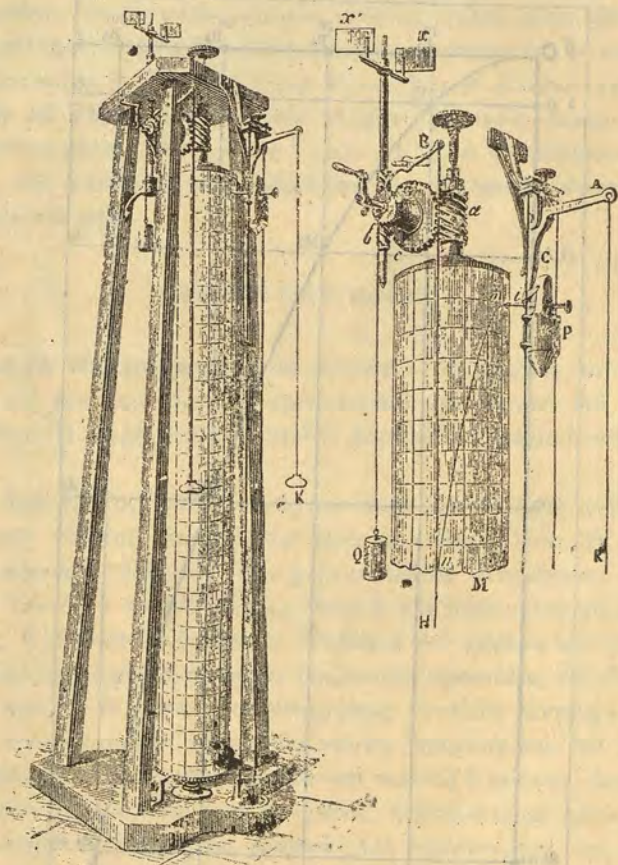
νητος, ἀλλὰ κινεῖται ὁμαλῶς καὶ ὀριζοντίως ἐν τῷ ἐπιπέδῳ του, ἡ γραφίς δὲν γράφει πλέον γραμμὴν εὐθεῖαν, ἀλλὰ καμπύλην τινὰ OC. Ἄς ὑποθέσωμεν, ὅτι ἡ ὁμαλὴ κίνησις τοῦ χάρτου γίνεται μετὰ τοιαύτης ταχύτητος, ὥστε ἐκάστη κατακόρυφος γραμμὴ του νὰ



Σχ. 68

συναντᾶ τὴν γραφίδα ἐντὸς $\frac{1}{10}$ τοῦ δευτερολέπτου. Εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐκκινήσεως τοῦ σώματος, τὸ ἄκρον τῆς γραφίδος εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς πρώτης κατακόρυφου γραμμῆς, ἡ ὁποία φέρει τὸν ἀριθμὸν 0. Μετὰ παρέλευσιν $\frac{1}{10}$ τοῦ δευτερολέπτου, ἡ γραφίς τοῦ πίπτοντος σώματος

συναντᾷ τὴν δευτέραν κατακόρυφον γραμμὴν, ἡ ὁποία φέρει τὸν ἀριθμὸν 10. Κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον $\frac{1}{10}$ τὸ μὲν σῶμα κατέπεσε μέχρι τοῦ M_1 , ἤτοι κατὰ τὸ διάστημα B_1M_1 , ὁ δὲ χάρτης ἐκινήθη κατὰ τὴν μεταξὺ τῶν δύο κατακόρυφων γραμμῶν ἀπόστασιν OB_1 .



Σχ. 69

Σχ. 70

Μετὰ παρέλευσιν ἀκόμη $\frac{1''}{10}$ ἡ γραφίς τοῦ πλπαντος σώματος συναντᾷ τὴν ἐπομένην κατακόρυφον γραμμὴν B_2 , ὅτε τὸ σῶμα ἔχει καταπέση μέχρι τοῦ M_2 , ἤτοι κατὰ B_2M_2 . Ὅθεν ἐντὸς $\frac{2''}{10}$ κατέπεσεν ἀπὸ τοῦ ὕψους B_2 εἰς τὸ M_2 . Καὶ ἐν γένει, μετὰ $\frac{v}{10}$ τοῦ

δευτερολέπτου, ἡ γραφίς θὰ συναντήσῃ τὴν B_n κατακόρυφον γραμμὴν, καὶ τὸ ὕψος, κατὰ τὸ ὁποῖον κατέπεσε τὸ σῶμα, θὰ εἶνε ἴσον πρὸς τὴν ἀπόστασιν τοῦ σημείου τῆς συναντήσεως ταύτης ἀπὸ τὴν ὀριζοντίαν εὐθεΐαν Ox .

Ἡ γραμμὴ λοιπόν, ἡ καταγεγραφομένη τοιουτοτρόπως ὑπὸ τῆς γραφίδος, ἢμπορεῖ νὰ δώσῃ τὰ ἐντὸς ἴσων χρόνων διανυθέντα διαστήματα ὑπὸ τοῦ πλπαντος σώματος.

48. Μηχανὴ τοῦ Morin.— Ἡ μηχανὴ αὕτη ἀποτελεῖται ἀπὸ κύλινδρον κατακόρυφον M (σχ. 69 καὶ 70) βάσεως κυκλικῆς καὶ ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐφαρμόζεται φύλλον ὀρθογωνίου χάρτου. Ἐπὶ τοῦ χάρτου τούτου ἔχουν γραφῇ κατακόρυφοι γραμμαὶ εὐθεΐαι, ἴσον ἀπέχουσαι, καὶ ἕτερα γραμμὴ κάθετος ἐπὶ τούτων καὶ ἐπομένως ὀριζοντία. Ὁ κατακόρυφος κύλινδρος ἢμπορεῖ νὰ κινήθῃ περὶ τὸν ἄξονά του, ὅστις ἄνω ἀπολήγει εἰς κοιλίαν μεταλλινὴν a . Ἡ κίνησις δίδεται ἀπὸ βάρους Q , κρεμάμενον ἀπὸ σχοινίον, τυλιγμένον ἐπὶ ὀριζοντίου κυλίνδρου G , ὁ ὁποῖος φέρει ὀδοντωτὸν τροχὸν καὶ ἢμπορεῖ νὰ στραφῇ περὶ τὸν ἄξονά του. Ὁ κύλινδρος οὗτος G , ἔνεκα τοῦ βάρους Q , ἀναγκάζεται νὰ περιστραφῇ ὅτε διὰ τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ του θέτει εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τὸν κοιλίαν a καὶ μετ' αὐτοῦ τὸν μέγαν κατακόρυφον κύλινδρον M .

Ἴνα ὅμως ἡ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ κυλίνδρου εἶνε ὀμαλή, ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς κινεῖ ταυτοχρόνως δι' ἑτέρου κοιλίου κατακόρυφου b τὸν μύλον xx' . Ἐν ἀρχῇ τῆς κινήσεως, ἡ ταχύτης τοῦ μύλου βαίνει αὐξανομένη. Ἐνεκα ὅμως τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, ἡ ταχύτης αὕτη φθάνει εἰς ὀριόν τι, τὸ ὁποῖον κατόπιν διατηρεῖ σταθερόν, ὅτε ἡ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ μύλου, ὡς καὶ ἡ τοῦ κυλίνδρου M , εἶνε ὀμαλή.

Σῶμα σιδηροῦν κυλινδροκοινικὸν P , φέρον γραφίδα m , δύναται νὰ καταπέση ἐνώπιον τοῦ κυλίνδρου M . Τὸ σῶμα τοῦτο κρατεῖται διὰ δείκτη C εἰς τὸ ἀνώτατον σημεῖον τοῦ κυλίνδρου M οὕτως, ὥστε ἡ ὀριζοντία γραφίς του m νὰ ἐφάπτεται τοῦ χάρτου τούτου. Δύο σύρματα κατακόρυφα διέρχονται διὰ μικρῶν παραπλεύρων δακτυλίων τοῦ σώματος P . Ἐὰν ὁ δείκτης C πιεσθῇ, τὸ σῶμα P καταπίπτει κατὰ μῆκος τῶν συρμάτων καὶ ἡ γραφίς του γράφει ἐπὶ τοῦ χάρτου τὴν γραμμὴν (σχ. 68), ἡ ὁποία θὰ δώσῃ τὰ στοιχεῖα, πρὸς ἐξέτασιν τῆς πτώσεως τοῦ σώματος.

Πρῶτον ἀρχίζει κινούμενον τὸ βᾶρος Q , χωρὶς νὰ ἀφεθῇ τὸ σῶμα P , ὅτε ἡ γραφίς του γράφει ἐπὶ τοῦ χάρτου τοῦ κυλίνδρου ὀριζοντίαν γραμμὴν. **Ἀμα ἡ κίνησις γίνῃ ὀμαλή**, πιέζεται ὁ δείκτης C καὶ τὸ σῶμα P καταπίπτει. Μετὰ τοῦτο ὁ χάρτης ἐκτυλίσσεται ἐκ τοῦ κυλίνδρου καὶ ἀναπτύσσεται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου πίνακος πρὸς ἐξέτασιν.

49. Νόμος τῶν διαστημάτων.— Ὁ χάρτης, ἀναπτυσσόμενος ἐπὶ τοῦ πίνακος, παρουσιάζει τὴν καμπύλην γραμμὴν τῆς πτώσεως.

Ἄς ἴδωμεν νῦν ποία εἶνε τὰ διαστήματα, τὰ διανυθέντα εἰς ἴσους χρόνους, κατὰ τὴν πτώσιν τοῦ σώματος P. Λαμβάνομεν, ὡς μονάδα χρόνου, τὸν χρόνον, ὃ ὁποῖος ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ διανυθῆ ἡ ἀπόστασις μεταξὺ δύο ἀλληλοδιαδόχων γραμμῶν τοῦ χάρτου. Ἐὰν μετρήσωμεν τὰς ἀποστάσεις τῶν σημείων, εἰς τὰ ὁποῖα συναντᾷ ἡ γραφεῖσα καμπύλη OC (σχ. 68) τὰς κατακορύφους γραμμάς, ἀπὸ τὴν εὐθείαν OX, θὰ ἔχωμεν τὰ διανυθέντα διαστήματα ὑπὸ τοῦ πεσόντος σώματος.

Οὕτως εὐρίσκομεν, ὅτι ἐντὸς τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου διανύεται διάστημα B_1M_1 ἴσον π. χ. πρὸς 5 ἑκατοστὸμ. Μετὰ παρέλευσιν δὲ 2, 3 . . . κλπ. μονάδων χρόνου, τὰ διανυθέντα διαστήματα εἶνε εἰς ἑκατοστὸμ. $B_2M_2 = 20$, $B_3M_3 = 45$, $B_4M_4 = 80$. Ἔχομεν λοιπὸν κατὰ τοὺς χρόνους 1, 2, 3 . . . τὰ διαστήματα

$$5 = 5 \times 1^2, \quad 20 = 5 \times 2^2, \quad 45 = 5 \times 3^2, \quad 80 = 5 \times 4^2 \dots$$

Ὡστε τὸ διανυόμενον διάστημα δ ὑπὸ τοῦ πίπτοντος σώματος εἶνε ἴσον πρὸς τὸ γινόμενον τοῦ 5 ἐπὶ τὸ τετράγωνον τοῦ χρόνου x, ἥτοι

$$\delta = 5 \cdot x^2$$

Συμπέρασμα.— Κατὰ τὴν πτώσιν, τὰ διανυόμενα διαστήματα εἶνε ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων, καθ' ὅσως διηγύθησαν.

Ὅρισμός.— *Κίνησις τις εὐθύγραμμος ὀνομάζεται ὀμαλῶς ἐπιταχυνομένη, ὅταν τὰ κατ' αὐτὴν διανυόμενα διαστήματα δ εἶνε ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων, καθ' ὅσως διηγύθησαν, ἥτοι ὅταν ἔχωμεν*

$$\delta = A \cdot x^2$$

ὅπου A εἶνε σταθερὸς ἀριθμὸς καὶ x ὁ χρόνος. Κατὰ τὰ προηγούμενα, ἡ ἐλευθέρη πτώσις τῶν σωμάτων εἶνε κίνησις **εὐθύγραμμος ὀμαλῶς ἐπιταχυνομένη.**

50. Ὅρισμός τῆς ταχύτητος.— Ὡς εἶδομεν προηγουμένως, τὸ πίπτον σῶμα P (σχ. 68) εἰς τὸ τέλος 1 δευτερολέπτου ἔχει διανύσῃ διάστημα 5 π. χ. μέτρων. Μετὰ παρέλευσιν ἐλαχίστου εἰσέτι χρόνου, π. χ. 1 χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου, τὸ διανυθὲν διάστημα εἶνε

$$5 \times (1,001)^2 = 5,01 \text{ μέτρα}$$

ἥτοι, εἰς τὸ τέλος τῶν 1,001 δευτερολέπτων, τὸ διανυθὲν διάστημα εἶνε 5,01 μέτρα.

Ἄρα, εἰς ἓν χιλιοστὸν τοῦ δευτερολέπτου, τὸ πίπτον σῶμα διήνυσε διάστημα 5,01—5 μέτρα = 1 ἑκατοστόμετρον.

Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ πτώσις τοῦ σώματος ἐντὸς τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου (ἐλάχιστος χρόνος) δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς μὴ μεταβληθεῖσα, ἥτοι ὡς κίνησις ὀμαλή, ἡ ταχύτης ταύτης θὰ εἶνε

$$v = \frac{\text{διάστημα 1 ἑκατ.}}{\text{χρόνος 0,001 δευτ.}} = 10 \text{ μέτρα κατὰ δευτερο.}$$

Θὰ λέγωμεν δὲ ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ εἰς τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου εἶνε 10 μέτρα κατὰ δευτερολέπτον. Ὁμοίως δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ταχύτητα τοῦ πίπτοντος σώματος καθ' οἵανδήποτε στιγμήν.

Ὅρισμός.— *Ἡ ταχύτης, κατὰ τινα στιγμήν x, εἶνε τὸ πηλίκον ἐνὸς διαστήματος ἐλαχίστου, τὸ ὁποῖον διανύει τὸ κινητὸν ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης x, διὰ τοῦ χρόνου, καθ' ὃν διηγύθη τὸ ἐλάχιστον τοῦτο διάστημα.*

51. Νόμος τῶν ταχυτήτων.— Ὁ προηγούμενος ὀρισμός, ἐφαρμοζόμενος εἰς τὸ τέλος τῶν 1, 2, 3, 4 . . . δευτερολέπτων εἰς τὸ προηγηθὲν πείραμα, δίδει τὰς ἐξῆς ταχύτητας,

$$10, 20, 30, 40 \dots \text{ μέτρα κατὰ δευτ.}$$

Ἄρα, ἡ ταχύτης εἰς τὴν ὀμαλῶς ἐπιταχυνομένην κίνησιν εἶνε ἀνάλογος τοῦ χρόνου.

ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΝ ΕΠΙΠΕΔΟΝ

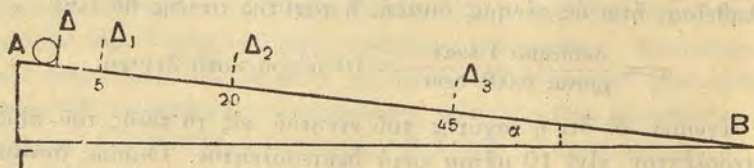
52. Κεκλιμένον ἐπίπεδον.— Ἡ πτώσις τῶν σωμάτων γίνεται, ὑπὸ τὰς συνήθεις περιστάσεις, τόσον ταχέως, ὥστε δύσκολος ἀποβαίνει ἡ ἔρευνά της. Διὰ τοῦτο γίνεται χρῆσις τοῦ **κεκλιμένου ἐπιπέδου** (Γαλιλαῖος) καὶ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood, διὰ τῶν ὁποίων ἐπιβραδύνεται ἡ πτώσις, χωρὶς ἐν τούτοις νὰ ἀπωλέσῃ τοὺς χαρακτηριστικούς νόμους τῆς.

Πρὸς ἐπιβράδυνσιν τῆς πτώσεως, ὁ Γαλιλαῖος ἀφήνει νὰ καταπέση τὸ σῶμα A (σχ. 71) κατὰ μῆκος ἐνὸς κεκλιμένου ἐπιπέδου AB, σχηματίζοντος γωνίαν α μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου BΓ οὔτως, ὥστε τὸ πίπτον σῶμα νὰ διανύσῃ τὴν ὑποτείνουσαν AB τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου ABΓ.

Νόμος τῶν διαστημάτων.— Ἀφήνομεν νὰ πέση σφαῖρα ἐκ τοῦ σημείου A καὶ κατὰ μῆκος τῆς ὑποτείνουσας AB καὶ ἀναζητοῦμεν εἰς

ποιάν θέσιν πρέπει νὰ θέσωμεν ἔμπόδιον Δ εἰς τὸν δρόμον τῆς σφαίρας, ἵνα αὕτη ἐντὸς ἑνὸς δευτερολέπτου κυτλήσῃ τὸ ἔμπόδιον τοῦτο. Ἐστω ὅτι τὸ ἔμπόδιον πρέπει νὰ τεθῆ εἰς ἀπόστασιν $\Delta_1 = 5$ ἑκατοστά.

Κατόπιν ἀναζητοῦμεν εἰς ποίαν θέσιν πρέπει νὰ θέσωμεν τὸ ἔμ-



Σχ. 71

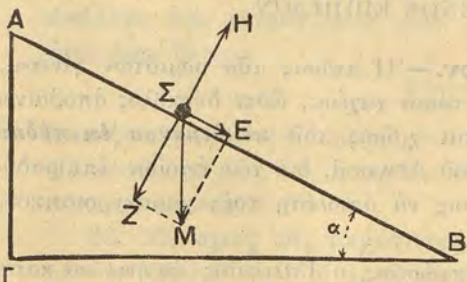
πόδιον, ἵνα ἡ πίπτουσα σφαῖρα φθάσῃ εἰς αὐτὸ ἐντὸς 2". Εὐρίσκομεν τότε ὅτι τὸ ἔμπόδιον πρέπει νὰ τεθῆ εἰς τὴν θέσιν Δ₂, ἢτοι εἰς ἀπόστασιν Δ₂, ἡ ὁποία παρατηροῦμεν ὅτι εἶνε ἴση πρὸς 20 ἑκατοστά. Ὁμοίως εὐρίσκομεν ὅτι διὰ νὰ φθάσῃ ἡ σφαῖρα εἰς τὸ ἔμπόδιον ἐντὸς 3", πρέπει τοῦτο νὰ τεθῆ εἰς ἀπόστασιν Δ₃ = 45 ἑκατοστά.

Ἀηλαδή, ἡ πίπτουσα σφαῖρα διανύει τὰ ἑξῆς διαστήματα.

Εἰς 1	δευτερολέπτον	5	ἑκατ.	= 5 × 1 ²
Εἰς 2	»	20	»	= 5 × 2 ²
Εἰς 3	»	45	»	= 5 × 3 ²

ἢτοι τὰ διανυόμενα ὑπὸ τῆς σφαίρας διαστήματα εἶνε ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων, καθ' οὓς διηνύθησαν.

Σταθερότης τῆς κινητηρίου δυνάμεως.— Τὸ βάρος ΣΜ (σχ.



Σχ. 72

ἐπιπέδου ΑΒ, ἡ δὲ δευτέρα κάθετος ἐπὶ τούτου. Ἡ συνιστώσα ΣΖ πιέζει τὴν σφαῖραν Σ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ΑΒ καὶ ἔξουδετεροῦται ἰσότητος ἀντιστάσεως ΣΗ τούτου. Ἡ κίνησις λοιπὸν τῆς σφαίρας ἐκ τοῦ Α πρὸς τὸ Β ὀφείλεται εἰς μόνην τὴν δυνάμιν ΣΕ. Ἐπειδὴ δὲ τὸ βάρος

72) τῆς σφαίρας, Σ εἶνε δύναμις σταθερὰ καθ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς πτώσεως τῆς σφαίρας κατὰ μῆκος τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου ΑΒ. Ἀλλὰ τὸ βάρος ΣΜ δύναται νὰ ἀναλυθῆ εἰς δύο δυνάμεις ΣΕ καὶ ΣΖ, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μὲν πρώτη εἶνε παράλληλος τῷ

ΣΜ εἶνε δύναμις σταθερὰ καθ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν, ἔπεται ὅτι καὶ ἡ ΣΕ εἶνε δύναμις σταθερὰ καθ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν.

Ἄρα, ἡ κίνησις τῆς σφαίρας ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου γίνεται ὑπὸ δυνάμεως σταθερᾶς καθ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν.

ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΑΤΥΩΟD

53. Μηχανὴ τοῦ Atwood.— Ἡ μηχανὴ τοῦ Atwood (σχ. 73) ἀποτελεῖται ἀπὸ τροχαλίαν Τ λίαν ἑλαφρὰν καὶ λίαν εὐκίνητον, περὶ τὴν ὁποίαν διέρχεται μετάξινον νῆμα· ἐκ τῶν δύο ἄκρων τούτου κρέμανται δύο ἴσα βάρη P₁ καὶ P₂, ἀποτελούμενα ἀπὸ μεταλλίνους κυλίνδρους. Τὸ βάρος τοῦ νήματος εἶνε μηδαμινόν, σχετικῶς πρὸς τὰ κρεμάμενα ταῦτα βάρη. Ἐνεκα τούτου, τὸ σύστημα ἰσορροπεῖ εἴτε τὰ δύο βάρη P₁ καὶ P₂ εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, εἴτε μή.

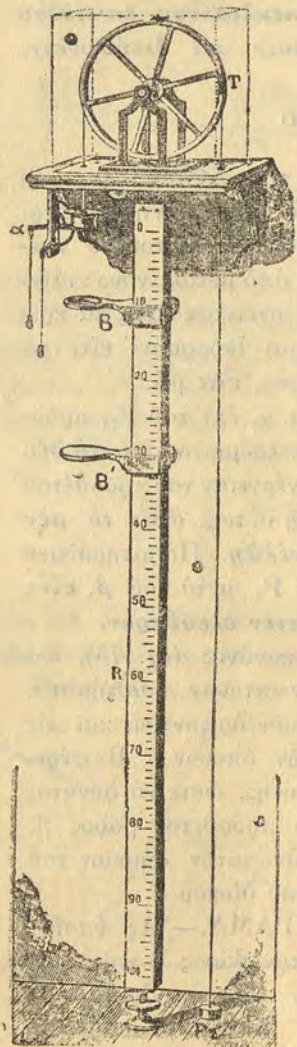
Ἐὰν ὅμως ἐπὶ τοῦ ἑνὸς τῶν δύο βαρῶν, π. χ. ἐπὶ τοῦ P₁, προστεθῆ μικρὸν βάρος β, τότε τὸ σύστημα, τὸ ἀποτελούμενον ἀπὸ τὰ δύο βάρη P₁ καὶ P₂ καὶ τὸ β, θὰ κινηθῆ ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ προσθέτου τούτου βάρους β καὶ ἡ τροχαλία θὰ περιστραφῆ οὕτως, ὥστε τὸ μὲν P₁ μετὰ τοῦ β θὰ καταπέσῃ, τὸ δὲ P₂ θὰ ἀνέλθῃ. Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς γίνεται ἡ πτώσις τοῦ P₁ μετὰ τοῦ β, εἶνε μικροτέρα ἐκεῖνης, ἣν θὰ εἶχε τὸ β, ἂν ἐπιπτεν ἐλεύθερον.

Τὸ σῶμα P₁ πίπτει ἐνώπιον κατακορύφου κανόνος (σχ. 73), ἐπὶ τοῦ ὁποίου μετροῦνται τὰ διανυόμενα κατὰ τὴν πώσιν διαστήματα. Κατὰ μῆκος τοῦ κανόνος ἠμποροῦν τὰ στερεωθοῦν ὀριζοντίως καὶ εἰς διάφορα ὕψη δύο μικροὶ δίσκοι Β καὶ Β', ἐκ τῶν ὁποίων ὁ Β φέρει εἰς τὸ μέσον του κυκλικὴν ὀπὴν διαμέτρου τοιαύτης, ὥστε νὰ δύναται μὲν νὰ διέρχεται τὸ βάρος P₁, οὐχὶ ὅμως καὶ τὸ πρόσθετον βάρος β.

Τὸ βάρος P₁ δύναται νὰ κρατηθῆ εἰς τὸ ἀνώτατον σημεῖον τοῦ κανόνος, ὅπου τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος, διὰ μικροῦ δίσκου α.

54. Νόμος τῶν διαστημάτων.— ΠΕΙΡΑΜΑ.— Ἄς υποθέσωμεν ὅτι τὸ βάρος P₁, φέρον καὶ τὸ πρόσθετον βάρος β καὶ εὐρισκόμενον εἰς τὸ ἀνώτατον ὕψος, τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸν ἀριθμὸν 0 τοῦ κανόνος, ἀφήγεται ἐλεύθερον νὰ καταπέσῃ. Κατὰ τὴν διάρκειαν διαφόρων χρόνων τῆς πτώσεώς του, θὰ διανύσῃ διαστήματα, τὰ ὁποία δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν ὡς ἑξῆς. Ἐκ τῶν δύο δίσκων διατηροῦμεν μόνον τὸν πλήρη Β₁ (σχ. 74) ἐπὶ τοῦ κανόνος. Καὶ ἐν πρώτοις στερεώνομεν τὸν δίσκον Β₁ (σχ. 74) εἰς ὕψος τοιοῦτον, ὥστε τὸ κινητὸν P₁ (μετὰ τοῦ β πάντοτε), ἀναχωροῦν ἐκ τῆς θέσεώς του Α, νὰ φθάσῃ ἐπὶ Β. ΑΙΓΙΝΗΤΟΥ. Φυσικὴ καὶ Χημεία Α', ἐκδ. 10η.

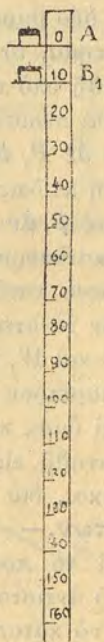
τούτου ακριβῶς ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι τότε ἀπέχει ὁ δίσκος Β, ἀπὸ τοῦ 0 κατὰ 10 ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου,



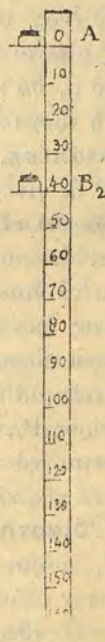
Σχ. 73

ἤτοι ὅτι τὸ ὑπὸ τοῦ κινητοῦ Μ διανυθὲν ἐντὸς 1'' διάστημα AB_1 εἶνε 10 ἑκατοστὰ (σχ. 74).

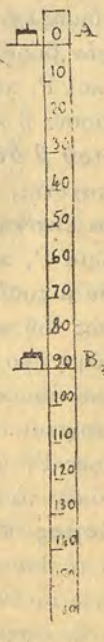
Μετὰ τοῦτο καταβιβάζομεν τὸν δίσκον καὶ στερεώνομεν αὐτὸν εἰς τοιαύτην θέσιν, ὥστε τὸ κινητὸν P_1 (μετὰ τοῦ β πάντοτε), ἀναχωροῦν ἐκ τοῦ σημείου 0 τοῦ κανόνος, νὰ φθάσῃ εἰς τὴν νέαν ταύτην θέσιν B_2 τοῦ δίσκου (σχ. 75) ἐντὸς δύο δευτερολέπτων. Θὰ ἴδωμεν ὅτι τοῦτο συμβαίνει, ἐὰν ὁ δίσκος τεθῇ εἰς



Σχ. 74



Σχ. 75



Σχ. 76

ἀπόστασιν 40 ἑκατοστῶν ἀπὸ τοῦ 0 τοῦ κανόνος. Ἄρα, τὸ κινητὸν διανύει ἐντὸς 2'' διάστημα AB_2 ἴσον πρὸς 40 ἑκατοστὰ. Ὁμοίως εὐρίσκομεν, ὅτι ἐντὸς 3'' τὸ κινητὸν διανύει διάστημα 90 ἑκατοστῶν (σχ. 76).

Οὕτως, ἐντὸς χρόνων 1'', 2'', 3'', κλπ. διανύονται διαστήματα 10, 40, 90 κλπ. ἑκατοστῶν, τὰ ὅποια εἶνε :

$$10 = 10 \times 1^2, \quad 40 = 10 \times 2^2, \quad 90 = 10 \times 3^2, \quad \text{κλπ.}$$

Τὰ διανυθέντα λοιπὸν διαστήματα εἶνε ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων 1, 2, 3, κλπ. καθ' ὅσως διηγύθησαν, ἤτοι, ἡ κίνησις εἶνε ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη.

55. Ἐπαλήθευσις τῆς ἀρχῆς τῆς ἀδρανείας. — Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀδρανείας (§ 8), ἡ κίνησις σώματος, μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐνεργείας τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐφαρμοσμένης δυνάμεως, εἶνε εὐθύγραμμος καὶ ὁμαλή, ἤτοι ἔχει ταχύτητα σταθεράν.

Τοῦτο δυνάμεθα νὰ ἐπαληθεύσωμεν διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood ὡς ἔξῃς. Στερεώνομεν τὸν διάτρυτον δίσκον B_1 (σχ. 76) εἰς τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὅποιον φθάνει τὸ βάρος P_1 μετὰ τοῦ β ἐντὸς 1'', ἤτοι, ὡς εἶδομεν, εἰς ἀπόστασιν 10 ἑκατοστῶν ἀπὸ τὸ 0 τοῦ κανόνος. Ἐὰν τώρα ἀφεθῇ ἐλεύθερον τὸ P_1 , νὰ κινηθῇ μετὰ τοῦ β, ὅταν θὰ φθάσουν ταῦτα εἰς τὸν ἔχοντα ὀπὴν δίσκον Β, τὸ μὲν βάρος P_1 θὰ διέλθῃ καὶ θὰ ἐξακολουθήσῃ κινούμενον, ἐνῶ τὸ β θὰ παραμείνῃ ἐπὶ τοῦ δίσκου τούτου Β. Ἐὰν ἴδωμεν τί εἶδος εἶνε ἡ κίνησις αὕτη, ἡ ὁποία ἐξακολουθεῖ χωρὶς τὸ β.

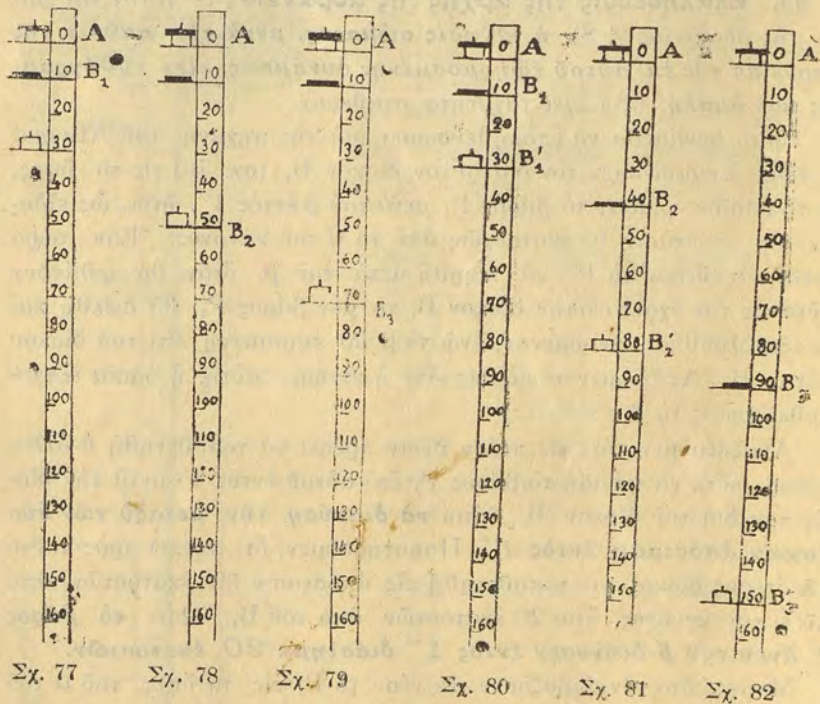
Ἀναζητοῦμεν τότε εἰς ποίαν θέσιν πρέπει νὰ τοποθετηθῇ ὁ ἄλλος δίσκος, ὥστε νὰ φθάσῃ τὸ βάρος P_1 ἐπ' αὐτοῦ ἐντὸς 1'' μετὰ τὴν διόδόν του διὰ τοῦ δίσκου B_1 , ἤτοι νὰ διανύσῃ τὴν μεταξὺ τῶν δύο δίσκων ἀπόστασιν ἐντὸς 1''. Παρατηροῦμεν, ὅτι πρέπει πρὸς τοῦτο ὁ δεύτερος δίσκος νὰ τοποθετηθῇ εἰς ἀπόστασιν 30 ἑκατοστῶν ἀπὸ τοῦ 0 τοῦ κανόνος, ἤτοι 20 ἑκατοστῶν ἀπὸ τοῦ B_1 . Ὄστε τὸ βάρος P_1 ἄνευ τοῦ β διήνυσεν ἐντὸς 1'' διάστημα 20 ἑκατοστῶν.

Μετὰ τοῦτο ἀναβιβάζομεν ἐκ νέου τὸ P_1 εἰς τὸ ὕψος τοῦ 0 τοῦ κανόνος καὶ τοποθετοῦμεν πάλιν τὸ βάρος β ἐπὶ τοῦ P_1 . Ἐπαναλαμβάνομεν δὲ τὸ αὐτὸ πείραμα ὁμοίως καὶ ἀναζητοῦμεν τώρα νὰ ἴδωμεν εἰς ποίαν θέσιν πρέπει νὰ στερεωθῇ ἐπὶ τοῦ κανόνος ὁ δίσκος B_2 (σχ. 77), ἵνα τὸ κινητὸν P_1 (ἄνευ τοῦ β) φθάσῃ ἐπ' αὐτοῦ ἐντὸς 2'' μετὰ τὴν διὰ τοῦ πρώτου διόδόν του. Ἀνευρίσκομεν τότε ὅτι ὁ δίσκος B_2 πρέπει πρὸς τοῦτο νὰ τοποθετηθῇ εἰς ἀπόστασιν 50 ἑκατοστῶν ἀπὸ τοῦ 0, ἤτοι εἰς ἀπόστασιν 40 ἑκατοστῶν ἀπὸ τοῦ ἄλλου B_1 . Ὄστε τὸ βάρος P_1 ἄνευ τοῦ β, διήνυσεν ἐντὸς 2'' διάστημα 40 ἑκατοστῶν (ἀπὸ τὸ 10 ἕως τὸ 50). Ὁμοίως εὐρίσκομεν, ὅτι ἐντὸς 3'' διανύει διάστημα 60 ἑκατοστῶν καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

Ἐντὸς λοιπὸν χρόνων 1'', 2'', 3'', κλπ. τὰ διανυόμενα διαστήματα εἶνε 20, 40, 60 κλπ., τὰ ὁποῖα εἶνε

$$20 = 20 \times 1, \quad 40 = 20 \times 2, \quad 60 = 20 \times 3 \dots$$

ἤτοι *ἀνάλογα τῶν χρόνων 1, 2, 3, κλπ. καθ' οὗς διηγήθησαν* καί, ἐπομένως, *ἡ κίνησις εἶνε ὁμαλή*. Εἶνε δὲ καὶ εὐθύγραμμος. Ἄρα *ἡ κίνησις τοῦ σώματος, διὰ παύση ἐνεργοῦσα ἐπ' αὐτοῦ ἡ δύναμις, γίνεται εὐθύγραμμος καὶ ὁμαλή*.



Σχ. 77 Σχ. 78 Σχ. 79 Σχ. 80 Σχ. 81 Σχ. 82

Σημειωτέον, ὅτι ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς κινεῖται τὸ σῶμα P₁, μόνον, εἶνε ἐκεῖνη, τὴν ὁποίαν εἶχεν, ὅταν ἀπεσπάρθη ἐξ αὐτοῦ τὸ πρόσθετον βάρος β, ἤτοι ἡ προκαλοῦσα τὴν κίνησιν δύναμις.

56. Νόμος τῶν ταχυτήτων.— Ἄς ζητήσωμεν νῦν νὰ ἴδωμεν ποῖα εἶνε ἡ ταχύτης τοῦ P₁, κινουμένου οὐχὶ μόνου, ἀλλὰ μετὰ τοῦ βάρους β, ἐντὸς 1'', 2'', 3'' κλπ. πτώσεως.

ΠΕΙΡΑΜΑ.— Πρὸς μέτρησιν τῆς ταχύτητος εἰς τὸ τέλος τοῦ 1'', ἀφαιροῦμεν τὸ β, διὰ τοῦ δίσκου B₁ εἰς τὸ τέλος τοῦ χρόνου τούτου. Ἐἶδομεν δέ, ὅτι μετὰ τοῦτο τὸ βάρος P₁ μόνον θὰ φθάσῃ ἐντὸς 1'' εἰς ἀπό-

στασιν 20 ἑκατοστῶν ἀπὸ τοῦ B₁ (σχ. 79), ἤτοι ἔχει ταχύτητα ἴσην πρὸς 20 ἑκατοστά.

Μετὰ τοῦτο ἀφαιροῦμεν τὸ βάρος β ἐκ τοῦ P₁ εἰς τὸ τέλος τῶν 2'', τοποθετοῦντες τὸν μετὰ ὀπῆς δίσκον εἰς τὴν θέσιν B₂ (σχ. 80), ἤτοι εἰς ἀπόστασιν 40 ἑκατοστῶν ἀπὸ τοῦ 0 τοῦ κανόνος. Κατόπιν προσδιορίζομεν ποῦ πρέπει νὰ τοποθετηθῇ ὁ ἄλλος δίσκος B'₁, διὰ νὰ φθάσῃ ἐπ' αὐτοῦ τὸ βάρος P₁ ἐντὸς 1'' μετὰ τὴν διὰ τοῦ B₂ διάδοσίν του. Θὰ εὔρωμεν δέ, ὅτι πρέπει νὰ στερεωθῇ οὗτος εἰς ἀπόστασιν 40 ἑκατοστῶν ἀπὸ τοῦ δίσκου B₂. Οὕτως, ἡ νέα ταχύτης τοῦ P₁ εἶνε ἴση πρὸς 40 ἑκατοστά κατὰ 1''. Ὅμοίως εὐρίσκομεν ὅτι, ἐὰν ἐνεργήσῃ ἐπὶ τοῦ P₁ τὸ βάρος β ἐπὶ 3'', ἡ ταχύτης τὸ P₁ εἰς τὸ τέλος τῶν 3'' εἶνε 60 ἑκατοστά κλπ.

Μετὰ παρέλευσιν λοιπὸν 1'', 2'', 3'' κλπ. ἡ ταχύτης τοῦ P₁ μετὰ τοῦ β εἶνε ἴση πρὸς 20, 40, 60 κλπ. ἑκατοστά, τὰ ὁποῖα εἶνε

$$20 = 20 \times 1, \quad 40 = 20 \times 2, \quad 60 = 20 \times 3 \text{ κλπ.}$$

Ἐὰν λοιπὸν παραστήσωμεν διὰ τ τὴν ταχύτητα καὶ διὰ χ τὸν χρόνον, θὰ ἔχωμεν.

$$v = 20 \chi \tag{1}$$

Συμπέρασμα.— *Εἰς τὴν ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένην κίνησιν, ἡ ταχύτης εἶνε ἀνάλογος τοῦ χρόνου.*

Ἐπιτάχυνσις.— Τὰ προηγουμένα ἀποτελέσματα τοῦ πειράματος δεικνύουν ὅτι ἡ ταχύτης

ἀπὸ 0 γίνεται 20 κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ 1ου δευτερολέπτου

$$\begin{aligned} & \gg 20 & \gg 40 & \gg & \gg & \gg 20\text{ου} & \gg \\ & \gg 40 & \gg 60 & \gg & \gg & \gg 30\text{ου} & \gg \text{ κλπ.} \end{aligned}$$

ἤτοι *κατὰ τὴν διάρκειαν ἐκάστου δευτερολέπτου, ἡ ταχύτης αὐξάνεται κατὰ τὴν αὐτὴν ποσότητα 20 ἑκατοστά.*

Ἡ σταθερὰ αὕτη ποσότης, κατὰ τὴν ὁποίαν αὐξάνεται ἡ ταχύτης, κατὰ τὴν διάρκειαν ἐκάστου δευτερολέπτου, ὀνομάζεται *ἐπιτάχυνσις* τῆς κινήσεως. Ἐὰν λοιπὸν παριστῶμεν διὰ γ τὴν ἐπιτάχυνσιν τοιαύτης κινήσεως, ὁ τύπος (1) γίνεται

$$v = \gamma \chi \tag{2}$$

Ἡ ἐπιτάχυνσις γ εἶνε ἴση πρὸς τὴν ταχύτητα, τὴν ὁποίαν λαμβάνει τὸ κινητὸν κατὰ τὸ πρῶτον δευτερολέπτου καὶ *διπλασία τοῦ διαστήματος*, τοῦ διανυομένου κατὰ τὸν χρόνον τούτου.

57. Νόμος τῆς ἀναλογίας τῶν δυνάμεων πρὸς τὰς ἐπιταχύνσεις. — ΠΕΙΡΑΜΑ. — Ἐὰς ὑποθέσωμεν ὅτι $P_1 = P_2 = 490$ γράμμα καὶ $\beta = 20$ γράμμα, ἤτοι $P_1 + P_2 + \beta = 1000$ γράμμα. Ἀπὸ τὸ σῶμα P_2 ἀφαιροῦμεν 10 γράμμα καὶ τὰ θέτομεν ἐπὶ τοῦ P_1 . Τοιοῦτοτρόπως ἔχομεν $P_1 = P_2 = 480$ γράμμα καὶ $\beta' = 40$ γράμμα, ἤτοι τὸ ἄθροισμα $P_1 + P_2 + \beta'$ εἶνε πάλιν 1000 γρ. ἀλλ' εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ σύστημα κινεῖται ὑπὸ τῆς δυνάμεως $\beta = 20$ γρ. ἐνῶ εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν τὸ σύστημα κινεῖται ὑπὸ τῆς διπλασίας δυνάμεως $\beta' = 40$ γρ. Ὑπὸ τὴν διπλασίαν ταύτην δύναμιν 40 γρ. εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ P , μετὰ 1", 2", 3" κλπ. εἶνε 40, 80, 120 κλπ. ἑκατοστά, ἤτοι **διὰ τῆς διπλασίας δυνάμεως, ἡ ἐπιτάχυνσις ἔγινε διπλασία.** Ὁμοίως εὐρίσκομεν ὅτι, διὰ τριπλασίας δυνάμεως, ἡ ἐπιτάχυνσις γίνεται τριπλασία κλπ.

Συμπέρασμα. — *Ἡ ἐπιτάχυνσις τοῦ κινητοῦ εἶνε ἀνάλογος τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσης δυνάμεως.*

Ἐὰν λοιπὸν $F, F', F'' \dots$ εἶνε διάφοροι δυνάμεις καὶ $\gamma', \gamma'', \gamma''' \dots$ αἱ ἐπιταχύνσεις, τὰς ὁποίας λαμβάνει τὸ κινητὸν ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν ἑκάστης τῶν δυνάμεων τούτων, θὰ ἔχομεν

$$\frac{F}{\gamma} = \frac{F'}{\gamma'} = \frac{F''}{\gamma''} \dots = \text{ποσότης σταθερά.}$$

Σημειωτέον, ὅτι τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο ἀνεύρομεν διὰ τὰ βάρη καὶ τὸ ἐγενικεύσαμεν.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ.

58. Διατύπωσις τῶν νόμων. — Ἐκ τῶν γενομένων πειραμάτων ἐπὶ τῆς ἐλευθέρως πτώσεως τῶν σωμάτων, ἀναχωροῦντων ἐκ τῆς ἠρεμίας, συνάγομεν ὅτι ἡ πτῶσις εἶνε **κίνησις εὐθύγραμμος καὶ ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη** καὶ ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς νόμους.

1ον **Τὰ διανυόμενα διαστήματα εἶνε ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων, καθ' ὅς διηγυθῆσαν.**

2ον **Αἱ ταχύτητες εἶνε ἀνάλογοι τῶν χρόνων.**

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ δ τὸ διανυόμενον διάστημα καὶ τὸν χρόνον διὰ χ , καὶ τ τὴν ταχύτητα εἰς τὸ τέλος τοῦ αὐτοῦ χρόνου καὶ διὰ g τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἣτις ἴσούται πρὸς τὸ διπλάσιον τοῦ διαστήματος A , τοῦ διανυομένου κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλευτον (ἤτοι $A = \frac{1}{2} g \chi^2$).



Σχ. 83

θα ἔχωμεν τοὺς τύπους

$$\delta = \frac{1}{2} g \chi^2 \quad \text{καὶ} \quad \tau = g \chi \quad (1)$$

Ἐκ τούτων λαμβάνομεν καὶ

$$\tau = \sqrt{2g\delta} \quad (2)$$

ἦτοι ἡ ταχύτης, τὴν ὁποίαν ἔχει τὸ κινητὸν, ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πλῆτον ἐλευθέρως, εἶνε ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τοῦ διανυθέντος διαστήματος κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον

Τέλος, ἐκ τοῦ πειράματος τοῦ Νεύτωνος συμπεραίνομεν ὅτι εἰς ἓνα καὶ τὸν αὐτὸν τόπον, ἡ ἐπιτάχυνσις εἶνε ἡ αὐτὴ δι' ὅλα τὰ πλῆτοντα ἐλευθέρως σώματα.

Ἡ ἐπιτάχυνσις g εἶνε, π.χ. εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 45° , ἴση πρὸς 9,81 μέτρα εἰς $1''$, ἦτοι ἴση πρὸς 10 μέτρα περίπου. Εἰς τοὺς πόλους εἶνε $g = 9,83$ καὶ εἰς τὸν Ἰσημερινὸν εἶνε $g = 9,78$.

59. Ὑπὸ ποίους ὅρους γίνεται ἡ ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη κίνησις.— Εἶδομεν ἤδη ὅτι τὸ βάρος σώματός τινος δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς δύναμις σταθερὰ ἐντὸς διαστήματος ἀρκετὰ μεγάλου, διότι αἱ μεταβολαί, τὰς ὁποίας πάσχει ἐκ τῆς μεταθέσεως τοῦ σώματος ἐντὸς τούτου, εἶνε ἀνεπαίσθητοι. Ἰδιαιτέρως δέ, εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων εἰς τὰ προσηγηθέντα πειράματα τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood, τὸ κινητὸν θεωρεῖται ὡς ὑφιστάμενον τὴν ἐπίδρασιν δυνάμεως (ἦτοι τοῦ βάρους) σταθερᾶς καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς πτώσεώς του. Ἄλλ' εὑρομεν ἤδη, ὅτι ἡ κίνησις, τὴν ὁποίαν ἔλαβε τὸ κινητὸν ὑπὸ τοιαύτας περιστάσεις, ἦτο **εὐθύγραμμος καὶ ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη**. Δεχόμενοι, ὅτι πᾶσα δύναμις ἠμπορεῖ νὰ ἐξομοιωθῆ πρὸς τὸ βάρος, συμπεραίνομεν γενικῶς, ὅτι **δύναμις σταθερὰ κατ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν, ἐνεργεῖσα συνεχῶς ἐπὶ σώματος ἀνευ ἀρχικῆς ταχύτητος, μεταδίδει εἰς αὐτὸ κίνησιν εὐθύγραμμον καὶ ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένην**.

Παρατήρησις.— Εἰς τὴν εὐθύγραμμον καὶ ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένην κίνησιν, τὸ κινητὸν διανύει εἰς ἴσους χρόνους ἄνισα διαστήματα καὶ ἐπομένως ἡ κίνησις αὕτη εἶνε μία τῶν μεταβαλλομένων (§ 45).

ΜΑΖΑ. ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΣΧΕΣΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΔΥΝΑΜΕΩΣ ΜΑΖΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΕΩΣ

60. Μᾶζα.— Εἶδομεν προηγουμένως (§ 57) ὅτι ὁ λόγος οἰσθδήποτε δυνάμεως, ἐνεργούσης ἐπὶ ἑνὸς ὠρισμένου σώματος, διὰ τῆς

ἐπιταχύνσεως, τὴν ὁποίαν τότε λαμβάνει τοῦτο, εἶνε μία ποσότης σταθερὰ, τὴν ὁποίαν θα παριστῶμεν διὰ τοῦ m . Δηλαδή, εἰάν $F, F', F'' \dots$ εἶνε διάφοροι δυνάμεις καὶ $\gamma, \gamma', \gamma'' \dots$ αἱ ἐπιταχύνσεις, τὰς ὁποίας λαμβάνει τὸ σῶμα, ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῶν δυνάμεων, ἔχομεν

$$\frac{F}{\gamma} = \frac{F'}{\gamma'} = \frac{F''}{\gamma''} = \dots = m$$

Μία ὁμως καὶ ἡ αὐτὴ δύναμις F , ἐνεργοῦσα ἐπὶ διαφόρων ὁσμάτων, παρέχει εἰς αὐτὰ ἐπιταχύνσεις, ἐν γένει, διαφόρους καί, ἐπομένως, οἱ λόγοι m, m', m'', \dots τῆς δυνάμεως πρὸς τὰς ἐπιταχύνσεις αὐτὰς εἶνε διάφοροι διὰ τὰ σώματα ταῦτα.

Ὁρισμός.— Ὁ λόγος m τῆς δυνάμεως F διὰ τῆς ἐπιταχύνσεως γ , τὴν ὁποίαν παρέχει ἡ δύναμις αὕτη εἰς σῶμα ὠρισμένον, ὀνομάζεται **μᾶζα** τοῦ σώματος τούτου καὶ ἀποτελεῖ **μέγεθος χαρακτηριστικὸν αὐτοῦ**. Οὕτως, ἔχομεν τὴν ἐπομένην θεμελιώδη σχέσιν τῆς Δυναμικῆς.

$$m = \frac{F}{\gamma} \quad \text{ἢ} \quad F = m \times \gamma \quad (1)$$

ἦτοι ἡ δύναμις, ἡ ἐνεργοῦσα ἐπὶ τινος σώματος, εἶνε ἴση πρὸς τὸ γινόμενον τῆς μᾶζης τοῦ σώματος τούτου ἐπὶ τὴν ἐπιτάχυνσιν, τὴν ὁποίαν παρέχει εἰς αὐτὸ ἡ δύναμις.

Μέτρησις τῶν μαζῶν.— Δύο σώματα λέγομεν ὅτι ἔχουν τὴν αὐτὴν μᾶζαν, ὅταν ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς αὐτῆς δυνάμεως κινουῦνται μετὰ τῆς αὐτῆς ἐπιταχύνσεως. Σῶμα τ ἔχει μᾶζαν n φορὰς μεγαλύτεραν τῆς μᾶζης ἄλλου σώματος, ὅταν μία καὶ ἡ αὐτὴ δύναμις δίδῃ εἰς τὸ πρῶτον σῶμα ἐπιτάχυνσιν n φορὰς μικροτέραν ἐκείνης, τὴν ὁποίαν δίδει εἰς τὸ δεύτερον.

Ὡς μονὰς μᾶζης, λαμβάνεται συνήθως τὸ χιλιοστὸν τῆς μᾶζης τοῦ χιλιογράμμου, τοῦ φυλασσομένου εἰς τὸ διεθνὲς γραφεῖον τῶν Σένρες, καλεῖται δὲ ἐπίσης **γραμμον**. Τὸ βάρος τῆς μᾶζης ταύτης γραμμίου εἶνε τὸ καλούμενον γραμμον. Μᾶζα χιλίων γραμμίων εἶνε τὸ **χιλιόγραμμον**.

Ἡ μᾶζα ἑνὸς σώματος εἶνε ποσότης ἀπολύτως ἀμετάβλητος, οἰοδήποτε καὶ ἂν εἶνε οἱ ὅροι, ὑπὸ τοὺς ὁποίους εὑρίσκεται τὸ σῶμα, **μεταβάλλεται δὲ μόνον, ὅταν προστίθεται εἰς τὸ σῶμα ἢ ἀφαιρεῖται ἀπὸ αὐτὸ ΥΛΗ**. Ἡ μᾶζα ἑνὸς σώματος παριστᾷ τὴν ποσότητα τῆς ὕλης, τὴν ὁποίαν τοῦτο περιέχει, ἐκ τούτου δὲ προέρχεται καὶ ἡ σταθερότης τῆς μᾶζης ἑνὸς σώματος.

Μονὰς δυνάμεως.— Ὡς εἶδομεν (§ 39), τὸ βάρος, ὡς μονὰς δυνά-

νάμεως, παρουσιάζει τὸ σοβαρὸν ἐλάττωμα, ὅτι μεταβάλλεται ἀπὸ τόπου εἰς τόπον. Μονάς, τελειῶς ἀνεξάρτητος τοῦ τόπου, εἶνε ἡ κληθεῖσα **δύνη**, ἡ ὁποία ὀρίζεται ἐκ τῆς θεμελιώδους σχέσεως (1). Κατὰ τὴν σχέσιν ταύτην ἐὰν $m=1$ γράμμον καὶ $\gamma=1$ ἑκατοστ. κατὰ δευτερόλεπτον, θὰ ἔχωμεν καὶ $F=1$. Δηλαδή, ἡ **δύνη** εἶνε δύναμις, ἡ ὁποία ἐνεργοῦσα ἐπὶ τῆς μάζης 1 γρ. δίδει εἰς αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν ἴσην πρὸς 1 ἑκατοστὸν κατὰ δευτερόλεπτον. Ἡ δύνη εἶνε ἴση πρὸς τὸ $\frac{1}{981}$ τοῦ βάρους γράμμον ἢ, κατὰ προσέγγισιν, πρὸς τὸ χιλιοστὸν τοῦ βάρους γράμμον, ἥτοι 1000 δύναι εἶνε 1 γράμμον.

Θὰ ἔχωμεν λοιπὸν ἐκ τῆς προηγουμένης ἐξισώσεως (1)

$$F \text{ (δύναι)} = m \text{ (γράμμα)} \times \gamma \text{ (ἑκατοστ. δευτερ.)}$$

Ἐν Ἀθήναις, ὅπου ἡ ἐπιτάχυνσις $g = 981$ ἑκατοστομ. κατὰ δευτερολ. τὸ βάρος F ἑνὸς γραμμαρίου μάζης εἶνε $F = 981$ δύναι. Τὸ βάρος F μάζης ἑνὸς γραμμαρίου εἰς τὸν ἰσημερινὸν, ὅπου τὸ $g = 978$ εἶνε 978 δύναι.

61. Μᾶζα καὶ βάρος.— Ἐὰν B εἶνε τὸ βάρος ἑνὸς σώματος, M ἡ μᾶζά του καὶ g ἡ ἐπιτάχυνσις, τὴν ὁποίαν λαμβάνει τὸ σῶμα πῖπτον ἐλευθέρως εἰς ἓνα τόπον, θὰ ἔχωμεν

$$B = Mg \quad (1)$$

ἐνθα ἡ ἐπιτάχυνσις g εἰς ἓνα τόπον εἶνε ἡ ἴδια δι' ὅλα τὰ σώματα. Ἄρα, ἐὰν B' εἶνε τὸ βάρος ἄλλου σώματος καὶ M' ἡ μᾶζά του, θὰ ἔχωμεν ἐπίσης

$$B' = M' g \quad (2)$$

Ἐὰν δὲ $B=B'$, θὰ εἶνε καὶ $M=M'$, ἥτοι **δύο σώματα, ἔχοντα τὸ αὐτὸ βάρος, ἔχουν καὶ τὴν αὐτὴν μᾶζαν.** Ὄταν λοιπὸν, ζυγίζοντες εἰς τινὰ τόπον δύο σώματα, εὐρίσκωμεν ὅτι ἔχουν τὸ αὐτὸ βάρος, ἔπεται ὅτι ἔχουν καὶ τὴν αὐτὴν μᾶζαν. Τριουτοτρόπως, ὁ ζυγὸς χρησιμεύει καὶ πρὸς ἐξακρίβωσιν **τῆς ἰσότητος τῶν μαζῶν.** Τὴν ἰσότητα δὲ ταύτην τῶν μαζῶν θὰ εὐρωμεν ὅπουδήποτε καὶ ἂν γίνῃ ἡ ζύγισις καὶ τῶν δύο διὰ τοῦ ζυγοῦ.

62. Πυκνότης.— **Πυκνότης** ἑνὸς σώματος ὀνομάζεται **ἡ μᾶζα ἑνὸς κυβικοῦ ἑκατοστομέτρου τοῦ σώματος τούτου.** Συμφώνως πρὸς τὸν ὀρισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους (§ 40), ἡ πυκνότης καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος ἐκφράζονται διὰ τοῦ ἰδίου ἀριθμοῦ. Π. χ. ἡ πυκνότης τοῦ σιδήρου εἶνε 8 γράμμα, ἥτοι 1 κυβ. ἑκατ. ἔχει μᾶζαν 8 γράμμα. Ἀλλὰ καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σιδήρου, ἥτοι τὸ βάρος 1 κυβ. ἑκατ. σιδήρου, εἶνε

8 γράμμα. Ὄταν δύο σώματα ἔχουν τὸν αὐτὸν ὄγκον, τὸ βαρύτερον ἐξ αὐτῶν λέγομεν ὅτι εἶνε **πυκνότερον** τοῦ ἄλλου, τὸ ὁποῖον λέγεται **ἀραιότερον** τοῦ πρώτου. Π. χ. ὁ σιδήρος εἶνε πυκνότερος τοῦ φελλοῦ, ὁ ὁποῖος εἶνε ἀραιότερος τοῦ σιδήρου.

Ἐκ τοῦ προηγουμένου ὀρισμοῦ τῆς πυκνότητος ἔπεται ὅτι ἡ πυκνότης d ἑνὸς σώματος ἰσοῦται πρὸς τὸ πηλίκον τῆς μάζης M (εἰς γράμμα) τοῦ σώματος, διὰ τοῦ ὄγκου του O (εἰς κυβ. ἑκατ.), ἥτοι

$$d = \frac{M}{O}$$

63. Ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τῆς μάζης.— Ὄταν δξύγονον καὶ ὑδρογόνον ἐνοῦνται καὶ σχηματίζουν ὕδωρ, ἡ μᾶζα τοῦ σχηματισθέντος ὕδατος εἶνε ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν ἐνωθέντων σωμάτων, ἥτοι τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ δξύγονου, ὅπως ἀποδεικνύει ὁ ζυγός. Ἐπίσης, τεμάχιον σιδήρου, ἐὰν διαιρεθῇ εἰς δύο, τρία κλπ. μέρη, τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν μερῶν τούτων εἶνε ἴσον πρὸς τὴν μᾶζαν τοῦ ἀρχικοῦ τεμαχίου σιδήρου.

Καί, γενικῶς, ἐπαληθεύεται πάντοτε ἡ ἐξῆς ἀρχὴ τοῦ Lavoisier' **ἡ μᾶζα τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα ὑφίστανται διαφορῶς φυσικῶς ἢ χημικῶς μεταβολάς, μένει σταθερά.**

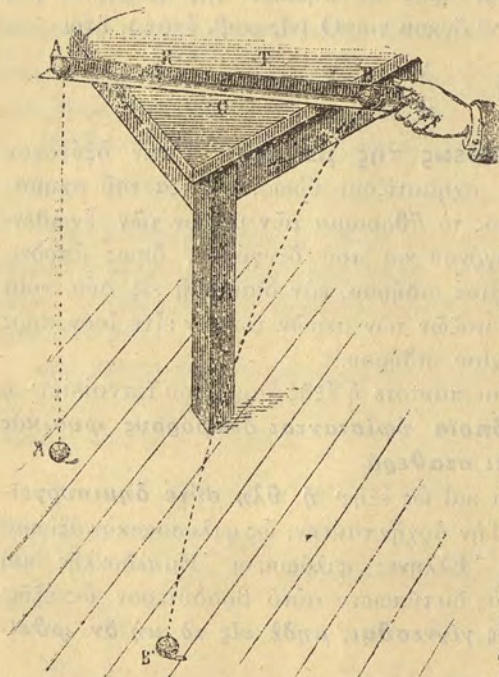
Ἡ αὐτὴ ἀρχὴ ἐκφράζεται καὶ ὡς ἐξῆς' **ἡ ὕλη οὔτε δημιουργεῖται, οὔτε καταστρέφεται.** Τὴν ἀρχὴν ταύτην, ὡς φιλοσοφικὸν ἀξίωμα εἶχον διατυπώσει πρῶτοι οἱ Ἕλληνες φιλόσοφοι Ἐμπεδοκλῆς καὶ Ἀναξαγόρας, ὁ δὲ Δημόκριτος διετύπωσεν αὐτὸ βραδύτερον ὡς ἐξῆς' **Μηδέν τι ἐκ τοῦ μὴ ὄντος γίνεσθαι, μηδὲ εἰς τὸ μὴ ὄν φθείρεσθαι.**

ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΩΝ ΒΑΗΜΑΤΩΝ

64. Γενίκευσις τοῦ προβλήματος τῆς πτώσεως.— Κατὰ τὴν προηγουμένην σπουδὴν τῆς πτώσεως, ὑπεθέσαμεν ὅτι τὸ πῖπτον σῶμα ἀνεχώρει ἐκ τῆς ἠρεμίας. Ἐὰν ὅμως τὸ κινητὸν δὲν ἀναχωρῇ ἐκ τῆς ἠρεμίας, ἀλλ' ἔχει ἀρχικὴν τινὰ ταχύτητα, ποίαν κίνησιν θὰ λάβῃ, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν μόνον τοῦ βάρους;

ΠΕΙΡΑΜΑ 1.— Ἄς ἐξετάσωμεν πρῶτον τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ πῖπτον σῶμα ἔχει ἀρχικὴν ταχύτητα ὀριζοντίαν. Κανὸν R (σχ. 84) ἤμπορεῖ νὰ στραφῇ περὶ ἄξονα O (καρφίον κατακόρυφον ἐπὶ τραπέζης). Εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ κανόνος ὑπάρχουν δύο σφαιρίδια A καὶ B . Ἐὰν στρέψωμεν ὀλίγον καὶ ἀποτόμως τὸν κανόνα κατὰ τὴν

διεύθυνσιν τῶν βελῶν τοῦ σχήματος, τὸ μὲν σφαιρίδιον Α πίπτει ἄνευ ἀρχικῆς ταχύτητος, τὸ δὲ σφαιρίδιον Β, ἐπειδὴ ὑπέστη ὀριζοντίαν ὄθησιν, ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς θέσεώς του μετ' ἀρχικῆς τινος ταχύτητος ὀριζοντίας καὶ πίπτει. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι **καὶ τὰ δύο σφαιρίδια φθάνουν εἰς τὸ ἔδαφος οὐγχρόνως**, ἐνῶ τὸ μὲν Α διέτρεξε κατακόρυφον τροχίαν ΑΑ', τὸ δὲ Β διέτρεξε τὴν καμπύλην τροχίαν ΒΒ', ἥτις εἶνε μακροτέρα τῆς ΑΑ'. Καθ' ὕψος ὅμως καὶ τὰ δύο σφαιρίδια κατέπεσαν κατὰ τὸ αὐτὸ ποσόν, ἥτοι τὸ σφαιρίδιον Β κατέπεσε κατακορύφως τόσον, ὅσον καὶ τὸ σφαιρίδιον Α, τὸ ὁποῖον ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς ἠρεμίας. **Τὸ ἀποτέλεσμα λοιπὸν τῆς ἐνεργείας τοῦ βάρους εἶνε τὸ αὐτὸ καὶ διὰ τὰ δύο σφαιρίδια, ἥτοι ἀνεξάρτητον τῆς ἀρχικῆς ταχύτητος τοῦ σώματος.**



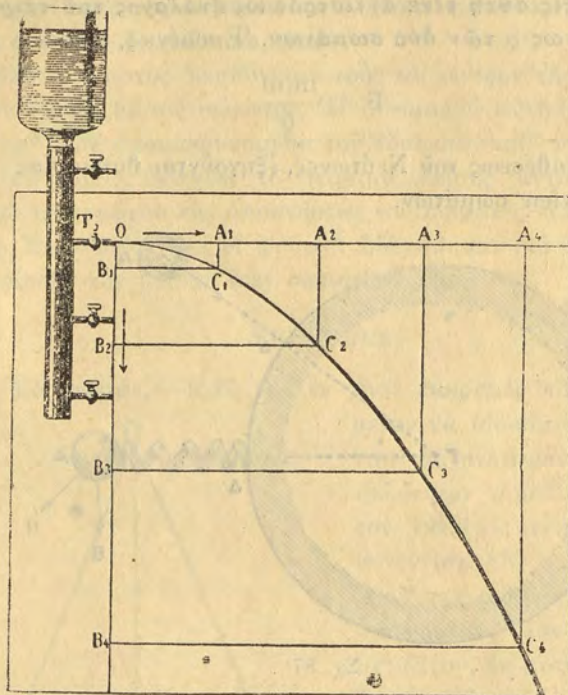
Σχ. 84

ἔχει ταχύτητα ὀριζοντίαν καὶ πίπτει διατρέχον τροχίαν $OC_1C_2C_3C_4$. Ἐὰν διὰ λαμπτήρος σχηματίσωμεν ἐπὶ κατακορύφου πετάσματος τὴν σκιάν $OC_1C_2C_3C_4$ τοῦ φέροντος ὕδατος καὶ μετρήσωμεν τὰς τεταγμένας A_1C_1, A_2C_2, \dots τὰς ἀντιστοιχοῦσιν εἰς σημεῖα A_1, A_2, \dots , ἴσον ἀπέχοντα, εὐρίσκουμεν ὅτι ἡ τροχία $OC_1C_2C_3C_4$ εἶνε **παραβολή**, ὅπως καὶ ἡ καμπύλη (σχ. 68) τῆς μηχανῆς Morin.

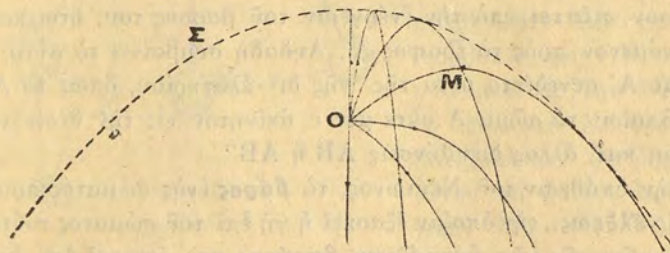
ΠΕΙΡΑΜΑ 3.— Ὅμοίως, διὰ σχηματισμοῦ τῆς σκιᾶς, εὐρίσκουμεν ὅτι τὸ ὕδωρ, τὸ ἐκπεμπόμενον ἐκ σωλῆνος Ο (σχ. 86) ὑπὸ διαφόρους κλίσεις (πίδακες), ἀκολουθεῖ τὰς τροχιάς τοῦ σχήματος, ὡς ἡ ΟΜ, αἱ ὁποῖαι εἶνε **παραβολαί**.

ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΕΛΞΙΣ

65. Παγκόσμιος ἔλξις. — Ὁ Νεύτων, ἀναζητῶν νὰ ἐξηγήσῃ τοὺς



Σχ. 85



Σχ. 86

νόμους τῆς κινήσεως τῶν πλανητῶν, ἔφθασεν εἰς τὴν ὑπόθεσιν ὅτι μεταξὺ δύο οἰωνδήποτε σωμάτων (1) ἐξασκεῖται **ἐλκτική δύναμις**, ἡ ὁποία ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς νόμους.

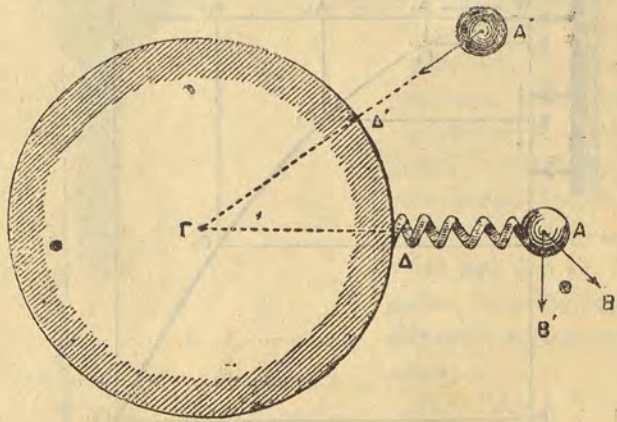
(1) Αἱ διαστάσεις τῶν σωμάτων ὑποτίθενται λίαν μικραὶ οὕτως, ὥστε νὰ ἠμποροῦμεν νὰ τὰ λάβωμεν ὡς σημεῖα,

1ον. Ἡ μεταξὺ τῶν δύο σωμάτων ἔλξις F εἶνε ἀνάλογος τῶν μαζῶν των m καὶ m'.

2ον. Ἡ ἔλξις αὕτη εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως ρ τῶν δύο σωμάτων. Ἐπομένως, ἔχομεν

$$F = \frac{m \cdot m'}{\rho^2}$$

Διὰ τῆς ὑποθέσεως τοῦ Νεύτωνος, ἐξηγοῦνται θαυμασίως αἱ κινήσεις τῶν οὐρανίων σωμάτων.



Σχ. 87

66. Βαρύτης.—Ἐπὶ τῆς γῆς πᾶν σῶμα A' (σχ. 87), ἀφιέμενον ἐλευθερον, *πίπτει* ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ βάρους του, ἤτοι κινεῖται διευθυνόμενον πρὸς τὸ ἔδαφος Δ', δηλαδὴ συμβαίνει τὸ αὐτό, ὡς ἐὰν τὸ σῶμα A' συνεδέετο μετὰ τῆς γῆς δι' ἐλατηρίου, ὅπως τὸ AΔ, ἕνεκα τοῦ ὁποίου τὸ σῶμα A οὔτε μένει ἀκίνητον εἰς τὴν θέσιν του, οὔτε κινεῖται κατ' ἄλλας διευθύνσεις AB ἢ AB'.

Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Νεύτωνος, τὸ **βάρος** ἐνὸς σώματος προέρχεται ἐκ τῆς **ἔλξεως**, τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ ἡ γῆ ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου. Ἡ ἔλξις δὲ αὕτη τῆς γῆς ὀνομάζεται **βαρύτης** καὶ ἐνεργεῖ ἐπὶ ὅλων ἀνεξαιρέτως τῶν σωμάτων, ὑπὸ οἰασδήποτε περιστάσεις καὶ ἂν εὐρίσκωνται ταῦτα.

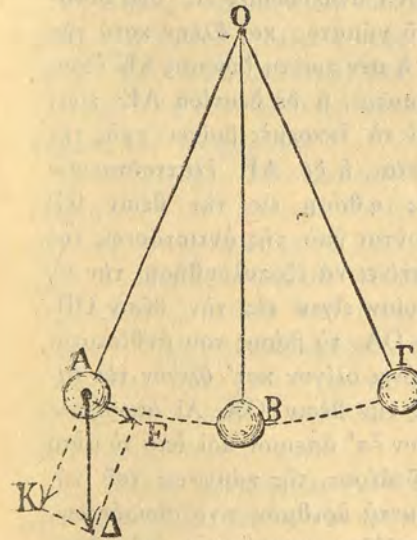
Ἐὰν σώματά τινα, ὅπως τὰ ἀερόστατα, δὲν καταπίπτουν, ἀλλ' ἀνυψώνονται, τοῦτο προέρχεται οὐχὶ διότι δὲν ἔλκονται καὶ αἰτὰ ἐπὶ τῆς γῆς, ἀλλ' ἐκ τῆς ἐνεργείας τῶν ἄλλων δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι **ἱπερνικοῦν** τὴν ἔλξιν καὶ προκαλοῦν τὴν ἀνύψωσιν.

Ἔλα τὰ φαινόμενα τῆς βαρύτητος, ὡς καὶ τῶν κινήσεων τῶν οὐρανίων σωμάτων, δίδουν τὸ συμπέρασμα ὅτι **ἡ βαρύτης εἶνε ἡ μερική περιπίπτωσις τῆς παγκοσμίου ἔλξεως, ἡ ὁποία ἐξασκεῖται ὑπὸ τῆς γῆς ἐπὶ τῶν λοιπῶν σωμάτων.**

Τὸ βάρος σώματος διευθύνεται πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς καὶ εἶνε ἀνάλογον τῆς μάζης τοῦ σώματος. Ἡ δύναμις δὲ αὕτη (τὸ βάρος) ἐλαττοῦται, ἐφ' ὅσον ἀπομακρυνόμεθα τοῦ ἐδάφους καθ' ὕψος (§ 39) καὶ μάλιστα εἶνε, ὅπως δεικνύει τὸ πείραμα, ἐπίσης ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως τοῦ σώματος ἀπὸ τοῦ κέντρον τῆς Γῆς. Σημειωτέον, ὅτι οἱ φυσικοὶ ἠδυνήθησαν διὰ πειραμάτων νὰ προσδιορίσουν τὴν μεταξὺ δύο σωμάτων ἔλξιν.

ΕΚΚΡΕΜΕΣ

67. Ἐκκρεμές.—Καλεῖται, ἐν γένει, **ἐκκρεμές** πᾶν σῶμα, δυνάμενον νὰ αἰωρηθῆται περὶ ὀριζόντιον καὶ σταθερὸν ἄξονα ἢ περὶ ἀκλόνητον σημεῖον.



Σχ. 88

Ἐκκρεμές εἶνε τὸ ἀποτελούμενον (σχ. 88) ἐκ μεταλλίνου μικροῦ σφαιριδίου B, κρεμασμένου διὰ νήματος λίαν ἐλαφροῦ, π.χ. μεταξίνου, ἐκ σταθεροῦ καὶ ὀριζοντίου ἄξονος O.

Ἐὰν τὸ ἐκκρεμές τοῦτο ἀπομακρυνόμενον ἀπὸ τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας του OB καὶ, ἀφοῦ τὸ φέρωμεν εἰς τὴν OA, κατόπιν τὸ ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἀρχίζει κινούμενον καὶ βαῖνον πρὸς τὴν ἀρχικὴν θέσιν του OB, με ταχύτητα αὐξανομένην. Κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην, τὸ κέντρον τοῦ σφαιριδίου B διαγράφει τόξον κύκλου AΓ. Τὸ ἐκκρεμές, ἀφοῦ φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν OB, δὲν σταματᾷ, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ τὴν κίνησιν του, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ κέντρον τοῦ σφαιριδίου διαγράφει τὸ τόξον AΓ με ταχύτητα ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἐλαττουμένην. Εἰς τινὰ θέσιν OΓ, τὸ ἐκκρεμές παύει ἀνερχόμενον καὶ ἀρχίζει πάλιν κινούμενον ἀντιθέτως, ὅτε τὸ σφαιρίδιον διαγράφει τὸ τόξον ΓA. Ἡ μετάβασις τοῦ ἐκκρε-

μοῦς ἀπὸ τὴν θέσιν OA εἰς τὴν συμμετρικὴν OG ὀνομάζεται **αἰώρησις** αὐτοῦ, ἡ δὲ γωνία AOB **πλάτος** ταύτης. **Μῆκος** τοῦ ἔκκρεμοῦς εἶνε ἡ ἀπόστασις τοῦ σημείου τῆς ἐξαρθήσεως O ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ σφαιριδίου B.

Τὸ ἔκκρεμές, μετὰ τὴν πρώτην αἰώρησιν μέχρι τῆς θέσεως OG καὶ τὴν ἐπάνοδόν του πρὸς τὴν θέσιν OA, ἐξακολουθεῖ ἐκτελοῦν ὁμοίας αἰωρήσεις, **ὧν ὅμως τὸ πλάτος διηνηκῶς ἐλαττοῦται**. Μετὰ τινὰ ἀριθμὸν τοιούτων αἰωρήσεων, τὸ ἔκκρεμές τέλος σταματᾷ εἰς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας OB.

Τὸ ἔκκρεμές εἶνε ἐν ἰσορροπία εἰς τὴν θέσιν OB, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ διεύθυνσις τοῦ βάρους του διέρχεται διὰ τοῦ O καί, ἐπομένως, ἡ ἀντίστασις τούτου ἐξουδετερώνει τὸ βάρος (§ 21).

Ἡ κίνησις τοῦ ἔκκρεμοῦς ἐκ τῆς θέσεως OA πρὸς τὴν OB προκαλεῖται ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ σφαιριδίου (τὸ βάρος τοῦ νήματος θεωρεῖται μηδαμινόν). Ἐάν τὸ βάρος τοῦτο AD ἀναλύσωμεν εἰς δύο δυνάμεις μίαν κατὰ τὴν διεύθυνσιν AK τοῦ νήματος καὶ ἄλλην κατὰ τὴν κάθετον ἐπὶ ταύτης AE, βλέπομεν, ὅτι ἡ μὲν πρώτη δύναμις AK ἐξουδετεροῦται ἀπὸ τὴν ἀντίστασιν τοῦ νήματος, ἡ δὲ δευτέρα AE κινεῖ τὸ ἔκκρεμές πρὸς τὴν OB. Ἐφόσον δὲ τὸ ἔκκρεμές βαίνει πρὸς τὴν θέσιν OB, ἡ μὲν δύναμις AK ἀυξάνεται, ἡ δὲ AE ἐλαττοῦται καὶ τέλος γίνεται μηδέν, ὅταν τὸ ἔκκρεμές φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν OB. Εἰς τὴν θέσιν OB, τὸ βάρος ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀξονος O καί, ἐπομένως, τὸ ἔκκρεμές τείνει νὰ ἐξακολουθήσῃ τὴν κίνησιν του μετὰ τὴν ταχύτητα, τὴν ὁποίαν εἶχεν εἰς τὴν θέσιν OB. Ἄλλ' ἐφόσον προχωρεῖ πρὸς τὴν θέσιν OA, τὸ βάρος του ἀνθίσταται εἰς τὴν ἀνύψωσίν του αὐτὴν καὶ ἐλαττώνει ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὴν ταχύτητά του, μέχρις ὅτου τὸ σταματᾷ εἰς τὴν θέσιν OA. Αἱ αἰωρήσεις τοῦ ἔκκρεμοῦς ἔπρεπε νὰ ἐξακολουθήσουσαν ἐπ' ἀπειρον καὶ ὑπὸ τὸ αὐτὸ πλάτος, ἀλλ' ἔνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, τῆς κάμψεως τοῦ νήματος καὶ ἄλλων αἰτίων, τὸ ἔκκρεμές, μετὰ ἀριθμὸν τινὰ αἰωρήσεων, γινομένων ὑπὸ πλάτος ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερον, ἐπὶ τέλος ἀκίνηται εἰς τὴν θέσιν OB. **Ὅλαι ὅμως αἱ αἰωρήσεις αὐταὶ γίνονται ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου**. Ἴδωμεν νῦν τοὺς νόμους τοῦ ἔκκρεμοῦς.

68. Νόμοι.—Ἐάν μετρήσωμεν τὸν χρόνον, ὃ ὁποῖος ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ γίνουσι π. χ. περὶ τὰς 10 ἀλληλοδιαδόχοι αἰωρήσεις μικροῦ πλάτους καὶ κατόπιν τὸν χρόνον δι' ἄλλας 10 ἐπομένας αἰωρήσεις

πλάτους ἀκέμη μικρότερον, εὐρίσκωμεν καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις τὸν αὐτὸν χρόνον. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν τὸν ἐπόμενον νόμον.

α') **Νόμος τοῦ ἰσοχρόνου τῶν μικροῦ πλάτους αἰωρήσεων.**— **Αἱ αἰωρήσεις τοῦ ἔκκρεμοῦς εἶνε ἰσόχρονοι, ὅταν τὸ πλάτος αὐτῶν εἶνε μικρὸν.**

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Λαμβάνομεν δύο ἢ πλείονα ἔκκρεμῃ ἰσομήκῃ (σχ. 89), ἐκ τῶν ὁποίων τοῦ ἑνὸς τὸ σφαιρίδιον εἶνε ἐκ μολύβδου, τοῦ ἄλλου ἐκ ξύλου ἢ χαλκοῦ κλπ. Ἐάν μετρήσωμεν τὸν χρόνον τῆς αἰωρήσεως τῶν ἔκκρεμῶν τούτων, θ' εὐρωμέν ὅτι εἶνε ὁ αὐτός, ἂν καὶ ἡ οὐσία τῶν σφαιριδίων (ὡς καὶ τὸ βάρος) διαφέρουσι. Ὁ νόμος οὗτος εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὸν πρῶτον νόμον τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων.

β') **Νόμος τῶν οὐσιῶν καὶ τῶν βαρῶν.**— **Ὁ χρόνος λοιπὸν τῆς αἰωρήσεως (ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ) δὲν ἐξαρτᾷ οὔτε ἐκ τῆς οὐσίας, οὔτε ἐκ τοῦ βάρους τοῦ ἔκκρεμοῦς.**

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐάν λάβωμεν π. χ. δύο ἔκκρεμῃ, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν ἐν ἔχει μῆκος 40 ἑκατοστῶν, τὸ δὲ ἄλλο, 160 ἐκ., ἦτοι τὸ τετραπλάσιόν τοῦ πρώτου, θ' ἀ παρατηρήσωμεν ὅτι, καθ' ὃν χρόνον τὸ πρῶτον ἐκτελεῖ δύο αἰωρήσεις, τὸ δευτερον ἐκτελεῖ μίαν, ἦτοι ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως τοῦ δευτέρου εἶνε διπλάσιος τοῦ χρόνου αἰωρήσεως τοῦ πρώτου. Τοιοῦτοτρόπως, ἔχομεν τὸν ἐπόμενον τρίτον νόμον.

γ') **Νόμος τῶν μηκῶν.**— **Οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων τῶν ἔκκρεμῶν εἶνε ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν μηκῶν τῶν.**

69. Τύπος τοῦ ἀπλοῦ ἔκκρεμοῦς.—Ἐάν T εἶνε ἡ περίοδος τοῦ ἔκκρεμοῦς, μ τὸ μῆκος του, g ἡ ἐπιτάχυνσις εἰς τινὰ τόπον ἔχομεν τὸν ἑξῆς τύπον τοῦ ἀπλοῦ ἔκκρεμοῦς

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\mu}{g}}$$

Ἐνθα π εἶνε ὁ γνωστὸς ἀριθμὸς 3,14159.



Σχ. 89

70. Ἐφαρμογὰὶ τοῦ ἐκκρεμοῦς.—1ον *Προσδιορισμὸς τοῦ χρόνου.*—Ἐνεκα τοῦ ἰσοχρόνου τῶν αἰωρήσεων μικροῦ πλάτους, τὸ ἐκκρεμὲς ἐχρησιμοποιήθη εἰς τὴν μέτρησιν τοῦ χρόνου, ἐφαρμοσθὲν εἰς τὰ ὥρολόγια.

2ον *Προσδιορισμὸς τῆς ἐπιταχύνσεως.*—Ὁ χρόνος αἰωρήσεως ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ἐκκρεμοῦς δὲν παραμένει ὁ αὐτός, ὅταν τὸ ἐκκρεμὲς τοῦτο μεταφέρεται ἀπὸ τόπου εἰς τόπον. Αἰτία τούτου εἶνε τὸ ὅτι τὸ βάρος τοῦ σφαιριδίου δὲν εἶνε τὸ αὐτὸ εἰς τοὺς διαφόρους τόπους, ἀλλ' αὐξάνεται πρὸς τοὺς πόλους τῆς Γῆς καὶ ἐλαττοῦται πρὸς τὸν Ἰσημερινὸν αὐτῆς.

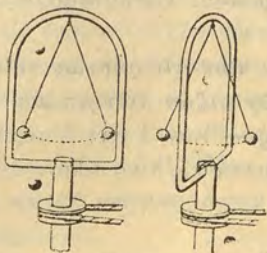
Διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς προσδιορίζεται τὸ g εἰς τινα τόπον. Διότι ἐκ τοῦ προηγουμένου τύπου (1) ἔχομεν.

$$g = \frac{4\pi^2 \mu}{T^2}$$

Μετροῦντες τὸ T καὶ τὸ μ λαμβάνομεν τὸ g .

Κατὰ τὰς γενομένας μετρήσεις, τὸ g μεταβάλλεται μετὰ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους τοῦ τόπου. Οὕτω τὸ g εἶνε ἐν Ἀθήναις ἴσον πρὸς 981 (ἑκατοστόμ.—δευτερόλ.), εἰς τὸν ἰσημερινὸν 978 καὶ εἰς τὸν Πόλον 983. Τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ βάρος μάζης 1 γράμμου εἶνε 981 δύναι ἐν Ἀθήναις, 978 δύναι εἰς τὸν Ἰσημερινὸν καὶ 983 δύναι εἰς τὸν Πόλον, ἢ τοι αὐξάνεται κατὰ τὸ $\frac{1}{200}$ ἐκ τοῦ Ἰσημερινοῦ εἰς τὸν Πόλον.

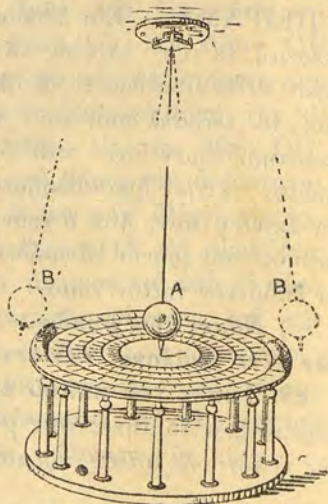
3ον *Ἀπόδειξις τῆς περιστροφῆς τῆς Γῆς.*—Ὁ Foucault ἐχρησιμοποίησε τὸ ἐκκρεμὲς, πρὸς ἀπόδειξιν τῆς κινήσεως τῆς



Σχ. 90

Γῆς περὶ τὸν ἄξονά της.

Ὡς εἶδομεν, τὸ ἐκκρεμὲς ἐκτελεῖ τὰς αἰωρήσεις του πάντοτε ἐντὸς



Σχ. 91

τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου καὶ μάλιστα ἀνεξαρτήτως τῆς κινήσεως τῶν πέριξ αὐτοῦ σωμάτων.

Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου, λαμβάνομεν ὀρθογώνιον καὶ κατακόρυφον πλαίσιον (σχ. 90) καὶ ἐκ τοῦ ἀνωτάτου σημείου του ἐξαγορῶμεν ἐκκρεμὲς. Τὸ πλαίσιον ἠμπορεῖ νὰ περιστραφῇ περὶ ἄξονα κατακόρυφον συμπίπτοντα μετὰ τῆς θέσεως τῆς ἰσοροπίας τοῦ ἐκκρεμοῦς.

Ἐὰν θέσωμεν εἰς κίνησιν τὸ ἐκκρεμὲς καὶ μετὰ τοῦτο περιστρέψωμεν τὸ πλαίσιον, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι αἱ αἰωρήσεις τοῦ ἐκκρεμοῦς γίνονται πάντοτε ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ κατακόρυφου ἐπιπέδου.

Ὁ Foucault ἐκρέμασεν ἐκ τῆς ὀροφῆς τοῦ Πανθέου τῶν Παρισίων ἐκκρεμὲς μήκους 67 μέτρων, τοῦ ὁποίου ἡ σφαῖρα εἶχεν ὑποκάτω βελόνην (σχ. 91). Κάτω δὲ τοῦ ἐκκρεμοῦς, ἐτοποθέτησεν ἄμμον οὕτως, ὥστε κατὰ τὰς αἰωρήσεις τοῦ ἐκκρεμοῦς, ἡ βελόνη τῆς σφαίρας του νὰ ἀφίγη ἐπὶ τῆς ἄμμου τὰ ἴχνη τῆς διαβάσεώς της. Ἐὰν ἡ Γῆ δὲν ἐκινεῖτο, ἔπρεπε τὸ ἐκκρεμὲς νὰ διέλθῃ καθ' ὅλας τὰς αἰωρήσεις του διὰ τοῦ αὐτοῦ ἴχνους. Τοῦναντίον ὅμως, τὸ ἐκκρεμὲς, κατὰ τὰς διαφόρους αἰωρήσεις του, χαράσσει καὶ νέα ἴχνη, βαίνοντα καθ' ὄριστην διεύθυνσιν (ὁμοροπόως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς περιστροφῆς τῆς γῆς). Δοθέντος λοιπόν, ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῶν αἰωρήσεων τοῦ ἐκκρεμοῦς δὲν μεταβάλλεται, συνάγομεν ὅτι ἡ γῆ, ἐπὶ τῆς ὁποίας ὑπάρχει τοποθετημένη ἡ ἄμμος, κινεῖται καὶ παρασύρει καὶ τὴν ἄμμον, ἥτις τοιοῦτοτρόπως χαράσσεται ὑπὸ τοῦ ἐκκρεμοῦς εἰς διάφορα μέρη της.

ΑΡΧΑΙ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

71. Ἀρχὴ τῆς δράσεως καὶ τῆς ἀντιδράσεως.—Ὅταν ἐν σώμα εὐρίσκεται ἐπὶ τραπέζης, πιέζει ταύτην διὰ τοῦ βάρους του καὶ προκαλεῖ κάμψιν της ἀνεπαίσθητον. Ἐκ τῆς κάμψεως ταύτης ἀναπτύσσονται *ελαστικαὶ δυνάμεις*, αἱ ὁποῖαι προσπαθοῦν νὰ ἐπαναφέρουν τὴν τραπέζαν εἰς τὸ ἀρχικόν της σχῆμα καὶ ἐργάζονται ἀντιθέτως πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος, τὸ ὅποιον καὶ ἰσοροποῦν· λέγομεν τότε ὅτι εἰς τὴν *δραῖσιν* τοῦ σώματος (βάρος), ἐγεννήθη *ἀντίδρασις* (ελαστικαὶ δυνάμεις) τῆς τραπέζης ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν δραῖσιν.

Ἐπίσης, ὅταν βάρος κρέμαται ἀπὸ σχοινίον καὶ σύρει αὐτὸ πρὸς τὰ κάτω, τὸ σχοινίον παρουσιάζει ἀντίστασιν (ἀντίδρασις) ἴσην καὶ ἀντίθετον πρὸς τὸ βάρος (δραῖσις) καὶ ἐπέρχεται ἰσοροπία.

Ἐκ τῆς σπουδῆς τοιούτων φαινομένων, δεχόμεθα γενικῶς τὴν ἐπομένην *ἀρχὴν τῆς δράσεως καὶ τῆς ἀντιδράσεως*,

Όταν εν σώμα εξασκῆ ἐπὶ ἄλλου δύναμιν τινα (δρασιν) καὶ τὸ δεύτερον τοῦτο σώμα θά εξασκῆ ἐπὶ τοῦ πρώτου δύναμιν ἴσην καὶ ἀντίθετον (ἀντίδρασιν). Ὁ ἥλιος ἔλκει τὴν Γῆν· ἀλλὰ καὶ ἡ Γῆ ἔλκει τὸν ἥλιον διὰ δυνάμεως ἴσης καὶ ἀντιθέτου.

Ἐπίσης, ὅταν μία δύναμις προσπαθεῖ νὰ κινήσῃ ἐν σώμα, τότε τὸ σώμα τοῦτο, ἐκ τῆς ἀδρανείας του, ἀντιδρᾷ διὰ δυνάμεως ἴσης καὶ ἀντιθέτου (δύναμις ἀδρανείας).

ΠΕΙΡΑΜΑ.— Λαμβάνομεν δυναμόμετρον (σχ. 11) καὶ ἐξ αὐτοῦ κρεμῶμεν ἐν βάρος P. Τὸ δυναμόμετρον, κρατούμενον ἀκίνητον, δεικνύει τὴν τιμὴν τοῦ βάρους τούτου. Ἐὰν ὅμως τὸ δυναμόμετρον ἀνυψώσωμεν ἀποτόμως, παρατηροῦμεν ὅτι πιέζεται ἀκόμη περισσότερο, ὡς ἐὰν ἠδῆξῃ τὸ βάρος P. Ἡ αὔξησις τῆς συμπίεσεως προήλθεν ἀπὸ τὴν ἐμφάγισιν τῆς δυνάμεως ἀδρανείας (ἀντίδρασις), ἡ ὁποία προσπαθεῖ νὰ ἀντισταθῇ εἰς τὴν κίνησιν, δηλ. ἔχει διεύθυνσιν πρὸς τὰ κάτω καὶ προστίθεται τοιοῦτοτρόπως εἰς τὸ βάρος, εἶνε δὲ ἴση μὲ τὴν δύναμιν, μὲ τὴν ὁποίαν ἀνυψώθη τὸ δυναμόμετρον. Γενικῶς, ὅπως εἶδομεν, διὰ νὰ κινήσωμεν ἐν σώμα, πρέπει νὰ καταβάλωμεν δύναμιν (δρασιν), ἡ ὁποία χρησιμεύει διὰ τὴν κατανίκησιν τῆς δυνάμεως ἀδρανείας τοῦ σώματος (ἀντίδρασις), ἥτις εἶνε ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν ἐνεργούσαν δύναμιν. **Ἡ δύναμις ἀδρανείας, ὑπάρχουσα πραγματικῶς, εἶνε ἡ ἀνθισταμένη εἰς τὰς μεταβολὰς τῆς κινήσεως.**

72. Δευτέρα ἀρχὴ ἢ διαλυτικὸν ἀξίωμα. — Τὸ πείραμα τῶν πιπτόντων σφαιριδίων (σχ. 84) δεικνύει ὅτι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας τοῦ βάρους εἶνε ἀνεξάρτητον τῆς ὀριζιῆς ταχύτητος τοῦ σώματος.

Τὸ αὐτὸ συμπεραίνομεν καὶ ἐκ τῶν πειραμάτων διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood (§ 56). Διότι, ἐντὸς ἐκάστου δευτερολέπτου, ἡ ταχύτης αὐξάνεται κατὰ γ. Ἄρα, τὸ συνεχῶς ἐνεργοῦν βάρος προκαλεῖ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα ἐντὸς ἐκάστου δευτερολέπτου (αὔξησις τῆς ταχύτητος κατὰ γ), ἀνεξαρτήτως τῆς ταχύτητος, τὴν ὁποίαν ἔχει τὸ κινητὸν.

Ἐκτὸς τούτου, ἐκ τῶν πειραμάτων διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood (§ 56), συμπεραίνομεν καὶ τὰ ἑξῆς. Ὅταν ἡ πῶσις προέρχεται ἀπὸ βάρους β, ἡ ἐπιτάχυνσις εἶνε γ. Ἐὰν προσθέσωμεν καὶ ἄλλο ἐν βάρος β, οὕτως, ὥστε ἡ κίνησις νὰ προέρχεται ἀπὸ διπλάσιον βάρος, ἡ ἐπιτάχυνσις γίνεται 2γ. Δηλαδή, τὸ νέον βάρος β ἐπιφέρει καὶ αὐτὸ ἐπιτάχυνσιν γ, ἡ ὁποία προστίθεται εἰς τὴν ἄλλην γ καὶ οὕτως ἔχομεν τὴν ὅλην ἐπιτάχυνσιν 2γ. Διὰ βάρους 3β, ἔχομεν ἐπιτάχυνσιν 3γ, ἥτοι ἐκαστον βάρος β ἐπιφέρει καὶ ἐπιτάχυνσιν γ. Τοιοῦτοτρόπος, τὸ ἀποτέ-

λεσμα ἐκάστου βάρους εἶνε ἀνεξάρτητον τοῦ ἀποτελέσματος τῶν συγχρόνως ἐνεργούντων ἄλλων βαρῶν β (διὰ τὴν αὐτὴν ὀλικὴν μάζαν).

Τὰ ἀποτελέσματα αὐτὰ γενικεύομεν ἐπὶ οἰωνδήποτε δυνάμεων καὶ δεχόμεθα τὴν ἐπομένην ἀρχήν, ἡ ὁποία ὀνομάζεται καὶ **διαλυτικὸν ἀξίωμα**.

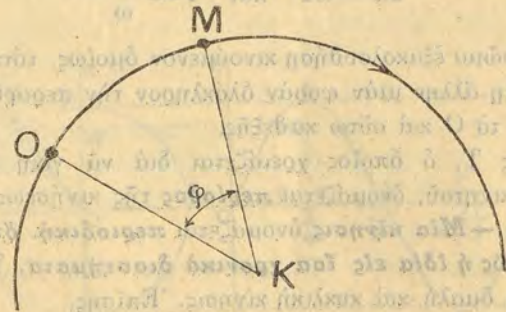
Τὸ ἀποτέλεσμα μιᾶς δυνάμεως, ἐνεργούσης ἐπὶ σώματος, εἶνε ἀνεξάρτητον τοῦ ἀποτελέσματος ἄλλων δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἐνεργοῦν συγχρόνως ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος, ἥτοι ἐκάστη δύναμις ἐνεργεῖ ὡς ἐὰν ἦτο μόνη.

Τὸ αὐτὸ δὲ ἀποτέλεσμα εἶνε ἀνεξάρτητον καὶ τῆς ταχύτητος, τὴν ὁποίαν εἶχε προηγουμένως τὸ σώμα, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις.

Διὰ τῆς σπουδῆς λοιπὸν διαφόρων φαινομένων, διευτυπώθησαν αἱ προηγουμένως ἐκτεθεῖσαι ἀρχαί, ἐπὶ τῶν ὁποίων βασίζεται ἡ Μηχανική. **Αἱ ἀρχαὶ αὗται δὲν ἀποδεικνύονται, ἀλλ' ἐπαληθεύονται εἰς τὰς συνεπείας των διὰ τοῦ πειράματος καὶ τῆς παρατηρήσεως.**

ΚΙΝΗΣΙΣ ΚΥΚΛΙΚΗ.

73. Κίνησις κυκλικὴ καὶ ὀμαλή.—Μία ὀμαλή κίνησις ὀνομάζεται **κυκλική**, ὅταν ἡ τροχιὰ τῆς εἶνε περιφέρεια κύκλου



Σχ. 92

(σχ. 92). Ὅπως εἶδομεν, ἡ θέσις τοῦ κινητοῦ M κατὰ τινὰ στιγμήν ὀρίζεται διὰ τῆς ἀποστάσεώς του OM ἀπὸ μιᾶς ὀρισμένης θέσεως O, τὴν ὁποίαν λαβάνομεν ὡς ἀρχήν.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ὅμως τῆς κυκλικῆς κινήσεως, ἡ θέσις M τοῦ κινητοῦ ἐπὶ τῆς τροχιᾶς του ἠμπορεῖ νὰ ὀρισθῇ καὶ διὰ τῆς ἐπικέντρου γωνίας OKM = φ, ἡ ὁποία ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ διανυθὲν τόξον κύκλου OM.

Ἄλλ' ἐὰν R εἴνε ἡ ἀκτίς τῆς κυκλικῆς τροχιάς, ἔχομεν ὅτι τὸ διανυθὲν διάστημα $\delta = OM$ εἴνε

$$\delta = R \cdot \varphi \quad (1)$$

Ὅταν δὲ ἡ κίνηση εἴνε ὁμαλή, τὸ κινητὸν διανύει τόξα ἴσα εἰς ἴσους χρόνους καί, ἐπομένως, τὸ κινητὸν στρέφεται κατὰ γωνίας ἐπικέντρους ἴσας εἰς ἴσους χρόνους. Ἡ γωνία ω , κατὰ τὴν ὁποίαν στρέφεται τὸ κινητὸν εἰς $1''$, ὀνομάζεται *γωνιώδης ταχύτης* τοῦ κινητοῦ. Ἡ γωνία αὕτη ω ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ τόξον, τὸ διανυόμενον εἰς $1''$ καί, ἐπομένως, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ταχύτητα τοῦ κινητοῦ (§ 45).

Ἡ γωνία φ , κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ κινητὸν στρέφεται εἰς χρόνον χ , θὰ εἴνε

$$\varphi = \omega \cdot \chi \quad (2)$$

καὶ ὁ τύπος (1) γίνεται

$$\delta = R \cdot \omega \cdot \chi \quad (3)$$

74. Κίνησης περιοδική.—Ἐὰν εἰς τὴν προηγουμένην ὁμαλὴν καὶ κυκλικὴν κίνησην τὸ σῶμα διατρέχη ὁλόκληρον τὴν περιφέρειαν εἰς χρόνον T, ἐπειδὴ κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον T τὸ σῶμα περιστρέφεται λοιπὸν κατὰ γωνίαν 2π καὶ ἐπανέρχεται πάλιν εἰς τὸ σημεῖον O, ἡ δὲ γωνιώδης ταχύτης του εἴνε ω , θὰ ἔχομεν

$$2\pi = \omega T \quad \text{καὶ} \quad T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (4)$$

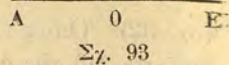
Ἐὰν τὸ σῶμα ἐξακολουθήσῃ κινούμενον ὁμοίως, τότε ἐντὸς χρόνου T θὰ διατρέξῃ ἄλλην μίαν φορὰν ὁλόκληρον τὴν περιφέρειαν καὶ θὰ ἐπανεέλθῃ εἰς τὸ O καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ὁ χρόνος T, ὁ ὁποῖος χρειάζεται διὰ νὰ γίνῃ μία ὁλόκληρος στροφή τοῦ κινητοῦ, ὀνομάζεται *περίοδος* τῆς κινήσεως.

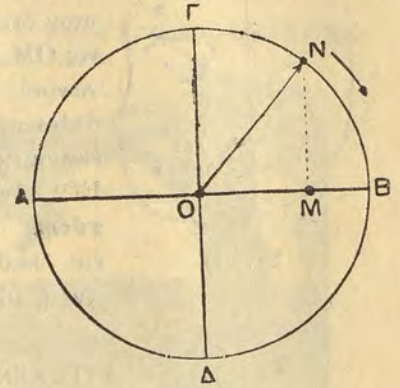
Ὅρισμός.—Μία κίνησης ὀνομάζεται *περιοδική*, ὅταν ἀναπαράγεται ἀκριβῶς ἡ ἴδια εἰς ἴσα χρονικὰ διαστήματα. Τοιαύτη εἴνε ἡ προηγουμένη ὁμαλὴ καὶ κυκλικὴ κίνησης. Ἐπίσης, ἡ κίνησης τοῦ ἔκχρεμοῦς ὥρολογίου εἴνε περιοδική.

Κίνησης παλμική.—Ἡ περιοδικὴ κίνησης, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ κινητὸν ἐκτελεῖ *παλμύς*, δηλαδή κινεῖται ἐναλλάξ κατ' ἀντιθέτους διευθύνσεις ἐπὶ τμήματος γραμμῆς AB (σχ. 93), ὀνομάζεται *παλμική κίνησης*.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ κινητὸν N (σχ. 94) διατρέχει μὲ ὁμαλὴν κίνησην τὴν περιφέρειαν ΓΒΔΑ. Ἡ προβολὴ M τοῦ σημείου N ἐπὶ τῆς διαμέτρου AB θὰ διατρέχῃ τὴν διάμετρον ταύτην. Καὶ ὅταν μὲν

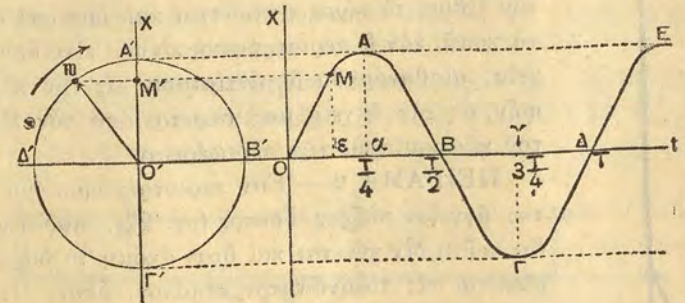


τὸ κινητὸν N διατρέχῃ τὸ τόξον ΓΒ, τὸ M θὰ διατρέχῃ τὸ OB, ὅταν δὲ τὸ N θὰ διατρέξῃ τὸ τόξον ΒΔ, τὸ M θὰ διανύσῃ τὴν ΒΟ. Ἐπίσης, ὅταν τὸ N θὰ διατρέξῃ τὸ τόξον ΔΑ, τὸ M θὰ διανύσῃ τὸ ΟΑ καὶ τέλος, ὅταν τὸ N θὰ διατρέξῃ τὸ ΑΓ, τὸ M θὰ διανύσῃ τὸ ΑΟ.

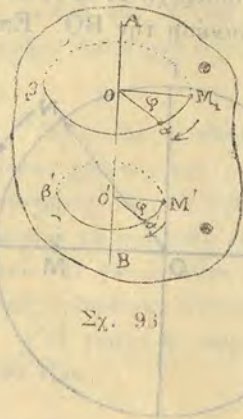


Τοιουτοτρόπως, ὅταν τὸ N διατρέχῃ τὴν περιφέρειαν, τὸ M θὰ μεταβαίνῃ ἐκ τοῦ O εἰς τὸ B, κατόπιν ἐκ τοῦ B εἰς τὸ A καὶ ἐκ τούτου εἰς τὸ O. Ἡ παλμικὴ αὕτη κίνησης τοῦ M περὶ τὸ σημεῖον O ὀνομάζεται *ἀπλῆ ἄρμονικὴ κίνησης*.

Γραφικὴ παράστασις τῆς ἀπλῆς ἄρμονικῆς κινήσεως.—Ἐὰν ἐπὶ ἄξονος Ot (σχ. 95) λάβωμεν τοὺς χρόνους καὶ ἐπὶ τοῦ καθέτου ἄξονος OX λάβωμεν τὰς ἀποστάσεις O'M', θὰ σχηματισθῇ μία καμπύλη OABΓΔE, ἡ ὁποία παριστᾷ τὴν ἀπλὴν ἄρμονικὴν κίνησην καὶ ὀνομάζεται *ἡμιτονοειδής*. Τὸ τμήμα OABΓΔ ἀντιστοιχεῖ εἰς μίαν περίοδον T, τὸ δὲ σύνολον τῆς καμπύλης ἀποτελεῖται ἀπὸ τοιαῦτα ἀλληλοδιάδοχα τμήματα ὅμοια ἀπολύτως.



75. Περιστροφικὴ κίνησης σώματος.—Σῶμά τι στερεὸν λέγομεν ὅτι κινεῖται *περιστροφικῶς* περὶ ἄξονα AB (σχ. 96), ὅταν *πάντα τὰ σημεῖα M M',* τοῦ σώματος κινῶνται ἐπὶ περιφερειῶν κύκλων, τῶν ὁποίων τὰ ἐπίπεδα εἴνε κάθετα ἐπὶ τοῦ ἄξου



Σχ. 93

νος περιστροφής AB , ἐπὶ τοῦ ὁποίου εὐρίσκονται τὰ κέντρα των O, O' . . . Εἶνε εὐνόητον ὅτι εἰς τὴν κίνησιν ταύτην ὄλαι αἱ ἀκτίνες $OM, O'M'$. . . στρέφονται κατὰ τὴν αὐτὴν γωνίαν φ ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χρόνου χ . Ἡ ἀπλουτέρα τῶν περιστροφικῶν κινήσεων εἶνε ἐκείνη, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ κίνησις εἶνε ὁμαλή. Εἰς τὴν κίνησιν ταύτην ἡ *γωνιώδης ταχύτης* οἰουδήποτε σημείου, ἧτοι ἡ γωνία, καθ' ἣν περιστρέφεται τοῦτο ἐντὸς $1''$, εἶνε ἡ αὐτή.

ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΣ ΔΥΝΑΜΙΣ

76. Φυγόκεντρος δύναμις.—ΠΕΙΡΑΜΑ 1.—



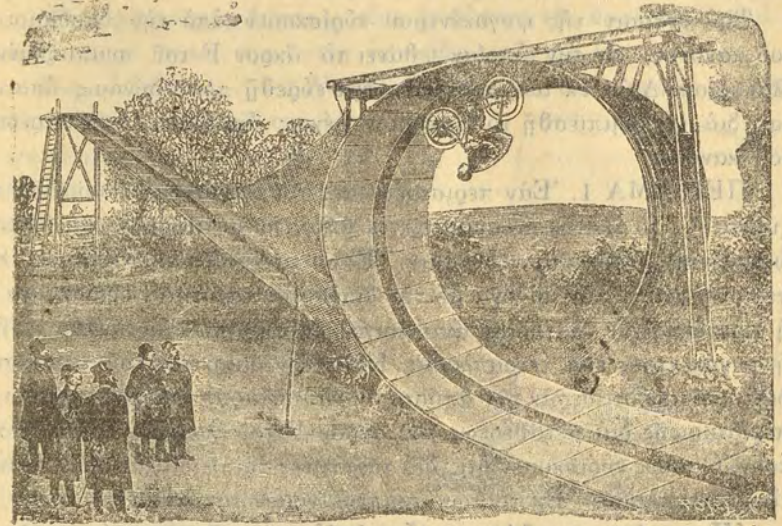
Σχ. 97

Όταν περιστρέφωμεν διὰ τῆς χειρός μας λίθον (σχ. 66), δεμένον εἰς ἓν ἄκρον νήματος οὕτως, ὥστε ἡ κίνησις τοῦ λίθου νὰ εἶνε *κυκλικὴ καὶ ὁμαλή*, ἡ κίνησις αὐτὴ προέρχεται ἀπὸ τὴν δύναμιν τῆς χειρός μας ἡ ὁποία σύρει διὰ τοῦ νήματος τὸν λίθον πρὸς τὸ κέντρον τῆς κυκλικῆς τροχιάς του, ὀνομάζεται δὲ ἡ δύναμις αὕτη *κεντρομόλος*. Κατὰ τὴν περιστροφὴν αὐτὴν τοῦ λίθου, τὸ νῆμα τεντώνεται καὶ ἠμπορεῖ μάλιστα νὰ κοπῆ, ἐὰν ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶνε ἀρχετὰ ταχεῖα, αἰσθανόμεθα δὲ ἀντίστασιν εἰς τὴν περιστροφὴν, ὡς ἐὰν ἡ χεὶρ μας σύρεται ἀπὸ τὸν λίθον ἐκ τοῦ κέντρον πρὸς τὴν περιφέρειαν.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.—Ἐὰν περιστρέφωμεν διὰ νήματος ἄγγελιον πλήρες ὕδατος (σχ. 97), παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο δὲν χύνεται καὶ ὅταν ἀκόμη τὸ δοχεῖον εὐρίσκεται εἰς τὸ ἀνώτατον σημεῖον, ὁπότε εἶνε ἀνεστραμμένον. Τὰ φαινόμενα αὐτὰ προέρχονται ἀπὸ τὴν ἐπομένην αἰτίαν. Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν τῆς δρασέως καὶ τῆς ἀντιδράσεως: κατὰ τὴν ἐπίδρασιν τῆς κεντρομόλου δυνάμεως, *τὸ κινητὸν ἀντιδρᾷ διὰ δυνάμεως ἴσης καὶ ἀντιθέτου πρὸς τὴν κεντρομόλον*. Ἡ δύναμις αὕτη, ἡ ὁποία ἐνεργεῖ ἀντιθέτως πρὸς τὴν κεντρομόλον, ὀνομάζεται *φυγόκεντρος*. Ἡ φυγόκεντρος αὕτη

δύναμις δὲν ἀφήνει τὸ ὕδωρ τοῦ περιστρεφομένου δοχείου νὰ χυθῆ, ἀλλὰ τὸ συγκρατεῖ ἐντὸς τούτου.

Εἰς τὰ ἱπποδρόμια κατασκευάζονται ἐναερίοι κυκλικαὶ τροχαὶ (σχ.



Σχ. 98

98), ἐπὶ τῶν ὁποίων κινεῖται π. χ. ποδηλάτης. Ὁ ποδηλάτης δὲν πίπτει καὶ ὅταν εὐρίσκεται εἰς τὸ ἀνώτατον σημεῖον τῆς τροχιάς ἀνεστραμμένος, ἔνεκα τῆς φυγόκεντρον δυνάμεως.

77. Νόμοι τῆς φυγόκεντρον δυνάμεως.—Ἐς ἐξετάσωμεν ποίου νόμου ἀκολουθεῖ ἡ φυγόκεντρος δύναμις. Σιδηροῦς καὶ ὀριζόντιος κανὼν ὑποδηρημένος GB (σχ. 99) ἠμπορεῖ νὰ στραφῆ περὶ



Σχ. 99

ἄξονα A . Ὁ κανὼν αὐτὸς φέρει εἰς τὸ ἓν ἄκρον του B σπειροειδὲς ἐλατήριον AG καὶ διέρχεται ἐλευθέρως διὰ διατρύτου σφαιράς E . Ἐὰν ὁ κανὼν περιστραφῆ, ἡ μετ' αὐτοῦ περιστρεφομένη σφαῖρα E , ἔνεκα τῆς

φυγοκέντρον δυνάμεως, προσπαθεῖ νὰ ἀπομακρυνθῆ ἀπὸ τὸ κέντρον τῆς περιστροφῆς καὶ νὰ πλησιάσῃ πρὸς τὸ ἄκρον Γ. Τοιοῦτοτρόπως, τὸ ἐλατήριο ΓΕ συμπιέζεται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον. Ἐὰν αὐξηθῆ ἡ φυγοκέντρος, θὰ αὐξηθῆ καὶ ἡ συμπίεσις.

Τὴν ἔντασιν τῆς φυγοκέντρον εὐρίσκομεν ἀπὸ τὴν ὑποδιαίρεσιν τοῦ κανόνος, εἰς τὴν ὁποίαν φθάνει τὸ ἄκρον Ε τοῦ συμπιεζομένου ἐλατηρίου. Διότι ἐκ τῶν προτέρων ἔχει εὐρεθῆ ποία δύναμις ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ συμπιεσθῆ τὸ ἐλατήριο μέχρις ὁρισμένης ὑποδιαίρεσεως τοῦ κανόνος.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1. Ἐὰν περιστρέψωμεν τὸν κανόνα μὲ ὁρισμένην ταχύτητα V , τὸ ἐλατήριο συμπιέζεται ἀπὸ τὴν σφαῖραν Ε καὶ δεικνύει ὁρισμένην φυγοκέντρον δύναμιν. Ἐστω m ἡ μᾶζα τῆς σφαίρας. Ἐὰν περιστρέψωμεν τὸν κανόνα μὲ τὴν διπλασίαν ταχύτητα, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ συμπίεσις τοῦ ἐλατηρίου ἀντιστοιχεῖ εἰς τετραπλασίαν δύναμιν, ἥτοι ἡ φυγοκέντρος εἶνε τετραπλασία. Κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος, διατηροῦμεν σταθερὰν τὴν ἀπόστασιν τῆς σφαίρας ἀπὸ τοῦ κέντρον τῆς περιστροφῆς διὰ μεταθέσεως τοῦ ἄκρου Γ τοῦ ἐλατηρίου πρὸς τὸ κέντρον. Ὁμοίως εὐρίσκομεν ὅτι, διὰ ταχύτητος τριπλασίας, ἡ φυγοκέντρος εἶνε ἔνεαπλασία. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν τὸν ἐπόμενον νόμον.

Ἡ φυγοκέντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος τοῦ κινητοῦ (διὰ τὴν αὐτὴν μᾶζαν τοῦ κινητοῦ καὶ τὴν αὐτὴν ἀκτίνα περιστροφῆς R).

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.—Ἐὰν ἀντὶ τῆς σφαίρας Ε λάβωμεν ἄλλην διπλασίας ἢ τριπλασίας μᾶζης, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ φυγοκέντρος εἶνε διπλασία ἢ τριπλασία. Ἐχομεν τοιοῦτοτρόπως τὸν ἐπόμενον δεύτερον νόμον.

Ἡ φυγοκέντρος εἶνε ἀνάλογος τῆς μᾶζης m τοῦ κινητοῦ (διὰ τὴν αὐτὴν ταχύτητα V καὶ τὴν αὐτὴν ἀκτίνα R).

ΠΕΙΡΑΜΑ 3.—Ἐὰν διατηρήσωμεν τὴν αὐτὴν σφαῖραν Ε εἰς διαφόρους ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ κέντρον διὰ μεταθέσεως τοῦ ἐλατηρίου, περιστρέφωμεν δὲ τὸν κανόνα μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα, εὐρίσκομεν ὅτι **ἡ φυγοκέντρος εἶνε ἀντιστρόφος ἀνάλογος τῆς ἀκτίνας R τῆς διαγραφομένης περιφερείας ὑπὸ τοῦ κινητοῦ** (διὰ τὴν αὐτὴν μᾶζαν m καὶ τὴν αὐτὴν ταχύτητα V).

Τοὺς νόμους τούτους τῆς φυγοκέντρον δυνάμεως Φ δυνάμεθα νὰ ἐκφράσωμεν διὰ τοῦ ἑξῆς τύπου

$$\Phi = m \frac{V^2}{R} \quad (1)$$

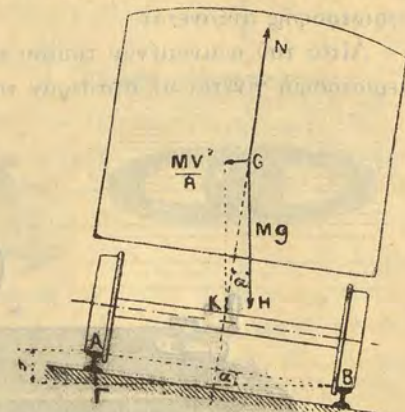
Ἐὰν δὲ παρατηρήσωμεν ὅτι $V = \omega \cdot R$ (ὅπου ω εἶνε ἡ γωνιώδης ταχύτης), θὰ ἔχωμεν

$$\Phi = m\omega^2 R \quad (2)$$

ἥτοι ἔχομεν καὶ τὸν ἐπομενον τέταρτον νόμον.

Ἡ φυγοκέντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος τῆς ἀκτίνας R (διὰ τὴν αὐτὴν μᾶζαν m καὶ τὴν αὐτὴν γωνιώδη ταχύτητα ω).

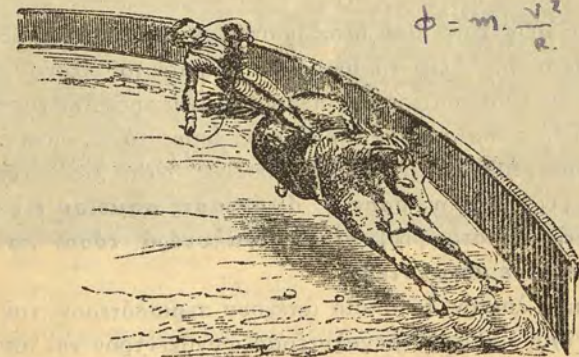
Παραδείγματα.—1ον. Αἱ ἀμαξοστοιχίαι, εἰς τὰς στροφὰς τῆς γραμμῆς, τείνουσιν, ἔνεκα τῆς φυγοκέντρον δυνάμεως, πρὸς τὰ ἔξω αὐτῆς. Διὰ νὰ μὴ ἐκτροχιασθοῦν δὲ ἐκ τούτου, ἡ ἔξωτερικὴ ράβδος A (σχ. 100) τοποθετεῖται ὀλίγον ὑψηλότερον τῆς ἐσωτερικῆς B καὶ ἡ ἀμαξοστοιχία κινεῖται τοιοῦτοτρόπως ἐπὶ ἐδάφους AB κεκλιμένου πρὸς τὰ ἐντὸς καὶ σχηματίζοντος γωνίαν τινὰ α μετὰ τοῦ ὀριζοντίου $BΓ$. Ἄλλ' ἐπὶ τοῦ σιδηροδρόμου ἐνεργεῖ ἀφ' ἑνὸς μὲν τὸ βάρος του Mg (σχ. 100) κατακορύφως, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἡ φυγοκέντρος $M \frac{V^2}{R}$. Ἡ κλίσις α εἶνε τοιαύτη, ὥστε ἡ συνισταμένη GK τῶν δύο τούτων δυνάμεων νὰ εἶνε κάθετος ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐδάφους.



Σχ. 100

Ἡ κλίσις α εἶνε τοιαύτη, ὥστε ἡ συνισταμένη GK τῶν δύο τούτων δυνάμεων νὰ εἶνε κάθετος ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐδάφους.

$$\phi = m \cdot \frac{v^2}{r}$$



Σχ. 101

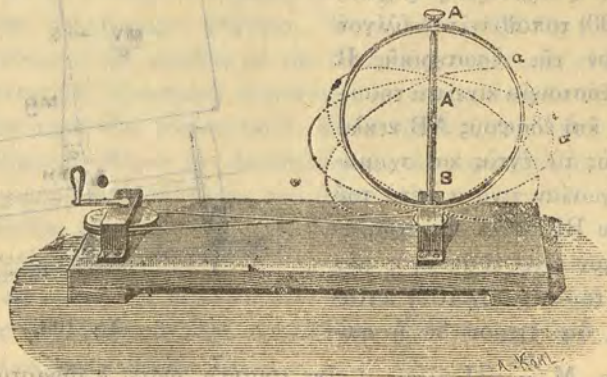
AB καὶ ἐπομένως νὰ ἰσορροπεῖται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τούτου.

Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον οἱ ἵπποις (σχ. 101) ἢ οἱ ποδηλάται εἰς τὰς

στροφάς κλίνουσι τὸ σῶμά των πρὸς τὰ ἐντὸς τοῦ δρόμου των.

2ον ΠΕΙΡΑΜΑ.— Λάβωμεν ἐλάσματα χαλύβδινα, στερεωμένα ἐπὶ κατακορύφου ἄξονος AB (σχ. 102), ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα, καὶ οὕτως, ὥστε τὸ ἀνώτερον ἄκρον των A νὰ ἡμπορῇ νὰ μετατίθεται κατὰ μῆκος τοῦ ἄξονος τούτου. Ἐὰν δ' ἄξων περιστρέφεται, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ ἐλάσματα λαμβάνουσι τὸ ὑπὸ στιγμῶν παριστάμενον σχῆμα, τὸ ὁποῖον γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον πεπλατυσμένον, ἐφ' ὅσον ἡ ταχύτης τῆς περιστροφῆς αὐξάνεται.

Αἰτία τοῦ φαινομένου τούτου εἶνε ἡ ἐξῆς. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ περιστροφή γίνεται με σταθερὰν ταχύτητα. Ὅλα τὰ σημεῖα τῶν ἐλα-



Σχ. 102

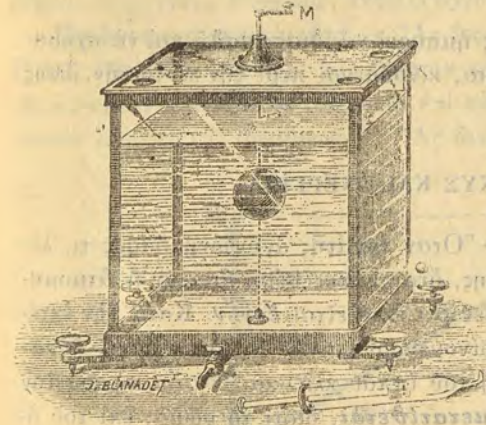
σμάτων ἐκτελοῦν τότε μίαν δλόκληρον στροφήν περὶ τὸν ἄξωνα εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον T. Ἀλλὰ τὰ μὲν πολὺ πλησίον τοῦ ἄξονο: εὐρισκόμενα σημεῖα, ὅπως τὸ a, διατρέχουσι περιφέρειαν μικρᾶς ἀκτίνος εἰς τὸν χρόνον T, ἐνῶ τὰ πολὺ μακρὰν τοῦ ἄξονο, ὅπως τὸ a', διατρέχουσι εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον περιφέρειαν μεγάλης ἀκτίνος. Κατὰ τὸν τέταρτον λοιπὸν νόμον τῆς φυγόκεντρου, ὅσον ἡ ἀπόστασις σημείου τινὸς ἀπὸ τοῦ ἄξονο (ἀκτὶς περιστροφῆς) εἶνε μεγαλυτέρα, τόσον καὶ ἡ φυγόκεντρος του εἶνε μεγαλυτέρα.

Τὰ σημεῖα λοιπὸν, τὰ ὁποῖα ἀπέχουσι περισσότερον τοῦ ἄξονο, ὅπως τὸ a', ἔχουσι καὶ τὴν μεγαλυτέραν φυγόκεντρον καὶ ἀπομακρύνονται περισσότερον τοῦ ἄξονο περιστροφῆς, τὸ δὲ σχῆμα τῶν ἐλασμάτων γίνεται πεπλατυσμένον.

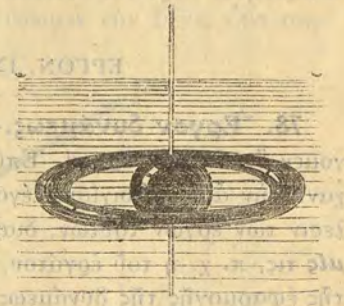
Οἱ γεωλόγοι παραδέχονται ὅτι ἡ γῆ ἠτό ποτε διάπυρος καὶ ρενστή, ἔνεκα δὲ τῆς περιστροφῆς περὶ τὸν ἄξονά της, ἐπάθε συμπίεσιν περὶ

ταῖς πόλους καὶ ἐξόγκωσιν περὶ τὸν ἰσημερινόν, ὅπως καὶ τὰ προηγουμένα ἐλάσματα.

Ὁ Plateau ἐξέτελεσε τὸ ἀκόλουθον πείραμα, σχετικὸν πρὸς τὰ συμ-

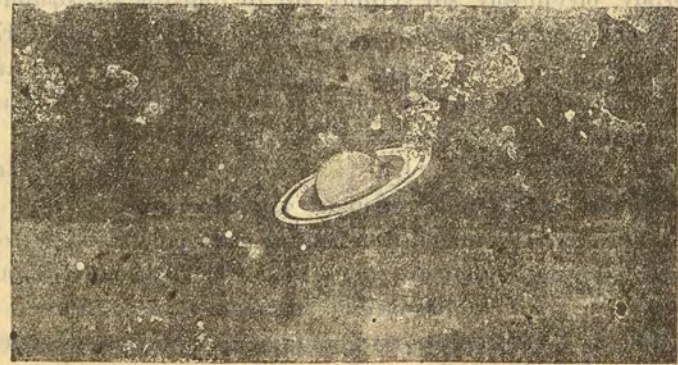


Σχ. 103



Σχ. 104

βαίοντά εἰς ρενστήν περιστρεφόμενον σῶμα. Ἐθ' εἰσε ποσότητα ἐλαίου ἐντὸς μίγματος οἴνουπνεύματος καὶ ὕδατος τοιούτου, ὥστε τὸ ἔλαιον νὰ



Σχ. 105

αἰωρῆται ἐντὸς τοῦ μίγματος, ὅτε λαμβάνει σχῆμα σφαιροῖκόν (σχ. 105). Ἐὰν διὰ τοῦ κέντρου τῆς ἐξ ἐλαίου σφαιρας διαβιβάσωμεν μετάλλινον ἄξωνα μετὰ στροφάλου M καὶ τὸν περιστρέψωμεν ταχέως, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ σφαῖρα ἀοχίζει ἐπίσης στρεφόμενη περὶ τὸν ἄξωνα τούτον καὶ ἡμπορεῖ νὰ λάβῃ σχῆμα ἐλλειψοειδές. Διὰ καταλλήλου ταχύτητος πε-

ριστροφῆς, ἀποσπῶνται ἐκ τοῦ ἐλαίου **δακτύλιοι** (σχ. 104), περιβάλλοντες τὸ σφαιροειδὲς ἔλαιον καὶ ὑπενθυμίζοντες τὸν πλανήτην Κρόνον (σχ. 105), ὁ ὁποῖος ἐπίσης παρουσιάζει δακτύλιον περὶ τὸ σφαιροειδὲς σῶμά του.

Τέλος, ὁ ἔξ ἐλαίου δακτύλιος ἠμπορεῖ νὰ διασπασθῇ καὶ νὰ σχηματισθοῦν μικραὶ ἔξ ἐλαίου σφαιραὶ, κινούμεναι περὶ τὴν κεντρικὴν, ὅπως οἱ πλανῆται περὶ τὸν Ἥλιον.

ΕΡΓΟΝ, ΙΣΧΥΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

78. Ἔργον δυνάμεως.— Ὅταν ἐργάτης ἀνυψῶν ἄνθρωπον βάρους π , λέγομεν ὅτι ἐκτελεῖ **ἔργον**. Ἐπίσης, ὅταν ἵππος σύρῃ ἄμαξαν ἢ ἀτμομηχανὴ τὴν ἀμαξοστοιχίαν, λέγομεν ὅτι ἐκτελεῖται **ἔργον**. Κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῶν ἔργων τούτων, διακρίνομεν δύο τινα. 1ον ὅτι ἐνεργεῖ **δύναμις** τις, π. χ. ἡ τοῦ ἐργάτου, ἡ τοῦ ἵππου κλπ. καὶ 2ον ὅτι τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως **μετατίθεται**, διότι τὸ σῶμα, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις, μετακινεῖται. Γενικῶς, **ἔργον ἐκτελεῖται ὁσάκις μία δύναμις ἐνεργεῖ ἐπὶ σώματος κινουμένου οὕτως, ὥστε νὰ μετατίθεται τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς**.

Ἄς ἐξετάσωμεν τὴν ἀπλὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ δύναμις ἔχει σταθερὰν διεύθυνσιν καὶ ἔντασιν καὶ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς κινεῖται εὐθυγράμμως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως. Ἐστω π. χ. ὅτι ἐργάτης ἀνυψῶν βάρους 1 χιλιογράμ. κατακορυφῶς μέχρις ὕψους δύο μέτρων. Ἐὰν τὸ αὐτὸ βάρους ἀνυψῶσῃ ὁ ἐργάτης εἰς διπλάσιον ὕψος, ἥτοι 4 μέτρων, λέγομεν τότε ὅτι τὸ ἐκτελεσθὲν ἔργον εἶνε διπλάσιον τοῦ προηγουμένου. Καὶ ἐν γένει, **τὸ ἔργον εἶνε ἀνάλογον τῆς μεταθέσεως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως**. Ἐπίσης, ἐὰν ὁ ἐργάτης, καταβάλλων διπλάσιαν δύναμιν, ἀνυψῶσῃ βάρους διπλάσιον 2 χιλιογράμ. εἰς ὕψος 2 μέτρων, πάλιν τὸ ἔργον θεωροῦμεν ὡς διπλάσιον τοῦ πρώτου. Τὸ ἔργον θεωρεῖται τριπλάσιον, τετραπλάσιον κλπ. ὅταν τὸ βάρους εἶνε τριπλάσιον, τετραπλάσιον κλπ. καὶ ἀνυψώνεται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος. **Ἀηλαδὴ τὸ ἔργον εἶνε ἀνάλογον καὶ τῆς δυνάμεως**.

Ἐὰν λοιπὸν Δ εἶνε ἡ δύναμις καὶ x ἡ μετάθεσις, τὸ ἔργον T τῆς δυνάμεως θὰ εἶνε

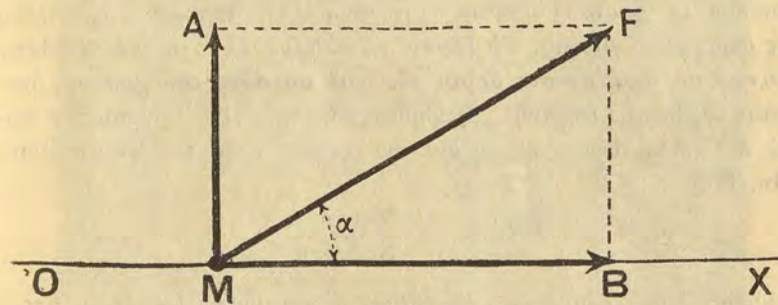
$$T = \Delta \cdot x \tag{1}$$

Οὕτω τὸ ἔργον τοῦτο ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν μετάθεσιν.

Τὸ ἔργον λέγομεν ὅτι εἶνε **θετικόν**, ὅταν ἡ μετάθεσις x γίνεται

κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως. Ἐὰν ἡ μετάθεσις x γίνεται κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον τῆς δυνάμεως, τὸ ἔργον λέγομεν ὅτι εἶνε **ἀρνητικόν**. Π. χ. ἡ δύναμις ἐργάτου, ὁ ὁποῖος καταβιβάζει διὰ σχοινοῦ ἐν βάρους, π. χ. ἐντὸς ὑπογείου, ἐκτελεῖ ἔργον ἀρνητικόν.

Περίπτωσις γενικωτέρα.— Ἄς ὑποθέσωμεν τώρα ὅτι ἡ δύναμις F (σχ. 106) εἶνε σταθερὰ κατ' ἔντασιν καὶ διεύθυνσιν, ἀλλὰ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς M μετατίθεται ἐπὶ εὐθείας OX , ἡ ὁποία σχηματίζει γωνίαν α μετὰ τῆς δυνάμεως F . Ἄς ἀναλύσωμεν τὴν F εἰς δύο συνι-



Σχ. 106

στάσεως MA καὶ MB , ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μὲν MA εἶνε κάθετος ἐπὶ τῆς OX , ἡ δὲ MB εἶνε κατὰ τὴν διεύθυνσιν OX . Τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς M μετατίθεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως MB καὶ οὐχὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως MA , ἡ ὁποία τοιουτοτρόπως δὲν ἐκτελεῖ ἔργον. Ἐκ τῶν δύο λοιπὸν συνιστωσῶν, ἐκτελεῖ ἔργον μόνον ἡ MB , ἡ ὁποία εἶνε ἡ προβολὴ τῆς F καὶ τὴν διεύθυνσιν OX .

Τὸ ἔργον λοιπὸν T ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῆς μεταθέσεως x ἐπὶ τὴν προβολὴν MB τῆς δυνάμεως F κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς μεταθέσεως ταύτης, ἥτοι

$$T = MB \times x$$

Μονάδες ἔργου.— Ἐὰν εἰς τὸν τύπον (1) εἶνε $\Delta = 1$ χιλιόγραμμα καὶ $x = 1$ μέτρον, ἔχομεν $T = 1$, ἥτοι τὸ ἔργον εἶνε ἴσον πρὸς τὴν μονάδα. Ἡ μονὰς αὕτη τοῦ ἔργου ὀνομάζεται **χιλιογραμμόμετρον** καὶ εἶνε τὸ ἔργον δυνάμεως ἑνὸς χιλιογράμμου, τῆς ὁποίας τὸ σημεῖον ἐφαρμογῆς μετετέθη κατὰ 1 μέτρον καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως. Κατὰ ταῦτα, τὸ ἔργον ἐργάτου, ὑψώσαντος βάρους 35 χιλιογρ. εἰς ὕψος 10 μέτρων, εἶνε 350 χιλιογραμμόμετρα.

Ὡς μονὰς ἔργου λαμβάνεται καὶ ἡ καλουμένη **ἔργιον**, ἡ ὁποία εἶνε

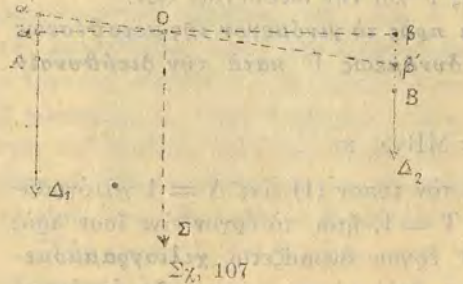
τὸ ἔργον δυνάμεως μιᾶς δῆνης, μετατεθείσης κατὰ 1 ἑκατοστόμ. καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσίν της. Ἐπειδὴ ὅμως τὸ ἔργον εἶνε πολὺ μικρὸν (1 χιλιογραμμόμετρον = 98100000 ἔργια), λαμβάνεται ὡς μονὰς ἔργου καὶ ἢ καλουμένη joule, ἢ ὁποῖα ἰσοῦται πρὸς 10 ἑκατομμύρια ἔργια καὶ ἐπομένως 1 χιλιογραμμόμετρον = 9,81 joule.

79. Ἴσχυς. — Ὡς εἶδομεν, τὸ ἔργον ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν δυνάμιν καὶ τὴν μετάθεσιν καὶ εἶνε ἀνεξάρτητον τοῦ χρόνου. Πρακτικῶς ὅμως εἶνε ἀνάγκη ὄχι μόνον νὰ ἐκτελεσθῇ ἀπλῶς ἐν ἔργον, π. χ. ὑπὸ μηχανῆς, ἀλλὰ προσέτι καὶ νὰ ἐκτελεσθῇ ἀρκούντως ταχέως. Δηλαδή ζητεῖται ποῖον εἶνε τὸ ἔργον, τὸ ὁποῖον ἡ μηχανὴ αὕτη ἠμπορεῖ νὰ ἐκτελέσῃ ἐντὸς ὠρισμένου χρόνου. **Τὸ ἔργον, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ἐκτελέσῃ μηχανὴ ὑπὸ ὠρισμένους ὄρους εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, ὀνομάζεται ἰσχύς** τῆς μηχανῆς. Ἐπομένως, ἡ ἰσχύς εἶνε ἴση πρὸς τὸ πηλίκον τοῦ ἐκτελεσθέντος ἔργου διὰ τοῦ χρόνου, κατὰ τὸν ὁποῖον ἐξετελέσθη, ἦτοι

$$\text{Ἴσχυς} = \frac{\text{Ἔργον}}{\text{Χρόνος}}$$

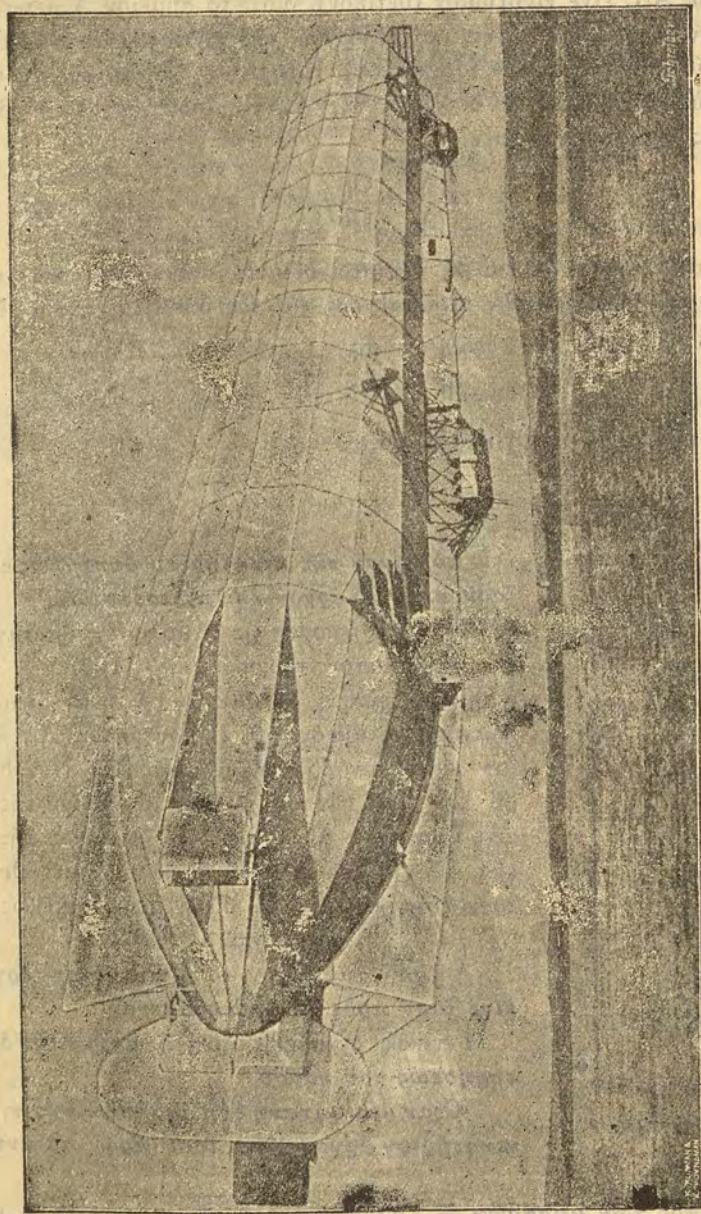
Ὡς μονὰς ἰσχύος λαμβάνεται συνήθως ἡ καλουμένη ἵππος, ἢ ὁποῖα εἶνε ἡ ἰσχύς μηχανῆς, δυναμένης νὰ ἐκτελέσῃ ἔργον 75 χιλιογραμμόμετρον ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου. Οὕτως, μηχανὴ ἰσχύος 10 ἵππων ἠμπορεῖ νὰ ἐκτελέσῃ ἔργον 750 χιλιογραμμόμετρον κατὰ δευτερολέπτου. Ἡ μονὰς ἰσχύος, ἢ καλουμένη watt, εἶνε τὸ $\frac{1}{700}$ τοῦ ἵππου.

80. Ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τοῦ ἔργου. — Ἐν γένει, κατὰ τὴν λειτουργίαν τῶν μηχανῶν, ἐκάστη τῶν ἐπ' αὐτῶν ἐφερμοσμένων δυνάμεων (κινητήριαι δυνάμεις καὶ ἀντιστάσεις) ἐκτελεῖ ἔργον τι **κινητήριον ἢ ἀντιστάμενον**. Ἄς ὑπολογίσωμεν τὰ ἔργα ταῦτα.



1ον. Θεωρήσωμεν π. χ. μοχλὸν αβ (σχ. 107) τοῦ πρώτου εἴδους (π. χ. ζυγός), εὐρισκόμενον ἐν ἰσορροπίᾳ ὑπὸ

τὴν ἐπίδρασιν τῆς δυνάμεως Δ_1 καὶ ἀφ' ἐτέρου τῆς ἀντιστάσεως Δ_2 . Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ μοχλὸς στρέφεται μεθ' ὀμαλῆς κινήσεως κατὰ ἐλαχίστην τινα γωνίαν περὶ τὸ σταθερὸν σημείου O οὕτως, ὥστε νὰ λάβῃ τὴν θέσιν α'Οβ', κατὰ τὴν μετάθεσιν ταύτην τὸ ἔργον τῆς μὲν



Σχ. 108

δυνάμεως Δ_1 εἶνε κινητήριον (θετικόν), διότι τὸ σημεῖον A μετετέθη κατά τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς, τὸ δὲ ἔργον τῆς ἀντιστάσεως Δ_2 εἶνε, τοῦναντίον, ἀνθιστάμενον (ἀρνητικόν). Καὶ τὸ μὲν ἔργον τῆς Δ_1 εἶνε ἴσον πρὸς $\Delta_1 \times (\alpha\alpha')$, τὸ δὲ ἔργον τῆς Δ_2 εἶνε ἴσον πρὸς $\Delta_2 \times (\beta\beta')$. Ἄλλ' εἰς τὸν μοχλὸν ἔχομεν

$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{O\beta}{O\alpha} \quad (1)$$

Τὰ τόξα ὁμῶς $\alpha\alpha'$ καὶ $\beta\beta'$ ἀντιστοιχοῦν εἰς ἴσας γωνίας καὶ εἶνε ἀνάλογα τῶν ἀκτίνων τῶν περιφερειῶν, εἰς τὰς ὁποίας ἀνήκουν, ἦτοι

$$\frac{\alpha\alpha'}{\beta\beta'} = \frac{O\alpha}{O\beta} \quad (3)$$

Ἐκ τῶν σχέσεων (2) καὶ (3) λαμβάνομεν

$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{\beta\beta'}{\alpha\alpha'} \quad \text{καὶ} \quad \Delta_1 \times (\alpha\alpha') = \Delta_2 \times (\beta\beta')$$

ἦτοι τὸ ἔργον τῆς κινητηρίου δυνάμεως εἶνε ἴσον πρὸς τὸ ἔργον τῆς ἀντιστάσεως.

2ον Θεωρήσωμεν ὡς δεύτερον παράδειγμα τὴν ἀμετάθετον τροχαλίαν (σχ. 109), εἰς τὴν ὁποίαν Δ_1 εἶνε ἡ δύναμις καὶ Δ_2 ἡ ἀντίστασις. Διὰ τινὰ μετάθεσιν $\alpha\alpha'$ τῆς δυνάμεως Δ_1 , ἔχομεν μετάθεσιν $\beta\beta'$ τῆς ἀντιστάσεως· εἶνε δὲ ἡ $\beta\beta'$ ἴση πρὸς τὴν $\alpha\alpha'$. Καὶ τὸ μὲν ἔργον τῆς Δ_1 εἶνε ἴσον πρὸς $\Delta_1 \times (\alpha\alpha')$, τὸ δὲ ἔργον τῆς Δ_2 εἶνε $\Delta_2 \times (\beta\beta')$. Ἐπειδὴ δὲ εἰς τὴν ἀμετάθετον τροχαλίαν εἶνε $\Delta_1 = \Delta_2$, θὰ ἔχωμεν ἐπομένως

$$\Delta_1 \times (\alpha\alpha') = \Delta_2 \times (\beta\beta')$$

Ἐπομένως καὶ πάλιν τὸ κινητήριον ἔργον εἶνε ἴσον πρὸς τὸ ἀνθιστάμενον.

Γενικῶς, δεχόμεθα τὴν ἑξῆς ἀρχὴν τὴν διατηρήσεως τοῦ ἔργου.

Ὅταν μία μηχανὴ ἔχη ὁμαλὴν κίνησιν, τὸ κινητήριον ἔργον εἶνε ἴσον πρὸς τὸ ἀνθιστάμενο

σιτάμενο

Σποπὸς τῶν μηχανῶν.—Τοιοῦτοτρόπως, μία μηχανή, π. χ. μοχλός, μεταβιβάζει τὸ ἔργον, ὅπερ δέχεται εἰς τι σημεῖον A, εἰς ἄλλα σημεῖα του B, ὅπου ὑπάρχουν ἀντιστάσεις πρὸς κατανίκησιν.



Σχ. 109

Αἱ μηχαναὶ οὔτε δημιουργοῦν, οὔτε καταστρέφουν τὸ ἔργον. Ἄλλ' ἀπλῶς τὸ μετατρέπουν εἰς ἄλλο. Εἰς τὰς ἀπλᾶς μηχανάς, τὰς ὁποίας περιεγράψαμεν, ἡ δύναμις ἐπολλαπλασιάσθη δι' αὐτῶν τὸ ἔργον ὁμῶς τῆς δυνάμεως εἶνε πάντοτε ἴσον πρὸς τὸ τῆς ἀντιστάσεως, ἦτοι **ὑπάρχει πάντοτε διατήρησις τοῦ ἔργου.**

Ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς τῆς διατηρήσεως τοῦ ἔργου.—1ον Τὴν ἀρχὴν τῆς διατηρήσεως τοῦ ἔργου δυνάμεθα νὰ ἐφαρμόσωμεν πρὸς ἐπίκλυσιν διαφόρων προβλημάτων. Θεωρήσωμεν π. χ. τὸ πολὺσπαστον (σχ. 51). Διὰ τινὰ κατακόρυφον μετάθεσιν α τῆς δυνάμεως Δ, τῆς ἐφαρμοσμένης εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐβδόμου τμήματος τοῦ σχοινίου, τὸ μῆκος ἐκάστου τῶν ἐπιλοίπων τμημάτων τούτου ἐλαττοῦται κατὰ $\frac{\alpha}{6}$ καὶ τὸ βάρος P ἀνυψοῦται κατὰ $\frac{\alpha}{6}$. Ἀλλά, κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς διατηρήσεως τοῦ ἔργου, ἔχομεν

$$\Delta \times \alpha = P \times \frac{\alpha}{6} \quad \text{ἄρα} \quad P = 6 \Delta$$

ἦτοι διὰ τῆς ἐφαρμογῆς τῆς ἀρχῆς τοῦ ἔργου εὐρίσκομεν τὴν σχέσιν μεταξὺ τῆς ἀντιστάσεως P καὶ τῆς δυνάμεως Δ (βλ. § 32).

2ον. Εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ κοιλίου (§ 34), προκειμένου π. χ. νὰ συμπιεσθῇ σῶμα τι δι' αὐτοῦ, παρατηροῦμεν τὰ ἑξῆς: Ὁ κοιλίας, στρεφόμενος διὰ μοχλοῦ κατὰ μίαν ὁλόκληρον στροφὴν, κατέρχεται κατὰ ποσότητα ἴσην πρὸς τὸ βῆμα του. Τοιοῦτοτρόπως, καθ' ὃν χρόνον τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως, τῆς ἐφαρμοσμένης ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ, διατρέχει ὁλόκληρον περιφέρειαν, ἥς ἡ ἀκτίς εἶνε ἴση πρὸς τὸ μῆκος τοῦ μοχλοῦ, τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς ἀντιστάσεως μετακινεῖται κατὰ ποσότητα ἴσην πρὸς τὸ βῆμα τοῦ κοιλίου. Ὁ λόγος λοιπὸν τῆς δυνάμεως πρὸς τὴν ἀντίστασιν εἶνε ἴσος πρὸς τὸν λόγον τοῦ βήματος πρὸς τὴν ρηθεῖσαν περιφέρειαν.

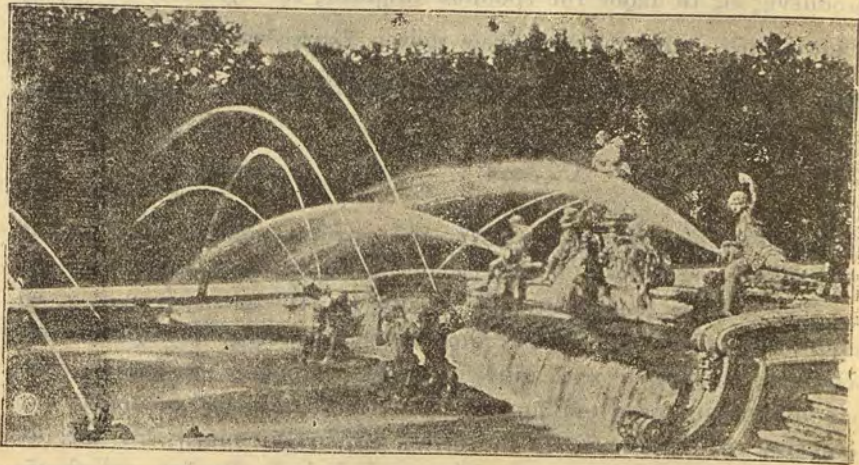
81. Ἐνέργεια.—Ὅταν ἓν σῶμα ἢ σύστημα σωμάτων ἠμπορεῖ νὰ ἐκτελέσῃ ἔργον, λέγομεν ὅτι ἔχει **ἐνέργειαν**. Ὅσον δὲ μεγαλύτερον εἶνε τὸ ἔργον, τὸ ὁποῖον ἠμπορεῖ τὸ σῶμα ἢ τὸ σύστημα νὰ ἐκτελέσῃ, πόσον περισσοτέραν ἐνέργειαν λέγομεν ὅτι ἔχει τοῦτο.

Τὴν ἐνέργειαν μετροῦμεν διὰ τοῦ ἔργου, τὸ ὁποῖον ἐκτελεῖται. Ἐὰν π. χ. μηχανὴ τις ἀνυψώσῃ βάρους 100 χιλιογρ. εἰς ὕψους 10 μέτρων, ἡ δαπανωμένη ἐνέργεια εἶνε ἴση πρὸς $100 \times 10 = 1000$ χιλιογραμμομέτρων.

Μηχανικὴ ἐνέργεια.—Ἡ ἐνέργεια ἐκδηλοῦται ὑπὸ διαφόρους καταστάσεις. Σφύρα, καταφερομένη π. χ. ἐπὶ ἡλίου, προκαλεῖ μηχανικὸν ἔργον, τὸ ὕδωρ τῶν καταρρακτῶν θέτει εἰς κίνησιν ὑδρομόλους, ὁ ἀνε-

μός χρησιμοποιείται εις τούς άνεμομύλους. Είς τὰ παραδείγματα αὐτά, ἡ ἐνέργεια τῶν σωμάτων εἶνε καταφανής, καθὼςον ταῦτα (σφύρα, ὕδωρ, άνεμος) κινοῦνται. Ἡ τοιαύτη ἐνέργεια ὀνομάζεται *δρατὴ* ἢ *κινητικὴ* ἐνέργεια.

Ἐκτὸς ὅμως τῆς τοιαύτης περιπτώσεως, διακρίνομεν καὶ ἄλλην, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἐνέργεια ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς σχετικῆς θέσεως δύο ἢ περισσοτέρων σωμάτων. Οὕτω, λίθος, ἐξηρητημένος διὰ νήματος, ἔχει ἐνέργειαν· διότι ἐὰν π. χ. ἀφεθῆ ἑλεύθερος, θὰ καταπέση καὶ θὰ ἐκτελέσῃ ἔργον. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εις ἐλατήριον τεταμένον ἢ καμφθὲν ἔλα-



Σχ. 110. Πίδακες.

σμα. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, ἡ ἐνέργεια δὲν φαίνεται, ἀλλ' εἶνε λανθάνουσα καὶ καλεῖται *δυναμικὴ* ἢ *λανθάνουσα* ἐνέργεια.

Καλεῖται δὲ *ὀλικὴ ἐνέργεια* σώματος ἢ συστήματος σωμάτων κατὰ τινα χρονικὴν στιγμὴν, τὸ ἄθροισμα τῆς *κινητικῆς* καὶ τῆς *δυναμικῆς ἐνεργείας* αὐτοῦ.

Ἀρχὴ τῆς ἐνεργείας.— Σῶμά τι ἢ σύστημα σωμάτων λέγομεν, ὅτι εἶνε *μεμονωμένον*, ὅταν οὐδεμία δύναμις *ἐξωτερικὴ* ἐνεργῆ ἐπ' αὐτοῦ.

Κατὰ τὰς διαφόρους μεταβολὰς μεμονωμένου συστήματος, δυνατὸν ἢ ἐνέργεια νὰ μεταβάλλῃ κατάστασιν. Π. χ. ἡ λανθάνουσα ἐνέργεια δύναται νὰ μετατραπῆ εἰς κινητικὴν καὶ τὰνάπαλιν. Κατὰ τὴν πτώσιν π. χ. λίθου, ἡ λανθάνουσα ἐνέργεια μετατρέπεται εἰς κινητικὴν. Τοῦναντίον, ὅταν ὁ λίθος ἀνέρχεται πρὸς τὰ ἄνω, ἡ κινητικὴ του ἐνέργεια

ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἐλαττοῦται καὶ μετατρέπεται εἰς λανθάνουσαν. Εἰς πάσας ὅμως τὰς περιπτώσεις, τὸ ἄθροισμα τῆς λανθανούσης καὶ τῆς κινητικῆς ἐνεργείας εἶνε τὸ αὐτό, ἤτοι *ἡ ὀλικὴ ἐνέργεια εἶνε ἡ αὐτὴ*. Τοιαύτη εἶνε ἡ καλουμένη *ἀρχὴ τῆς διατηρήσεως τῆς μηχανικῆς ἐνεργείας*.

Ἐν γένει ὅμως, σῶμά τι ἢ σύστημα σωμάτων ὑφίσταται τὴν ἐπίδρασιν ἐξωτερικῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι ἐκτελοῦν ἔργον.

Ἐπὶ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἐξωτερικῶν δυνάμεων, ἡ ὀλικὴ ἐνέργεια τοῦ συστήματος δὲν μένει σταθερά, ἀλλὰ μεταβάλλεται. Ἐὰν π. χ. ἐπὶ σώματος, καταπίπτοντος ἐλευθέρως, ἐπιδράσῃ κατὰ τινα στιγμὴν μία ἐξωτερικὴ δύναμις, ὠθοῦσα λ. χ. τὸ σῶμα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεώς του οὕτως, ὥστε νὰ αὐξηθῆ ἡ ταχύτης του, ἡ ὀλικὴ ἐνέργεια αὐτοῦ αὐξάνεται. Τοῦναντίον, ἐὰν ἡ δύναμις ἐνῆργει ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν, ἡ ἐνέργεια θὰ ἡλαττοῦτο.

ΜΟΝΑΔΕΣ

82. Φυσικὰ ποσά.—Καλεῖται *ποσὸν* πᾶν ὅ,τι δύναται νὰ ὑποστῆ αὐξήσιν ἢ ἐλάττωσιν, ἤτοι νὰ μεταβληθῆ *ποσοτικῶς*. Οὕτως ἔχομεν διάφορα ποσά, ὡς τὸ *μῆκος*, ἡ *μᾶζα*, ὁ *χρόνος*, ἡ *δύναμις* κλπ.

83. Μέτρησις τῶν ποσῶν.—*Μέτρησις* ποσοῦ τινος καλεῖται ἡ σύγκρισις αὐτοῦ πρὸς ἄλλο *τοῦ αὐτοῦ εἴδους*, τὸ ὁποῖον ἐλήφθη ὡς *μονάς*. Οὕτω μῆκός τι μετρεῖται διὰ συγκρίσεως πρὸς ἄλλο μῆκος, π.χ. τὸ μέτρον, τὸ ὁποῖον εἶνε τότε ἡ μονάς. Ὅμοίως, πρὸς μέτρησιν ἐπιφανείας τινός, παραβάλλεται αὐτὴ πρὸς ὠρισμένην ἐπιφάνειαν, π.χ. τὸν τετραγωνικὸν τεκτονικὸν πῆχυν, ὁ ὁποῖος λαμβάνεται ὡς μονάς.

Τὸ ἀποτέλεσμα τῆς συγκρίσεως εἶνε ἀριθμὸς τις, ὁ ὁποῖος ἐκφράζει πόσας φορὰς τὸ μετρηθὲν μέγεθος περιέχει τὴν μονάδα καὶ ὅστις καλεῖται *ἀριθμητικὴ τιμὴ* τοῦ μετρηθέντος ποσοῦ. Ἡ ἀριθμητικὴ αὐτὴ τιμὴ ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς ληφθείσης μονάδος. Π. χ. ἡ ἐπιφάνεια τετραγώνου πλευρᾶς ἐνὸς μέτρου εἶνε ἴση πρὸς $\frac{16}{9}$ μὲν ἐὰν ὡς μονὰς ληφθῆ ὁ τεκτονικὸς τετραγωνικὸς πῆχυς, πρὸς 100 ἐὰν ὡς μονὰς ληφθῆ τὸ τετραγωνικὸν δεκατόμετρον, πρὸς 1 δὲ ἐὰν ὡς μονὰς ληφθῆ τὸ τετραγωνικὸν μέτρον.

Ἐκλογή τῶν μονάδων.—Ἐφ' ὅσον δὲν ἔχομεν ὑπ' ὄψιν τὰς μεταξὺ τῶν διαφόρων ποσῶν σχέσεις, ἡ ἐκλογή τῶν μονάδων δύναται νὰ εἶνε αὐθαίρετος. Συνήθως ὅμως, λαμβανομένων ὑπ' ὄψιν τῶν σχέ-

σεων τούτων, ὁ ἀριθμὸς τῶν αὐθαιρέτων μονάδων φθάνει εἰς τὸ ἐλάχιστον. Συμφέρει δὲ ἡ ἐκλογή τῶν μονάδων τῶν διαφόρων ποσῶν νὰ γίνεται τοιοῦτοτρόπως, ὥστε νὰ ἀπλοποιοῦνται αἱ μεταξὺ τούτων σχέσεις. Π. χ. κατὰ τὴν γεωμετρίαν, τὸ ἐμβαδὸν E ὀρθογωνίου εἶνε ἀντίλογον τῆς βάσεως β καὶ τοῦ ὕψους ν καὶ ἔχομεν τὴν σχέσιν

$$A = K \cdot \beta \cdot \nu$$

Εἰς τὴν σχέσιν ταύτην, τὸ K εἶνε **σταθερὸς** ἀριθμὸς, ὁ ὁποῖος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰς ἐκλεγείσας μονάδας ἐπιφανείας καὶ μήκους. Ὑποθέσωμεν ὅτι ἐλάβομεν ὡς μονάδα μήκους τὸ μέτρον καὶ ὡς μονάδα ἐπιφανείας τὸν τεκτονικὸν τετραγ. πῆχυν. Ἐὰν $\beta = 1$ μέτρον καὶ $\nu = 1$ μέτρον, ἔχομεν $E = K$, ἥτοι τὸ K εἶνε εἰς τετραγ. πῆχεις ἡ ἐπιφάνεια τετραγώνου πλευρᾶς ἐνὸς μέτρου. Ἄρα

$$K = \frac{16}{9} \quad (1)$$

ἥτοι ἡ ἐπιφάνεια τετραγώνου πλευρᾶς ἴσης πρὸς 1 μέτρον εἶνε ἴση πρὸς $\frac{16}{9}$ τεκτονικὸς τετραγ. πῆχεις. Καί, γενικῶς, ὅταν ὡς μονὰς ἐπιφανείας λαμβάνεται ὁ **τεκτον. τετραγ. πῆχυς** καὶ ὡς μονὰς μήκους τὸ **μέτρον**, ἡ ἐπιφάνεια E δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως.

$$E = \frac{16}{9} \beta \times \nu$$

Ὁ συντελεστὴς K ἔχει ἄλλην τιμὴν, ἐὰν ληφθοῦν ἄλλαι μονάδες ἐπιφανείας καὶ μήκους. Π.χ. ἐὰν $\beta = 1$ μέτρον καὶ $\nu = 1$ μέτρον καὶ ληφθῇ ὡς μονὰς ἡ ἐπιφάνεια αὐτῆ E , ἥτοι ἡ ἐπιφάνεια τετραγώνου πλευρᾶς ἴσης πρὸς 1 μέτρον, τότε $E = 1$ καὶ, ἐπομένως, $K = 1$ καὶ ἡ **σχέσις (1)** γίνεται

$$E = \beta \cdot \nu$$

Ὁμοίως, ἐὰν ληφθῇ ὡς μονὰς μήκους τὸ ἑκατοστόμετρον καὶ ὡς μονὰς ἐπιφανείας τὸ τετραγ. μέτρον, τότε ἔχομεν $K = \frac{1}{10.000}$ καὶ ἡ **σχέσις (1)** γίνεται

$$E = \frac{1}{10.000} \beta \cdot \nu$$

Τὰ παραδείγματα ταῦτα δεικνύουν, ὅτι ὁ συντελεστὴς K ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐκλογῆς τῶν μονάδων ἐπιφανείας καὶ μήκους. **Διὰ καταλλήλου δὲ ἐκλογῆς τῶν μονάδων τούτων** δυνάμεθα νὰ ἔχωμεν $K = 1$, ὅτε ἡ **σχέσις (1)** γίνεται **ἀπλουστερά**, ⁽¹⁾ ἥτοι $E = \beta \cdot \nu$.

(1) Δὲν δυνάμεθα ὁμοίως νὰ ἀπλοποιήσωμεν συγχρόνως ὅλους τοὺς τύπους τῶν ἐπιφανειῶν. Π. χ. ὅταν ὁ τύπος τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὀρθογωνίου εἶνε $E = \beta \cdot \nu$,

84. Συστήματα μονάδων.— Ἐὰν ἐκλεγοῦν διὰ τὰ διάφορα ποσὰ μονάδες τοιαῦται, ὥστε νὰ ἐξαλειφθοῦν οἱ ἀριθμητικοὶ συντελεσταὶ τῶν σπουδαιοτέρων τύπων, τὸ σύνολον τῶν μονάδων τούτων καλεῖται **σύστημα μονάδων**.

Ἐκ τῶν μονάδων τοῦ συστήματος αἱ μὲν ἐκλεγείσαι αὐθαιρέτως ὀνομάζονται **θεμελιώδεις μονάδες**. Αἱ δὲ ἄλλαι μονάδες, αἱ συνεπέειά τῆς ἐκλογῆς τῶν θεμελιωδῶν ἀπορρέουσας, ὀνομάζονται **παράγωγοι**.⁽²⁾

85. Σύστημα C.G.S.— Εἰς τὸ σύστημα τοῦτο θεμελιώδεις μονάδες εἶνε ἡ μονὰς τοῦ **μήκους**, ἡ μονὰς τῆς **μάξης** καὶ ἡ μονὰς τοῦ **χρόνου**. Αἱ ἐκλεγείσαι μονάδες εἶνε μήκους μὲν τὸ **ἑκατοστόμετρον** = Centimètre (C), μάξης τὸ **γράμμον** = Gramme (G), χρόνου δὲ τὸ **δευτερόλεπτον** = Seconde (S), διὸ καὶ σύστημα τοῦτο γράφεται C.G.S.

Ἐκατοστόμετρον.— Τοῦτο εἶνε τὸ ἑκατοστὸν μέρος τοῦ **μέτρου**. Τὸ δὲ μέτρον εἶνε τὸ **μῆκος ῥάβδου ἐκ λευκοχρύσου** (εἰς τὴν θεω-

ὁ τύπος τῆς ἐπιφανείας τοῦ τριγώνου διὰ τῶν ἰδίων μονάδων εἶνε $E_1 = \frac{1}{2} \beta \cdot \nu$ ὁ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κύκλου $E_2 = \pi \cdot \rho^2$ (ρ = ἀκτίς τοῦ κύκλου). Δυνάμεθα ὁμοίως νὰ ἀπλοποιήσωμεν τὸν τύπον $\pi \cdot \rho^2$ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κύκλου καὶ νὰ ἔχωμεν $E_2 = \rho^2$ μόνον. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ διὰ $\rho = 1$ νὰ δεχθῶμεν $E_2 = 1$, ἥτοι **νὰ δεχθῶμεν, ὡς μονάδα ἐπιφανείας, τὴν ἐπιφάνειαν κύκλου ἀκτίνος ἴσης πρὸς 1**.

Ἄλλὰ τότε ὁ τύπος τῆς ἐπιφανείας E τοῦ ὀρθογωνίου γίνεται $E = \frac{1}{\pi} \beta \cdot \nu$, ἀντὶ τοῦ ἀπλοῦ $E = \beta \cdot \nu$. Διότι ὁ λόγος δύο ἐπιφανειῶν, μετρουμένων διὰ τῆς ἰδίας μονάδος, εἶνε ἀνεξάρτητος τοῦ μεγέθους τῆς μονάδος ταύτης. Ἄλλ' ἔχομεν

$$\frac{E}{E_2} = \frac{\beta \cdot \nu}{\pi \cdot \rho^2}$$

Ἐὰν λοιπὸν $E = \rho^2$, τότε $E = \frac{1}{\pi} \beta \cdot \nu$.

Ἐπειδὴ ὁμοίως αἱ μετρήσεις τῶν ἐμβαδῶν γίνονται γενικῶς δι' ὑποδιαίρεσεως αὐτῶν εἰς ὀρθογώνια ἐπεταὶ ὅτι εἶνε προτιμωτέρα ἡ ἀπλοποίησις τοῦ τύπου τοῦ ὀρθογωνίου παρὰ ἄλλου τινὸς σχήματος.

(2) Τὰ διάφορα συστήματα μονάδων διαφέρουν ἀλλήλων:

1ον. **Ἐκ τῆς φύσεως τῶν τριῶν θεμελιωδῶν μονάδων.** Π. χ. δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ὡς θεμελιώδεις τὰς μονάδας μήκους, χρόνου καὶ μάξης ἢ μήκους, χρόνου καὶ δυνάμεως κλπ.

2ον. **Ἐκ τοῦ μεγέθους τῶν θεμελιωδῶν μονάδων.** Ὡς μονὰς μήκους ἢμπορεῖ νὰ ληφθῇ π.χ. τὸ μέτρον ἢ ὁ πῆχυς κλπ.

3ον. **Ἐκ τῶν τύπων, διὰ τῶν ὁποίων ὁρίσθησαν αἱ παράγωγοι μονάδες.** Π. χ. μετὰ τὸν ὁρισμὸν τῆς μονάδος μήκους δυνάμεθα, ὡς εἶδομεν, νὰ λάβωμεν ὡς μονάδα ἐπιφανείας εἴτε τὴν ἐπιφάνειαν τετραγώνου πλευρᾶς ἴσης πρὸς τὴν μονάδα τοῦ μήκους, εἴτε τὴν τοῦ κύκλου ἀκτίμος ἴσης πρὸς τὴν μονάδα τοῦ μήκους.

μοκρασίαν 0') κατατεθειμένης εις τὸ Διεθνὲς Γραφεῖον τῶν βαρῶν καὶ μηκῶν εις *Sèvres* τῆς Γαλλίας. Ὡς γνωστὸν δὲ τὸ μέτρον τοῦτο εἶνε κατὰ προσέγγισιν ἴσον πρὸς τὸ $\frac{1}{10.000.000}$ μέρος τοῦ γῆινου μεσημβρινοῦ.

Γράμμον.— Τὸ γράμμον εἶνε τὸ χιλιοστὸν μέρος τῆς μάζης κυλίνδρου ἐκ λευκοχρύσου, κατατεθέντος εις τὸ αὐτὸ Διεθνὲς Γραφεῖον τῶν *Sèvres* ἢ μᾶζα τοῦ κυλίνδρου τούτου καλεῖται **χιλιόγραμμον**. Κατὰ τὸν καθορισμὸν τοῦ συστήματος S.G.S. ἐζητήθη, ὅπως τὸ **χιλιόγραμμον** παριστᾷ τὴν μᾶζαν ἐνὸς **κυβικοῦ δεκατομέτρου καθαροῦ ὕδατος 4°**. Ἐγένοντο ὅμως σφάλματά τινα, ἀναπόφευκτα τότε, καὶ ἡ μᾶζα ἐνὸς κυβικοῦ δεκατομέτρου ὕδατος 4° εἶνε, κατὰ τὰς ἀκριβεστεράς μετρήσεις, ἴση πρὸς 999,73 γράμμα, ἤτοι διαφέρει ἐλάχιστα τοῦ 1 χιλιογραμμοῦ, διὸ καλεῖται συνήθως γράμμον ἢ μᾶζα ἐνὸς **κυβικοῦ ἑκατοστομέτρου ὕδατος 4°**.

Δευτερόλεπτον.— Τοῦτο εἶνε τὸ $\frac{1}{86.400}$ τῆς μέσης ἡμέρας.

Αἱ μονάδες τῶν λοιπῶν ποσῶν ὀρίζονται διὰ τῶν προηγουμένων θεμελιωδῶν μονάδων καὶ διὰ σχέσεων μεταξύ τῶν διαφόρων ποσῶν, ὡς ἔπεται.

Μονὰς ἐπιφανείας καὶ μονὰς ὄγκου.— Εἰς τὸ σύστημα C.G.S. μονὰς μὲν ἐπιφανείας εἶνε τὸ **τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον**, μονὰς δὲ ὄγκου τὸ **κυβικὸν ἑκατοστόμετρον**.

Μονὰς ταχύτητος καὶ μονὰς ἐπιταχύνσεως.— Εἰς τὸ σύστημα C.G.S. μονὰς ταχύτητος εἶνε τὸ ἑκατοστόμετρον κατὰ δευτερόλεπτον, ἤτοι ἡ **ταχύτης κινήτου, διανύοντος μὲ ὀμαλὴν κίνησιν 1 ἑκατοστόμετρον ἐντὸς 1 δευτερολέπτου**. Ἡ μονὰς αὕτη ὠρίσθη διὰ τῆς ἐπομένης σχέσεως τῆς ὀμαλῆς κινήσεως

$$\tau = \frac{\delta}{\chi}$$

Ἐὰν εἰς τὴν ταύτην τεθῆ $\delta=1$ καὶ $\chi=1$, ἔχομεν $\tau=1$.

Ἡ μονὰς ἐπιταχύνσεως εἰς τὸ σύστημα C.G.S., εἶνε ἡ **ἐπιτάχυνσις κινήτου, τοῦ ὁποίου ἡ ταχύτης ἀυξάνεται κατὰ τὴν μονάδα τῆς ταχύτητος κατὰ δευτερόλεπτον**, ὠρίσθη δὲ ἐκ τῆς ἐπομένης σχέσεως (§ 56)

$$\gamma = \frac{\tau}{\chi}$$

Διότι ἐὰν τεθῆ $\tau=1$ καὶ $\chi=1$, ἔχομεν καὶ $\gamma=1$.

Μονὰς δυνάμεως.— Μονὰς δυνάμεως εἰς τὸ σύστημα C.G.S. εἶνε ἡ **δύνη**, ἡ ὁποία εἶνε ἡ **δύναμις, ἥτις ἐνεργοῦσα ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς μάζης (γράμμον), δίδει εἰς αὐτὴν ἐπιτάχυνσιν ἴσην πρὸς τὴν μονάδα**. Ἡ μονὰς δυνάμεως συνήχθη ἐκ τῆς σχέσεως (§ 60)

$$\Delta = m \times \gamma$$

Διότι, ἐὰν εἰς τὴν σχέσιν ταύτην εἶνε $m=1$ καὶ $\gamma=1$, ἔχομεν $\Delta=1$.

Ἡ δύνη εἶνε τὸ $\frac{1}{981}$ μέρος τοῦ βάρους γράμμον (ἐν Παρισίοις ἢ Ἀθήναις), ἐν δὲ χιλιόγραμμον βάρους ἰσοῦται πρὸς 981.000 δύνας. Σημειωτέον ὅτι ἡ δύνη ἰσοῦται πρὸς 1,019 τοῦ βάρους χιλιοστογράμμου, ἤτοι ἐλάχιστα διαφέρει τοῦ 1 χιλιοστογράμμου βάρους (ἐν Ἀθήναις ἢ Παρισίοις).

Τὸ βᾶρος σώματός τινος εἰς δύνας εὐρίσκεται, ἐὰν πολλαπλασιασθῆ ἡ μᾶζα τοῦ σώματος τούτου (εἰς γράμμα) ἐπὶ τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος (εἰς ἑκατοστόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον). Π. χ. τὸ βᾶρος ἐνὸς χιλιογραμμοῦ (ἐν Ἀθήναις) εἶνε 1000×981 , διότι $g=981$ ἑκατοστόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον.

Τὸ βᾶρος τοῦ γράμμου εἶνε ὡς εἶδομεν,

εἰς τὸν ἰσημερινόν, ὅπου $g=978$ ἑκατ.	$=978$ δύνας.
εἰς Παρισίους » $g=981$ »	$=981$ »
εἰς τὸν πόλον » $g=984$ »	$=984$ »

Μονὰς τοῦ ἔργου.— Ὡς μονὰς τοῦ ἔργου ἐλήφθη τὸ **ἔργιον**, ὅπερ εἶνε τὸ **ἔργον, τὸ ἐκτελούμενον ὑπὸ δυνάμεως μιᾶς δύνης, ὅταν τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς μετατίθεται πρὸς τὴν διεύθυνσίν τῆς κατὰ ἐν ἑκατοστόμετρον**. Τοῦτο δὲ διότι μεταξύ δυνάμεως Δ , μήκους μ καὶ ἔργου E ἔχομεν (§ 78)

$$E = \Delta \cdot \mu \tag{1}$$

Ἐὰν λοιπὸν $\Delta=1$ καὶ $\mu=1$, θὰ ἔχομεν καὶ $E=1$.

Τὸ χιλιογραμμόμετρον ἰσοῦται πρὸς 98 100 000 ἔργια. Διότι ἐν χιλιόγραμμον βάρους (ἐν Ἀθήναις ἢ Παρισίοις) εἶνε ἴσον πρὸς 981 000 δύνας, τὸ δὲ μέτρον ἔχει 100 ἑκατοστ. καί, ἐπομένως, τὸ ἀντιστοιχοῦν ἔργον, ἤτοι τὸ χιλιογραμμόμετρον, εἶνε 981000×100 .

Ἡ μονὰς ὅμως αὕτη ἔργιον εἶνε λίαν μικρά, διὸ ἐν τῇ πράξει ἐγένετο δεκτὴ ἐτέρα μονὰς τοῦ ἔργου, ἡ **joule**, ἥτις ἰσοῦται πρὸς 10 000 000 ἢ 10^7 ἔργια.

Ἀσκησις.— Πρὸς πόσας μονάδας **joule** ἰσοδυναμεῖ τὸ χιλιογραμμόμετρον

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω σχέσεως (1) τοῦ ἔργου εὐρίσκομεν αὐτὸ εἰς ἔργια, ἐὰν θέσωμεν τὸ Δ εἰς δύνاس καὶ τὸ μ εἰς ἑκατοστά. Ἐὰν ὁμως τεθῇ τὸ Δ εἰς βάρος χιλιογράμμα καὶ τὸ μ εἰς μέτρα, ἔχομεν τὸ ἔργον Ε εἰς χιλιογραμμόμετρα. Ἰδόμεν λοιπὸν πόσα ἔργια ἀντιστοιχοῦν εἰς 1 χιλιογραμμόμετρον. Πρὸς τοῦτο εἰς τὴν (1) θέτομεν $\mu=100$ ἑκατοστά=1 μέτρον καὶ $\Delta=981\,000$ δύνاس=1 χιλίωγρ. ὅτε λαμβάνομεν

$$E=981000 \times 100=98100000=10^7 \times 9,81 \text{ ἔργια.}$$

Ἄλλὰ 1 joule=10 000 000 ἔργια· ἐπομένως

$$E=9,81 \text{ joule}$$

ἦτοι, ἡ μονὰς joule εἶνε ἴση περίπου πρὸς τὸ $\frac{1}{10}$ τοῦ χιλιογραμμόμετρον.

Μονὰς τῆς ἰσχύος.—Ὡς μονὰς τῆς ἰσχύος ἐλήφθη ἡ κληθεῖσα *ἔργιον κατὰ δευτερόλεπτον*, ἣτις εἶνε ἡ *ἰσχύς μηχανῆς, δυναμένης νὰ ἐκτελέσῃ ἐν ἔργιον κατὰ δευτερόλεπτον*.

Καὶ ἡ μονὰς αὕτη εἶνε λίαν μικρά, διὸ καὶ ἐν ταῖς ἐφαρμογαῖς ἐλήφθη ἡ καλουμένη watt, ἣτις ἰσοῦται πρὸς τὴν ἰσχὴν μηχανῆς, δυναμένης νὰ ἐκτελέσῃ κατὰ δευτερόλεπτον ἔργον ἴσον πρὸς μίαν joule.

Ἡ kilowatt ἰσοῦται πρὸς χιλίας watt. Εἶνε δὲ $1 \text{ watt}=10^7 \text{ C.G.S.}$

Ἡ μονὰς ἵππος ἰσοδυναμεῖ πρὸς 736×10^7 ἔργια καὶ πρὸς 736 μονάδας watt.

Ἀσκήσις.—Ποία εἶνε ἡ τιμὴ ἐνὸς ἵππου εἰς μονάδας C.G.S., εἰς μονάδας watt καὶ μονάδας kilowatt;

Ἐπιλύθη. Ὁ ἵππος ἐκτελεῖ εἰς 1" ἔργον 75 χιλιογραμμόμετρον, ἦτοι

$$75 \times 9,81 \times 10^7 \text{ ἔργιων} = 736 \times 10^7 \text{ ἔργιων.}$$

Ἄρα ἡ ἰσχύς του εἶνε ἴση πρὸς 736×10^7 μονάδας C. G. S. ἢ 736 μονάδας watt ἢ 0,736 μονάδας kilowatt.

Παρατήρησις.—Κατὰ προσέγγισιν δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἵππος $=\frac{3}{4}$ kilowatt ἢ 4 ἵπποι=3 kilowatt.

Πρακτικαὶ μονάδες.—Πολλάκις εἰς τὰς ἐφαρμογὰς αἱ μονάδες C.G.S. εἶνε πολὺ μικραὶ ἢ πολὺ μεγάλα· π. χ. πρὸς μέτρησιν τῆς ἀποστάσεως τῆς Σελήνης ἀπὸ τῆς Γῆς, ἡ κατάλληλος μονὰς δὲν εἶνε τὸ ἑκατοστόμετρον. Διὰ τοῦτο γίνεται χρῆσις καὶ πρακτικῶν μονάδων, αἱ ὁποῖαι εἶνε ἐν γένει πολλαπλάσια ἢ ὑποπολλαπλάσια τῶν προηγουμένων μονάδων. Τὰ ὀνόματα τῶν πρακτικῶν μονάδων σχηματίζονται ἐκ τῶν τοῦ C.G.S. προστιθεμένης λέξεως, δηλοῦσης τὸν τρόπον τοῦ σχηματισμοῦ τῆς μονάδος, ὡς *δέκα* (deca), *ἑκατὸν* (hecto), *χίλιο* (kilo) κλπ. Π. χ. ἔχομεν τὸ *χιλιόγραμμα* (kilogramme)=χίλια γράμμα. Τὸ χιλιοστὸν τοῦ χιλιοστομέτρον ὀνομάζεται *μικρὸν* καὶ παρίσταται διὰ τοῦ μ.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Ποία ἡ ἔντασις τῆς συνισταμένης δύο δυνάμεων ὀρθογωνίων, ἐφηρμοσμένων ἐπὶ ἐνὸς σημείου καὶ ἴσων πρὸς 5 καὶ 8 χιλιογράμμα; Ἄπ. 9,434 χιλίωγρ.

2. Δύο παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς διευθύνσεως δυνάμεις $\Delta_1=3$ χιλίωγρ. καὶ $\Delta_2=5$ χιλίωγρ. εἶνε ἐφηρμοσμένοι εἰς τὰ ἄκρα A_1 καὶ A_2 εὐθείας μήκους 16 ἑκατοστ. Νὰ προσδιορισθῇ ἡ συνισταμένη.

Ἄπ. 8 χιλίωγρ. καὶ εἰς ἀπόστασιν 6 ἑκατοστ. ἀπὸ τοῦ A_2 .

3. Δύο δυναμόμετρα συνηρημολογήθησαν οὕτως, ὥστε διὰ τῆς αὐτῆς ἔλξεως νὰ τεντώνωνται ἀμφοτέρω. Τὸν ἐν τῶν δύο δυναμομέτρων εἶνε βαθμολογημένον εἰς χιλιογράμμα καὶ δεικνύει 15. Τὸ ἕτερον δυναμόμετρον ἔχει ὑποδιαρεθῆ ἀσθαιρέτως εἰς ἴσα μέρη καὶ δεικνύει 7 ὑποδιαρέσεις. Εἰς ποίαν δύναμιν ἀντιστοιχεῖ ἡ ὑποδιαρέσις 1 τοῦ δευτέρου δυναμομέτρον.

$$\text{Ἄπ. } \frac{15}{7} \text{ χιλίωγρ.}$$

4. Κανὼν ὁμοιομερῆς AB ἔχει μῆκος 1 μέτρον καὶ βάρος 1 χιλίωγρ. Ἐκ τοῦ ἄκρου A ἐξαρτᾶται βάρος 1 χιλίωγρ. α.) Ἐκ τίνος σημείου πρέπει νὰ κρατηθῇ ὁ κανὼν, ἵνα εὐρίσκειται οὗτος ἐν ἰσορροπία ὀριζοντίως. β.) Ποία δύναμις θὰ καταβληθῇ πρὸς τοῦτο;

Ἄπ. α.) Πρέπει νὰ κρατηθῇ ἀπὸ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τοῦ ὀλικοῦ βάρους, ἦτοι τῆς συνισταμένης τοῦ βάρους τοῦ κανόνος καὶ τοῦ ἐκ τοῦ A ἐξαρτηθέντος βάρους. Αἱ δύο αὗται δυνάμεις εἶνε ἴσαι καὶ παράλληλοι (ἡ πρώτη εἶνε ἐφηρμοσμένη εἰς τὸ μέσον τοῦ κανόνος) καὶ ἀπέχουν ἀλλήλων κατὰ 50 ἑκατοστόμ. Ἡ συνισταμένη λοιπὸν εἶνε εἰς τὸ μέσον τῶν δύο καὶ ἀπέχει τοῦ A κατὰ 25 ἑκατοστόμ. β.) Ἡ καταβαλλομένη δύναμις θὰ εἶνε ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν προηγουμένην συνισταμένην, ἦτοι 2 χιλίωγρ.

5. Ἐκ δύο σημείων A καὶ B ὀροφῆς ἔχουν προσδεθῆ τὰ δύο ἄκρα νήματος, τοῦ ὁποῖου τὸ μέσον Γ κρατεῖ βάρος 5 χιλίωγρ. Νὰ ὑπολογισθοῦν αἱ τάσεις Δ_1 καὶ Δ_2 , αἱ ἐξασκούμεναι ἐπὶ τῶν δύο σημείων A καὶ B, ὅταν ἡ γωνία AGB εἶνε ὀρθή.

$$\text{Ἄπ. } \Delta_1 = \Delta_2 = \sqrt{2} = 1,41 \text{ χιλίωγρ.}$$

6. Εἰς τὸν ἕνα τῶν δίσκων ζυγοῦ ἐν ἰσορροπία ἐτέθη βάρος 100 γράμμων. Παρατηρήθη τότε ὅτι διὰ νὰ ἐπανέλθῃ ἡ διαταραχθεῖσα ἐκ τούτου ἰσορροπία, πρέπει νὰ τεθοῦν ἐπὶ τοῦ ἄλλου δίσκου 100,1 γράμμα.

Όταν ο δεύτερος βραχίων της φάλαγγος είναι 20 εκατοστόμ. ποιον είναι το μήκος του άλλου βραχίονος;

Απ. 20,02 εκατοστ.

7.— Η απόστασις δύο σταθμῶν σιδηροδρόμου είναι 10 χιλίωμ. και διανύεται ὑπὸ τούτου μετὰ κινήσεως ὁμαλῆς ἐντὸς 10'. Ποία εἶνε ἡ ταχύτης καθ' ὥραν τοῦ σιδηροδρόμου;

Απ. 60 χιλίωμ.

8) Σῶμα, ἔχον κίνησιν ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένην, ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς ἡρεμίας και διανύει 5 μέτρα κατά τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον Ζητεῖται α.) ποιον εἶνε τὸ διανυθὲν διάστημα δ ἐντὸς 8" και β.) ποία εἶνε ἡ ταχύτης τ εἰς τὸ τέλος τοῦ αὐτοῦ χρόνου.

Απ. δ=250 μέτρα και τ=50 μέτρα.

9) Σῶμα, ἀναχωρῆσαν ἐκ τῆς ἡρεμίας μετὰ κινήσεως ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένης, διήνυσε διάστημα 90 χιλιομ. μετ' ἐπιταχύνσεως 5 χιλιομ. καθ' ὥραν. Ποία νῦν ἡ ταχύτης του;

Απ. 13 χιλίωμ.

10) Ποία θὰ εἶνε ἡ ταχύτης τοῦ προηγουμένου κινητοῦ μετὰ παρέρλευσιν 45' και ἐντὸς πόσου χρόνου θὰ γίνῃ ἡ ταχύτης αὕτη 60 χιλόμετρα;

Απ. α.) 3,75 χιλίωμ, β.) 12 ὥρας.

11) Ποιον πρέπει νὰ εἶνε τὸ διανυθὲν διάστημα ὑπὸ σώματος πίπτοντος ἐλευθέρως, ὥστε ἡ ταχύτης νὰ ἰσοῦται ἀριθμητικῶς πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ διανυθέντος διαστήματος;

Απ. δ=8g.

12) Διὰ νὰ πέσῃ λίθος τις μέχρι τοῦ πυθμένος φρέατος ἀπαιτοῦνται 3 δευτερόλεπτα. Ποιον τὸ βάθος β τοῦ φρέατος τούτου και ποία ἡ ταχύτης τ τοῦ λίθου εἰς τὸ τέρας τῆς πτώσεώς του, ὅταν g=981;

Απ. β=44, 14 μέτρα και τ=29, 43 μέτρα.

13) Ποιον ἔργον πρέπει νὰ καταναλωθῇ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Σελήνης, διὰ νὰ ἀνυψωθῇ μάζα 10 χιλιογράμων κατά 20 μέτρα, ὅταν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Σελήνης εἶνε g=160;

Απ. 10 000 × 160 × 2000 = 3,2 × 10⁹ ἔργια = 320 joule

14) Ποία εἶνε ἡ ἐντάσις τῆς βαρύτητος εἰς ἓνα τόπον, εἰς τὸν ὁποῖον τὸ μήκος τοῦ ἐκκρεμοῦς, τοῦ δίδοντος τὸ δευτερόλεπτον, εἶνε 99,5 εκατοστόμετρα;

Απ. g=982,02

15) Βάρος 1 χιλιογράμμου περιστρέφεται κυκλικῶς διὰ χορδῆς μήκους 50 εκατοστομ. και ἐκτελεῖ δύο στροφὰς κατά δευτερόλεπτον. Ζητεῖται ἡ τάσις τῆς χορδῆς (φυγόκεντρος).

Απ. 8.000.000 δύναι.

16) Ποῖος εἶνε ὁ ὄγκος ἑνὸς χαλκίνου κύβου, τοῦ ὁποῖου ἡ μάζα εἶνε 1000 γράμμα και ἡ πυκνότης 8,6;

Απ. $\frac{1000}{8,6}$ κυβ. εκατοστ.

17) Ποιον ὄγκον καταλαμβάνει μάζα ὕδραργύρου ἴση πρὸς 1 γράμμου και πυκνότητος 13,6;

Απ. 0,073 κυβικὰ εκατοστ.

18) Ἐπὶ πόσον χρόνον πρέπει νὰ πίπτῃ ἓν σῶμα, ἵνα διανύσῃ μετὰ τοῦτο 500 μέτρα ἐντὸς 2";

Απ. 24",48.

19) Ἐπὶ πόσον χρόνον πρέπει νὰ πίπτῃ ἓν σῶμα, ἵνα ἀποκτήσῃ ταχ. 600 μέτρων κατά δευτερόλεπτον;

Απ. 61",16.

20) Ποιον εἶνε τὸ μήκος ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς, παρέχοντος τὸ δευτερόλεπτον εἰς τόπον, εἰς τὸν ὁποῖον g=9,81 μέτρα;

Απ. 99,396 εκατοστ.

21) Ἐὰν δυναμόμετρον τι ἔχει βαθμολογηθῇ τοιουτοτρόπως, ὥστε νὰ παρέχῃ τὰς μάζας εἰς γράμμα, ὅταν ἡ μέτρησις γίνεται εἰς τὸν ἰσημερινόν, ποιον εἶνε τὸ σφάλμα, ὅταν τὸ δυναμόμετρον χρησιμοποιεῖται εἰς τοὺς πόλους;

Απ. Μεγαλύτεραι κατά $\frac{1}{100}$ περίπου

22) Σῶμα στερεὸν μὲ βάσεις ὀρθογωνίους και παραλλήλους ἐπιφανείας 1 τετραγ. μέτρου ζυγίζει 200 χιλιογράμμα. Νὰ ὑπολογισθῇ 1ον ἡ πίεσις, ἣν ἐξασκεῖ ἐπὶ ἐκάστου τετραγ. εκατοστομ., ὅταν τοποθετῆται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐδάφους και 2ον ἡ πίεσις ἣν ἐξασκεῖ ἐπὶ ἐκάστου τετραγ. εκατοστομ. ὅταν ἀποτελῇ τράπεζαν, φερομένην ὑπὸ τριῶν ποδῶν, ἕκαστος τῶν ὁποῖων στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ἐδάφους διὰ κύκλου 20 τετραγ. εκατοστομ.

Απ. 1ον 0,02 χιλιογρ. 2ον $\frac{10}{3}$ χιλιογρ.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

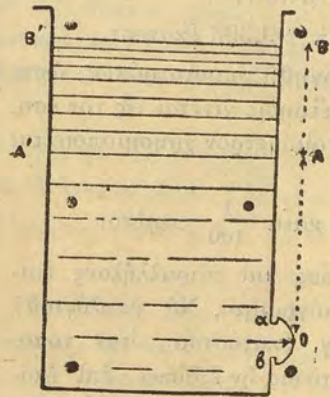
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

86. Υδροστατική.— Καλεῖται *υδροστατική* τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς τὸ ἐξετάζον τὴν ἰσορροπίαν τῶν υγρῶν. Τὰ υγρά τίθενται ἐντὸς δοχείων, καί, ὡς εἶδομεν, λαμβάνουν τὸ σχῆμα τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ δοχείου· ἢ ἀνωτέρω ὅμως *ἐλευθέρως* ἐπιφάνεια οἰουδήποτε υγροῦ ἤρε μούντος εἶνε ἐπίπεδον ὀριζόντιον.

87. Πίσεις τῶν υγρῶν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν δοχείων.

— ΠΕΙΡΑΜΑ 1.— Λαμβάνομεν δοχεῖον (σχ. 111), τὸ ὁποῖον ἔχει ὀπὴν αβ εἰς τὸ κατώτερον μέρος του. Τὴν ὀπὴν αὐτὴν κλείομεν ἐλαφρῶς μὲ φελλόν. Ἐὰν εἰς τὸ δοχεῖον θέσωμεν ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ φελλὸς ἐκτινάσσεται πρὸς τὰ ἔξω. Τοῦτο συνέβη, διότι τὸ ὕδωρ *ἐπίσσε τὸν φελλὸν πρὸς τὰ ἔξω*.



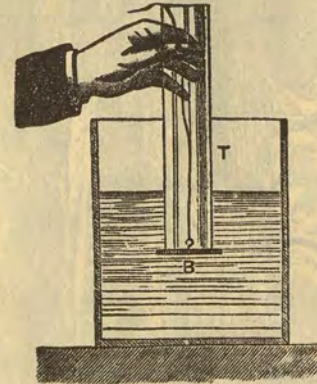
Σχ. 111

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.— Ἐὰν κλείσωμεν τὴν ὀπὴν αβ (σχ. 111) τοῦ δοχείου μὲ ἐλαστικὴν μεμβράνην καὶ χύσωμεν ὕδωρ ἐντὸς αὐτοῦ, βλέπομεν ὅτι ἡ μεμβράνη ἐξογκοῦται πρὸς τὰ ἔξω. Ὅσον δὲ περισσότερον ὕδωρ θέτομεν εἰς τὸ δοχεῖον, τόσον περισσότερον ἡ μεμβράνη ἐξογκοῦται καὶ τέλος ἡμπορεῖ νὰ σπάσῃ. Τὸ ὕδωρ λοι-

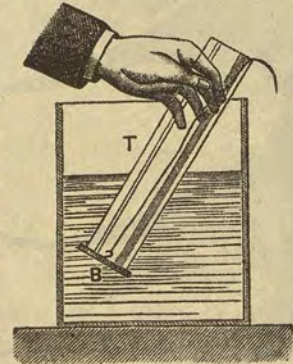
πὸν τοῦ δοχείου πιέζει τὴν μεμβράνην πρὸς τὰ ἔξω τόσον περισσότερον, ὅσον βαθύτερα ἐντὸς τοῦ ὕδατος εἶνε αὐτή, ἥτοι ὅσον περισσότερον ἀπέχει αὐτὴ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.

ΠΕΙΡΑΜΑ 3.— Τὸ ὑγρὸν δὲν πιέζει μόνον τὰς παρεῖας τοῦ δο-

χείου, ἀλλὰ καὶ πᾶσαν ἐπιφάνειαν, εὐρισκομένην ἐντὸς τῆς μάζης του. Λάβωμεν σωλῆνα γάλινον Τ (σχ. 112—113), τοῦ ὁποῖου τὸ κατώτερον ἄκρον φράσσεται ὑπὸ ἐπιπέδου δίσκου Β. Ὁ δίσκος οὗτος τηρεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ἄκρου τοῦ σωλῆνος διὰ νήματος, διερχομένου διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ τοῦ σωλῆνος. Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν σωλῆνα ἐντὸς ὕδατος καὶ

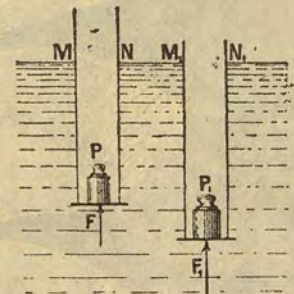


Σχ. 112



Σχ. 113

κατόπιν ἀφήσωμεν τὸ νῆμα, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ δίσκος δὲν καταπίπτει· τοῦτο προέρχεται ἐκ τῆς πίσεως, τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ τὸ ὑγρὸν ἐπὶ τοῦ δίσκου. Διὰ νὰ εὐρώμεν καὶ *πόση εἶνε ἡ πίσις*, θέτομεν σταθμὰ Ρ ἐπὶ τοῦ δίσκου (σχ. 114), μέχρις ὅτου καταπέσῃ ὕψος. Τὰ σταθμὰ εἶνε τότε ἴσα μὲ τὴν δύναμιν, μὲ τὴν ὁποίαν πιέζεται ὁ δίσκος. Ἐὰν μετρήσωμεν τὰ σταθμὰ, εὐρίσκομεν ὅτι *εἶνε ἴσα πρὸς τὸ βάρος υγροῦ κυλίνδρου, ἔχοντος βάσιν ἴσην πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου καὶ ὕψος τὸ βάθος, εἰς ὃ εὐρίσκεται ὁ δίσκος, ἥτοι τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τούτου ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου.* (1)

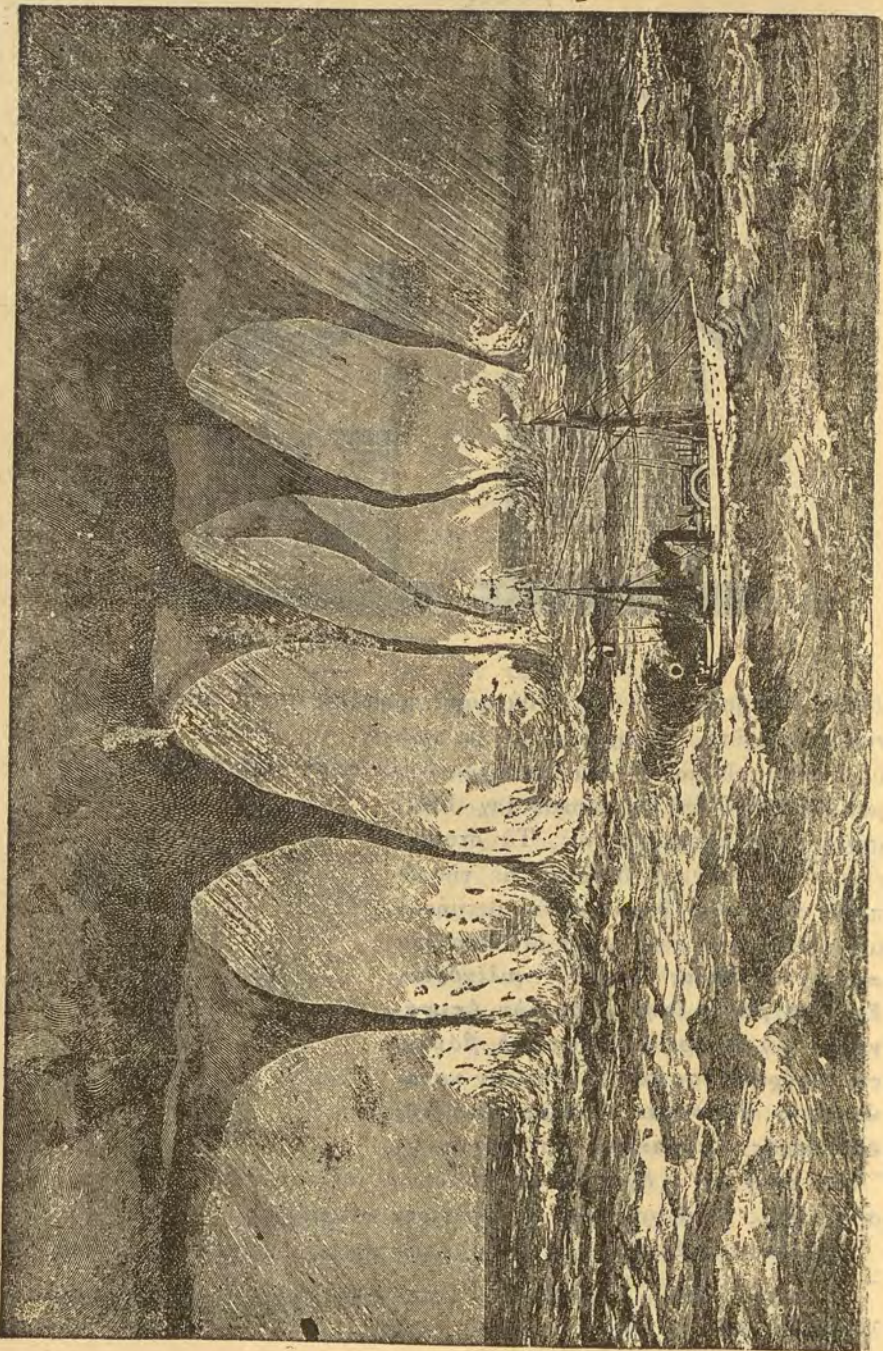


Σχ. 114

Ἄρα, τόση εἶνε ἡ δύναμις, μὲ τὴν ὁποίαν πιέζεται ὁ δίσκος. Τὰς πιέσεις ταύτας θὰ μετρήσωμεν ἀκριβέστερον κατωτέρω.

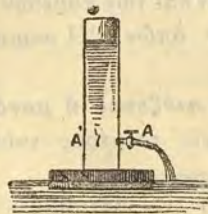
Ἄλλα πειράματα.— Ἡ ὑπαρξὶς τῶν πίσεων τούτων ἐπὶ τῶν πα-

(1) Κατὰ προσέγγισιν, καθόσον καὶ ὁ δίσκος ἔχει βάρος, τὸ ὁποῖον δέον νὰ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν.

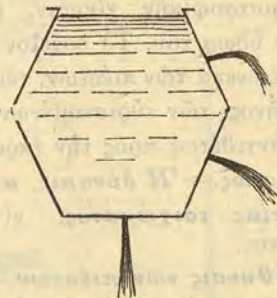


Σχ. 115. Σίφων επί θαλάσσης.

ρειῶν τῶν δοχείων καταφαίνεται καὶ ἐκ τῶν κινήσεων, τὰς ὁποίας ἡμποροῦν νὰ παράγουν. Π. χ. ἐὰν λάβωμεν δοχεῖον πλήρες ὕδατος στενὸν καὶ ὑψηλὸν (σχ. 116) καὶ τὸ τοποθετήσωμεν ἐπὶ φελλοῦ τοιουτοτρόπως, ὥστε τὸ ὄλον νὰ ἐπιπλέη ἐπὶ ὕδατος, καὶ ἀνοίξωμεν τὴν στρο-

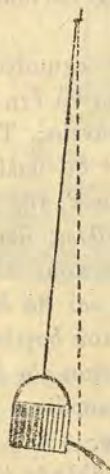


Σχ. 116

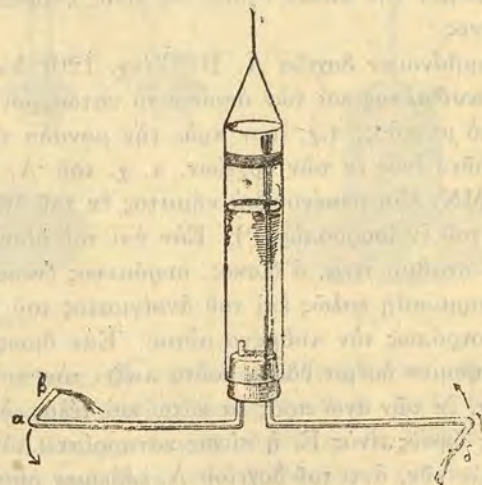


Σχ. 117

φιγγα Α, τὸ δοχεῖον τίθεται εἰς κίνησιν, διευθυνόμενον ἀντιθέτως πρὸς τὸ ἐκρέον ὕδωρ. Ἡ κίνησις αὕτη παράγεται ὑπὸ τῆς πίεσεως, ἣτις



Σχ. 118



Σχ. 119

ἐπιφέρεται ἐπὶ τῆς παρειᾶς Α' τοῦ δοχείου, τῆς εὐρισκομένης ἀπέναντι τῆς ὀπῆς, ἐξ ἧς ἐκρέει τὸ ὕδωρ. Ἡ πίεσις δὲ αὕτη ἐξουδετεροῦτο προηγουμένως ὑπὸ τῆς πίεσεως, ἡ ὁποία ἐνήργει ἐπὶ τοῦ τμήματος Α τῆς παρειᾶς, ἐνθα ἐσχηματίσθη ὀπή. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον

δοχείον πλήρες ὕδατος, ἀνηρημένον διὰ νήματος (σχ. 118), ἀπομακρύνεται τῆς κατακορύφου θέσεώς του, ὅταν ἀνοιχθῇ πλαγίως ὀπὴ καὶ τὸ ὕδωρ ἀρχίσῃ νὰ ἐκρέη δι' αὐτῆς.

Ἐπίσης, τὸ δοχεῖον, τὸ παριστάμενον ὑπὸ τοῦ σχ. 119, τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, ἐὰν ἀνοιχθοῦν αἱ ὀπαὶ β καὶ δ, ἵνα ἐκρέη τὸ ὕδωρ του. Τὸ δοχεῖον τότε στρέφεται περὶ τὸ νῆμα. Ἐξ οὗ κρέματαί, ἔνεκα τῶν πιέσεων, τῶν ἐπιφερομένων ἐπὶ τῶν παρεῖων α καὶ γ τοῦ σωλήνος, τῶν εὐρισκομένων ἀπέναντι τῶν ὀπῶν. Ἡ περιστροφή γίνεται ἀντιθέτως πρὸς τὴν ἐκροήν.

Ὁρισμός.—*Ἡ δύναμις, μετὰ τὴν ὁποίαν πιέζεται ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας τοιχώματος, εἶνε ἡ πίεσις εἰς τὸ μέρος τοῦτο τοῦ τοιχώματος.*

Διεύθυνσις τῶν πιέσεων.—Ἐὰν ἀνοιχθῇ εἰς οἰονδήποτε μέρος τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου ὀπὴ (σχ. 117), θὰ ἴδωμεν τὸ ὑγρὸν νὰ ἐκπηδᾷ ἐξ αὐτῆς καθέτως ἐπὶ τῆς παρεῖας, εἰς ὃ μέρος ἐγένετο ἡ ὀπὴ. *Ἄρα αἱ πιέσεις αὗται εἶνε κάθετοι ἐπὶ τῶν πιεζομένων παρεῖων.*

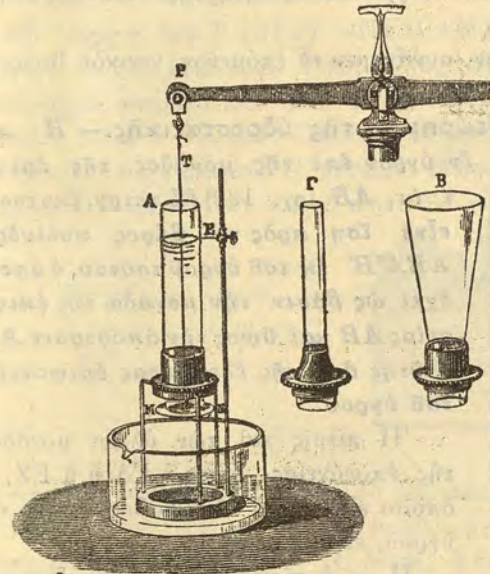
87. Μέτρησις τῆς πίσεως ἐπὶ ὀριζοντίου πυθμένος.—Ἄς μετρήσωμεν τὴν πίεσιν ὑγροῦ ἐπὶ τινος ἐπιφανείας, π.χ. ἐπὶ ὀριζοντίου πυθμένος.

Λαμβάνομεν δοχεῖα Α, Β, Γ (σχ. 120) διαφόρων σχημάτων καὶ *ἀνευ πυθμένος* καὶ τῶν ὁποίων τὸ κατώτερον ἄνοιγμα νὰ ἔχη εἰς ὄλα τὸ αὐτὸ μέγεθος, π.χ. ἴσον πρὸς τὴν μονάδα τῆς ἐπιφανείας. Τὸ ἄνοιγμα τοῦτο ἐνὸς ἐκ τῶν δοχείων, π.χ. τοῦ Α, κλείομεν δι' ὑαλίνου δίσκου ΜΝ, ἐξαρθωμένου διὰ νήματος ἐκ τοῦ ἐνὸς ἄκρου Ρ τῆς φάλαγγος ζυγοῦ ἐν ἰσορροπία. (1). Ἐὰν ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἄλλης ἄκρας θέσωμεν σταθμὰ τινα, ὃ δίσκος, συρόμενος ἔνεκα τούτων πρὸς τὰ ἄνω, θὰ ἐφαρμοσθῇ καλῶς ἐπὶ τοῦ ἀνοίγματος τοῦ δοχείου καὶ θὰ ἀποτελή τοιουτοτρόπως τὸν πυθμένα αὐτοῦ. Ἐὰν ὁμοῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου τούτου ρίψωμεν ἡρέμα ὕδωρ, τοῦτο πιέζει τὸν πυθμένα, ἦτοι τὸν ὑαλινὸν δίσκον, ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω καὶ τέλος, ὅταν ἡ ἐπιφάνεια φθάσῃ μέχρις ὕψους τινὸς Ε, ἡ πίεσις καταρρίπτει τὸν δίσκον.

Ἐὰν νῦν, ἀντὶ τοῦ δοχείου Α, λάβωμεν οἰονδήποτε ἄλλο ἐκ τῶν λοιπῶν Β, Γ καὶ ἐκτελέσωμεν τὰ αὐτὰ (διατηροῦντες πάντοτε τὰ αὐτὰ σταθμὰ ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ), θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι πρέπει νὰ χυθῇ ἐντὸς τούτου ὕδωρ πάλιν μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους Ε, ἵνα καταπέσῃ ὁ ὑαλινὸς πυθμῆν. Ἐπομένως, ἡ πίεσις, ἡ ἐξασκουμένη ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου, εἶνε ἡ αὐτὴ δι' ὄλα τὰ δοχεῖα. Ἐκτὸς ὁμοῦ

(1) Ἡ ἰσορροπία αὕτη ἔχει ἀποκατασταθῆ, ἀφοῦ ἐξηρητήθῃ ὁ δίσκος ἐκ τοῦ Ρ.

τούτοι, παρατηροῦντες τὰ σταθμὰ, τὰ προστεθέντα μετὰ τὴν ἰσορροπίαν εἰς τὸν δίσκον τοῦ ζυγοῦ καὶ τὰ ὁποῖα ἰσοῦνται πρὸς τὴν πίεσιν ἐπὶ τοῦ πυθμένος, βλέπομεν ὅτι τὰ σταθμὰ ταῦτα, ἐπομένως καὶ ἡ πίεσις, εἶνε ἴσα πρὸς τὸ βάρος στήλης ἐκ τοῦ ὑγροῦ, ἐχούσης ὡς βάσιν τὴν τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν τούτου ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, ἦτοι τὴν ΝΕ.



Σχ. 120



Σχ. 121.

Συμπέρασμα.—*Ἡ πίεσις, ἣν ὑφίσταται ἐπίπεδος καὶ ὀριζόντιος πυθμῆν δοχείου οἰονδήποτε σχήματος, ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος στήλης ἐκ τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ ὑγροῦ, ἐχούσης ὡς βάσιν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πυθμένος καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν τούτου ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.* Συμπεραίνωμεν δὲ ἀκόμη ὅτι τῆ πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένος εἶνε ἡ ἴδια, οἰονδήποτε καὶ ἀνεῖνε τὸ σχῆμα τῶν δοχείων Α, Β, Γ, ἀρκεῖ τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος νὰ εἶνε τὸ αὐτὸ καὶ ὃ πυθμῆν τῶν δοχείων νὰ ἔχη τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν.

Πείραμα τοῦ Pascal.—Ἐκ τούτων ἔπεται, ὅτι διπλασιαζομένου τριπλασιαζομένου κλπ. τοῦ ὕψους τῆς ὑγρᾶς στήλης, διπλασιαζεται,

τριπλασιάζεται κλπ. και η πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένου. Τοῦτο δὲ ἀληθεύει και διὰ πᾶν τμήμα τῶν παρειῶν τοῦ δοχείου. Οὕτω δυνάμεθα, διὰ μικρᾶς ποσότητος ὑγροῦ, γὰ ἐπιφέρωμεν μεγάλας πιέσεις, ἂν αὐξήσωμεν τὸ ὕψος τῆς στήλης, ὡς ἀποδεικνύει τὸ ἐπόμενον πείραμα τοῦ Πασκάλ. Λαμβάνομεν κάδον (σχ. 121) κλειστὸν πανταχόθεν και πλήρη ὕδατος. Ἐὰν εἰς ὀπήν τοῦ κάδου ἐφαρμόσωμεν κατακορύφως ἐπιμήκη και στενὸν σωλῆνα και πληρώσωμεν εἴτα τοῦτον ὕδατος, θὰ ἴδωμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐκρέει διὰ τῶν συναρμογῶν τῶν σανίδων τοῦ κάδου, Ἡ πίεσις αὕτη κατέστη τόσον μεγάλη (ἂν και ἡ ποσότης τοῦ εἰς τὸν σωλῆνα τεθέντος ὕδατος ἦτο μικρά), διότι τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης ἐγένετο μέγα.

Ἐκ τῶν προηγουμένων, συνάγομεν τὸ ἐπόμενον γενικὸν θεώρημα τῆς ὑδροστατικῆς.

88. Θεμελιώδες θεώρημα τῆς ὑδροστατικῆς.—Ἡ πίεσις, τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ ἐν ὑγρὸν ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας, AB (σχ. 122) (1 τετρ. ἑκατοστ.) εἶνε ἴση πρὸς τὸ βάρος κυλίνδρου $ABA'B'$ ἐκ τοῦ ὑγροῦ τούτου, ὁ ὁποῖος ἔχει ὡς βάσιν τὴν μονάδα τῆς ἐπιφανείας AB και ὕψος τὴν ἀπόστασιν AA' ταύτης ἀπὸ τῆς ἐλευθέρης ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ.



Σχ. 122

Ἡ πίεσις και τῶν ἄλλων μονάδων τῆς ἐπιφανείας, ὅπως ἡ $\Gamma\Delta$ ἢ ἡ EZ , αἱ ὁποῖαι εἶνε εἰς τὸ αὐτὸ βάθος ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, εἶνε ἡ αὕτη.

Π. χ. ἡ πίεσις ἐπὶ 1 τετρ. ἑκατοστ. ἐντὸς τοῦ ὕδατος θὰ εἶνε ἴση πρὸς 1 γράμμον εἰς βάθος 1 ἑκατοστομ. πρὸς 2 γράμμα εἰς βάθος 2 ἑκατοστομ, πρὸς 3 γρ. εἰς βάθος 3 ἑκατοστομ, κλπ. Ἐντὸς τῆς θαλάσσης, ἡ πίεσις ἐπὶ 1 τετρ. ἑκατ. εἶνε 1 χιλιόγραμμα περίπου εἰς βάθος 10 μέτρων. Εἰς βάθος δὲ 1000 μέτρων εἶνε 100 χιλιόγραμμα, διὸ οὔτε τὰ ὑποβρύχια, οὔτε τὰ σκάφανδρα ἠμποροῦν νὰ ἀνθέξουν εἰς τοιαῦτα μεγάλα βάθη, εἰς τὰ ὁποῖα θὰ συνετριβόντο ὑπὸ τῆς πίεσεως.

Γενικῶς, ἐὰν d εἶνε τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ, ἡ πίεσις p ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας M (σχ. 123), εὐρισκομένης εἰς ἀπόστασιν u ἀπὸ τῆς ἐλευθέρης ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, θὰ εἶνε

$$p = u d \quad (1)$$

Ἡ δὲ πίεσις p' τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας, εὐρισκομένης εἰς ἄλλην ἀπόστασιν u' ἀπὸ τῆς ἐλευθέρης ἐπιφανείας, θὰ εἶνε $p' = u'd$. Ἐπομένως, ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων $p' - p$ θὰ εἶνε $p' - p = (u' - u)d$.

Καλοῦντες δὲ h τὴν ἀπόστασιν $u' - u$ μεταξὺ τῶν δύο βαθῶν M και M' , ἔχομεν

$$p' - p = h d \quad (2)$$

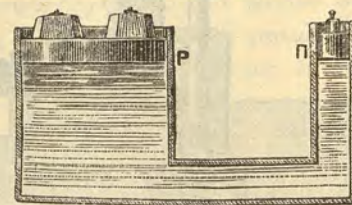
ἦτοι ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων μεταξὺ τῶν δύο βαθῶν M' και M εἶνε ἴση πρὸς τὸ βάρος ὑγροῦ κυλίνδρου, ἔχοντος ὡς βάσιν τὴν μονάδα τῆς ἐπιφανείας και ὡς ὕψος τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν δύο βαθῶν

89. Ἀρχὴ τοῦ Pascal.—ΠΕΙΡΑΜΑ. Λάβωμεν δοχεῖον, συγκείμενον ἐκ δύο κυλίνδρων P και Π (σχ. 124), συγκοινωνούντων διὰ σωλῆνος και πληρώσωμεν αὐτὸ μέχρι τινὸς δι' ὕδατος. Οἱ κύλινδροι κλείονται διὰ δύο ἐπιπέδων ἐμβολέων Π και P .

Ἐὰν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως Π θέσωμεν βάρος τ , π.χ. ἐν χιλιόγραμμα, ὁ ἐμβολέως P ἀνωθεῖται οὕτως, ὥστε διὰ νὰ διατηρηθῇ ἡ ἰσορροπία



Σχ. 123



Σχ. 124

πρέπει νὰ τεθοῦν βάρη και ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως P . Ἐὰν μετρήσωμεν τὰ βάρη ταῦτα, θὰ εὐρώμεν ὅτι εἶνε τοσάκις μεγαλύτερα τοῦ ἐνὸς χιλιόγραμμα, ὅπερ εἰτέθη ἐπὶ τοῦ Π , ὡσάκις ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐμβολέως P εἶνε μεγαλύτερα τῆς τοῦ Π . Ἐὰν π. χ. ἡ ἐπιφάνεια τοῦ P εἶνε 100 πλάσια τῆς τοῦ Π , τὰ βάρη, τὰ ὁποῖα θὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ P , θὰ εἶνε 100άκις μεγαλύτερα τῶν τεθέντων ἐπὶ τοῦ Π , ἦτοι 100 χιλιόγραμμα. Ἐπομένως, ἕκαστον τμήμα ἐπιφανείας τοῦ P ἴσον πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ Π ὑπέστη πίεσιν ἴσην πρὸς 1 χιλιόγραμμα, ὅπως ὁ Π .

Ἐὰν λοιπὸν E_1 και E_2 εἶνε αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ἐμβολέων P και Π και Δ_1 , Δ_2 εἶνε αἱ δυνάμεις, αἱ ἐφαρμοσθεῖσαι ἐπὶ τούτων, θὰ ἔχομεν

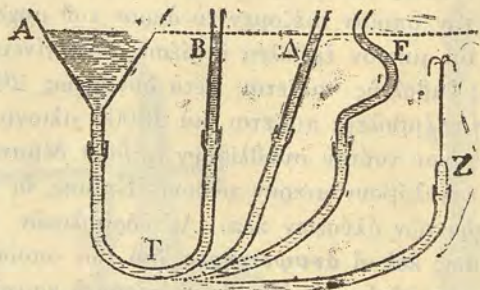
$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

ἦτοι ἐπὶ ἐκάστης μονάδος ἐπιφανείας ὑπάρχει ἡ αὐτὴ πίεσις.

Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου, συνάγομεν τὴν ἐξῆς ἀρχὴν τοῦ Pascal.

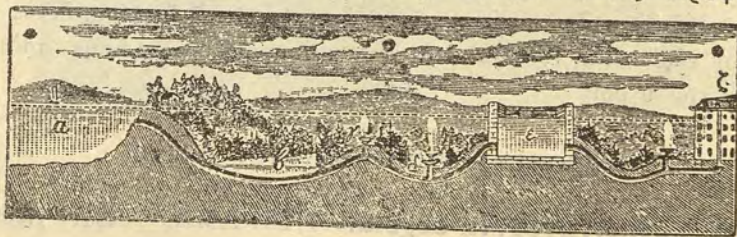
πείραμα, τὸ δοχεῖον Α συγκοινωνοῦμεν μὲ σωλῆνα, ὃ ὁποῖος εἶνε λεπτός εἰς τὸ ἄκρον τοῦ Ζ. Ἐὰν καταβιβάσωμεν τὸν σωλῆνα τοῦτον Ζ ὑποκάτω τῆς ἐπιφανείας ΑΕ τοῦ ὕδατος τοῦ δοχείου Α, βλέπομεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἀναπηδᾷ ἀπὸ τὸ ἄκρον Ζ καὶ σχηματίζει *πίδακα*, ὃ ὁποῖος *φθάνει σχεδὸν μέχρι τῆς ἐπιφανείας ΑΕ τοῦ ὕδατος τοῦ δοχείου Α*. Τὸ ὕδωρ ἐξέρχεται ἀπὸ τὸν σωλῆνα Ζ μὲ ὄρμην τόσον μεγαλυτέραν, ὅσον χαμηλότερα κατεβιβάσθῃ ὁ σωλῆν Ζ.

2. *Ὑδραγωγεῖα*. — Τὰ ὕδραγωγεῖα τῶν πόλεων ἀποτελοῦνται ἀπὸ



Σχ. 126

δεξαμενῆν α (σχ. 127), ἣ ὁποία εὐρίσκεται εἰς ὑψηλὸν μέρος (λόφον κλπ.) καὶ περιέχει τὸ ὕδωρ. Διὰ σωλῆνων τὸ ὕδωρ τοῦτον διοχετεύεται μέχρι τῶν οἰκιῶν τῆς πόλεως καὶ ρέει μὲ ὄρμην ἀπὸ τὰς στρόφιγγας

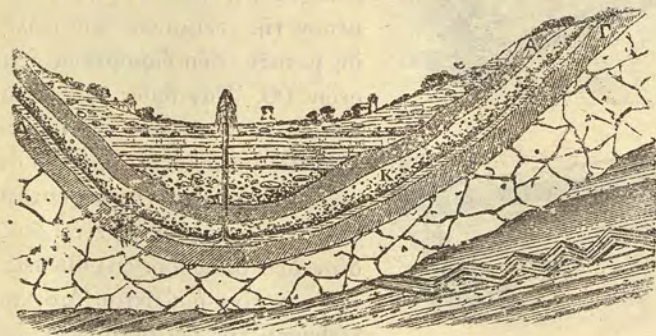


Σχ. 127

τῶν σωλῆνων. Ἐὰν δὲ τρυπήσωμεν κανένα σωλῆνα, τὸ ὕδωρ ἀναπηδᾷ ἀπὸ τὰς ὀπὰς γ καὶ δ μὲ ὄρμην καὶ σχηματίζει *πίδακα* (*ἀναβρυτήρια*). Τὸ ὕψος ὅμως, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει τὸ ὕδωρ τῶν πιδάκων, εἶνε πάντοτε μικρότερον τοῦ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος τῆς δεξαμενῆς, ἔνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος καὶ ἄλλων αἰτιῶν (σχ. 126).

4. *Ἀεριοσιανὰ φρέατα*. — Ὅταν τὸ ἔδαφος (σχ. 128) διατρυπᾶται κατακορύφως καὶ εἰς ἀρκετὸν βάθος, ἀναπηδᾷ πολλάκις ὕδωρ ἀπὸ τὴν σχηματισθεῖσαν ὀπὴν Η. Διότι τὰ ὕδατα τῶν ὀρέων εἰσχωροῦν εἰς τὸ

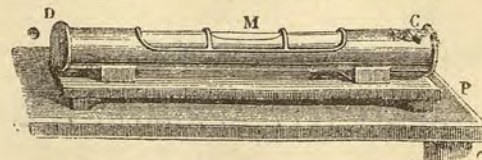
ἔδαφος καὶ κάτω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς συναθροίζεται πολλάκις ὕδωρ μεταξὺ δύο στρωμάτων τῆς ἀδιαβρόχων ΑΒ καὶ ΓΔ, τὸ ὁποῖον ἔχει τὴν ἀρχὴν του εἰς τὰ περίε ὄρη. Ἐὰν λοιπὸν τρυπήσωμεν τὸ ἔδαφος καὶ φθάσωμεν εἰς τὰ στρώματα αὐτά, τὸ ὕδωρ τότε ἀναπηδᾷ ἀπὸ



Σχ. 128

τὴν ὀπὴν καὶ προσπαθεῖ νὰ φθάσῃ εἰς τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον εἶνε ἡ ἀρχὴ του. Τὰ φρέατα αὐτὰ ὀνομάζονται *ἀεριοσιανὰ*.⁽¹⁾

5. *Ἀεριοστάθμη*. — Ἡ *ἀεριοστάθμη* (κ. ἀλφάδι) εἶνε ὄργανον, δι' οὗ εὐρίσκεται ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει διεύθυνσις τις μετὰ τοῦ ὀρι-



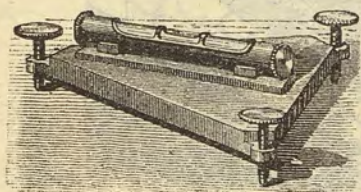
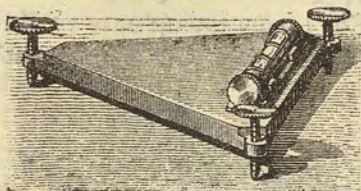
Σχ. 129

ζοντος καὶ ἐπαληθεύεται ἡ ὀριζοντιότης εὐθείας ἢ ἐπιπέδου. Ἀποτελεῖται δὲ ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος (σχ. 129) ὀλίγον κεκαμπυλωμένου οὕτως, ὥστε ἡ τομὴ δι' ἐπιπέδου, διερχομένου διὰ τοῦ ἄξονός του, νὰ τέμνῃ τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ σωλῆνος κατὰ τόξον κύκλου μεγάλης ἀκτίνος. Τὰ ἄκρα τοῦ σωλῆνος εἶνε κεκλεισμένα καὶ τὸ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ πληροῦται σχεδὸν τελείως δι' ὑγροῦ. Εἰς τὰς συνήθεις ἀεριοστάθμης ἢ πλήρωσις γίνεται δι' ὕδατος. Ἐκ τῆς μὴ τελείως πληρώσεως τοῦ σωλῆνος, παραμένει ἐν αὐτῷ μικρὰ φυσαλὶς Μ.

Ὁ σωλῆν προφυλάσσεται ὑπὸ μεταλλίνου περιβλήματος (σχ. 129).

(1) Τοιαῦτα φρέατα κατασκευάζοντο πολὺ πρότερον καὶ ἀναφέρονται ὑπὸ τοῦ Ὀλυμπιοδώρου τοῦ Ἀλεξανδρινοῦ.

φέροντος επιμήκη θυρίδα πρὸς τὸ κυρτὸν μέρος τοῦ σωλήνος, τὸ ὁποῖον εἶνε ὑποδιηρημένον διὰ χαραγῶν, ἴσον ἀπεχουσῶν ἀλλήλων.



Σχ. 130

ὀριζοντιότητος δύο διαφόρων διευθύνσεων I καὶ II (σχ. 130) ἐπ' αὐτοῦ

Ὅταν ἡ ἐπίπεδος βᾶσις τῆς ἀεροσταθμῆς τοποθετῆται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, ἡ φουσαλὶς εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον τῆς κλίμακος τοῦ σωλήνος καὶ δὴ μεταξὺ δύο ὀρισμένων ὑποδιαίρεσεων 00. Ἐὰν ὅμως τὸ ἐπίπεδον σχηματίσῃ γωνίαν μετὰ τοῦ ὀριζοντίου, ἡ φουσαλὶς μετατίθεται πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς κεκλιμένης ἀεροσταθμῆς.

Ἴνα ἐπίπεδόν τι εἶνε ὀριζόντιον, δεόν δύο διάφοροι διευθύνσεις ἐπ' αὐτοῦ νὰ εἶνε ὀριζόντιαι. Διό, πρὸς ἐπαλήθευσιν τῆς ὀριζοντιότητος ἐπιπέδου, ἐπαληθεύεται διὰ τῆς ἀεροσταθμῆς ἢ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ

92. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους. — Εἶδομεν ἤδη, ὅτι ἐπιφανεία τις, εὐρισκομένη ἐντὸς ὑγροῦ ἐν ἰσορροπίᾳ, πιέζεται ὑπ' αὐτοῦ, ἡ δὲ πίεσις αὕτη αὐξάνεται μετὰ τοῦ βάρους. Ἐπομένως, ἐὰν ἐντὸς ὑγροῦ τεθῆ σῶμά τι K (σχ. 131), τὰ διάφορα μέρη τῆς ἐπιφανείας τούτου, τὰ εὐρισκόμενα ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, θὰ ὑφίστανται πιέσεις ἃς ἴδωμεν ποῖον εἶνε τὸ ἀποτέλεσμα ὄλων τῶν ἐπὶ τοῦ σώματος πιέσεων τούτων.

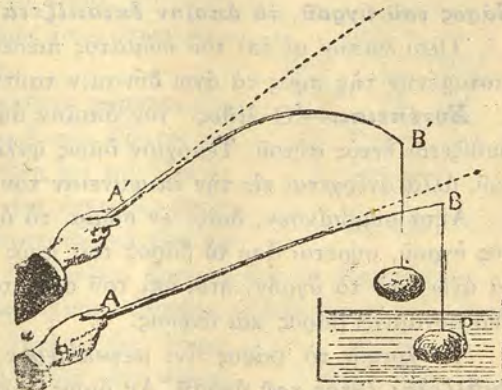


Σχ. 131

ΠΕΙΡΑΜΑ 1.—Εἰς τὸ ἄκρον ράβδου εὐκάμπτου κρεμῶμεν μὲ κλωστήν ἓνα λίθον P' (σχ. 132). Ἡ ράβδος τότε κάμπτεται ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ λίθου. Ἐὰν ὅμως βυθίσωμεν τὸν λίθον ἐντὸς ὕδατος P, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ράβδος τώρα κάμπτεται ὀλιγώτερον καὶ συγχρόνως ὁ λίθος μᾶς φαίνεται ἑλαφρότερος. Ἐὰν ἐξαγάγωμεν τὸν λίθον ἀπὸ τὸ

ὕδωρ, ἡ ράβδος πάλιν κάμπτεται περισσότερον καὶ ὁ λίθος μᾶς φαίνεται βαρύτερος. Ταῦτα συμβαίνουν, διότι ὁ λίθος, ὅταν εἶνε εἰς τὸ ὕδωρ, πιέζεται ἀπὸ αὐτὸ καὶ ὠθεῖται πρὸς τὰ ἄνω καὶ φαίνεται ἑλαφρότερος.

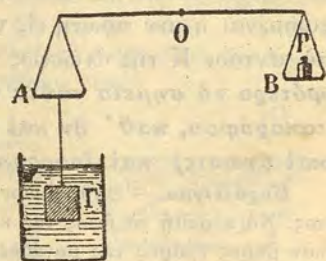
ΠΕΙΡΑΜΑ 2.— Διὰ νὰ εὐρωμεν καὶ πόση εἶνε ἡ δύναμις, μὲ τὴν ὁποῖαν ὠθεῖται ὁ λίθος πρὸς τὰ ἄνω (ἄνωσις), ἐκτελοῦμεν τὸ ἑξῆς πείραμα.



Σχ. 132

Ὑποκάτω τοῦ ἑνὸς δίσκου ζυγοῦ, κρεμῶμεν μὲ κλωστήν ἓν σῶμα, τοῦ ὁποῖου ὁ ὄγκος εἶνε γνωστός, π. χ. ἓνα κυβικὸν λίθον Γ (σχ. 133), καὶ ἐπὶ τοῦ ἄλλου δίσκου θέτομεν σταθμὰ, ἕως ὅτου ἰσορροπήσῃ ὁ ζυγός. Τὰ σταθμὰ θὰ παριστάνουν τὸ βάρος τοῦ λίθου, τοῦ ὁποῖου ὁ ὄγκος ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι εἶνε 1 λίτρον.

Ἐὰν βυθίσωμεν τὸν λίθον Γ ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἑνὸς δοχείου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φάλαγξ δὲν εἶνε πλέον ὀριζοντία, ἀλλὰ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῶν σταθμῶν, ὡς ἐὰν ὁ λίθος ἔγινεν ἑλαφρότερος. Ἐὰν θέσωμεν ὕδωρ ἐπὶ τοῦ δίσκου A, ἀπὸ τὸν ὁποῖον κρέμαται ὁ λίθος, βλέπομεν ὅτι ἡ φάλαγξ γίνεται πάλιν ὀριζοντία, **δταν τὸ τεθὲν ὕδωρ εἶνε 1 λίτρον.**



Σχ. 133

Ἡ νύνομος λοιπόν, μὲ τὴν ὁποῖαν ὠθεῖται πρὸς τὰ ἄνω ὁ λίθος (ἄνωσις), εἶνε ἴση μὲ τὸ βάρος ὕδατος, τοῦ ὁποῖου ὁ ὄγκος εἶνε ἴσος μὲ τὸν ὄγκον τοῦ λίθου (1 λίτρον).

Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.— Ἀπὸ τὰ πειράματα αὐτὰ συμπεραίνομεν τὴν ἑξῆς ἀρχήν, τὴν ὁποῖαν ἀνεῦρεν ὁ διάσημος Ἕλλην μαθηματικὸς Ἀρχιμήδης.

Πᾶν σῶμα, τὸ ὁποῖον εἶνε ἐντὸς ὑγροῦ, ὠθεῖται ἐκ τῶν κάτω

πρὸς τὰ ἄνω (κατακορύφως) με δύναμιν, ἢ ὁποία εἶνε ἴση με τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἐκιοπίζεται ἀπὸ τὸ σῶμα.

“Οἱ λοιπὸν αἱ ἐπὶ τοῦ σώματος πιέσεις τοῦ ὑγροῦ ἔχουν ὡς συνισταμένην τὴν πρὸς τὰ ἄνω δύναμιν ταύτην.

Συνέπειαι.—Ὁ λίθος, τὸν ὁποῖον ἀφίνομεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος, βυθίζεται ἐντὸς αὐτοῦ. Τεμάχιον ὅμως φελλοῦ δὲν βυθίζεται ἐντὸς αὐτοῦ, ἀλλὰ ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειάν του καὶ ἐπιπλέει.

Αὐτὰ συμβαίνουν, διότι ἐν σῶμα, τὸ ὁποῖον εἶνε ὁλόκληρον ἐντὸς ὑγροῦ, σύρεται ἀπὸ τὸ βάρος του πρὸς τὰ κάτω καὶ ὠθεῖται πρὸς τὰ ἄνω ἀπὸ τὸ ὑγρὸν, ἥτοι ἐπὶ τοῦ σώματος ἐνεργοῦν ἀντιθέτως αἱ δύο δυνάμεις, βάρος καὶ ἄνωσις.

“Αν λοιπὸν τὸ βάρος εἶνε μεγαλύτερον ἀπὸ τὴν ἄνωσιν, τὸ σῶμα βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ.” Ἄν ὅμως ἡ ἄνωσις εἶνε μεγαλύτερα ἀπὸ τὸ βάρος, τὸ σῶμα ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπιπλέει. Τέλος, ἂν τὸ βάρος εἶνε ἴσον με τὴν ἄνωσιν, αἱ δύο αὐταὶ δυνάμεις ἐξουδετερώνονται ἀμοιβαίως καὶ τὸ σῶμα ἠμπορεῖ νὰ μένη εἰς οἰαδήποτε θέσιν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, ἥτοι νὰ αἰωρεῖται ἐν αὐτῷ.

Σώματα ἐπιπλέοντα.—Ὅταν ἐν σῶμα ἐπιπλή ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ (σχ. 134), ἐν μέρος Β τοῦ σώματος εἶνε ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ καὶ τὸ ἄλλο μέρος του Α εἶνε ἐκτὸς αὐτοῦ. Ἐπειδὴ δὲ τὸ σῶμα ἰσορροπεῖ εἰς τὴν θέσιν ταύτην, συμπεραίνομεν ὅτι τὸ βάρος του εἶνε ἴσον πρὸς τὴν ἄνωσιν, ἥτοι πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον τότε ἐκιοπίζει.

Αἱ δύο αὐταὶ δυνάμεις, βάρος καὶ ἄνωσις, εἶνε ἀντίθετοι καὶ ἐφαρμοσμένοι ἢ μὲν πρώτη εἰς τὸ κέντρον G τοῦ βάρους, ἢ δὲ δευτέρα εἰς τὸ κέντρον K τῆς ἄνωσεως. **Ἐν τῇ καταστάσει τῆς ἰσορροπίας, ἀμφότερα τὰ σημεῖα ταῦτα G καὶ K εὐρίσκονται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακορύφου, καθ’ ἣν καὶ ἐνεργοῦν αἱ δυνάμεις P καὶ Π (βάρος καὶ ἄνωσις) καὶ ἰσορροποῦν ἀλλήλας.**

Παράδειγμα.—Ὁρθογώνιον παραλληλεπίπεδον ἐκ ξύλου πλέει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Νὰ εὐρεθῇ τὸ ὕψος τοῦ ἐν τῷ ὕδατι τμήματος, γνωστοῦ ὄντος ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος (βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου) τοῦ ξύλου εἶνε 0.8.

Ἐὰν E εἶνε ἡ ὀριζοντία βᾶσις τοῦ παραλληλεπίπεδου, H τὸ ὀλικὸν ὕψος του καὶ H' τὸ ὕψος τοῦ ἐν τῷ ὕδατι τμήματός του, θὰ ἔχωμεν

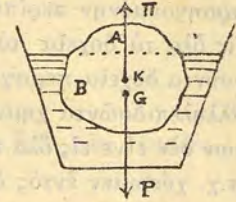
$$P = E \times H \times 0,8 \quad \text{καὶ} \quad \Pi = E \times H' \times 1$$

$$\text{ἔξ ὧν} \quad E.H.0,8 = E.H'.1 \quad \text{καὶ} \quad H' = H \times 0,8$$

ἥτοι τὸ βυθισμένον ὕψος εἶνε ἴσον πρὸς τὰ $\frac{8}{10}$ τοῦ ὀλικοῦ, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ βᾶσις τοῦ ξύλου.

Ἐφαρμογαί.—1.—Αἱ λέμβοι, τὰ πλοῖα κλπ. ἐπιπλέον ἐπὶ τοῦ ὕδατος καὶ ἂν ἀκόμη εἶνε σιδηρᾶ, διότι τὸ βάρος των εἶνε ἴσον με τὸ

βάρος τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον τότε ἐκιοπίζουν Ἐὰν ὅμως ἐν πλοῖον γεμίση π. χ., ἀπὸ σίδηρον, τὸ βάρος του γίνεται μεγαλύτερον ἀπὸ τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος καὶ τὸ πλοῖον βυθίζεται.

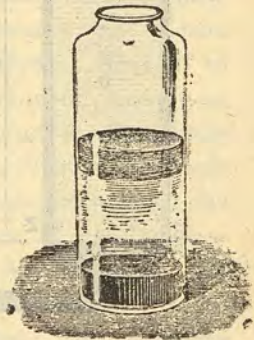


Σχ. 134

2. Τὸ βάρος τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος εἶνε μικρότερον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὕδατος καὶ ὁ ἄνθρωπος πρέπει νὰ ἐπιπλή ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ κεφαλὴ εἶνε σχετικῶς βαρύτερα καὶ πρέπει διὰ τὴν ἀναπνοὴν νὰ εἶνε ἐκτὸς τοῦ ὕδατος, διὰ τοῦτο ἀπαιτεῖται ἄσκησις διὰ νὰ κολυμβῶμεν.

93. Ἰσορροπία ὑπερκειμένων ὑγρῶν.—Ἐὰν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ

δοχείου ριφθοῦν διάφορα ὑγρά, ὡς ὕδωρ, ἔλαιον καὶ ὑδράργυρος, τὰ ὁποῖα δὲν ἠμποροῦν οὔτε νὰ ἀναμιχθοῦν, οὔτε νὰ ἐπιδράσουν ἐπ’ ἀλλήλων χημικῶς, τὰ ὑγρά ταῦτα μετὰ τινα χρόνον βλέπομεν ὅτι κατατάσσονται κατὰ τὴν τάξιν τῆς πυκνότητός των (σχ. 135), ἥτοι τὸ βαρύτερον ὄλων, ἢ ὑδράργυρος, εὐρίσκεται εἰς τὸν βυθόν, ἄνωθεν δὲ τοῦ ὑδραργύρου εἶνε τὸ ἀμέσως εἰδικῶς ἐλαφρότερον ὄλων τούτων. Ἡ ἐπιφάνεια, ἢ ὁποία χωρίζει δύο οἰαδήποτε τῶν ὑγρῶν τούτων, εἶνε ἐπίπεδον ὀριζόντιον.(1)



Σχ. 135

(1) **Ἀπόδειξις θεωρητικῆ.**—Ἐστω, ὅτι ἡ ἐπιφάνεια AB τοῦ χωρισμοῦ δύο ὑγρῶν εἶνε καμπύλη καὶ A, A' (σχ. 136) εἶνε δύο σημεῖα αὐτῶν, εὐρισκόμενα εἰς κατακόρυφον ἀπόστασιν z ἀλλήλων. Κατὰ τὸ θεμελιῶδες θεώρημα, ἡ διαφορὰ p' - p τῶν πιέσεων μεταξὺ τῶν δύο σημείων εἶνε :

$$p' - p = z \cdot d_1 \tag{1}$$

ἐνθα d₁ εἶνε τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἐνός τῶν ὑγρῶν.

Ἄλλ’ ἀντὶ τῶν σημείων A, A' δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὰ σημεῖα B, B' τῶν αὐτῶν ὀριζοντίων ἐπιπέδων καὶ ἀντὶ νὰ ἐκφράσωμεν τὴν διαφορὰν p' - p διὰ τοῦ εἰδικοῦ βάρους d₂, ἐκφράζομεν αὐτὴν διὰ τοῦ εἰδικοῦ βάρους d₂ τοῦ ἐτέρου ὑγροῦ, ὅτε ἔχομεν :



Σχ. 136

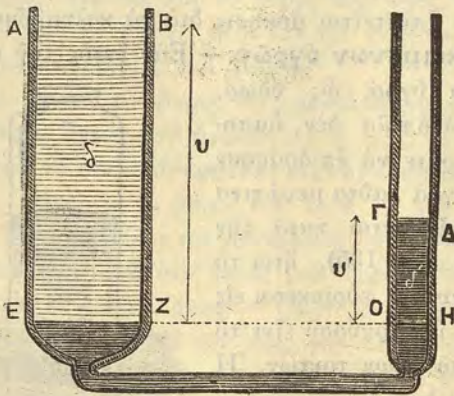
$$p' - p = z \cdot d_2 \tag{2}$$

Ἀφαιροῦντες τὰς (1) καὶ (2) λαμβάνομεν :

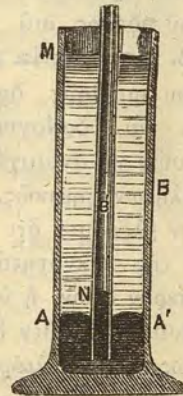
$$z (d_1 - d_2) = 0$$

Ἄλλὰ διὰ νὰ εἶνε τὸ γινόμενον z (d₁ - d₂) ἴσον πρὸς τὸ μηδέν, πρέπει νὰ εἶνε εἴτε z = 0, εἴτε d₁ - d₂ = 0. Ἀλλὰ τὸ d₁ εἶνε διάφορον τοῦ d₂, καὶ ἐπομένως πρέπει νὰ εἶνε z = 0, ἥτοι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ χωρισμοῦ εἶνε ἐπίπεδον ὀριζόντιον.

94. Συγκοινωνούντα δοχεία μετὰ διαφόρων υγρῶν. — Εἰς προηγουμένην περίπτωσιν συγκοινωνούντων δοχείων, ὑπεθέσαμεν ὅτι εἰς ὅλα τὰ δοχεία τὸ υγρὸν ἦτο τὸ αὐτό. Ὅταν ὅμως τὰ συγκοινωνούντα δοχεία περιέχουν υγρά διάφορα (μὴ δεκτικὰ ἀναμίξεως, οὔτε ἀλληλεπιδρώντα χημικῶς), παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνειά των δὲν εἶνε εἰς ὅλα τὰ δοχεία ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ἐὰν π.χ. χύσωμεν ἐντὸς δύο συγκοινωνούντων σωλήνων (σχ. 138) ὑδραργυρον καὶ μετὰ τοῦτο ρίψωμεν εἰς μόνον τὸ ἐν σκέλος Β ὕδωρ, θὰ



Σχ. 137



Σχ. 138

ἴδωμεν, μετὰ τὴν ἰσορροπίαν τῶν υγρῶν, ὅτι ἡ ἐπιφάνεια ΓΔ τοῦ ὑδραργύρου εἶνε κατωτέρα τῆς ἐπιφανείας ΑΒ τοῦ ὕδατος. Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο ὁμοιάζει πρὸς τὸ ἐξῆς. Ἐὰν ἐπὶ τοῦ ἑνὸς τῶν δίσκων τοῦ ζυγοῦ θέσωμεν βάμβακα, ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου δίσκου σίδηρον, μέχρις ὅτου ἐπέλθῃ ἰσορροπία, ὁ βάμβαξ εἶνε ὀγκωδέστερος τοῦ σιδήρου.

Μετροῦντες τὰ ὕψη ΑΕ καὶ ΔΗ, εὐρίσκομεν, ὅτι εἶνε **ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν εἰδικῶν βαρῶν τῶν υγρῶν**, ἥτοι τὸ υγρὸν, τὸ ἔχον εἰδικὸν βάρος διπλάσιον, τριπλάσιον κλπ. τοῦ ἑτέρου, φθάνει εἰς τὸ ἡμισυ, τὸ τρίτον κλπ. τοῦ ὕψους, εἰς ὃ φθάνει τὸ δεύτερον υγρὸν. (1)

(1) **Ἀπόδειξις θεωρητικῆ.** — Θεωρήσωμεν δύο στοιχεῖα τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ΕΗ (σχ. 137) ἴσα πρὸς 1 ἑκατοστόμ. καὶ ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ΕΖ καὶ τὸ ἄλλο ἐπὶ τοῦ ΟΗ. Ἐπειδὴ τὰ δύο ταῦτα στοιχεῖα εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ὑφίσταται ἰσορροπία, αἱ ἐπ' αὐτῶν πιέσεις εἶνε ἴσαι. Τὸ ἐπὶ τοῦ ΕΖ ὅμως στοιχεῖον ὑφίσταται πίεσιν ὑπὸ τοῦ ἀνωθέν του ὕδατος ἴσην πρὸς τὸ βάρος Β ὕδατινοῦ κυλίνδρου, ἔχοντος βάσιν μὲν 1 ἑκατοστόμ., ὕψος δὲ ΑΕ, ἥτοι

$$B = \delta \times AE \quad (1)$$

Τὸ ἐπὶ τῆς ΟΗ στοιχεῖον ὑφίσταται πίεσιν ὑπὸ τοῦ ἀνωθέν του ὑδρα-

Ἐὰν λοιπὸν δ' εἶνε τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἑνὸς υγροῦ, π.χ. τοῦ ὑδραργύρου, καὶ δ' τὸ τοῦ ἑτέρου υγροῦ, θὰ ἔχωμεν

$$\frac{\delta'}{\delta} = \frac{AE}{\Delta H}$$

Τὸ προηγουμένον πείραμα ἐκτελεῖται καὶ ἄλλως διὰ τῶν υγρῶν, ὡς δεικνύει τὸ σχ. 138.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ

95. Εἰδικὸν βάρος τῶν στερεῶν. — Ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους, δυνάμεθα πολλάκις νὰ εὑρωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος στερεοῦ σώματος ὡς ἐξῆς. Ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα τοῦτο κάτωθεν τοῦ δίσκου ζυγοῦ καὶ ζυγίζομεν αὐτὸ τοιουτοτρόπως ἐξηρητημένον. Ἐστω Β τὸ βάρος του. Μετὰ ταῦτα φέρομεν κάτωθεν τοῦ σώματος δοχεῖον μὲ ὕδωρ οὔτως, ὥστε νὰ βυθισθῇ ὀλόκληρον τὸ κρεμάμενον σῶμα ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἡ σοροπία τότε καταστρέφεται καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὰ σταθμά. Διὰ νὰ ἀποκαταστήσωμεν τὴν ἰσορροπία, δεόν κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους, νὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου, ἐξ οὗ ἐξαρτᾶται τὸ σῶμα, τόσα σταθμά, ὅσον εἶνε τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑπὸ τοῦ σώματος ὕδατος. Τὰ σταθμά ταῦτα β θὰ εἶνε λοιπὸν τὸ βάρος ὕδατος ἴσου κατ' ὄγκον πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ σώματος. Ἄρα τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος θὰ εὑρεθῇ, ἐὰν διαιρέσωμεν τὸ Β διὰ β. Σημειωτέον ὅτι, ὁ οὕτω γινόμενος προσδιορισμὸς θὰ εἶνε κατὰ προσέγγισιν, ἐὰν τὸ ὕδωρ δὲν ἔχη 4° θερμοκρασίαν καὶ τὸ σῶμα 0°.

Ἐὰν τὸ σῶμα διαλύεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, τότε ἀντὶ ὕδατος λαμβάνομεν ἄλλο υγρὸν (οἰνόπνευμα, τερεβινθέλαιον κλπ.), ἐν τῷ ὁποίῳ νὰ μὴ διαλύεται τὸ σῶμα. Ἐὰν Β εἶνε τὸ βάρος τοῦ σώματος, β τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ἐκ τοῦ υγροῦ καὶ Ο ὁ ὄγκος τοῦ σώματος, εὐρίσκομεν

$$\frac{B}{\beta} = \epsilon$$

ὅπου ε εἶνε ἡ πυκνότης τοῦ στερεοῦ ὡς πρὸς τὸ ληφθὲν υγρὸν. Ἐὰν δὲ π εἶνε τὸ γνωστὸν εἰδικὸν βάρος τοῦ υγροῦ, ἔχομεν

γῆρου ἴσην πρὸς τὸ βάρος Β' ὑδραργυρικοῦ κυλίνδρου, ἔχοντος βάσιν ἴσην πρὸς 1 ἑκατοστόμ. καὶ ὕψος ΔΗ, ἥτοι

$$B' = \delta' \times \Delta H \quad (2)$$

Ἐπειδὴ ὑφίσταται ἰσορροπία, θὰ ἔχωμεν $B = B'$ καὶ επομένως

$$\frac{\delta'}{\delta} = \frac{AE}{\Delta H}$$

δ. ε. δ.

$$\frac{\beta}{O} = \pi$$

Άρα, τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος $\kappa = \frac{\beta}{O}$ εἶνε

$$\kappa = \frac{B}{\beta} \times \frac{\beta}{O} = \pi \times \varepsilon.$$

Εἰδικὴ περίπτωσις.—Στερεοῦ ἢ καὶ ὑγροῦ σώματος τὸ εἰδικὸν βάρος εὐρίσκεται δι' ἀπλῆς σταθμῆσεώς του, ὅταν γνωρίζωμεν τὸν ὄγκον του. Διαιροῦντες τὸ βάρος τοῦ σώματος διὰ τοῦ ὄγκου του, θὰ ἔχωμεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος.

96. Εἰδικὸν βάρος τῶν ὑγρῶν.—Μία τῶν μεθόδων πρὸς εὕρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν ὑγρῶν, εἶνε ἡ ἐξῆς. Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐνὸς τῶν δίσκων ζυγοῦ δοχεῖον ὑάλινον, κλειστὸν πανταχόθεν καὶ περιέχον ὑδράργυρον, διὰ νὰ βυθίζεται καὶ εἰς τὰ πυκνότερα τῶν ὑγρῶν (πλὴν τοῦ ὑδραργύρου). Ἀποκαθιστῶμεν τὴν ἰσορροπία, θέτοντες σταθμὰ ἐπὶ τοῦ ἐτέρου δίσκου τοῦ ζυγοῦ, καὶ εἶτα ἐμβαπτίζομεν τὸ ὑάλινον δοχεῖον ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος. Ὁ ζυγὸς κλίνει τότε πρὸς τὰ σταθμὰ καί, διὰ νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν κατάστασιν τῆς ἰσορροπίας, θέτομεν σταθμὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου, ἐξ οὗ κρέματα τὸ φιαλίδιον. Ἐστῶσαν β τὰ σταθμὰ ταῦτα, τὰ ὁποῖα βεβαίως εἶνε τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν τοῦ ὑάλινου δοχείου.

Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς πείραμα, βυθίζοντες νῦν τὸ ὑάλινον δοχεῖον οὐχὶ εἰς τὸ ὕδωρ, ἀλλ' εἰς τὸ ὑγρὸν, τοῦ ὁποῖου ζητεῖται τὸ εἰδικὸν βάρος. Ἐστῶ δὲ ὅτι Β εἶνε τώρα τὰ ἀναγκαῖα σταθμὰ, ἵνα ἀποκατασταθῇ ἡ ἐκ τῆς ἐμβαπτίσεως καταστραφεῖσα ἰσορροπία. Τὸ Β παριστᾷ τὸ βάρος ὄγκου ὑγροῦ ἴσου πρὸς τὸν τοῦ ὑάλινου δοχείου. Ἄρα διαιροῦντες τὸ Β διὰ τοῦ β, θὰ ἔχωμεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος.

97. Πυκνόμετρα καὶ ἀραιόμετρα.—Τὰ *πυκνόμετρα* καὶ τὰ *ἀραιόμετρα* (σταθεροῦ βάρους) εἶνε ὄργανα, τὰ ὁποῖα δι' ἀπλῆς ἐμβαπτίσεως ἐντὸς τῶν ὑγρῶν παρέχουν ἀμέσως τὰ μὲν πυκνόμετρα τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου πλέουν, τὰ δὲ ἀραιόμετρα τὴν ἀραίωσιν διαφόρων ὑγρῶν (οἰξέων, διαλυμάτων ἀλάτων κλπ.), τὴν ποσότητα τοῦ οἰνοπνεύματος (*οἰνοπνευματόμετρα* τότε καλούμενα) τοῦ διαλελυμένου ἐν ὕδατι κλπ. *Ἐν πυκνόμετρον ἢ ἀραιόμετρον, κινούμενον ἐντὸς ὑγροῦ, βλέπομεν ὅτι βυθίζεται ἐντὸς αὐτοῦ, τό-*

σον ὀλιγότερον (σχ 138), *ὅσον τὸ ὑγρὸν τοῦτο εἶνε πυκνότερον.*

Διότι ὅταν σῶμα στερεὸν ἐπιπλῆῃ ἐπὶ ἐνὸς ὑγροῦ, τὸ βάρος του ἴσούται πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ. Ἐὰν λοιπὸν ἀντὶ ὑγροῦ τινος ληφθῇ ἄλλο πυκνότερον, τότε τὸ σῶμα θὰ χρειασθῇ νὰ ἐκτοπίσῃ μικροτέραν ποσότητα ὑγροῦ, ἵνα εὐρεθῇ ἐν ἰσορροπία καί, ἐπομένως, θὰ βυθισθῇ ὀλιγότερον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ.

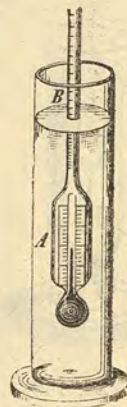
Πυκνόμετρα.—Τὰ ὄργανα ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐκ σωλῆνος ὑάλινου ἰσοδιαμετρικοῦ, στενοῦ καὶ κλειστοῦ (σχ. 139) καὶ ἀπολήγοντος εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον εἰς μικρὸν κοίλον δοχεῖον, περιέχον ὑδράργυρον. Κατὰ μῆκος τοῦ σωλῆνος ὑπάρχει κλίμαξ, ἡ ὁποία κατασκευάζεται ὡς ἐξῆς. Λαμβάνεται τὸ ὄργανον καὶ ἐμβαπτίζεται ἐντὸς ὑγροῦ γνωστοῦ εἰδικοῦ βάρους καὶ εἰς τὸ σημεῖον τοῦ σωλῆνος, μέχρι τοῦ ὁποῖου καταβυθίζεται τὸ ὄργανον, ἀναγράφεται τὸ γνωστὸν εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ. Πράττοντες τοῦτο δι' ὑγρῶν διαφόρων εἰδικῶν βαρῶν, θὰ σχηματίσωμεν κλίμακα, τῆς ὁποίας οἱ ἀριθμοὶ π. χ. 1, 3 ἢ 1, 5 ἢ 1, 8 εἶνε τὰ εἰδικὰ βάρη τῶν ἀντιστοιχούντων ὑγρῶν.

Τοιούτων ὀργάνων ὑπάρχουν δύο εἶδη, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν ἐν χρησιμεύει διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά καὶ βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου, ὅπου σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1, τὸ δὲ ἄλλο εἶδος χρησιμεύει διὰ τὰ ἀραιότερα καὶ βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος μόνον μέχρι τινός, ὅπου ἔχει ἀναγραφῆ ὁ ἀριθμὸς 1.

Πρὸς εὕρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους ὑγροῦ τινος, τίθεται τὸ σχετικὸν ὄργανον ἐντὸς αὐτοῦ, ὅτε ὁ ἀριθμὸς τῆς κλίμακος, μέχρι τοῦ ὁποῖου βυθίζεται τὸ ὄργανον, παριστᾷ τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος.

Ἀραιόμετρα (σταθεροῦ βάρους).—Ἐκ τῶν μᾶλλον ἐν χρήσει εἰς τὸ ἐμπόριον εἶνε τὰ τοῦ Beaumé. Ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐξ ὑάλινου σωλῆνος ὁμοίου πρὸς τὸν τῶν πυκνομέτρων, ὅστις βαθμολογεῖται ὡς ἐξῆς.

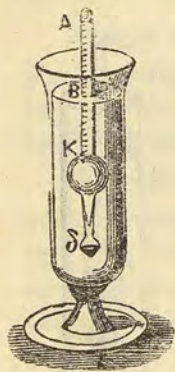
Τὸ μὲν προωρισμένον διὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά ἔχει κατασκευασθῆ οὕτως, ὥστε ἐντὸς τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος θερμοκρασίας 12°, 5 νὰ καταδύεται μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου του Α (σχ. 140), ὅπου ἀναγράφεται ὁ ἀριθμὸς 0. Κατόπιν προσδιορίζεται ὁ ἀριθμὸς 15 τῆς κλίμακος, ἐμβαπτίζομένου τοῦ ὀργάνου ἐντὸς διαλύματος 15 μερῶν ἑκροῦ μαγειρικοῦ ἀλατος καὶ 85 μερῶν ὕδατος θερμοκρασίας 12°5. Τὸ



Σχ. 139

μεταξὺ 0 καὶ 15 διάστημα τῆς κλίμακος ὑποδιαιρεῖται εἰς 15 ἴσα μέρη καὶ ἡ ὑποδιαίρεσις αὕτη ἐπεκτείνεται καὶ κατὰ τὸ λοιπὸν μῆκος τοῦ σωλῆνος.

Τὸ δὲ ἀραιόμετρον Beaumé, τὸ προωρισμένον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά, κατασκευάζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζόμενον ἐντὸς διαλύματος 10 μερῶν ξηροῦ μαγειρικοῦ ἁλατος εἰς 90 μέρη ὕδατος θερμοκρασίας $12^{\circ},5$ νὰ καταδύεται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου τοῦ σωλῆνος, ὅπου ἀναγράφεται ὁ ἀριθμὸς 0. Ὁ ἀριθμὸς 10 τῆς κλίμακος του ἀντιστοιχεῖ εἰς σημεῖον, μέχρι τοῦ ὁποίου ἐπιπλέει ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος, θερμοκρασίας ἐπίσης $12^{\circ},5$. Τὸ μεταξὺ 0 καὶ 10 διάστημα διαιρεῖται εἰς 10 ἴσα μέρη καὶ ἡ ὑποδιαίρεσις αὕτη ἐπεκτείνεται καὶ ἐπὶ τοῦ ἐπιλοίπου σωλῆνος.



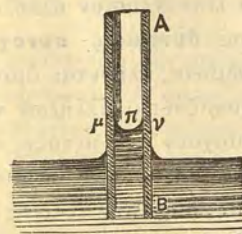
Σχ. 140

Οἶνοπνευματόμετρον Gay-Lussac. — Λίαν ἐν χρήσει εἶνε ἐπίσης τὸ οἶνοπνευματόμετρον Gay-Lussac, χρησιμεῖον πρὸς εὔρεσιν τοῦ εἰς τὰ οἶνοπνεύματα τοῦ ἐμπορίου περιεχομένου ἀπολύτου οἶνοπνύματος. Τὸ ὄργανον τοῦτο εἶνε ὅμοιον πρὸς τὰ προηγούμενα καὶ ἔχει κατασκευασθῆ οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζόμενον ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος θερμοκρασίας 15° , νὰ καταδύεται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου τοῦ σωλῆνος, ὅπου ἔχει ἀναγραφῆ ὁ ἀριθμὸς 0. Οἱ λοιποὶ ἀριθμοὶ τῆς κλίμακος του, π. χ. 10, 20... ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰ σημεῖα τοῦ σωλῆνος, μέχρι τῶν ὁποίων ἐμβαπτιζεται τὸ ὄργανον, ὅταν τεθῆ ἐντὸς μιγμάτων ἀνύδρου οἶνοπνεύματος καὶ ὕδατος καθαροῦ θερμοκρασίας 15° , περιεχόντων 10, 20, 30... ὄγκους οἶνοπνεύματος εἰς 100 ὄγκους μίγματος. Ἐὰν λοιπὸν τὸ ὄργανον, τιθέμενον ἐντὸς οἶνοπνεύματος τοῦ ἐμπορίου, ἐπιπλέη μέχρι π. χ. τοῦ βαθμοῦ 84 (διὰ θερμοκρ. 15°), τοῦτο σημαίνει, ὅτι τὸ ὑγρὸν περιέχει 85 ἐπὶ τοῖς 100 ὄγκους ἀπολύτου οἶνοπνεύματος. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ δὲν εἶνε 15° , πρέπει εἰς τὰς ἐνδείξεις τοῦ ὄργανου νὰ γίνῃ διόρθωσις διὰ τῶν σχετικῶν πινάκων τοῦ Gay-Lussac. (1)

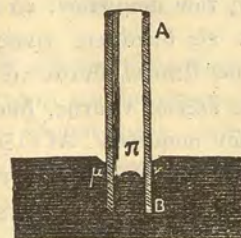
(1) Αἱ ἐνδείξεις τοῦ οἶνοπνευματομέτρου εἶνε ἀκριβεῖς μόνον προκειμένου πρὸς κλίμακος ὕδατος καὶ οἶνοπνεύματος ἢ καὶ οἶνοπνευμ. ἠδυσπότων κ. τόπων ὅμως ἀποστάξεως

ΤΡΙΧΟΕΙΔΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

97. Τριχοειδῆ φαινόμενα.—Φαινόμενά τινα, τὰ ὁποῖα ὀνομάζονται *τριχοειδῆ*, διότι παρατηροῦνται καὶ διὰ σωλῆνων ἐλαχίστης διαμέτρου (τριχός), δὲν συμφωνοῦν πρὸς προηγηθέντα ἐξαγόμενα τῆς ὑδροστατικῆς. Ἐὰν π. χ. ἐμβαπτίσωμεν ἐν μέρει καὶ κατακορύφως ὑάλινον σωλῆνα μικρᾶς διαμέτρου ἐντὸς ὕδατος (σχ. 141), θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἐπιφάνειά του εὐρίσκεται *ὑψηλότερον* τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐκτὸς τοῦ σωλῆνος ὕδατος. Ὅσον δὲ ἡ



Σχ. 141



Σχ. 142

διάμετρος τοῦ σωλῆνος εἶνε μικροτέρα, τόσο καὶ τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον φθάνει τὸ ὕδωρ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος εἶνε μεγαλύτερον.

Τοῦναντίον, ἐὰν ὁ αὐτὸς σωλῆν βυθισθῆ ἐντὸς ἰδραργύρου (σχ. 142), ἡ ἐπιφάνεια τούτου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος εὐρίσκεται *χαμηλότερον* τῆς ἐκτὸς τοῦ σωλῆνος καὶ τόσο περισσότερον, ὅσον ἡ διάμετρος τοῦ σωλῆνος εἶνε μικροτέρα.

Ἐὰν ἐξετάσωμεν μετὰ προσοχῆς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ὑγροῦ, θὰ ἴδωμεν ὅτι δὲν εἶνε ἐπίπεδος, ἀλλ' εἶνε διὰ μὲν τὸ ὕδωρ κοίλη (σχ. 141), διὰ δὲ τὸν ἰδραργύρον κυρτή (σχ. 142). Ἐπίσης, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐξωτερικοῦ ὑγροῦ πλησίον τῆς ὑάλου δὲν εἶνε ἐπίπεδος, ἀλλὰ κοίλη διὰ τὸ ὕδωρ καὶ κυρτή διὰ τὸν ἰδραργύρον. Τὰ φαινόμενα ταῦτα παρατηροῦμεν *μόνον εἰς τὰ μέρη τοῦ ὑγροῦ, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται πολὺ πλησίον τῆς ὑάλου.*

Τὰ ὑγρά, ὅπως τὸ οἶνοπνευμα, τὸ πετρέλαιον, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν ὅμοια πρὸς τὰ τοῦ ὕδατος φαινόμενα τριχοειδῆ, λέγομεν, ὅτι *διαβρέχουν* τὴν ὑάλον, τὰ δὲ ὑγρά, τὰ ἔχοντα ἰδιότητα τριχοειδεῖς ὁμοίας πρὸς τὰς τοῦ ἰδραργύρου, λέγομεν ὅτι *δὲν διαβρέχουν* αὐτήν.

Τὰ τριχοειδῆ φαινόμενα μεταβάλλονται, ὅταν μεταβληθῇ ἡ φύσις τῶν σωμάτων, τῶν εὐρισκομένων εἰς ἐπαφήν. Ἐὰν π. χ. ἐντὸς ὕδατος βυθίσωμεν σωλήνα ἐκ κηροῦ ἢ ὑάλινον ἀλειφθέντα μὲ λίπος, τότε τὸ ὕδωρ δὲν ἀνυψοῦται, ὡς συνέβη εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ καθαροῦ σωλήνος, ἀλλὰ, τοῦναντίον, κατέρχεται, ὅπως ὁ ὑδροαργυρος ἐντὸς τοῦ ὑαλίνου σωλήνος. Τὰ φαινόμενα ταῦτα δὲν συμφωνοῦν μὲ τὰ περὶ συγκοινωνούντων δοχείων ἐκτεθέντα, κατὰ τὰ ὁποῖα ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς ὅλων τῶν δοχείων ὀφείλει νὰ εὐρίσκειται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον. Τὸ πετρέλαιον ἢ τὸ ἔλαιον τῶν λυχνιῶν ἀνέρχεται ἐντὸς τῆς θρυαλλίδος, τῆς βυθιζομένης ἐντὸς αὐτῶν. Ἐπίσης τεμάχιον σακχάρου βρέχεται ὀλόκληρον, ἐὰν τεθῇ τὸ ἄκρον του ἐντὸς ὕδατος.

98. Δυνάμεις συνοχῆς.— Τὰ τριχοειδῆ φαινόμενα παράγονται εἰς τὰ μέρη τῶν σωμάτων, τὰ εὐρισκόμενα λίαν πλησίον ἀλλήλων καὶ ὀφείλονται εἰς δυνάμεις τινάς, καλουμένας *δυνάμεις συνοχῆς*. Τὰ μόρια, ἐξ ὧν ἀποτελοῦνται τὰ διάφορα σώματα, ἔλκονται ἀμοιβαίως. Ἐνεκα τῆς ἔλξεως ταύτης, δυσκόλως ἀποχωρίζονται ἀλλήλων τὰ μέρη τῶν στερεῶν σωμάτων. Αἱ ἔλξεις αὗται ὑπάρχουν καὶ μεταξὺ τῶν μορίων τῶν ὑγρῶν, ἀλλ' εἶνε σχετικῶς μικραῖ. Ἐνεκα τῶν τοιούτων ἔλξεων, παραμένει εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον διαβραχεύσης ξυλίνης ράβδου σταγὼν ὕδατος, χωρὶς νὰ καταπίπτῃ. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ δεικνύει ἀφ' ἑνός, ὅτι τὰ διάφορα μέρη τῆς σταγόνος ἔλκονται ἀμοιβαίως καὶ δὲν ἀποχωρίζονται ἀλλήλων καὶ ἀφ' ἑτέρου, ὅτι ὅμοια ἔλξεις ὑπάρχουν μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ξύλου καὶ τῶν μορίων τοῦ ὕδατος καὶ διὰ τοῦτο ἡ σταγὼν δὲν ἀποχωρίζεται τοῦ ξύλου. Ἐπίσης, ἔνεκα τοιούτων ἔλξεων, προσκολλᾶται ὁ κονιορτὸς ἐπὶ τῶν τοίχων τῶν δωματίων ἢ ἡ κρητὶς ἐπὶ τοῦ μαυροπίνακος κλπ.

Ἡ ἔλξις ἐκάστου τῶν μορίων ἐπὶ τῶν λοιπῶν, τῶν εὐρισκομένων περὶ αὐτοῦ, ἐνεργεῖ εἰς ἐλαχίστην ἀπόστασιν. Ἐνεκα τούτου τὰ δύο μέρη θρυασθέντος στερεοῦ σώματος δὲν προσκολλῶνται πάλιν δι' ἐλαφροῦς προσεγγίσεως αὐτῶν. Ἐὰν ὅμως τὰ μόρια τοῦ ἐνὸς τεμαχίου πλησιάσουν πολὺ εἰς τὰ μόρια τοῦ ἄλλου, τότε τὰ δύο ταῦτα μέρη προσκολλῶνται καὶ ἡμποροῦν νὰ ἀποτελέσουν πολλάκις ἓν μόνον σῶμα. Οὕτω κατορθοῦται διὰ μεγάλης πίεσεως, νὰ ἀποτελέσουν ἓν μόνον σῶμα τὰ ορινίσματα χαλκοῦ ἢ μολύβδου ἢ ψευδαργύρου κλπ. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, ὅταν τεθῇ λεῖα ὑαλίνη πλάξ ἐπίπεδος ἐπὶ ἄλλης τοιαύτης οὕτως, ὥστε νὰ μὴ μείνῃ μεταξὺ τῶν στρώμα ἀέρος, ἡ δευτέρα ἀνυψοῦται καὶ αἰωρεῖται, ὅταν ἡ πρώτη ἀνασυρθῇ (φαινόμενον, παραγόμενον καὶ ἐν τῷ κενῷ).

Αἱ δυνάμεις αὗται συνοχῆς προκαλοῦν καὶ τὰ προηγούμενα τριχοειδῆ φαινόμενα. Ἡ ἀνύψωσις π. χ. τοῦ ὕδατος πλησίον τῆς ὑάλου καὶ ἐντὸς τῶν ὑαλίνων σωλήνων προέρχεται ἐκ τῆς ἔλξεως τῶν μορίων τοῦ ὕδατος ὑπὸ τῶν μορίων τῆς ὑάλου.

99. Συνέπειαι.— Ἐὰν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἀφεθῇ κοινὴ βελόνη ἠλειμμένη διὰ λίπους, ὅτε δὲν διαβρέχεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος, ἡ βελόνη αὕτη δὲν καταβυθίζεται, ἀλλ' ἐπιπλέει ἐπ' αὐτοῦ (σχ. 143), ἐνῶ εἶνε βαρύτερα ἴσου ὄγκου ὕδατος. Τοῦναντίον, ἐὰν ἡ βελόνη διαβρέχεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος (σχ. 144), τότε βυθίζεται ἐντὸς αὐτοῦ. Εἰς τὴν



Σχ. 143



Σχ. 144

πρώτην περίπτωσιν, ἔνεκα τῶν ἀμοιβαίων ἔλξεων τῶν μορίων τοῦ ὕδατος, ἡ ἐπιφάνειά του ὁμοιάζει πρὸς ἐλαστικὴν μεμβράνην τεταμένην, ἢ ὁποῖα κυρτοῦται καὶ συγκρατεῖ μετὰ τῆς ὑδροστατικῆς ἀνώσεως τὴν βελόνην. Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν ὅμως τὰ μόρια τοῦ ὕδατος, τὰ πλησίον τῆς βελόνης εὐρισκόμενα, ἔλκόμενα ὑπὸ τῶν μορίων ταύτης, τείνουν νὰ τὴν περιβάλουν καὶ ἡ βελόνη βυθίζεται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῶν ἔλξεων τούτων καὶ τοῦ βάρους της.

Διὰ τὰ αὐτὰ αἷτια, ἔντομά τινα ἐπιπλέουν ἐπὶ τοῦ ὕδατος, ὅταν οἱ πόδες των εἶνε ἐκ φύσεως ἠλειμμένοι διὰ λιπώδους οὐσίας. Ὅταν ὅμως καθαρισθῶν οὗτοι, π. χ. δι' αἰθέρος, τὰ ἔντομα βυθίζονται ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

Σταγὼν ὑδροαργύρου, ὀπιτομένη ἐπὶ ὀριζοντίας πλακὸς ὑαλίνης, λαμβάνει σχῆμα σφαιροειδές, ἔνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἔλξεως τῶν μορίων τοῦ ὑδροαργύρου.

ΔΙΑΧΥΣΙΣ. ΔΙΑΠΙΔΥΣΙΣ

100. Διάχυσις.— Ἐὰν ἄνωθεν διαλύματος σακχάρου ἐντὸς ὕδατος χύσωμεν μετὰ προσοχῆς ὕδωρ, ὥστε νὰ σχηματισθοῦν δύο στρώματα, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ κατώτερον εἶνε ἐκ τοῦ σακχαρούχου διαλύματος, ἡ κατάστασις αὕτη δὲν παραμένει τοιαύτη μετὰ τινα χρόνον ἀνευσχομεν, ὅτι τὸ σάκχαρον ἀνέρχεται καὶ διαδίδεται ἐντὸς τοῦ στρώματος τοῦ καθαροῦ ὕδατος καὶ ἐν τέλει τὸ ὅλον ὑγρὸν εἶνε ὁμογενὲς πανταχοῦ. Καί, ἐν γένει, ὅταν δύο ὑγρὰ *ἐπιδεκτικὰ μίξεως* ἔρχονται εἰς ἐπαφήν πρὸς ἄλληλα, εἰσχωροῦν ἀμοιβαίως ἐντὸς τῆς μάζης των μέ-

χρως ὅτου τὸ μίγμα καθίσταται τελείως ὁμογενές· τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐκλήθη **διάχυσις**.

101. Διαπίδυσις.— Ἡ διάχυσις δύο ὑγρῶν δύναται νὰ παραχθῇ οὐ μόνον ὅταν ταῦτα εὐρίσκωνται εἰς ἄμεσον ἐπαφήν, ἀλλὰ καὶ ὅταν διαχωρίζωνται ὑπὸ πορωδῶν σωμάτων π. χ. εἴτε ἐξ ἀργίλλου, εἴτε ἐκ μεμβράνης φυτικῆς ἢ ζωϊκῆς. Τὰ ὑγρά διέρχονται τότε διὰ μέσον τοῦ πορώδους σώματος μετὰ ταχυτήτων διαφόρων. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐκλήθη **διαπίδυσις**. Ἔνεκα τῆς διαπίδυσως, τὰ ἄκρα τῶν ῥιζιδίων τῶν φυτῶν ἀπορροφοῦν ὕδωρ ἐκ τοῦ ἐδάφους. Διαπίδυσις συμβαίνει καὶ εἰς τὰ ζῶα κατὰ τὰς ὀργανικὰς αὐτῶν λειτουργίας.

Π Ρ Ο Β Λ Η Μ Α Τ Α

1) Ποία ἡ πίεσις, ἡ ἐξασκουμένη ἐπὶ ἐνὸς τετραγῶν. ἑκατοστομ. ὑπὸ στήλης ὑδραργύρου ὕψους 1 μέτρου; Πυκνότης τοῦ ὑδραργύρου = 13,6

Ἄπ. 1.334.160 δύναι

2) Δύο μεταλλικαὶ σφαῖραι, τῶν ὁποίων αἱ πυκνότητος εἶνε 5 καὶ 10, ἔχουν τὸ αὐτὸ βάρος B ἐν τῷ κενῷ. Αἱ σφαῖραι αὗται ἐξαρθῶνται ἀπὸ τὰ ἄκρα μοχλοῦ καὶ βυθίζονται ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ποῖος πρέπει νὰ εἶνε ὁ λόγος $\frac{\mu}{\mu'}$ τῶν δύο βραχιόνων τοῦ μοχλοῦ, ἵνα ὑπάρῃ ἰσορροπία:

$$\text{Ἄπ. } \frac{\mu}{\mu'} = \frac{9}{8}$$

3) Μία σφαῖρα ἔχουσα πυκνότητα 0,95 καὶ ὄγκον 100 κυβ. ἑκατοστομ. ἐπιπλέει ἐπὶ τοῦ ὕδατος δοχείου. Ἐκ τούτου χέεται ἔλαιον πυκνότητος 0,9 οὕτως, ὥστε νὰ καλυφθῇ τελείως ἡ σφαῖρα. Ποῖος εἶνε ὁ ἐν τῷ ὕδατι ὄγκος τῆς σφαίρας;

Ἄπ. 50.

4) Ράβδος χαλκίνη ζυγίζει 9000 γράμμα ἐν τῷ ἀέρι καὶ 7990 γράμμα ἐν τῷ ὕδατι. Ποία ἡ πυκνότης τοῦ χαλκοῦ;

Ἄπ. 8,91.

5) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις δύο σημείων, εὐρισκομένων ἐν τῷ ὑδραργύρῳ, γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων εἰς τὰ σημεία ταῦτα εἶνε 1 χιλιόγρ. (πυκνότης ὑδραργύρου = 13,6).

Ἄπ. 735,3 χιλιοστόμ.

6) Φιάλη πλήρης ὑγροῦ πωματίζεται καὶ τὸ πῶμα ἐφάπτεται τοῦ ἐν αὐτῇ ὑγροῦ. Τὸ πῶμα δέχεται κτύπημα διὰ σφύρας, ἰσοδυναμοῦν πρὸς πίεσιν 1 χιλιόγρ. Νὰ προσδιορισθῇ ἡ δύναμις, ἡ ἐξασκουμένη οὕτω

ἐπὶ τῶν παρειῶν τῆς φιάλης, γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ κατωτέρα ἐπιφάνεια τοῦ πώματος εἶνε κύκλος διαμέτρου 1,5 ἑκατοστῶν καὶ ὅτι ἡ ὀλικὴ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τῆς φιάλης εἶνε ἴση πρὸς τὴν παρὰ πλευρὸν ἐπιφανείαν ὀρθοῦ κυλίνδρου διαμέτρου 10 ἑκατοστῶν καὶ ὕψους 20 ἑκατοστῶν.

Ἄπ. 266,776 χιλιόγρ.

7) Ἡ δύναμις, μεθ' ἧς λειτουργεῖ ὑδραυλικὸν πιεστήριον, εἶνε 20 χιλιόγρ. Ὁ μοχλοβραχίον τῆς δυνάμεως εἶνε 5άκις μεγαλύτερος τοῦ τῆς ἀντιστάσεως, αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ἐμβολέων εἶνε ἡ μὲν 10, ἡ δὲ 700 τετραγ. ἑκατοστομ. Ζητεῖται: α') ἡ ἐξασκουμένη δύναμις ὑπὸ τοῦ μεγάλου ἐμβολέως καὶ β') εἰς ποῖον ὕψος θὰ ἀνυψοῦτο τὸ ὕδωρ σωλήνος κατακορύφου, συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ μεγάλου κυλίνδρου.

Ἄπ. α' 7000 χιλιόγρ. β' 100 μέτρα.

8) Ποία εἶνε ἡ δύναμις, ἡ ἐξασκουμένη ἐπὶ τῆς ὀριζοντίας βάσεως δοχείου περιέχοντος ὕδωρ, ὅταν ἡ ἐπιφάνεια τῆς βάσεως ταύτης εἶνε 12 τετραγ. ἑκατοστ. καὶ ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ εὐρίσκεται εἰς 60 ἑκατοστόμ. ἄνωθεν τῆς;

Ἄπ. 720 γράμμων.

9) Ποία εἶνε εἰς χιλιόγραμμα κατὰ τετραγ. ἑκατοστομ. ἡ πίεσις ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας ὑδραγωγοῦ σωλήνος, συγκοινωνοῦντος μετὰ δεξαμενῆς, εἰς ἣν ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος, εἶνε εἰς ὕψος 20 μέτρων ἄνωθεν τοῦ σημείου τοῦ σωλήνος, ἐφ' οὗ ἐξασκεῖται ἡ πίεσις;

Ἄπ. 2 χιλιόγρ. κατὰ τετρ. ἑκατοστ.

10) Τὸ ὕδωρ τῆς ὀπῆς, ἐξ ἧς ἐξέρχεται πίδαξ πρὸς τὰ ἄνω, προέρχεται ἐκ δεξαμενῆς, ἐν ἣ ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος εὐρίσκεται εἰς ὕψος 8 μέτρων ἄνωθεν τῆς ὀπῆς. Ἐπὶ τῆς ὀπῆς ταύτης, ἧς ἡ διάμετρος εἶνε 1 ἑκατοστόν, τίθεται δίσκος, ἔχων βάρος ὅσον ἐπαρκεῖ πρὸς παρεμπόδισιν τῆς ἐξόδου τοῦ ὕδατος. Ποῖον εἶνε τὸ βάρος τοῦ δίσκου τούτου;

Ἄπ. 628,32 γράμμα.

11) Δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα κυλινδρικά A καὶ B περιέχουν ὑδραργυρον. Τὸ δοχεῖον A εἶνε κλειστὸν δι' ἐμβολέως ἄνευ βάρους, τὸ δὲ δοχεῖον B, ἐφ' οὗ ἐτέθη βάρος 1340 γράμμων, εἶνε ἀνοικτόν. Ζητεῖται ποία θὰ εἶνε ἡ διαφορὰ τῆς στάθμης (δηλ. διαφορὰ ὕψους τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑγροῦ) εἰς τὰ δοχεῖα. Τομὴ τοῦ μὲν δοχείου A = 12 τετραγ. ἑκατ. . . τοῦ δὲ δοχείου B = 4 τετραγ. ἑκατ. Πυκνότης τοῦ ὑδραργύρου = 13,6.

Ἄπ. 8,2 ἑκατοστά.

12. Ἐντὸς σωλῆνος μετὰ δύο κατακορύφων βραχιόνων (σχῆμα U), τίθεται πρῶτον ὑδραργυρος καὶ εἶτα εἰς τὸν ἕνα τῶν βραχιόνων ἄλλο τι ὑγρὸν. Αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ ὑγροῦ εἶνε τοῦ μὲν πρῶτου εἰς 17,5 ἑκατοστά, τοῦ δὲ δευτέρου εἰς 42 ἑκατοστά ἄνωθεν τῆς διαχωριζούσης τὰ ὑγρά ἐπιφανείας. Ζητεῖται ἡ πυκνότης τοῦ δευτέρου ὑγροῦ, γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ ὑδραργύρου εἶνε 13,6.

Ἄπ. 5,66.

13. Δύο συγκοινωνοῦντα κυλινδρικά δοχεῖα A καὶ B περιέχουν ὑδραργυρον. Ἐν τῷ δοχείῳ A προστίθεται ὕδωρ, ὅπερ ἀποτελεῖ στήλην 10 ἑκατοστών ὕψους, εἶτα ἔλαιον, ἀποτελοῦν στήλην 11,5 ἑκατοστών. Ζητεῖται τὸ ὕψος τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βραχίονι B ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας, τῆς διαχωριζούσης τὸ ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ὑδραργύρου. Πυκνότης τοῦ μὲν ὑδραργύρου=13,6, τοῦ δὲ ἐλαίου=0,92.

Ἄπ. 1,5 ἑκατοστά.

14. Ἡ πυκνότης τοῦ σιδήρου εἶνε 7,8. Τεμάχιον ἐξ αὐτοῦ 200 γραμμῶν, βυθιζόμενον ἐν τῷ ὕδατι, ὑφίσταται ἔνωσησιν ἴσην πρὸς 27,2 γρ. Ποῖος εἶνε ὁ ὄγκος τῶν ἐσωτερικῶν κενῶν, ἅτινα ἔχει τὸ τεμάχιον τοῦ σιδήρου;

Ἄπ. 1,6 κυβ. ἑκατοστά.

15. Ποῖος ὄγκος ὑδραργύρου (πυκνότης 13,6) πρέπει νὰ εἰσαχθῇ ἐν ὑαλίνῳ κυλινδρικῷ σωλῆνι βάρους 40 γρ. καὶ ἔχοντος τομὴν ἐξωτερικὴν 2 τετο. ἑκατοστών, ἵνα βυθίζεται οὗτος κατὰ 20 ἑκατοστ. ἐν ὑγρῷ πυκνότητος 1,5;

Ἄπ. 1,47 κυβ. ἑκατοστά.

16. Σῶμά τι ἔχει βάρους 40 γρ. Τὸ βάρους τοῦτο, ὅταν τὸ σῶμα εὑρίσκηται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, φαίνεται ἴσον πρὸς 22 γρ. Ποῖος εἶνε ὁ ὄγκος τοῦ σώματος καὶ ποῖον τὸ εἰδικὸν βάρους του;

Ἄπ. α'. 18 κυβ. ἑκατ. β'. 2,22.

17. Σφαῖρα χαλκίνη ἔχει βάρους 880 γρ. Τιθεμένη ἐν ὕδατι ἔχει βάρους 620 γρ. Ζητεῖται ἐὰν ἡ σφαῖρα αὕτη εἶνε κοίλη ἢ πλήρης, γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ χαλκοῦ εἶνε 8,8.

18. Στέφανος χρυσοῦς ζυγίζει 1200 γρ. Ἐπειδὴ ὑπάρχει ὑποψία, ὅτι ὁ χρυσοῦς τοῦ στεφάνου τούτου δὲν εἶνε καθαρὸς, ἀλλὰ περιέχει καὶ ἄργυρον, ὁ στέφανος ἐτέθη ἐν ὕδατι καὶ εὑρέθη, ὅτι τότε χάνει βάρους (ἄνωσις) ἴσον πρὸς 72,5 γρ. Περιέχει ἄρα γε ἄργυρον καὶ ποῖα ἢ ποσότης τοῦ περιεχομένου ἄργύρου; Πυκνότης τοῦ μὲν χρυσοῦ 19,25, τοῦ δὲ ἄργύρου 10,44.

Τοιοῦτον ἦτο, ὡς λέγεται, τὸ πρόβλημα, οὔτινος τὴν λύσιν ἐζητήσεν ὁ τύραννος τῶν Συρακουσῶν Ἰέρων ἀπὸ τὸν Ἀρχιμήδη. Οὗτος δὲ τὴν λύσιν ἀναζητῶν, ἀνεκάλυψε τὴν ἀρχήν, τὴν φέρουσαν τὸ ὄνομά του.

Ἄπ. Περιέχει ἄργυρον 231,8 γράμ.

19. Ποία εἶνε ἡ μᾶζα χαλκίνου σύρματος μήκος 1000 μέτρων καὶ ἔχοντος τομὴν 1 τετραγ. χιλιοστομ; Πυκνότης χαλκοῦ=8,8.

Ἄπ. 8800 γρ.

20. Ἡ πυκνότης τοῦ ψευδαργύρου εἶνε 7 καὶ ἡ τοῦ χαλκοῦ 9. Ποῖαι ποσότητες ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ πρέπει νὰ ληφθοῦν, ἵνα ἐξ αὐτῶν σχηματισθῇ κράμα, ἔχον βάρους 50 γρ. καὶ πυκνότητα 8,2 (δεχόμεθα ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ κράματος θὰ εἶνε ἴσος πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ὀγκῶν τῶν δύο μετάλλων).

Ἄπ. 17,07 ψευδαρ. καὶ 32,93 γρ. χαλκοῦ.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

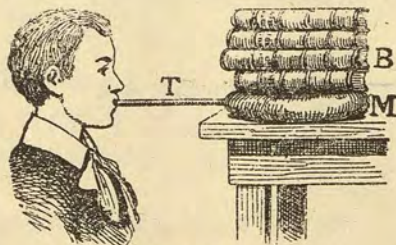
ΑΕΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

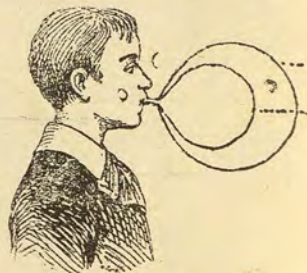
ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

102. Πίεσις τῶν αερίων.— Ὅπως εἶδομεν εἰς τὰ προηγούμενα (σελ. 7), μία ποσότης αερίου, ὅταν τεθῆ εἰς ἓν δοχεῖον, γεμίζει ἐντελῶς αὐτό. Καὶ ἂν τεθῆ εἰς μεγαλύτερον δοχεῖον θὰ ἐξογκωθῆ καὶ θὰ γεμίσῃ καὶ αὐτὸ ἐντελῶς. Τὸ αέριον λοιπὸν προσπαθεῖ πάντοτε νὰ ἐξογκωθῆ καὶ νὰ καταλάβῃ ὅσον ἡμπορεῖ μεγαλύτερον χῶρον. Ἡ προσπάθεια αὕτη, ἕνεκα τῆς ὁποίας τὸ αέριον πιέζει τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ αερίου. Τὴν πίεσιν αὕτην ἐννοοῦμεν καὶ ἀπὸ τὰ ἀκόλουθα πειράματα.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1.— Ἐπὶ τραπέζης τοποθετοῦμεν σάκκον χάρτινον M. (σχ. 145) καὶ ἐπ' αὐτοῦ θέτομεν ὀλίγα βιβλία B. Ἐὰν διὰ τῆς



Σχ. 145.



Σχ. 146.

τοῦ σάκκου φουσησωμεν ἐντὸς αὐτοῦ ἀερά διὰ τοῦ στόματός μας, θὰ ἴδωμεν ὅτι ὁ σάκκος ἐξογκώνεται καὶ ἀνυψώνει τὰ βιβλία.

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.— Φυσῶμεν σάκκον ἐλαστικὸν (σχ. 146) καί, ἀφοῦ τὸν ἐξογκάσωμεν, κλείομεν τὴν ὀπήν του μὲ τὸν δάκτυλόν μας. Ὁ σάκκος μένει τεντωμένος, διότι πιέζεται ἀπὸ τὸ αέριον, τὸ ὁποῖον ὑπάρχει ἐντὸς αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ ἀνοίξωμεν τὴν ὀπήν, τὸ αέριον ἐξέρχεται μὲ ὄρ-

μήν, διότι πιέζεται καὶ αὐτὸ ἀπὸ τὸν τεντωμένον σάκκον. Τὸ ἴδιον πείραμα ἡμπορεῖ νὰ γίνῃ μὲ πομφόλυγα ἀπὸ διάλυμα σάπωνος.

ΠΕΙΡΑΜΑ 3.— Λαμβάνομεν μικρὸν μετάλλινον σωλήνα, π. χ. τοῦ κονδυλοφόρου, καὶ ἀφοῦ κλείσωμεν τὸ ἓν ἄκρον του καλῶς, τὸν γεμίζομεν κατὰ τὸ ἥμισυ μὲ ὕδωρ. Κατόπιν κλείομεν καὶ τὸ ἄλλο ἄκρον του ἐλαφρὰ μὲ φελλόν. Ἐὰν θερμάνωμεν τότε τὸν σωλήνα, παράγονται ἄτμοι, οἱ ὁποῖοι πιέζουν τὸν φελλὸν καὶ τὸν ἐκσφενδονίζουν μὲ ὄρμήν.

ΠΕΙΡΑΜΑ 4.— Τὸ σκέπασμα τοῦ δοχείου, εἰς τὸ ὁποῖον βράζομεν ὕδωρ, ἀναπηθῆ ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν, καὶ ἀπὸ τὸ ἀνοιγμα ἐξέρχονται ἄτμοι. Οἱ ἄτμοι ἐπίεσαν τὸ σκέπασμα, τὸ ἀνύψωσαν καὶ ἐξῆλθον.

Συμπέρασμα.— Ὅλα τὰ αέρια πιέζουν τὰς παρεῖδς τῶν δοχείων, εἰς τὰ ὁποῖα εὗρισκονται, ἤτοι ἔχουν πίεσιν ἢ ἐλαστικὴν δύναμιν.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

103. Ἀτμόσφαιρα.— Τὸ στρώμα τοῦ αέρος, τὸ ὁποῖον περιβάλλει τὴν γῆν καὶ τὴν παρακολουθεῖ πανταχοῦ, καλεῖται **ἀτμόσφαιρα**. Ἡ ἀτμόσφαιρα ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ μίγματος δύο αερίων, τοῦ **ὀξυγόνου** καὶ τοῦ **ἀζώτου** (1), τὸ δὲ ὕψος τῆς ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης δὲν εἶνε μὲν ἀκριβῶς γνωστὸν, φαίνεται ὅμως ὅτι δὲν εἶνε κατώτερον τῶν 500—600 χιλιομέτρων κατὰ τινὰ παρατηρήσεις.

Ὁ ἀήρ ἔχει βάρος καὶ ἐπομένως ἕκαστον στρώμα τῆς ἀτμοσφαιρας ὑφίσταται πίεσις ὑπὸ τῶν ἄλλων στρωμάτων, τῶν εὗρισκομένων ὑπεράνω του. Τὰς πίεσις ταύτας θὰ σπουδάσωμεν ἀμέσως.

104. Πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρας.— **ΠΕΙΡΑΜΑ 1.** Ἀφοῦ γεμίσωμεν τελείως μὲ ὕδωρ ἓν ποτήριον, καλύπτομεν τὸ στόμιόν του μὲ φύλλον χάρτου. Ἐὰν ἀναστρέψωμεν κατόπιν τὸ ποτήριον (σχ. 147), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ του δὲν χύνεται. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει τὸ φύλλον τοῦ χάρτου καὶ τοιοῦτοτρόπως δὲν ἀφήνει τὸ ὕδωρ νὰ χυθῆ Δηλαδή, ὅπως εἰς τὸ πείραμα τοῦ σχ. 112 τὸ

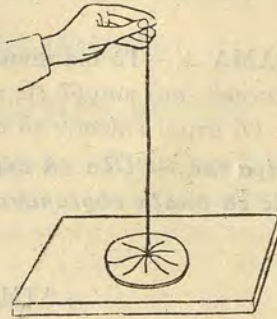
(1) Πλὴν τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ἀζώτου, ἐνέχει ὁ ἀήρ καὶ ἄλλα τινὰ στοιχεῖα, ὡς τὸ **ἀργόν**, τὸ **κρυπτόν**, τὸ **νέον**, τὸ **ξένον**, τὸ **ἥλιον** εἰς μικρὰς ποσότητας, ὡς καὶ μεταβλητὸν ποσὸν ὕδατμων (0,75% κατὰ μέσον ὄρον εἰς βάρος), ἐπίσης $\frac{3}{10000}$ κατ' ὄγκον περίπου **διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος** καὶ μικρὰς ποσότητας ἄλλων σωμάτων.

ὕδωρ πιέζει τὸν δίσκον, ὁ ὁποῖος δι' αὐτὸ δὲν πίπτει, ὁμοίως καὶ ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει τὸν χάστην καὶ γενικῶς κάθε ἐπιφανείαν εὐρισκομένην ἐντὸς αὐτῆς.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.— Ἐπὶ λείας καὶ ἐπιπέδου ἐπιφανείας, π. χ. ὑάλου, ἐφαρμόζομεν καλῶς διαβραχὲν τεμάχιον δέρματος, τὸ ὁποῖον ἔχει δεθῆ ἀπὸ τὸ μέσον του διὰ νήματος στερεοῦ (σχ. 148). Ἐὰν φελήσωμεν νὰ



Σχ. 147



Σχ. 148

ἀποσπᾶσωμεν τὸ δέγμα ἀπὸ τὴν ὑάλον, παρατηροῦμεν ὅτι δὲν τὸ κατορθώνομεν εὐκόλως, διότι τὸ δέγμα πιέζεται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρας

ΠΕΙΡΑΜΑ 3.— Ἐὰν διὰ τῆς ὀπῆς σάκκου χαρτίνου ροφήσωμεν τὸν ἀέρα, ὁ ὁποῖος εἶνε ἐντὸς αὐτοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ σάκκος συμπτύσσεται (μαζεύει) ἀπὸ τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαιρας. Ὁ σάκκος δὲν συνεπτύσσεται προηγουμένως, διότι ἐπιέζεται καὶ ἐσωτερικῶς καὶ ἐξωτερικῶς ἀπὸ τὸν ἀέρα.

ΠΕΙΡΑΜΑ 4.— Κυλίνδρου τινὸς ὑάλινου (σχ. 149), κλείεται καλῶς τὸ ἀνωτέρον στόμιον διὰ μεμβριάνης. Ἐὰν ὁ κύλινδρος τεθῆ ἐπὶ δίσκον καὶ ἀφαιρεθῆ ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀήρ, θὰ ἴδωμεν, ὅτι ἐν ἀρχῇ τὸ ἐκ μεμβράνης κάλυμμα κοιταίνεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον, ὡς ἐὰν πιέζεται ἔξωθεν, καὶ τέλος θραύεται μετὰ κρότου ὑπὸ τῆς πίεσεως τῆς ἀνωθέν του ἀτμοσφαιρας. Ἡ πίεσις αὕτη ἰσορροπεῖτο προηγουμένως ὑπὸ τῆς πίεσεως, τῆς ἐπιφερομένης ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω ὑπὸ τοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος ὑπῆρχεν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου.



Σχ. 149

ΠΕΙΡΑΜΑ 5.— Ἡ ὑπάρξις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τῶν ἡμισφαιρίων τοῦ Μαγδεβούργου.

Δύο κοῖλα ἡμισφαιρία (σχ. 150), ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν ἐν φέρει κρῖνον, τὸ δὲ ἄλλο στρόφιγγα, ἐφαρμόζομεν ἀκριβῶς οὕτως, ὥστε ἀποτελοῦν σφαιραν κοίλην (σχ. 151). Ὅταν ἡ στρόφιγγα εἶνε ἀνοικτή, ὅτε ἐντὸς τῆς σφαιρας ταύτης ὑπάρχει ἀήρ συγκοινωνῶν μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ, τὰ ἡμισφαιρία ἀποκολλῶνται λίαν εὐκόλως. Ἐὰν ὁμοῦς ἀφαιρεθῆ ὁ ἐντὸς τῆς σφαιρας ἀήρ, ἡ ἀπομάκρυνσις τῶν δύο ἡμισφαιρίων δὲν δύναται νὰ γίνῃ εὐκόλως. Ἀπαιτεῖται μεγάλη δύναμις, διὰ νὰ ὑπερνι-



Σχ. 150



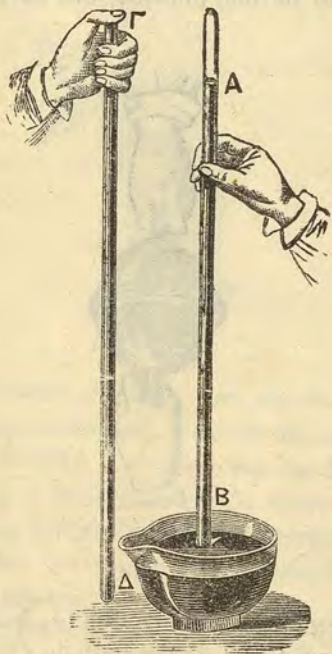
Σχ. 151

κηθῆ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, ἡ ὁποία πιέζει πανταχόθεν τὰ ἡμισφαιρία καὶ ὡς ἐκ τούτου δὲν ἠμποροῦν ταῦτα νὰ ἀποχωρισθοῦν ἀλλήλων. Τὸ πείραμα τοῦτο ἐξετελέσθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Otto de Guericke δι' ἡμισφαιρίων διαμέτρου 1,25 μέτρων, 20 δὲ ἴπποι ὄν 10 εἴλον ἐκ τοῦ ἐνὸς μέρους καὶ 10 ἐκ τοῦ ἄλλου ἀντιθέτως, δὲν ἠδύναντο νὰ τὰ ἀποχωρίσουν.

ΠΕΙΡΑΜΑ 6.— Λαμβάνομεν σωλῆνα μήκους π. χ. 30 ἑκατοστομέτρων καὶ βυθίζομεν τὸ ἐν ἄκρον του εἰς τὸ ὕδωρ λεκάνης. Ἐὰν ἀπὸ τὸ ἄλλο ἄκρον ροφήσωμεν μετὰ τὸ στόμα μας τὸν ἀέρα τοῦ σωλῆνος, θὰ ἴδωμεν ὅτι τὸ ὕδωρ τῆς λεκάνης ἀνέρχεται καὶ γεμίζει τὸν σωλῆνα.

Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει τὸ ὕδωρ τῆς λεκάνης. Ἐὰν ἀποσύρωμεν τὸ στόμα μας ἀπὸ τὸν σωλῆνα, ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει τώρα καὶ τὸ ὕδωρ τοῦ σωλῆνος καὶ τὸ ἀναγκάζει νὰ χυθῆ πάλιν εἰς τὴν λεκάνην.

ΠΕΙΡΑΜΑ 7.—Ο Τορικέλλης ἔξετέλεσε πείραμα, διὰ τοῦ ὁποίου ὄχι μόνον ἀποδεικνύεται ἡ ὑπαρξίς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀλλὰ καὶ τὸ μέγεθος αὐτῆς εὐρίσκεται εὐκόλως καὶ μετ' ἀκριβείας. Πρὸς τοῦτο ἔλαβε σωλῆνα ΓΔ (σχ. 152), ἑνὸς περίπου μέτρου μήκους, ἀνοικτὸν κατὰ τὸ ἓν ἄκρον Γ καὶ κλειστὸν κατὰ τὸ ἄλλο Δ. Τὸν σωλῆνα τοῦτον ἐγέμισεν ἐντελῶς μετ' ὑδραργύρου καί, κλείσας τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον



Σχ. 152



Σχ. 153

τοῦ Γ διὰ τοῦ δακτύλου, τὸν ἀνέστρεψε βυθίσας τοῦτο ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου λεκάνης Β. Μετὰ τοῦτο, ἀποσύρας τὸν δάκτυλον, διὰ τοῦ ὁποίου ἔκλειε τὸ ἄκρον Γ τοῦ σωλῆνος, παρατήρησεν, ὅτι ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ὑδραργυρὸς δὲν ἐχύθη ὅλος εἰς τὴν λεκάνην, ἀλλὰ κατήλθε μέχρις ἑνὸς σημείου Α τοῦ σωλῆνος. Τὸ σημεῖον Α εἶνε εἰς ὕψος 76 περίπου ἑκατοστομέτρων ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης, ὅταν τὸ πείραμα γίνεται πλησίον τῆς θαλάσσης.

Ὁ ὑδραργυρὸς τοῦ σωλῆνος εἰς τὸ πείραμα τοῦτο δὲν καταπίπτει, ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἣτις ἐξασκεῖται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης. Ὁ ἀνωθεν τοῦ Γ (σχ. 153) ἐν τῷ σωλῆνι χῶρος εἶνε κενὸς ἀέρος καί, ἐπομένως, ὁ ὑδραργυρὸς οὐδὲν

πιέζεται εἰς τὸ Γ. Τοῦναντίον, ἔξωθεν τοῦ σωλῆνος ὑπάρχει ὁ ἀήρ ὁ ὁποῖος διὰ τοῦ βάρους τοῦ πιέζει τὸν ὑδραργυρὸν τῆς λεκάνης καὶ ἰσορροπεῖ τὴν ὑδραργυρικὴν στήλην ΒΓ, ὕψους 76 περίπου ἑκατοστ. Ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶνε μεγαλύτερα, τότε καὶ τὸ ὕψος τῆς στήλης ΒΓ, ἢ ἰσορροπεῖ, εἶνε μεγαλύτερον.

Διὰ τῆς διατάξεως ταύτης, δυνάμεθα νὰ εὑρωμεν καὶ τὸ μέγεθος τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Διότι ὅσον πιέζει ἔσωθεν ἡ ἀτμόσφαιρα ἐν τμήμα α' β' (σχ. 153) τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου, τόσον βεβαίως πιέζει ἔσωθεν καὶ ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη ἐπιφάνειαν αβ ἴσην πρὸς τὴν προηγουμένην καὶ εὐρισκομένην ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἐπὶ τοῦ ἰδίου ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ἐὰν π. χ. ἡ ἐπιφάνεια αβ (σχ. 153) εἶνε 1 τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον καὶ τὸ κατακόρυφον ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ΒΓ εἶνε 76 ἑκατοστ., ἡ πίεσις Ρ, ἡ ἐπιφερομένη ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρας ἐπὶ ἑκάστου τετραγωνικοῦ ἑκατοστ. α' β', θὰ ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τῆς στήλης τοῦ ὑδραργύρου, τῆς ἐχούσης βάσιν 1 τετρ. ἑκατοστ. καὶ ὕψος 76 ἑκατ. ἦτοι θὰ ἔχωμεν (εἰδικὸν βάρος ὑδραργύρου = 13,6)

$$\text{βάρος στήλης} = 1 \times 76 \times 13,6 = 1033,6 \text{ γράμμα}$$

Ἡ τοιαύτη πίεσις 1033,6 γράμμα καλεῖται πίεσις *μιας ἀτμοσφαιρας*. Συνήθως λαμβάνεται, ὡς τιμὴ κατὰ προσέγγισιν, ἡ τιμὴ 1000 γράμμα = 1 χιλιόγραμμον ἢ 10^6 δύναι.

Ἐὰν ἀντὶ ὑδραργύρου ληφθῇ ὕδωρ, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ ὑδατίνη στήλη, τὴν ὁποίαν ἰσορροπεῖ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, εἶνε 10 περίπου μέτρων ὕψους. Διότι τὸ ὕδωρ εἶνε 13,6 φορὸς περίπου ἐλαφρότερον ἴσου ὄγκου ὑδραργύρου καί, ἐπομένως, ἡ στήλη τοῦ ὕδατος ἔχει ἀναλόγως μεγαλύτερον ὕψος, διὰ νὰ ἰσορροπήσῃ τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαιρας.

Συμπέρασμα.—Ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει ὅλα τὰ σώματα καὶ ἡ πίεσις τῆς ἐπὶ 1 τετραγ. ἑκατοστ. εἶνε ἴση πρὸς 1033 γράμμα (πλησίον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης).

105. Μεταβολαὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.—Ἐὰν ἐκτελέσωμεν τὸ πείραμα τοῦ Τορικέλλης εἰς διάφορα ὕψη ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, π. χ. ἐπὶ ὄρεων, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη εἶνε μικροτέρα τῶν 76 ἑκατοστ. Δι' ἑκάστην ἀνάβασίν μας κατὰ $10^{1/2}$ μέτρα, ἡ στήλη ἐλαττοῦται κατὰ 1 χιλιοστόμετρον. Ἄρα, ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττοῦται, ὅταν ἀνερχώμεθα εἰς τὴν

ἀτμόσφαιραν καί, γενικῶς, ἀπὸ ἑνα τόπον εἰς ἄλλον ὑψηλότερον(1).

Ἐπίσης, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας, τὸ ὕψος τῆς ὑδρογυρικῆς στήλης εἰς ἕνα τόπον δὲν μένει τὸ αὐτό, ἀλλὰ αὐξάνεται ἢ ἔλαττοῦται. Συνήθως, ὅταν πνέουν ἄνεμοι ψυχροὶ καὶ βόρειοί, ἡ στήλη αὐξάνεται καί, ἀντιθέτως, ὅταν οἱ ἄνεμοι εἶνε θερμοὶ καὶ νότιοι, ἡ στήλη ἔλαττοῦται.

Συμπέρασμα.— Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἰς ἕνα τόπον δὲν μένει σταθερά, ἀλλὰ μεταβάλλεται ἀπὸ μιᾶς στιγμῆς εἰς ἄλλην.

106. Βαρόμετρα.— Τὰ ὄργανα, τὰ ὁποῖα χρησιμεύουν διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ὀνομάζονται **βαρόμετρα**. Ἐν ἁπλοῦν καὶ ἀκριβῆς βαρόμετρον ἀποτελεῖται (σχ. 153), ὅπως εἰς τὸ πείραμα τοῦ Τορικέλλη, ἀπὸ μίαν λεκάνην μὲ ὑδράργυρον, εἰς τὸν ὁποῖον βυθίζεται τὸ ἄκρον ἑνὸς σωλήνος ὑαλίνου ἐπίσης μὲ ὑδράργυρον. Τὸ ὕψος ΒΓ τοῦ ὑδραργύρου δεικνύει τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν, κατὰ τὴν στιγμήν, καθ' ἣν κάμνομεν τὸ πείραμά μας. Τοιοῦτοτρόπως, λέγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶνε π. χ. 75 ἑκατοστόμετρα, δηλαδή τὸ ὕψος τῆς ὑδρογυρικῆς στήλης εἶνε 75 ἑκατοστά.

107. Εἶδη βαρομέτρων.— **Κοινὸν βαρόμετρον.**— Τοιοῦτον εἶνε τὸ προηγουμένως ἐκτεθὲν εἰς τὸ πείραμα Τορικέλλη. Τὸ κοινὸν βαρόμετρον δὲν μεταφέρεται ὁμως εὐκόλως ἀπὸ τόπου εἰς τόπον καὶ παρουσιάζει δυσχέρειαν ἐκ τῆς μεταβολῆς τοῦ μηδενὸς τῆς κλίμακός του.

Βαρόμετρον Fortin.— Τὸ βαρόμετρον τοῦ Fortin εἶνε λίαν ἐν χρήσει καὶ ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ κυλινδρικής λεκάνης Δ (σχ. 154) καὶ ὑαλίνου σωλήνος, περιβαλλομένου ὑπὸ ἐτέρου ἐξ ὀρειχάλκου σωλήνος μετὰ δύο ἐπιμήκων παραλλήλων θυρίδων Α (σχ. 155) πρὸς τὸ ἄνω ἄκρον αὐτοῦ. Ἐπὶ τοῦ μεταλλικοῦ τούτου σωλήνος χαράσσεται ἡ κλίμαξ τοῦ βαρομέτρου, τῆς ὁποίας τὸ μηδὲν ἀντι-



Σχ. 154

(1) Ὅταν τὰ ἴψη εἶνε μεγάλα, τοιοῦτος ὑπολογισμὸς δὲν εἶνε πλέον ἀκριβής, ἔνεκα τῆς μεταβολῆς τῆς πυκνότητος τοῦ ἀέρος.

στοιχεῖ εἰς τὴν αἰχμὴν ἑλεφαντίνης ἀκίδος Α (σχ. 154), στηριζομένης ἐπὶ τῆς καλυπτούσης τὴν λεκάνην μεταλλικῆς πλακὸς Γ. Ὁ ὀρειχάλκινος σωλήν στερεοῦται ἐπὶ τοῦ μεταλλικοῦ καλύμματος τῆς λεκάνης, ὁ δὲ ὑάλινος, διερχόμενος διὰ τῆς εἰς τὸ κέντρον τοῦ καλύμματος ὀπῆς, βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑδραργύρου.

Ἡ λεκάνη ἀποτελεῖται ἐκ τριῶν διακεκριμένων μερῶν· τὸ ἄνω μέρος αὐτῆς ΔΔ (σχ. 154) εἶνε κύλινδρος ὑάλινος, τὸ μεσαῖον ΜΝ κύλινδρος ξύλινος καὶ τὸ κάτω σάκκος ἐκ μαλακοῦ δέρματος δορκάδος, περιβαλλόμενος ὑπὸ ὀρειχάλκινου κυλίνδρου καὶ κινούμενος διὰ κοχλίου Κ. Ἴνα μὴ δὲ ὁ ὑδραργυρος ἐξέρχεται τῆς λεκάνης κατὰ τὴν μεταφορὰν τοῦ βαρομέτρου, ἡ ὀπή, διὰ τῆς ὁποίας ὁ ὑάλινος σωλήν εἰσέρχεται εἰς τὴν λεκάνην, κλείεται καλῶς διὰ δέματος ΒΒ, διὰ πόρων τοῦ ὁποίου μεταδίδεται ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης.

Τὸ βαρόμετρον συνοδεύεται συνήθως ὑπὸ μικρᾶς σανίδος, τὴν ὁποίαν στερεώνομεν καλῶς ἐπὶ τοῦ τοίχου. Ἡ σανὶς αὐτὴ φέρει εἰς μὲν τὸ ἄνω ἄκρον τῆς σιδηροῦν ἄγκιστρον, ἐξ οὗ ἀναρτῶμεν τὸ βαρόμετρον, εἰς δὲ τὸ κάτω εὖρον μεταλλικὸν δακτύλιον μετὰ τριῶν κοχλιῶν. Τὸ βαρόμετρον ἀναρτᾶται τοιοῦτοτρόπως, ὥστε ὁ ἄξων τῆς λεκάνης του νὰ διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ δακτυλίου τῆς σανίδος καὶ ὁ σωλήν τοῦ βαρομέτρου νὰ εἶνε κατακόρυφος.

Ἡ παρατήρησις τοῦ βαρομέτρου Fortin, πρὸς εὕρεσιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, γίνεται ὡς ἑξῆς. Στρέφομεν τὸν κοχλίαν Κ τῆς κινητῆς βάσεως τῆς λεκάνης οὕτως, ὥστε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου τῆς νὰ ἔλθῃ ἀκριβῶς εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς αἰχμῆς τῆς ἑλεφαντίνης ἀκίδος Α. Κατόπιν ἀναγινώσκομεν εἰς ποῖαν ὑποδιαίρεσιν τῆς κλίμακος ἀντιστοιχεῖ ἡ ἐν τῷ σωλήνι ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου.

Ἐὰν πρόκειται νὰ μετακομισθῇ τὸ ὄργανον, πρέπει πρῶτον νὰ ἀναβιάσωμεν τὸν ὑπὸ τὴν λεκάνην αὐτοῦ κοχλίαν τοσοῦτον, ὥστε ὁ ὑδραργυρὸς τῆς, ἀνερχόμενος, νὰ γεμίσῃ ἐντελῶς ὁλόκληρον τὸν βαρομετρικὸν σωλήνα· κατόπιν, ἀναστρέφοντες τὸ βαρόμετρον οὕτως, ὥστε ἡ λεκάνη αὐτοῦ νὰ εἶνε πρὸς τὰ ἄνω, τὸ τοποθετοῦμεν ἐντὸς δερματίνης θήκης καὶ τοιοῦτοτρόπως τὸ μεταφέρομεν, διατηροῦντες πάντοτε τὴν λεκάνην πρὸς τὰ ἄνω.

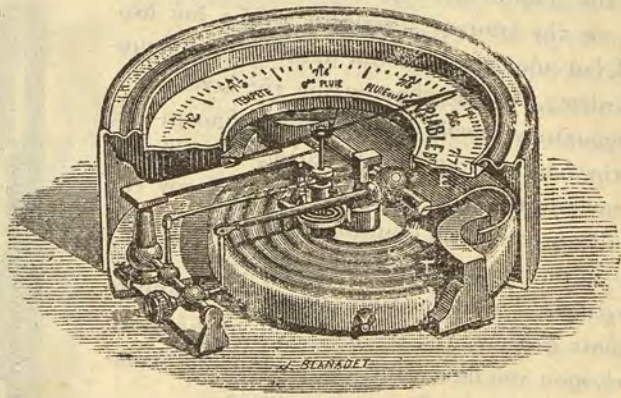


Σχ. 155

Καὶ τὰ δύο ἐκτεθέντα βαρόμετρα συνοδεύονται ὑπὸ ὄργανου, τοῦ **θερμομέτρου**, τὸ ὁποῖον, ὡς θὰ ἴδωμεν, χρησιμεύει πρὸς προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας.

Μετάλλινα βαρόμετρα.—Ἐκτὸς τῶν προηγουμένων βαρομέτρων, κατασκευάζονται καὶ ἄλλου εἴδους, **μετάλλινα**, μὴ περιέχοντα ὑδράργυρον. Τοιοῦτον βαρόμετρον εἶνε τὸ ὑπὸ τοῦ Vidi ἐπινοηθὲν (σχ. 156). τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλικοῦ κυλινδρικοῦ τυμπάνου T, κλειστοῦ πανταχόθεν καὶ κενοῦ ἀέρος. Ἡ ἀνωτέρα βᾶσις τοῦ τυμπάνου τούτου ἔχει σχῆμα κυματοειδές.

Ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις αὐξάνεται, ἡ κυματοειδὴς ἐπιφάνεια



Σχ. 156

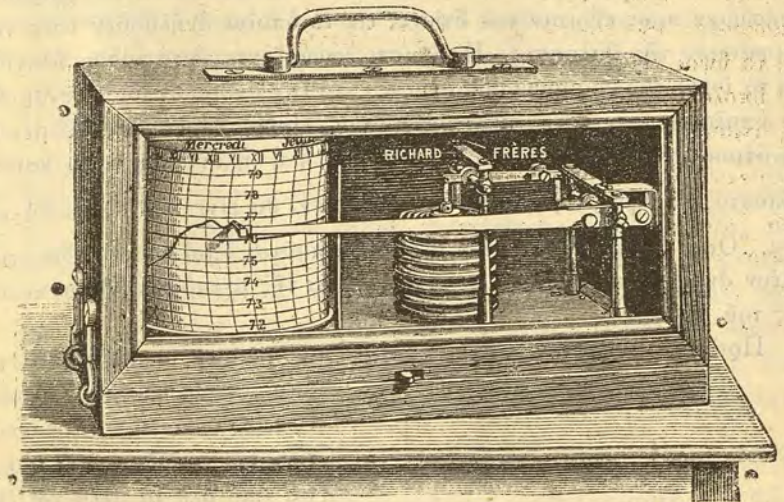
κοιλαινεται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦττον καὶ συμπαρασύρει μοχλόν, συνδεδεόμενον καταλλήλως μετὰ δείκτου, ὁ ὁποῖος κινεῖται ἐνώπιον ὑποδηρημένου κύκλου. Ὅταν δὲ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐλαττοῦται, τότε ἡ αὐτὴ βᾶσις κυρτοῦται δι' ἰσχυροῦ ἐλατηρίου E. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται διὰ συγκρίσεως πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

Τὰ μετάλλινα βαρόμετρα δὲν εἶνε μὲν ὄργανα τόσον ἀκριβῆ, ὅσον τὰ ὑδραργυρικά, ἐν τούτοις εἶνε τὰ μόνα εὐχρηστα εἰς ταξείδια καὶ ἰδίως ἐν θαλάσῃ. Ὅταν πρόκειται μάλιστα νὰ παρατηρηθοῦν οὐχὶ αἱ ἀπόλυτοι τιμαὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀλλ' αἱ μεταβολαὶ αὐτῆς ἐν σχέσει πρὸς τὰς μεταβολὰς τοῦ καιροῦ, τὰ μετάλλινα βαρόμετρα προτιμῶνται, ἕνεκα τοῦ εὐχρηστοῦ αὐτῶν, ὡς ἀρκοῦντως ἀκριβῆ πρὸς τοῦτο.

Βαρογράφος.—Ὁ βαρογράφος (σχ. 157) καταλέγεται εἰς τὰ αὐτογραφικὰ ὄργανα, τὰ ὁποῖα ἀναγράφουν συνεχῶς καμπύλην, παρέ-

χουσαν τὰς μεταβολὰς τῶν σπουδαζομένων φαινομένων, κατὰ τὴν διάρκειαν ὁρισμένου χρόνου.

Ὁ βαρογράφος κατασκευάζεται συνήθως διὰ μεταλλίων τυμπάνων, ὁμοίων πρὸς τὸ τοῦ Vidi. Τοιαῦτα τύπανα 5-8 συγκollῶνται κατὰ τὰς βᾶσεις των (σχ. 157) οὕτως, ὥστε νὰ ἀποτελεσθῇ στήλη ἐξ αὐτῶν, τῆς ὁποίας ἡ μὲν κάτω βᾶσις στερεοῦται καλῶς ἐπὶ ἐπιπέδου ὀριζοντίου, ἡ δὲ ἄνω βᾶσις φέρει στυλίσκον κατακόρυφον, συνδεδεόμενον δι' ἀρθρώσεων καὶ μοχλῶν μετὰ δείκτου.



Σχ. 157

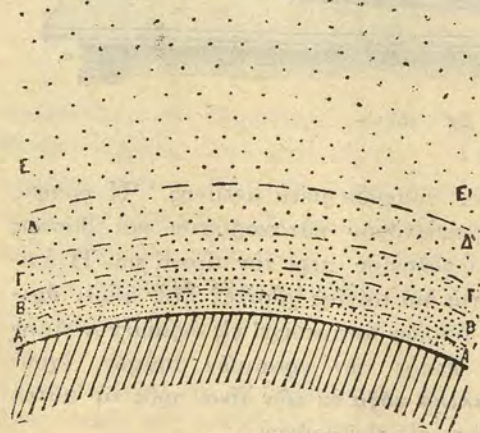
Τὸ ἄκρον τοῦ δείκτου φέρει γραφίδα μετὰ μελάνης. Ἡ γραφὶς αὕτη ἐφάπτεται τῆς ἐπιφανείας κυλίνδρου κατακορύφου καὶ βάσεως κυκλικῆς, περιστρεφομένου δι' ὄρολογίου περὶ τὸν ἄξονά του. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ κυλίνδρου καλύπτεται διὰ ταινίας χάρτου, ἣτις φέρει **ὀριζοντίας γραμμὰς**, ἐκάστη τῶν ὁποίων ἀντιστοιχεῖ εἰς ὁρισμένην τιμὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Ἐκτὸς τῶν γραμμῶν τούτων, ἔχουν γραφῆ ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ **κυκλικὰ τόξα** ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἴσον ἀπέχοντα καὶ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὸν χρόνον.

Ἐὰν ὁ δείκτης ἦτο ἀκίνητος θὰ κατέγραφεν ἐπὶ τῆς ταινίας τοῦ περιστρεφομένου κυλίνδρου πλήρη κύκλον ἐντὸς μιᾶς ἑβδομάδος, καθ' ἣν γίνεται μία πλήρης περιστροφή τοῦ κυλίνδρου. Ἐνέκα ὁμοῦ τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ὁ δείκτης ἀνέρογεται ἢ κατέ-

χεται καὶ ἡ καταγεγραφομένη γραμμὴ εἶνε καμπύλη, τῆς ὁποίας τὸ σχῆμα παρέχει τὰς μεταβολὰς ταύτας κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον.

108. Χρησιμότης τῶν βαρομετρικῶν παρατηρήσεων.— Ὅπως εἶδομεν, ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττοῦται, ὅταν ἀνερχώμεθα ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας. Ἐὰν ἀνέλθωμεν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ κατὰ $10 \frac{1}{2}$ μέτρα ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐλαττοῦται κατὰ 1 χιλιοστόμετρον. Ἐὰν δὲ ἐξακολουθήσωμεν ἀνερχόμενοι κατὰ $10 \frac{1}{2}$ μέτρα, ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη ἐλαττοῦται ἐκ νέου κατὰ 1 χιλιοστόν. Τὴν ιδιότητα ταύτην δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν πρὸς εὗρεσιν τοῦ ὕψους, εἰς τὸ ὁποῖον ἀνῆλθομεν ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Πράγματι, γνωρίζοντες κατὰ πόσον ἠλαττώθη τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης κατὰ τὴν ἀνάβασίν μας, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ κατακόρυφον ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον ἀνῆλθομεν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ. Ἐὰν ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη ἠλαττώθη π. χ. κατὰ 8 χιλιοστά, τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον ἀνῆλθομεν, θὰ εἶνε $8 \times 10 \frac{1}{2} = 84$ μέτρα. Ὅταν ὁμως τὰ ὕψη εἶνε μεγάλα, τοιοῦτος ὑπολογισμὸς δὲν εἶνε πλέον ἀκριβὴς καὶ δὲν ἐφαρμόζεται, ἔνεκα τῆς μεταβολῆς τῆς πυκνότητος τοῦ ἀέρος.

Πράγματι, ἕκαστον στρώμα τῆς ἀτμοσφαιρας (σχ. 158) πιέζεται ἀπὸ τὰ ἄνωθέν του. Ἐπομένως, τὸ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς στρώμα AA' πιέζεται ἀπὸ ὅλα τὰ ἄλλα καὶ εἶνε τὸ πυκνότερον, ὅσον δὲ ἀνερχώμεθα εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, τὸ στρώμα, τὸ ὁποῖον συναντῶμεν, π. χ. ΔΔ', πιέζεται ἀπὸ τὰ ἀπομένοντα ἄνωθέν του καὶ ἐπομένως εἶνε τὸσον ἀραιότερον, ὅσον ταῦτα εἶνε ὀλιγότερα.



Σχ. 158

καίρο ὃ καὶ πρὸς τοῦτο χρησιμεύει τὸ βαρόμετρον. Ἄλλ' αἱ ἐπὶ τῶν μεταλλικῶν βαρομέτρων ἀναγραφόμεναι συνήθως ἐνδείξεις, εὐδία,

ἄστατος, βροχὴ κλπ. δὲν ἔχουν πραγματικὴν σημασίαν. Ἐν τῇ περιπτώσει τοπικῶν προγνώσεων τοῦ καιροῦ, ἄξιον παρατηρήσεως κυρίως εἶνε οὐχὶ τόσοσὸν ἡ ἀπόλυτος τιμὴ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ὅσον αἱ μεταβολαὶ αὐτῆς. Ὅταν ὁ ὥρσιος καιρὸς ἐξακολουθῇ ἀπὸ τινων ἡμερῶν καὶ πρόκειται νὰ ἐξακολουθήσῃ ἀκόμη, τὸ βαρόμετρον μεταβάλλεται σχεδὸν ἀνεπαισθήτως. Ἐὰν δὲ τότε ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἀρχίσῃ νὰ κατέρχεται βραδέως καὶ ὁμαλῶς, ἡ ἀλλαγὴ τοῦ καιροῦ εἶνε πιθανή· ἀλλ' ἡ ἀλλαγὴ αὕτη δυνατὸν νὰ μὴ γίνῃ αἰσθητὴ ἐν τῷ τόπῳ τῆς παρατηρήσεως. Ἐὰν ὁμως ἡ πτώσις, καίπερ βραδεῖα, εἶνε μεγάλη (10 χιλιοστά π. χ.) δεικνύει τὴν προσέγγισιν ἀποτόμου κακοκαιρίας, θνέλλης, ραγδαίας βροχῆς κλπ.

Ἡ βαρομετρικὴ πτώσις εἶνε συνήθως προάγγελος κακοκαιρίας· ἀλλ' ὅταν ἀρχίσῃ μὲ τὸν καλὸν καιρὸν, παύει συνήθως, τοῦ βαρομέτρον ὑψουμένου, κατὰ τὴν στιγμὴν τοῦ μεγίστου βαθμοῦ τῆς κακοκαιρίας ταύτης. Ἐὰν δὲ παρατηρῆται σειρὰ κακοκαιριῶν, αἱ μεταβολαὶ τοῦ βαρομέτρον ἀκολουθοῦν τὰς τοῦ καιροῦ· ἡ πτώσις συμβαίνει συνήθως μὲ τὸν καλὸν καιρὸν, ἡ δὲ ὑψωσις ἀρχίζει μὲ τὸν κακόν, προαναγγέλουσα τὴν νέαν εὐδίαν. Ἐν γένει, αἱ ταχεῖαι μεταβολαὶ δεικνύουν τεταραγμένην ἀτμοσφαιρικὴν κατάστασιν καὶ καιρὸν ἄστατον, ἐνῶ τοῦναντίον, πίεσις σταθερὰ σημαίνει ἤρεμον κατάστασιν καὶ ἐξακολουθῆσιν αὐτῆς ὁμοίως.

Ἡ βαρομετρικὴ ὑψωσις εἶνε συνήθως σημεῖον ἐπανόδου τῆς εὐδίας, ἣτις δύναται νὰ εἶνε μακρὰ ἢ βραχεῖα, καθόσον αὕτη εἶνε βραδεῖα ἢ ἀπότομος. Καὶ ἐν γένει, ὁ πρόδρομος σταθερᾶς καὶ μακρᾶς εὐδίας εἶνε ὑψωσις βραδεῖα, συνεχῆς καὶ μεγάλη τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

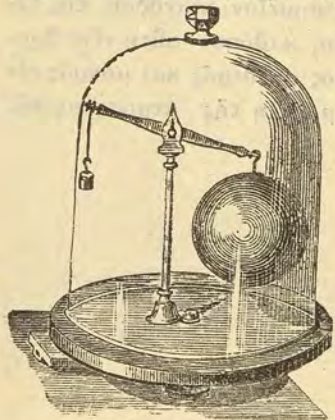
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ—ΑΕΡΟΠΛΟΪΑ

109. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.—Ἡ ἀρχὴ αὕτη τῆς ὑδροστατικῆς ἰσχύει καὶ διὰ τὰ ἀέρια ὁμοίως. Τὰ σώματα, τὰ εὐρισκόμενα ἐν τὸς τῆς μάζης ἀερίου τινός, πιέζονται πανταχόθεν καὶ τὸ σύνολον τῶν πιέσεων τούτων ἐπιφέρει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ ἐπέρχεται ἐν τῇ περιπτώσει τῶν ὑγρῶν. Οὕτως πᾶν σῶμα, εὐρισκόμενον ἐντὸς ἀερίου, ὑφίσταται ἄνωσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀερίου.

ΠΕΙΡΑΜΑ 1 — Ἀπὸ λεπτὸν χάρτην κατασκευάζομεν σάκκον μὲ μιάν ὀπὴν καὶ τὸν φέρομεν ὑπεράνω πυρᾶς, ὥστε νὰ γεμίσῃ οὗτος μὲ θερμὸν ἀέρα. Ἐὰν κατόπιν ἀφήσωμεν τὸν σάκκον ἐλεύθερον, παρατηροῦμεν ὅτι ἀνυψοῦται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ὁ θερμὸς ἀήρ τοῦ σάκκου εἶνε ἐλαφρότερος τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀερος. Τοιοῦτοτρόπως, τὸ βάρος τοῦ σάκκου μὲ τὸν θερμὸν ἀέρα εἶνε μικρότερον τῆς ἀνώσεως, ἢ ὁποία ὀφείλεται εἰς τὰς πιέσεις τῆς ἀτμοσφαιρας.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.—Αἱ πομφόλυγες, τὰς ὁποίας κάμνουν οἱ παῖδες συνήθως μὲ τὸν σάπωνα, πίπτουν εἰς τὸν ἀέρα. Ἐὰν ὅμως αἱ πομφόλυγες αὐταὶ γεμίζωνται μὲ ὑδρογόνον ἢ φωταέριον, βλέπομεν ὅτι ἀνέρχονται· διότι τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ φωταέριον εἶνε ἐλαφρότερα τοῦ ἀερος. Εἰς τὴν περίπτωσιν λοιπὸν αὐτὴν, ὑπάρχει ἄνωσις, ἢ ὁποία κατανικᾷ τὸ βάρος τῶν πομφόλυγων καὶ ἀνυψώνει αὐτάς.



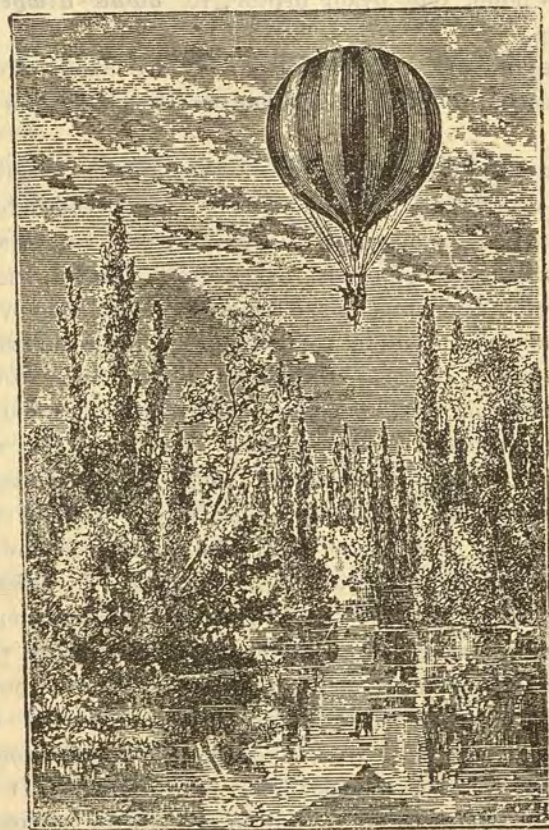
Σχ. 159

ΠΕΙΡΑΜΑ 3.—Τὸ ὄργανον, τὸ καλούμενον **βαροσκόπιον** (σχ. 159), ἀποτελεῖται ἐκ φάλαγγος ζυγοῦ, εἰς τὰ ἄκρα τῆς ὁποίας κρέμανται δύο σφαῖραι α καὶ β. Αἱ σφαῖραι αὐταὶ ἔχουν τὸ αὐτὸ βάρος, ὅταν εὐρίσκωνται ἐντὸς τοῦ ἀερος, ἀλλ' ἢ μὲν α εἶνε κοίλη καὶ ὀγκώδης, ἢ δὲ β πλήρης καὶ μικρά. Ἐὰν ὅμως τεθῇ τὸ ὄργανον ἐπὶ δίσκον καὶ καλυφθῇ ἀεροστεγῶς διὰ κώδωνος ὑαλίνου (σχ. 159), ἀφαιρεθῇ δὲ ὁ ἐν τούτῳ ἀήρ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὴν μεγάλην σφαῖραν, ἕπα-

γῶς διὰ κώδωνος ὑαλίνου (σχ. 159), ἀφαιρεθῇ δὲ ὁ ἐν τούτῳ ἀήρ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὴν μεγάλην σφαῖραν, ἕπα-

δεικνύουσα ὅτι αὕτη δὲν ἔχει τὸ αὐτὸ βάρος πρὸς τὴν μικράν, ὡς ἐφαίνεται, ὅταν τὸ ὄργανον εὐρίσκετο ἐν τῷ ἀέρι. Ἄρα, ἡ κοίλη σφαῖρα ὑφίστατο μεγαλύτεραν ἄνωσιν ὑπὸ τοῦ ἀερος, διότι ὡς ὀγκωδέστερα ἐξετόπιζε μεγαλύτεραν ποσότητα ἐξ αὐτοῦ. Ἔνεκα τούτου ἐφαίετο ἐν τῷ ἀέρι ἔχουσα τὸ αὐτὸ βάρος μὲ τὴν μικράν.

Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.—Ὅπως μὲ τὰ ὑγρά, ὁμοίως καὶ



Σχ. 160

μὲ τὰ ἀέρια, ἐν σῶμα, τὸ ὁποῖον εἶνε ἐντὸς ἀερίου, ὠθεῖται πρὸς τὰ ἄνω μὲ δύναμιν, ἢ ὁποία εἶνε ἴση μὲ τὸ βάρος τοῦ ἀερίου, τὸ ὁποῖον ἐκτοπιζεῖ τὸ σῶμα.

Συνέπειαι.—Ὅπως εἰς τὰ ὑγρὰ ὁμοίως καὶ εἰς τὰ ἀέρια, ἐν σῶμα, ὅταν εὐρίσκεται ὀλόκληρον ἐντὸς ἀερίου, ἢ θὰ βυθισθῇ ἐντὸς τούτου ἢ θὰ ἀνέλθῃ ἢ θὰ αἰωρεῖται. Ἐὰν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶνε μεγαλ-

τερον ἴσου ὄγκου ἐκ τοῦ αἰρίου, *τὸ σῶμα θὰ βυθισθῆ ἐν τῷ αἰρίῳ*, ὅπως π. χ. λίθος, ἀφιέμενος ἐλεύθερος ἐν τῷ αἰρί, καταπίπτει. Ἐὰν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶνε μικρότερον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου αἰρίου, *τὸ σῶμα θὰ ἀνέλθῃ ἐν τῷ αἰρίῳ*, ὅπως αἱ ἐλαστικαὶ σφαῖραι τῶν παιδῶν, αἱ περιέχουσαι φωταέριον, καὶ αἱ πομφόλυγες δι' ὑδρογόνου ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἀνυψοῦνται. Τέλος, ἐὰν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶνε ἴσον πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου αἰρίου, *τὸ σῶμα αἰωρεῖται ἐν τῷ αἰρίῳ* τούτῳ.

110. Ἀεροπλοῖα.—Τὸ πρόβλημα τῆς ἀεροπλοίας ἐλύθη διὰ δύο διαφορῶν μέσων : 1ον διὰ τῶν *ἀεροστάτων* καὶ 2ον διὰ τῶν *ἀεροπλάνων*.

Ἀερόστατα.—Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους στηρίζεται ἡ λειτουργία τῶν ἀεροστάτων. Ταῦτα (σχ. 160) κατασκευάζονται συνήθως ἐξ ὑφάσματος, ὅσον τὸ δυνατόν, ἐλαφροῦ, στερεοῦ καὶ μὴ περατοῦ ὑπὸ τῶν αἰρίων καὶ ἔχουν σχῆμα εἴτε σφαιροειδές, εἴτε ἐπίμηκες. Πληροῦνται δὲ δι' αἰρίου ἐλαφροτέρου τοῦ αἵματος, ὡς τὸ φωταέριον ἢ τὸ ὑδρογόνον. Κάτωθεν τῆς σφαίρας τοῦ ἀεροστάτου κρέματα κάλαθος διὰ σχοινίων, τὰ ὅποια, ἐν εἶδει πλέγματος, περιβάλλουν ὀλόκληρον τὴν σφαῖραν. Ἐντὸς τῆς καλάθου ταύτης εἰσέρχονται οἱ ἐπιβάται ἢ ἀεροναῦται. Τὸ ἀερόστατον, ὃν ἐλαφρότερον ἴσου ὄγκου τοῦ πλησίον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς αἴρος, ἀνέρχεται, μέχρις ὅτου συναντήσῃ στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ἀρκούντως ἀραιά, ὥστε τὸ βάρος του νὰ εἶνε ἴσον πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου αἵματος τῶν στρωμάτων τούτων, ὅτε δὲν δύναται νὰ ἀνέλθῃ περισσότερον. Ἐὰν πρόκηται νὰ ἀνέλθῃ περισσότερον, οἱ ἀεροναῦται ῥίπτουν ἐκ τῆς καλάθου διάφορα σώματα, π. χ. ἄμμοι, τὴν ὁποίαν πρὸς τοῦτο φέρουν ἐντὸς σάκκων, καὶ τὸ ἀερόστατον, γινόμενον ἐλαφρότερον, ἀνέρχεται ἀκόμη περισσότερον. Τούναντίον, ὅταν πρόκηται νὰ καταβιβασθῆ τὸ ἀερόστατον, οἱ ἀεροναῦται ἀνοίγουν διὰ σχοινίου ὀπὴν τινα, εὐρισκομένην εἰς τὴν κορυφὴν αὐτοῦ καὶ κλειομένην καλῶς διὰ βαλβίδος, ὅτε μέρος τοῦ ἐν τῷ ἀεροστάτῳ αἰρίου ἐξέρχεται δι' αὐτῆς καὶ τὸ ἀερόστατον κατέρχεται.

Τὰ ἐν ἀρχῇ κατασκευασθέντα ἀερόστατα ὑπὸ τῶν πρώτων ἐπινοησάντων αὐτὰ ἀδελφῶν Μογκολφιέρ (1783) καὶ ἄτινα δὲν συνεπέφερον κάλαθον, περιεῖχον αἶρα θερμὴν, ὅστις εἶνε ἀραιότερος τοῦ ψυχροῦ ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν καὶ, ἐπομένως, ἐλαφρότερος τούτου. Ἡ θέρμανσις τοῦ ἐν τῷ ἀεροστάτῳ αἵματος ἐγένετο συνεχῶς διὰ πυρᾶς, εὐρισκομένης εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ ἀεροστάτου. Τοιαῦτα κατασκευάζονται σήμερον ὑπὸ τῶν παιδῶν διὰ χάριτος.

Διὰ τῶν ἀεροστάτων ἀνῆλθον εἰς ὕψη χιλιάδων μέτρων (10500 μέτρων). Εἰς τὰ ὕψη ταῦτα ἐπικρατεῖ ψυχὸς δριμύ, ἢ πίεσις εἶνε σχετικῶς μικρὰ καὶ ἡ ζῶη τοῦ ἀνθρώπου ἀδύνατος.

Τὰ προεκτεθέντα ἀερόστατα δὲν ἠμποροῦν νὰ λάβουν διεύθυνσιν κινήσεως ἰδίαν, ἀλλὰ παρασύρονται ὑπὸ τῶν ἀνέμων. Σήμερον ὅμως κατασκευάζονται ἀερόστατα πηδαλιουχούμενα (σχ. 108). Τὸ δυσχερὲς τοῦτο πρόβλημα τῆς διεύθυνσεως τῶν ἀεροστάτων, κατόπιν ἰδίως τῶν θαυμασίων ἐργασιῶν τοῦ Γάλλου Renard, δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς τελείως λελυμένον κατ' ἀρχήν. Ἴνα ἀερόστατόν τι ἔχη ἰδίαν διεύθυνσιν, πρέπει *ἢ ταχύτης του νὰ εἶνε μεγαλυτέρα τῆς τοῦ περιβάλλοντος ἀνέμου.*

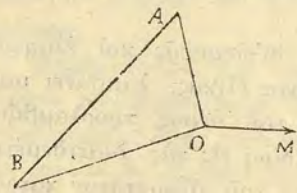
Πρὸς τοῦτο τὸ ἀερόστατον ἐφοδιάζεται δι' ἰσχυρᾶς καὶ ἐλαφρᾶς κινητηρίου μηχανῆς, κινούσης μίαν ἢ πλείονας ἑλικας, λαμβάνει μορφὴν ἐπιμήκη διὰ νὰ ἐλαττωθῆ ἡ ἀντίστασις τοῦ αἵματος, προσλαμβάνει πηδάλιον ἢ ἄλλο τι παρόμοιον κλπ. Χάρις ἰδίως εἰς τὰς διατιθεμένας σήμερον κινητηρίου μηχανάς, ἡ διεύθυνσις τοῦ ἀεροστάτου κατορθώθη καὶ προοδεύει ἢ πρακτικῆ ἀεροπλοῖα διαρκῶς.

Ἀεροπλάνα.—Ἡ ἀρχὴ τῶν *ἀεροπλάνων*, τῶν χρησιμοποιουμένων ἐν τῇ ἀεροπλοίᾳ, εἶνε ὅλος διάφορος τῆς τῶν ἀεροστάτων. Κατ' ἀρχήν, τὰ ἀεροπλάνα ἀποτελοῦνται ἐκ μεγάλων ἐπιφανειῶν (πραγματοποιουμένων δι' ὑφασμάτων στερεῶν τεταμένων), κινουμένων ἐντὸς τοῦ αἵματος μετὰ μεγάλης ταχύτητος δι' ἰδίων κινητηρίων μηχανῶν οὕτως, ὥστε ἡ ἀναπτυσσομένη ἀντίστασις τοῦ αἵματος νὰ συγκρατῆ αὐτὰ ἐν τῷ διαστήματι καὶ νὰ τὰ ἀναγκάζῃ εἴτε νὰ ἀνέρχωνται, εἴτε νὰ κατέρχωνται.

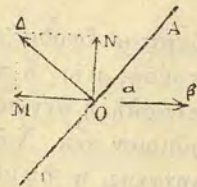
Τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς συμβαίνει εἰς τοὺς *χαρταετοὺς* τῶν παιδῶν. Πρὸς ἀνύψωσιν τοῦ χαρταετοῦ AB (σχ. 161), σύρομεν αὐτὸν ταχέως διὰ νήματος OM, τὸ ὅποιον συνδέεται μετὰ τοῦ χαρταετοῦ διὰ νημάτων OA καὶ OB τοιουτοτρόπως, ὥστε τὸ ἐπίπεδόν του AB νὰ μὴ εἶνε κατακόρυφον, ἀλλὰ κεκλιμένον. Ὁ χαρταετὸς AB (σχ. 162), μετατιθέμενος ἐν τῷ αἰρί κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους αβ, ὑφίσταται τὴν ἀντίστασιν OA τοῦ αἵματος, ἣτις εἶνε κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χαρταετοῦ. Ἡ δύναμις αὕτη δύναται νὰ ἀναλυθῆ εἰς δύο : μίαν OM, ἀντιθέτως τῇ διεύθυνσει τῆς κινήσεως καὶ ἑτέραν ON κάθετον ἐπὶ τῆς OM. Ἐκ τῶν δύο τούτων δυνάμεων, ἡ μὲν OM ἀνθίσταται εἰς τὴν κίνησιν οὐ χαρταετοῦ, ἡ δὲ ON τείνει νὰ ἀνυψώσῃ αὐτόν. Τοιουτοτρόπως, ἢ τάντιστας τοῦ αἵματος, τὴν ὁποίαν εὐρίσκει πρὸ αὐτοῦ ὁ χαρταετὸς προκαλεῖ τὴν ἀνύψωσιν τούτου.

Ἀνάλογον φαινόμενον εἶνε τὸ ἐξῆς. Ἐπὶ στερεᾶς ἐπιπέδου πλακῶς AB (σχ. 163) ὑπὸ κλίσει, δύναται νὰ κινηθῇ μικρὸν ἀμάξιον M. Τὸ σῶμα M συγκρατεῖται εἰς οἰανδήποτε θέσει ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου AB διὰ νήματος MN. Ἐὰν σύρωμεν τὸ νήμα κατὰ τὴν διεύθυνσιν MN τί θὰ συμβῇ; Μολονότι τὸ ἀμάξιον σύρεται κατὰ τὴν MN, ἐν τούτοις, ἔνεκα τῆς ἀντιστάσεως τῆς πλακῶς AB, **κινεῖται πρὸς τὰ ἄνω** ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου AB κατὰ τὴν διεύθυνσιν αβ.

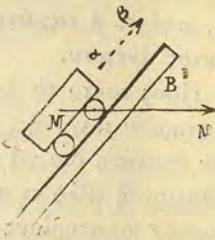
Εἰς τὰ ἀεροπλάνα ἡ κίνησις τῆς ἐπιφανείας, ἡ ὁποία ὑφίσταται τὴν



Σχ. 161



Σχ. 162



Σχ. 163

ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος, δὲν γίνεται ὅπως εἰς τὸν χαρταετόν, διὰ νημάτων ἢ ἄλλων τοιούτων μέσων, ἀλλὰ διὰ μεγάλων ἐλίκων, κινουμένων δι' ἰδίων κινητηρίων μηχανῶν, εὐρισκομένων ἐπὶ τοῦ ἀεροπλάνου. Ἐὰν ἡ ὀριζοντία ταχύτης τοῦ ἀεροπλάνου γίνῃ ἀρκούντως μεγάλη, ἡ κατακόρυφος ἀντίστασις τοῦ ἀέρος καθίσταται ἴση πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἀεροπλάνου καὶ ἰσορροπεῖ αὐτό. Ἀποτέλεσμα τούτου εἶνε ὅτι τὸ ἀεροπλάνον ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης δύναται νὰ αἰωρηθῇ ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ καὶ διὰ ταχύτητος τῆς μηχανῆς του ἔτι μεγαλύτερας καὶ νὰ ἀνυψωθῇ ἀκόμη.

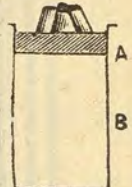
Ἴνα τὸ ἀεροπλάνον δύναται νὰ διευθυνθῇ κατὰ βούλησιν τοῦ ἐπιβάτου του, ἐφοδιάζεται διὰ πηδαλίων, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν ἐν χρησίμει πρὸς μεταβολὴν τῆς διεύθυνσεως ὀριζοντίως, τὸ δὲ ἄλλο πρὸς διεύθυνσιν τοῦ ἀεροπλάνου καθ' ὕψος. Ἡ ταχύτης, ἡ παρεχομένη εἰς τὰ ἀεροπλάνα, ἡμπορεῖ νὰ ὑπερβῇ τὰ 200 χιλιόμετρα καθ' ὥραν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ΄.

ΤΑΣΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

111. Νόμος τοῦ Boyle καὶ τοῦ Mariotte. — ΠΕΙΡΑΜΑ 1.—

Ἐὰν ἐντὸς δοχείου κυλινδρικοῦ (σχ. 164), φρασσομένου δι' ἐμβολέως A, τεθῇ ποσότης τῆς ἀερίου, δυνάμεθα, πιέζοντες αὐτὸ διὰ τοῦ ἐμβολέως, νὰ ἐλαττώσωμεν εὐκόλως τὸν ὄγκον του. Ἐὰν ἐπὶ τοῦ πώματος τεθῇ βάρος, π. χ. 1 χλιογρα., τὸ πῶμα θὰ εἰσχωρήσῃ ἐντὸς τοῦ δοχείου μέχρι τινὸς καὶ τὸ ἀέριον θὰ ἔχη ὄγκον μικρότερον· ὁ ἐμβολεύς τότε ὠθεῖται ἐκ μὲν τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω ὑπὸ ὠρισμένου βάρους καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἐκ δὲ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω ὑπὸ τῆς τάσεως τοῦ ἀερίου. Ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῶν δυνάμεων τούτων, τὸ πῶμα εὐρίσκειται ἐν ἰσορροπία.



Σχ. 164

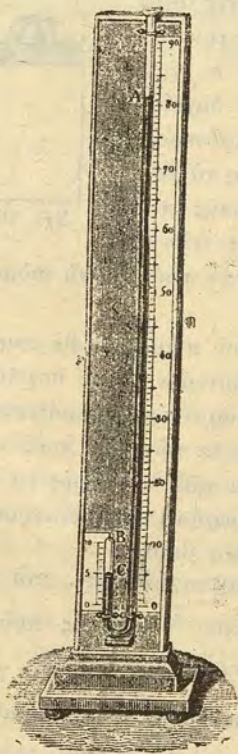
Ἐὰν νῦν θέσωμεν καὶ ἄλλα βάρη ἐπὶ τοῦ πώματος, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τοῦτο θὰ εἰσέλθῃ ἀκόμη περισσότερο ἐντὸς τοῦ δοχείου (π. χ. μέχρι τοῦ B) καὶ ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου θὰ γίνῃ ἀκόμη μικρότερος. Τώρα τὸ ἀέριον πιέζεται ὑπὸ μεγαλύτερου βάρους ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω, ἀλλὰ καὶ τὸ ἀέριον ἀντῶθει τὸν ἐμβολέα ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω με μεγαλύτεραν τάσιν οὕτως ὥστε διὰ νὰ εἰσχωρήσῃ περισσότερο ὁ ἐμβολεύς, πρέπει νὰ τεθοῦν ἐπ' αὐτοῦ καὶ ἄλλα βάρη.

Ὑπὸ τοῦ Boyle καὶ τοῦ Mariotte παρατηρήθη ὅτι, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ὅταν ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου γίνῃ ἴσος πρὸς τὸ $\frac{1}{2}$ τοῦ ἀρχικοῦ, ἡ τάσις τοῦ ἀερίου διπλασιάζεται· ἐὰν ὁ ὄγκος γίνῃ ἴσος πρὸς τὸ $\frac{1}{3}$ τοῦ ἀρχικοῦ, ἡ τάσις τριπλασιάζεται καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

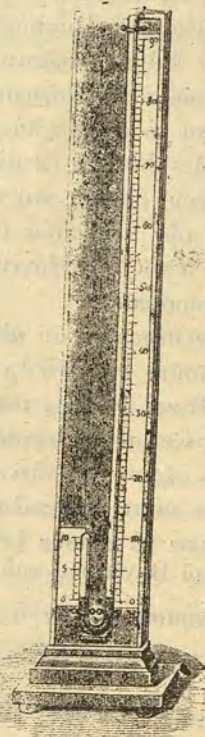
ΠΕΙΡΑΜΑ 2.—Λαμβάνομεν ἰσοδιαμετρικὸν σωλήνα ὑάλινον AB (σχ. 165 καὶ 166) σχήματος U καὶ τοῦ ὁποίου τὰ δύο σκέλη A καὶ B εἶνε ἀνισα. Ὁ σωλὴν φέρεται ἐπὶ κατακόρυφου σανίδος καὶ ἔχει καὶ τὰ δύο σκέλη του ἐπίσης κατακόρυφα. Τὸ μικρότερον τῶν σκελῶν B εἶνε κλειστὸν ἄνωθεν καὶ ὑποδηρημένον εἰς ἴσας χωρητικότητας διὰ κλίμακος, εὐρισκομένης πλησίον του. Παρὰ τὸ μεγαλύτερον σκέλος, τὸ ὁποῖον εἶνε ἀνοικτὸν ἄνωθεν, ὑπάρχει κλίμαξ ὑποδηρημένη εἰς ἑκατοστά τοῦ μέτρου.

Ἐντὸς τοῦ μεγαλύτερου σκέλους χύνομεν ὑδρογόριον τόσον, ὥστε

ἡ ἐπιφάνειά του καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη νὰ εὐρίσκειται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον ΟΟ (σχ. 166), Τότε ὁ ἐντὸς τοῦ μικροῦ σκέλους περιεχόμενος ἀέρ πιέζει τόσον τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ μέγα σκέλος ὅσον πιέζει ἡ ἀτμόσφαιρα τὴν ἐπιφάνειαν Ο τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ μικρὸν σκέλος, ἤτοι ἡ τάσις τοῦ ἐν τῷ μικρῷ σκέλει ἀέρος ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ἐστὼ, ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ



Σχ. 165



Σχ. 166

ἀέρος Β εἶνε 10 κυβικὰ ἑκατοστά.

Μετὰ τοῦτο χύνομεν ἐντὸς τοῦ μεγάλου σκέλους καὶ ἄλλην ποσότητα ὑδραργύρου (σχ. 165), μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἐν τῷ μικρῷ σκέλει ἀέρος γίνῃ ἴσος πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ ἀρχικοῦ, ἤτοι γίνῃ 5 κυβικὰ ἑκατοστά, ὅτε ὁ ὑδραργύρος θὰ φθάσῃ μέχρι τοῦ σημείου C. Ἐὰν μετρήσωμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐν τῷ μεγάλῳ σκέλει ὑδραργύρου ἀπὸ τῆς ἐν τῷ μικρῷ, θὰ εὕρωμεν αὐτὴν ἴσην

πρὸς τὸ κατ' ἐκείνην τὴν στιγμὴν βαρομετρικὸν ὕψος. Ἄρα, ὁ ἐν τῷ μικρῷ σκέλει ἀέρ ἰσορροπεῖ πίεσιν ἴσην πρὸς τὸ διπλάσιον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς· διότι εἰς τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαιρας προσετέθη νῦν καὶ ἡ πίεσις τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης, τῆς ὁποίας τὸ ὕψος εἶνε ἴσον πρὸς τὸ βαρομετρικόν. Ὅθεν, ἡ τάσις τοῦ ἀέρος ἐγένετο διπλασία, ἐκ τῆς ἀναγωγῆς τοῦ ὄγκου του εἰς τὸ ἥμισυ τοῦ ἀρχικοῦ. Ὁμοίως δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν, ὅτι ἡ τάσις τοῦ ἀέρος τριπλασιάζεται ἢ τετραπλασιάζεται, ὅταν ὁ ὄγκος του ἀναθῇ εἰς τὸ

$$\frac{1}{3} \quad \text{ἢ} \quad \frac{1}{4}$$

Τὸ ἐπόμενον πείραμα δεικνύει ὅτι ὁ νόμος ἰσχύει καὶ διὰ πίεσεις τοῦ αερίου μικροτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

Λαμβάνομεν σωλῆνα βαρομετρικόν, τὸν ὁποῖον πληροῦμεν μέχρι τινὸς ὑδραργύρου, οὕτως ὥστε νὰ παραμείνῃ ἐν αὐτῷ ποσότης τις ἀέρος. Εἶτα βυθίζομεν τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλῆνος τούτου, ἀφοῦ κλείσωμεν αὐτὸ διὰ δακτύλου, ἐντὸς βαθέος δοχείου αβ (σχ. 167). Ἀποσύρομεν τὸν δάκτυλον καὶ καταδύομεν τὸν σωλῆνα ἐν τῷ δοχείῳ, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργύρου φθάσῃ τὴν τοῦ ὑδραργύρου τοῦ δοχείου. Τότε ἡ τάσις τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀέρος εἶνε ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

Ἐὰν νῦν ἀνασύρωμεν τὸν σωλῆνα ἐκτὸς τοῦ δοχείου, μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος διπλασιασθῇ καὶ μετρήσωμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν ΑΒ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργύρου ἀπὸ τὴν τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ ὑδραργύρου, θὰ εὕρωμεν ὅτι ἰσοῦται πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ κατ' ἐκείνην τὴν στιγμὴν βαρομετρικοῦ ὕψους ΕΓ. Ἄρα, διπλασιασθέντος τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρος, ἡ τάσις τούτου ἀνήχθη εἰς τὸ ἥμισυ τῆς ἀρχικῆς

Συμπέρασμα.— Πάντα τὰ πειράματα ταῦτα ἀποδεικνύουν τὸν ἐξῆς νόμον τῶν Boyle-Mariotte. *Οἱ ὄγκοι, τοὺς ὁποίους καταλαμβάνει ὠρισμένη ποσότης αερίου, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πιέσεων αὐτοῦ* (ὑπὸ ὠρισμένην θερμοκρασίαν).

Διατύπωσις τοῦ νόμου.— Ἐὰν V_1, V_2, V_3, \dots εἶνε οἱ ὄγκοι, τοῖς



Σχ. 167

ὁποίους λαμβάνει ὠρισμένη ποσότης ἀερίου, καὶ P_1, P_2, P_3, \dots αἱ πιέσεις αὐτοῦ, ὑπὸ τοὺς ὄγκους τούτους, θὰ ἔχωμεν λοιπὸν

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad \frac{P_2}{P_3} = \frac{V_3}{V_2} \quad \frac{P_3}{P_4} = \frac{V_4}{V_3} \quad (1)$$

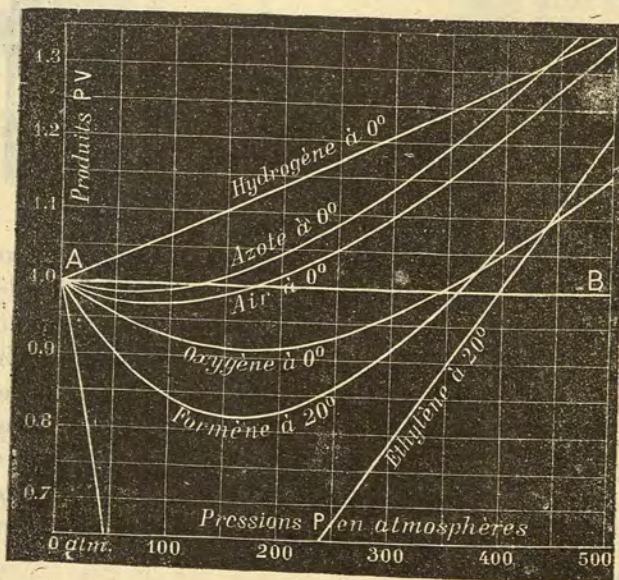
Ἐκ τῶν σχέσεων τούτων λαμβάνομεν

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 = \dots = \text{σταθερὰ ποσότης} \quad (2)$$

Τοιοιτοτρόπως, ὁ νόμος δύναται νὰ διατυπωθῇ καὶ ὡς ἐξῆς:

Τὸ γινόμενον τῆς τάσεως ὠρισμένης ποσότητος ἀερίου ἐπὶ τὸν ὄγκον του εἶνε ποσότης σταθερά, ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶνε ἡ αὐτή.

Μετὰ τὰ πειράματα τῶν Boyle-Mariotte, πολλοὶ ἄλλοι φυσικοὶ ἐξήτησαν νὰ ἴδουν καὶ δι' ἄλλων μεθόδων ἀκριβεστέρων κατὰ πόσον ὁ προηγηθεὶς νόμος εἶνε ἀκριβής ὑπὸ λίαν μεγάλας πιέσεις καὶ δι' ἄλλα τὰ ἀέρια. Κατὰ τὰ πειράματα ταῦτα, ὁ νόμος ἐφαρμόζεται εἰς τὴν



Σχ. 168

ἀέρα καὶ εἰς ἄλλα ἀέρια, ἐφόσον αἱ πιέσεις δὲν εἶνε πολὺ μεγάλαι. Ὁ νόμος δὲν εἶνε πάντοτε ἀκριβής, ἐφ' ὅσον αἱ πιέσεις εἶνε μεγάλαι.

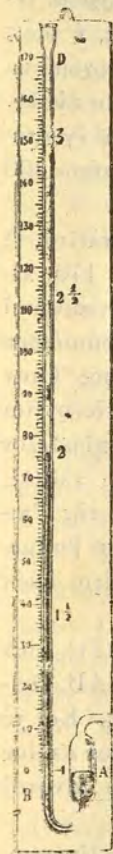
Ὡς εἶδομεν, κατὰ τὸν νόμον Mariotte-Boyle, πρέπει τὸ γινόμενον $P \times V$ νὰ εἶνε σταθερὸν ἢτοι

$$P \times V = \text{σταθερὰ ποσότης.}$$

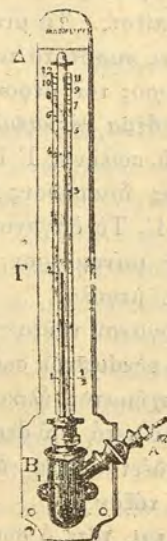
Ἀκριβῆ πειράματα ἀπέδειξαν ὅτι τοῦτο δὲν συμβαίνει πάντοτε.

Εἰς τὸ σχῆμα 168 παρίστανται γραφικῶς αἱ μεταβολαὶ τοῦ γινόμενου PV, ὅταν ἡ πίεσις αὐξάνεται, διὰ τὰ ἀέρια *ὕδρογόνον, ἄζωτον, ἀέρα καὶ δευγόνον*. Ἐπὶ τοῦ ἄξονος 0—500 ἐλήφθησαν αἱ πιέσεις 0, 100, 200, 300, ... ἀτμόσφαιραι, ἐπὶ δὲ τοῦ καθέτου ἄξονος 0—1,3 ἐλήφθησαν αἱ τιμαὶ τοῦ γινομένου PV. Ἐὰν ἀερίον τι ἠκολούθει ἀκριβῶς τὸν νόμον Mariotte-Boyle, ἔπρεπε τὸ PV νὰ εἶνε σταθερὸν καὶ νὰ ἔχωμεν τὴν εὐθεῖαν AB παράλληλον τῷ ὀριζοντίῳ ἄξονι τῶν πιέσεων. Τοῦτο ὅμως δὲν συμβαίνει καὶ οὕτως ἔχομεν δι' ἕκαστον ἀερίον καὶ ἰδίαν τινὰ καμπύλην.

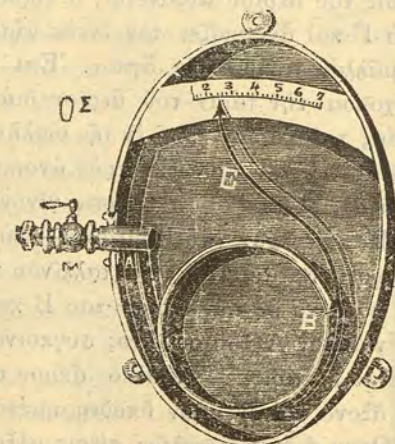
112. Μανόμετρα.—Καλοῦνται *μανόμετρα* ὄργανα



Σχ. 169



Σχ. 170



Σχ. 171

χρησιμοποιεῖντα πρὸς προσδιορισμὸν τῆς τάσεως τῶν ἀερίων.

Ἀνοικτὸν μανόμετρον.—Τὸ ὄργανον τοῦτο ἀποτελεῖται (σχ. 169) ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος, κεκαμμένου εἰς δύο κατακόρυφα σκέλη ABD ἀνίσων διαμέτρων καὶ περιέχοντα ἰδρόαργυρον. Τὸ ἐν τῶν σκελῶν Α, τοῦ ὁποίου ἡ διάμετρος εἶνε μεγαλυτέρα τῆς τοῦ ἄλλου, συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἀερίου, τοῦ ὁποίου ζητοῦμεν τὴν τάσιν. Τὸ ἄλλο σκέλος D εἶνε ἀνοικτὸν εἰς τὸν ἀέρα καὶ ἐπιμηκέστερον τοῦ πρώτου.

Ἐὰν ἡ τάσις τοῦ ἀερίου εἶνε ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ὅταν ὅμως ἡ τάσις τοῦ ἀερίου εἶνε μεγαλύτερα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ὁ ὑδράργυρος, πιεζόμενος εἰς τὸ Α, ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ ἄλλου σκέλους μέχρι σημείου τινός 2. Τοιουτοτρόπως, ἡ τάσις τοῦ ἀερίου ἰσορροπεῖ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καὶ τὴν προερχομένην ἐκ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης 1-2 καὶ ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα αὐτῶν. Τοιοῦτον μανόμετρον παμμεγίστου ὕψους (300 μέτρων) ἔχει ἐγκατασταθῆ ἐπὶ τοῦ πύργου Eiffel. Δι' αὐτοῦ μετροῦνται πιέσεις μέχρι 400 περιπόου ἀτμοσφαιρῶν μετὰ μεγάλης σχετικῶς ἀκριβείας.

Μανόμετρον κλειστόν.—Τὸ κλειστόν μανόμετρον ἀποτελεῖται ἐξ ὑαλίνου σωλήνος, βυθισμένου ἐντὸς κλειστῆς λεκάνης Β (σχ. 170) περιεχούσης ὑδραργύρου. Τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς λεκάνης συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἀερίου, τοῦ ὁποίου ζητεῖται ἡ πίεσις. Τὸ μικρᾶς διαμέτρου μέρος Δ εἶνε κλειστόν ἀνωθεν καὶ περιέχει ποσότητά τινα ἀέρος. Ὅταν ἡ τάσις τοῦ ἀερίου αὐξάνεται, ὁ ὑδράργυρος τοῦ μέρους Β εἰσέρχεται εἰς τὸ Γ καὶ ἀναγκάζει τὸν ἐντὸς αὐτοῦ ἀέρα νὰ καταλάβῃ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερον ὄγκον. Ἐπὶ τοῦ σωλήνος Γ ὑπάρχει κλίμαξ, παρέχουσα τὴν τάσιν τοῦ ἀερίου διὰ τὰς διαφόρους θέσεις τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλήνῳ Γ. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται διὰ συγκρίσεως πρὸς ἀνοικτὸν μανόμετρον, στερεῖται ὅμως ἀκριβείας, ἰδίως ὅταν αἱ πιέσεις γίνονται μεγάλαι.

Μανόμετρον τοῦ Bourdon.—Τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 171), λίαν ἐν χρήσει, ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνου καὶ εὐκάμπτου σωλήνος ΑΒ, κλειστοῦ κατὰ τὸ ἐν τῶν ἄκρων του Β καὶ σχήματος ἐλικοειδοῦς. Καὶ τὸ μὲν ἐν ἄκρον Α τοῦ σωλήνος συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἀερίου, τοῦ ὁποίου ζητεῖται ἡ τάσις, τὸ δὲ ἄλλο ἄκρον συνδέεται μετὰ δείκτου κινητοῦ περὶ ἄξονα καὶ ἐνώπιον ὑποδιηρημένου τόξου.

Ὅταν ἡ ἐν τῷ σωλήνῳ πίεσις αὐξάνεται, τότε ὁ σωλήν ἐξελίσσεται. Ἐκ τῆς ἐξελίξεως ταύτης, ὁ δείκτης μετακινεῖται καὶ ὑποδεικνύει ἐπὶ τοῦ τόξου τὴν ἀντιστοιχοῦσαν τάσιν. Τὸ ὄργανον βαθμολογεῖται διὰ συγκρίσεως πρὸς ἀνοικτὸν μανόμετρον, ὡς τὸ τοῦ πύργου Eiffel.

113. Τάξις τοῦ μεγέθους πιέσεών τινων.—Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις 760 χιλιοστῶν ὑδραργύρου ἰσοῦται πρὸς 1033 γράμμαα κατὰ τετραγ. ἑκατοστὸν καὶ ἐκλήθη *πίεσις μιᾶς ἀτμοσφαιρας*.

Ἡ πίεσις τοῦ ἀεριόφωτος ἐντὸς τῶν ἀεριοφυλακίων καὶ τῶν σωλήνων διοχετεύσεως ὑπερβαίνει τὴν ἀτμοσφαιρικὴν μόνον κατὰ τινα ἑκατοστὰ στήλης ὕδατος. Ἐν τούτοις, ἡ πίεσις αὕτη εἶνε ἀρκετή, ὅπως

κρατῆ ἀνυψωμένους τοὺς ὀγκωδεσιάτους κώδωνας τῶν ἀεριοφυλοκίων.

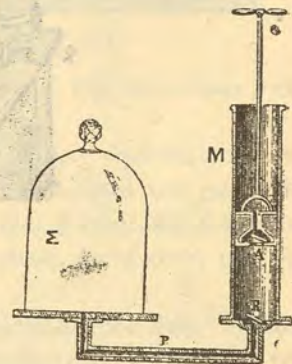
Εἰς τοὺς ἐλαστικὸς σωλήνας τῶν ποδηλάτων, ἡ πίεσις εἶνε κατωτέρα τῶν 2 ἀτμοσφαιρῶν. Εἰς τοὺς τῶν αὐτοκινήτων, φθάνει μέχρι μιᾶς δεκάδος ἀτμοσφαιρῶν. Ἡ πίεσις τῶν ἀτμολεβήτων εἶνε συνήθως 10 ἕως 15 χιλιογράμμων κατὰ τετραγ. ἑκατοστὸν. Ἡ πίεσις ἐξ ἐκρήξεων εἶνε ἐνίοτε τεραστία. Εἰς τὰς μηχανὰς διὰ φωταερίου γίνεται ἡ διάταξις τοιουτοτρόπως, ὥστε ἡ πίεσις νὰ μὴ ὑπερβαίῃ τὰ 15 χιλιογράμματα κατὰ τετραγ. ἑκατοστὸν. Ἄλλ' εἰς τὰ πυροβόλα ἡ πίεσις, ἐκ τῆς ἀναφλέξεως τῆς πυρίτιδος, εἶνε πολὺ μεγαλύτερα καὶ δύναται νὰ φθάσῃ εἰς πλείστας χιλιάδας ἀτμοσφαιρῶν. Αἱ εἰς τὰ ἐργαστήρια τῆς Φυσικῆς ἐπιτυγχανόμεναι καὶ μετροῦμεναι διὰ συνήθων μανομέτρων πιέσεις ἀνέρχονται εἰς 3000 καὶ πλέον ἀτμοσφαιρας.

ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ.

114. Ἄεραντλία.—Ἡ *ἀεραντλία* χρησιμεύει πρὸς ἀραίωσιν τοῦ ἐν τινι κεκλεισμένῳ χώρῳ περιεχομένου ἀέρος ἢ ἄλλου ἀερίου. Ἀποτελεῖται δὲ κυρίως ἐκ κυλίνδρου Α (σχ. 172), ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται ἐμβολεύς. Τὸ κύριον σῶμα τοῦ ἐμβολέως τούτου σύγκεται ἐκ δίσκων μεταλλίνων, μεταξὺ τῶν ὁποίων συμπίεζονται δίσκοι ἐκ δέρματος, φέρει δὲ ὄχητόν Α, κλειόμενον δι' ἐπιστομίδος. Διὰ τοῦ ὄχητοῦ τούτου ἐξέρχεται ὁ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἀήρ.

Εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου ὑπάρχει ἕτερα ἐπιστομὶς Β κλειούσα ὀπὴν, διὰ τῆς ὁποίας συγκοινωνεῖ οὗτος μετὰ τοῦ σωλήνος Ρ, ἀπολήγοντος εἰς τὸ κέντρον κρυσταλλίνου δίσκου ἐπιπέδου. Ὑάλινος κώδων Σ καλύπτει τὸν δίσκον τοῦτον.

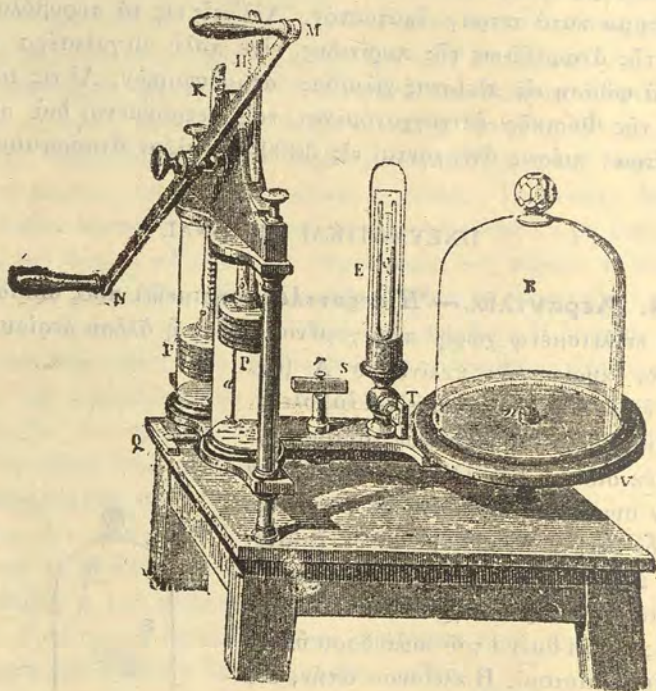
Ὅταν ὁ ἐμβολεύς Α ἀνέρχεται, κενὸν τείνει νὰ γεννηθῆ κάτωθεν του, ἡ δὲ ἐπιστομὶς Β, πιεζομένη τότε ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ κώδωνι ἀέρος, ἀνέρχεται καὶ οὕτως ὁ κύλινδρος συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ κώδωνος, τοῦ ὁποίου ὁ ἀήρ ἐπομένως εἰσρέει ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου. Ἐὰν νῦν καταβιβασθῆ ὁ ἐμβολεύς, ὁ ἀήρ, ὁ εἰσρεύσας εἰς τὸν κύλινδρον ἐκ τοῦ κώδωνος, πιεζόμενος ὑπὸ τοῦ καταβιβαζομένου ἐμβολέως, ἀνυψώνει τὴν ἐπιστομίδα Α καὶ ἐξέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς, ἣν αὕτη κλείει. Δι' ἄλλεπαλ-



Σχ. 172

λήλων τοιούτων αναβάσεων και καταβάσεων του εμβολέως αφαιρείται διηλεκτῶς ἄηρ ἐκ τοῦ κώδωνος.

Διὰ τῶν ἀεραντλιῶν τούτων, δὲν δυνάμεθα νὰ ἀφαιρέσωμεν τελείως τὸ ἀέριον τοῦ κώδωνος, ἤτοι νὰ ἐπιτύχωμεν τέλειον κενόν, ἔνεκα διαφόρων αἰτίων καὶ ἀτελειῶν. Ἐν τῶν αἰτίων τούτων εἶνε τὸ ἑξῆς. Μεταξὺ τῆς βάσεως τοῦ κυλίνδρου καὶ τῆς κατωτέρας βάσεως τοῦ ἐμ-



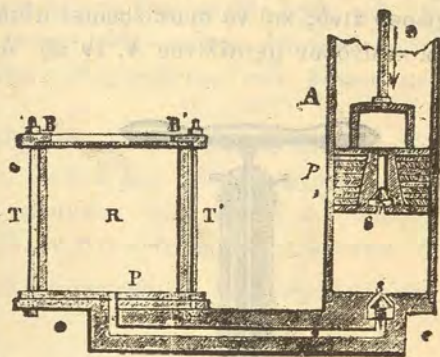
Σχ. 173

βολέως, παραμένει πάντοτε, ὅταν οὗτος εὐρίσκειται εἰς τὸ κατώτατον σημεῖον, μικρὰ κοιλότης πλήρης αερίου. Ἡ κοιλότης αὕτη, ἐπιζημίος χωρητικότης καλουμένη, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὸ νὰ ἐμποδίσῃ τὴν ἀραίωσιν τοῦ αερίου τοῦ κώδωνος πέραν ὀρίου τινός. Εἰς τὸ ὄριον τοῦτο φθάνει ἡ ἀραίωσις, ὅταν, τοῦ εμβολέως καταβιβαζομένου μέχρι τοῦ κατωτάτου σημείου του, τὸ ἐν τῷ κυλίνδρῳ αέριον, συμπιεζόμενον ἐντὸς τῆς ἐπιζημίου χωρητικότητος, ἀποκτᾷ πίεσιν ἴσην πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν, ὅτε ἡ ἐπιστομὶς S δὲν λειτουργεῖ πλέον καὶ αέριον δὲν ἐξέρχεται. Διὰ πολλῶν τροποποιήσεων, ἡλαττώθη σημαντικῶς ἡ ἐπι-

δρασις τῆς ἐπιζημίου χωρητικότητος καὶ ἡ ἀραίωσις δύναται νὰ φθάσῃ εἰς μέγαν βαθμόν.

Τὸ σχῆμα 173 παριστᾷ ἀεραντλίαν μετὰ δύο κυλίνδρων καὶ δύο ἐμβολέων. Ὅταν ὁ εἰς τῶν ἐμβολέων ἀνέρχεται, ὁ ἕτερος κατέρχεται οὕτως, ὥστε καθ' ὃν χρόνον ὁ πρῶτος προκαλεῖ ἀραίωσιν τοῦ ἐν τῷ κώδωνι αέρος, ὁ δεύτερος ἐκδιώκει τὸν ἐν τῷ ἰδίῳ του κυλίνδρῳ αέρα. Οὕτως ἡ ἀραίωσις τοῦ αέρος γίνεται ταχύτερον.

115. Ἀεροθλιπτικὴ μηχανή.— Κατ' ἀντίθεσιν πρὸς τὴν ἀεραντλίαν, ἡ *ἀεροθλιπτικὴ μηχανή* χρησιμεύει πρὸς συμπίεσιν αερίου ἐντὸς χώρου τινός. Κατ' ἀρχὴν καὶ ἡ μηχανὴ αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ κυλίνδρου A (σχ. 174), ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται ἐμβολεύς. Τὸ κύριον σῶμα τοῦ ἐμβολέως τούτου σύγκεται ἐκ δίσκων μεταλλίνων, μεταξὺ τῶν ὁποίων συμπίεζονται δίσκοι ἐκ δέρματος, φέροι δὲ κατὰ τὸν ἄξονά του ὀχετὸν S, κλειόμενον δι' ἐπιστομίδος. Ἡ ἐπιστομὶς αὕτη, πιεζομένη



Σχ. 174

ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ὑπὸ ἐλατηρίου, κλείει τὴν κατωτέραν ὀπὴν τοῦ ὀχετοῦ, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα.

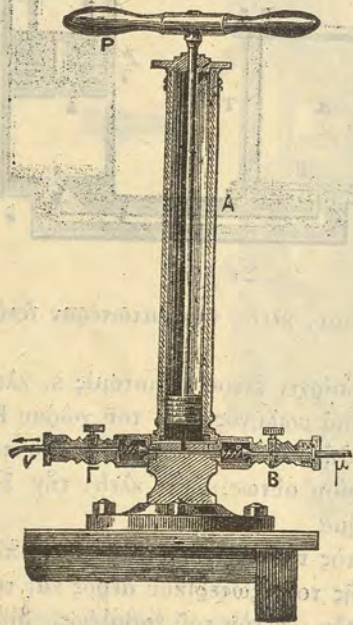
Εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου ὑπάρχει ἑτέρα ἐπιστομὶς s, κλειοῦσα ὀπὴν, δι' ἧς συγκοινωνεῖ οὗτος διὰ σωλῆνος μετὰ τοῦ χώρου R, ἐν τῷ ὁποίῳ πρόκειται νὰ συμπιεσθῇ ἄηρ. Καὶ ἡ ἐπιστομὶς s ὠθεῖται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω δι' ἐλατηρίου οὕτως, ὥστε κλείει τὴν ἐμ-προσθὲν του ὀπὴν, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα.

Ὅταν ὁ ἐμβολεύς κατέρχεται, ὁ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἄηρ, συμπιεζόμενος, ἀποκτᾷ τάσιν μεγαλυτέραν τῆς τοῦ ἐξωτερικοῦ αέρος καὶ τοιουτοτρόπως ἢ μὲν ἐπιστομὶς S κλείει τὸν ὀχετὸν τοῦ ἐμβολέως, διότι ἡ ἐσωτερικὴ πίεσις εἶνε μεγαλυτέρα τῆς ἐξωτερικῆς, ἢ δὲ ἐπιστομὶς s ἀνοίγει τὴν ὀπὴν τῆς βάσεως τοῦ κυλίνδρου ἀπὸ τὴν τάσιν τοῦ συμπιεσθέντος ἐν τῷ κυλίνδρῳ αέρος. Τοιουτοτρόπως, διὰ τῆς ὀπῆς s, εἰσέρει ἐν τῷ χώρῳ R ὁ ἄηρ τοῦ κυλίνδρου.

Ἐὰν νῦν ὁ ἐμβολεύς ἀρχίσῃ ἀναβιβαζόμενος, κενὸν τείνει νὰ γεννηθῇ κάτωθεν του καὶ ἡ ἐπιστομὶς s, ὠθουμένη ὑπὸ τοῦ ἐλατηρίου τῆς, κλείει πάλιν τὴν ὀπὴν τῆς βάσεως τοῦ κυλίνδρου. Ἄλλ' ἡ ἐπιστο-

μὴς S ἀνοίγει, διότι πιέζεται ἄνωθεν ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ὅστις τοιοῦτοτρόπως εἰσρέει ἐν τῷ κυλίνδρῳ. Δι' ἄλληπαλλήλων ἀναβάσεων καὶ καταβάσεων τοῦ ἐμβολέως, προστίθεται ἄηρ ἐν τῷ χώρῳ R, χωρὶς ὅμως καὶ νὰ δύναται νὰ συνεχισθῇ τοῦτο ἐπ' ἄπειρον, ἔνεκα τῆς ὑπάρξεως καὶ ἐνταῦθα ἐπιζημίου χωρητικότητος καὶ ἄλλων ἀτελειῶν.

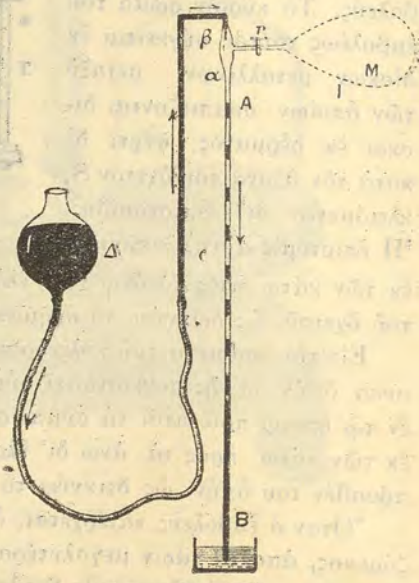
116. Παράδειγμα συνήθους ἀεραντλίας. — Τὸ σχῆμα 175 παριστᾷ καταθλιπτικὴν μηχανήν, ἣτις δύναται νὰ χρησιμεύσῃ καὶ ὡς ἀεραντλία. Διὰ τῆς μηχανῆς ταύτης δυνάμεθα νὰ ἀραιώσωμεν τὸ ἀέριον χώρου τινός καὶ νὰ συμπιέσωμεν αὐτὸ εἰς ἄλλον χώρον. Ἀποτελεῖται δὲ ἐκ κυλίνδρου μεταλλίνου A, ἐν τῷ ὑποίῳ κινεῖται ἐμβολεὺς πλήρης,



Σχ. 175

ἥτοι ἄνευ ὀχετοῦ καὶ ἐπιστομίδος. Ὁ κύλινδρος ἔχει παρὰ τὴν βάρου δύο ὀπὸς μετὰ στροφίγγων ΒΓ, αἱ ὁποῖαι κλείονται διὰ δύο ἐπιστομίδων ο καὶ ο, ἐνεργουσῶν ἀντιθέτως.

Ἐὰν ἀνυψωθῇ ὁ ἐμβολεὺς, ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἰς τὸ μ ἀνοίγει τὴν ἐπιστομίδα ο καὶ τὸ ἀέριον εἰσρέει ἐν τῷ κυλίνδρῳ. Ὄταν κατέρχεται ὁ ἐμβολεὺς, ἡ μὲν μία ἐπιστομὴ κλείει ἡ δὲ ἑτέρα ἀνοίγει. Τότε τὸ ἀέ-



Σχ. 176

ριον ὠθεῖται πρὸς τὸ ν καὶ ἐκεῖθεν, εἴτε πρὸς χώρον ὄρισμένον, εἴτε εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν.

118. Ἀεραντλία δι' ὑδραργύρου. — Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς βασίζεται ἡ λειτουργία τῆς ἀεραντλίας δι' ὑδραργύρου, εἶνε ἡ ἐξῆς. Σωλὴν κατακόρυφος ΑΑ (σχ. 176) διατρέχεται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ὑπὸ σταγόνων ὑδραργύρου, προερχομένων ἐκ δοχείου Δ. Ὁ σωλὴν ΑΒ συγκοινωνεῖ εἰς τὸ ἄνω μέρος του Α διὰ στρόφιγγος μετὰ τοῦ δοχείου Μ, ἐξ ὅῃ πρόκειται νὰ ἀφαιρεθῇ ὁ ἄηρ. Κατὰ τὴν κίνησιν τῶν σταγόνων παρασύρεται ὁ ἄηρ, ὁ εἰσερχόμενος ἐκ τοῦ δοχείου Μ ἐντὸς τοῦ χώρου αβ. Τοιοῦτοτρόπως, ἐκάστη σταγὼν ὑδραργύρου ἀποτελεῖ ὑγρὸν ἐμβολέα καὶ ἡ σειρὰ τῶν σταγόνων διαχωρίζεται ὑπὸ χώρον μετ' ἀέρος, ὅστις παρασύρεται.

Τὸ ρεῦμα τοῦ ὑδραργύρου ρυθμίζεται δι' ἀνυψώσεως κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον τοῦ δοχείου Δ οὕτως, ὥστε ἡ ροὴ τοῦ ὑδραργύρου νὰ γίνεται στάγδην καὶ βραδέως. Διὰ τοιούτων ὀργάνων, ἐξ ὧν ὑπάρχει μεγάλη ποικιλία, ἡ ἀραίωσις τοῦ ἐν τινι δοχείῳ ἀέρος δύναται νὰ φθάσῃ μέχρι πίεσεως $\frac{1}{1000}$ τοῦ χιλιοστομέτρου ὑδραργύρου.

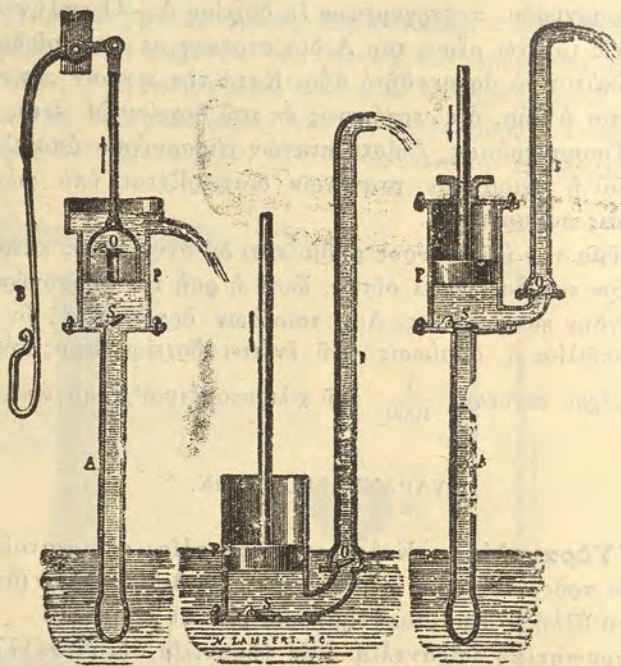
ΥΔΡΑΝΤΙΑΙ. ΣΙΦΩΝ.

119. Ὑδραντλία. — Καλοῦνται *ὕδραντλια* αἱ μηχαναί, αἱ χρησιμεύουσαι πρὸς ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος τῇ βοήθειᾳ πίεσεων (ἀτμοσφαιρικῆς ἢ καὶ ἄλλης). Τοιαῦται ὕδραντλια εἶνε αἱ ἐπόμεναι :

Ἀναρροφητικὴ ὕδραντλία. — Ἡ ὕδραντλία αὕτη (σχ. 177) ἀποτελεῖται ἐκ κυλίνδρου P μεταλλίνου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται ἐμβολεὺς O, φέρων εἰς τὸν ἄξονά του ὀχετόν, κλειόμενον ἄνωθεν δι' ἐπιστομίδος O. Εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου εὐρίσκεται ὀπή, κλειομένη ἐπίσης δι' ἐπιστομίδος. Ὁ κύλινδρος συγκοινωνεῖ διὰ σωλῆνος A μετὰ τῆς δεξαμενῆς, τῆς ὁποίας τὸ ὕδωρ πρόκειται νὰ ἀναβιβασθῇ. Ὁ σωλὴν οὗτος ἄρχεται ἀπὸ τῆς ὀπῆς s τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου καὶ λήγει ἐντὸς τοῦ ὕδατος τῆς δεξαμενῆς.

Ὄταν ὁ ἐμβολεὺς ἀνέρχεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ, κενὸν τείνει νὰ γεννηθῇ κάτωθεν του, ἡ δὲ ἐπιστομὴ O τοῦ ἐμβολέως, πιεζομένη ὑπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος, κλείει τὴν ὀπὴν τοῦ ὀχετοῦ τοῦ ἐμβολέως. Ὁ ἄηρ τότε τοῦ σωλῆνος A, πιέζων τὴν ἐπιστομίδα s, ἀνυψοῖ αὐτὴν καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον. Ταῦτα συμβαίνουν, διότι ἐκ τῆς ἀνυψώσεως τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἄηρ τοῦ κυλίνδρου κατέλαβε μεγαλύτερον ὄγκον καὶ ἡ τά-

σις του ἐγένετο μικροτέρα τῆς τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος καὶ τῆς τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι εὐρισκομένου. Τοιουτοτρόπως, ἀραιούται ὁ ἀήρ, ὁ μεταξὺ τοῦ ἐμβολέως καὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ὕδατος εὐρισκόμενος, διὸ καὶ τὸ ὕδωρ, πιεζόμενον ὑπὸ τῆς ἐξωτερικῆς ἀτμοσφαιρας, ἀνέο-
χεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος μέχρι τινός.



Σχ. 177

Σχ. 178

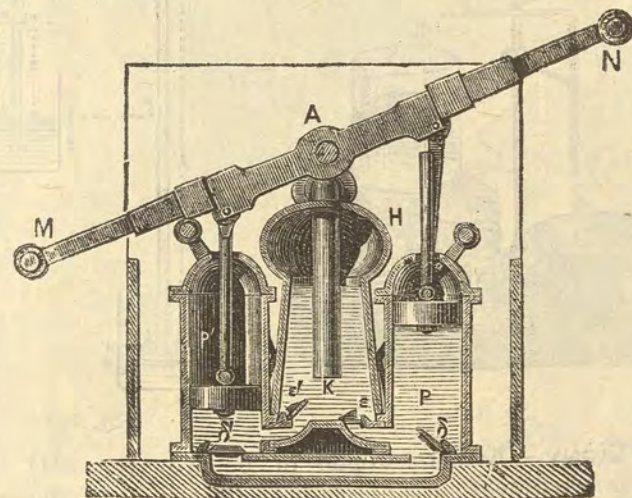
Σχ. 179

Ἐὰν νῦν καταβιβασθῇ ὁ ἐμβολεύς, ἡ μὲν ἐπιστομὶς *s* καταπίπτει, ἡ δὲ *O* ἀνυψοῦται ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ πιεζομένου ἀέρος, ὁ ὁποῖος καὶ ἐξέορchetαι διὰ τῆς εἰς τὸ *O* ὀπῆς. Διὰ νέων ἀνυψώσεων καὶ καταβάσεων τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀήρ ἀραιούται ἐπὶ μᾶλλον καὶ τὸ ὕδωρ ἀνέορchetαι βαθμηδὸν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ τέλος καὶ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου, τὸν ὁποῖον καὶ πληροῖ.

Μετὰ τὴν πλήρωσιν τοῦ κυλίνδρου ὑπὸ τοῦ ὕδατος, ὁ ἐμβολεύς κατερχόμενος πιέζει τὸ ὕδωρ τοῦτο, ἡ ἐπιστομὶς *s* καταπίπτει, ἡ *O* ἀνοίγει καὶ τὸ πιεζόμενον ὕδωρ διέορchetαι ἀνωθεν τοῦ ἐμβολέως διὰ τῆς ὀπῆς του. Ἐὰν νῦν ὁ ἐμβολεύς ἀνέλθῃ, ἡ ἐπιστομὶς *s* ἀνυψοῦται καὶ νέα ποσότης ὕδατος εἰσρέει ἐν τῷ κυλίνδρῳ διὰ τῆς ὀπῆς *s* καὶ οὕτω καθεξῆς.

Θεωρητικῶς, τὸ ὕδωρ δύναται νὰ ἀνέλθῃ διὰ τοιαύτης ὑδραντίας εἰς ὕψος 10 περίπου μέτρων, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶνε 76 ἑκατοστ. Πράγματι ὅμως τὸ ὕψος, εἰς ὃ ἀνέορchetαι, εἶνε μικρότερον τούτου, 8 τὸ πολὺ μέτρων, ἕνεκα διαφόρων ἀτελειῶν τῶν ὑδραντιῶν καὶ ἄλλων αἰτίων.

Καταθλιπτικὴ ὑδραντία.—Ἡ ἀντλία αὕτη (σχ. 178) ἀποτελεῖται ἐκ κυλίνδρου, ἐν τῷ ὁποίῳ κινεῖται ἐμβολεύς *P* πλήρης, ἤτοι ἀνευ ὀπῆς καὶ ἐπιστομίδος. Ὁ κύλινδρος φέρει πλαγίως σωλῆνα *I*, ὅστις κλείεται παρὰ τὴν βάσιν δι' ἐπιστομίδος *O*. Κατὰ τὴν ἀνοδὸν τοῦ ἐμβολέως, πληροῦται ὁ κύλινδρος ὕδατος. Ὅταν ὁ ἐμβολεύς καταβιβάξ-



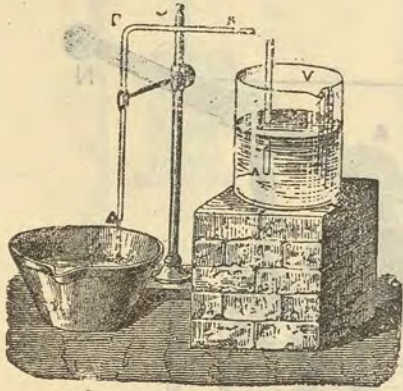
Σχ. 180

ται, ἡ ἐπιστομὶς *s* κλείει τὴν ὀπῆν τῆς βάσεως τοῦ κυλίνδρου καὶ τὸ ὕδωρ τούτου, πιεζόμενον, ἀνοίγει τὴν ἐπιστομίδα *O* καὶ ἐκρέει ἐκ τοῦ *I*.

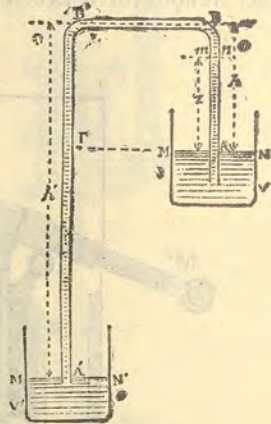
Καταθλιπτικὴ καὶ ἀναρροφητικὴ ὑδραντία.—Ἡ ὑδραντία αὕτη (σχ. 179) ἀποτελεῖται, ὅπως καὶ ἡ προηγουμένη, ἐξ ὁμοίου μὲν κυλίνδρου, ἀλλὰ συγκοινωνοῦντες διὰ σωλῆνος μετὰ τῆς δεξαμενῆς. Οὕτω τὸ ὕδωρ ἀνυψοῦται ἀπὸ μὲν τῆς δεξαμενῆς μέχρι τοῦ κυλίνδρου ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀπὸ δὲ τοῦ κυλίνδρου μέχρι τοῦ ἀνωτάτου σημείου διὰ τῆς πίεσεως τοῦ ἐμβολέως. Ἐπομένως, τὸ ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ἀνέλθῃ τὸ ὕδωρ διὰ τοιούτων ὑδραντιῶν, εἶνε μεγαλύτερον τοῦ διὰ τῶν ἀναρροφητικῶν.

Πυροσβεστικὴ ὑδραντία.—Αὕτη (σχ. 180) σύγκεται κυρίως ἐκ

δύο καταθλιπτικῶν ὑδραντιῶν P και P', εὐρισκομένων ἐντὸς δεξαμενῆς μεθ' ὕδατος. Οἱ ἐμβολεῖς τούτων κινοῦνται ἐναλλάξ οὕτως, ὥστε ὅταν ὁ εἰς ἀπορροφᾷ ἐν τῷ κυλίνδρῳ του τὸ ὕδωρ, ὁ ἕτερος τὸ ἐκδιώκει ἐκ τοῦ ἰδικοῦ του. Καὶ τῶν δύο κυλίνδρων τὸ ὕδωρ, πιεζόμενον διὰ τῶν ἐμβολέων, εἰσρέει ἐντὸς κώδωνος μεταλλίνου H, περιέχοντος ἀέρα και κατόπιν ἐκπέμπεται διὰ σωλῆνος εἰς τὰ καιόμενα ἀντικείμενα. Ἡ ἐκροή τοῦ ὕδατος εἶνε σχετικῶς συνεχῆς ἀφ' ἐνὸς ἕνεκα τῆς συνυπάρξεως δύο ὑδραντιῶν P και P' και ἀφ' ἑτέρου ἕνεκα τοῦ ἀέρος τοῦ κώδωνος ὅστις, συμπιεζόμενος, ἐξωθεῖ συνεχῶς τὸ ἐν τούτῳ ὕδωρ.



Σχ. 181



Σχ. 182

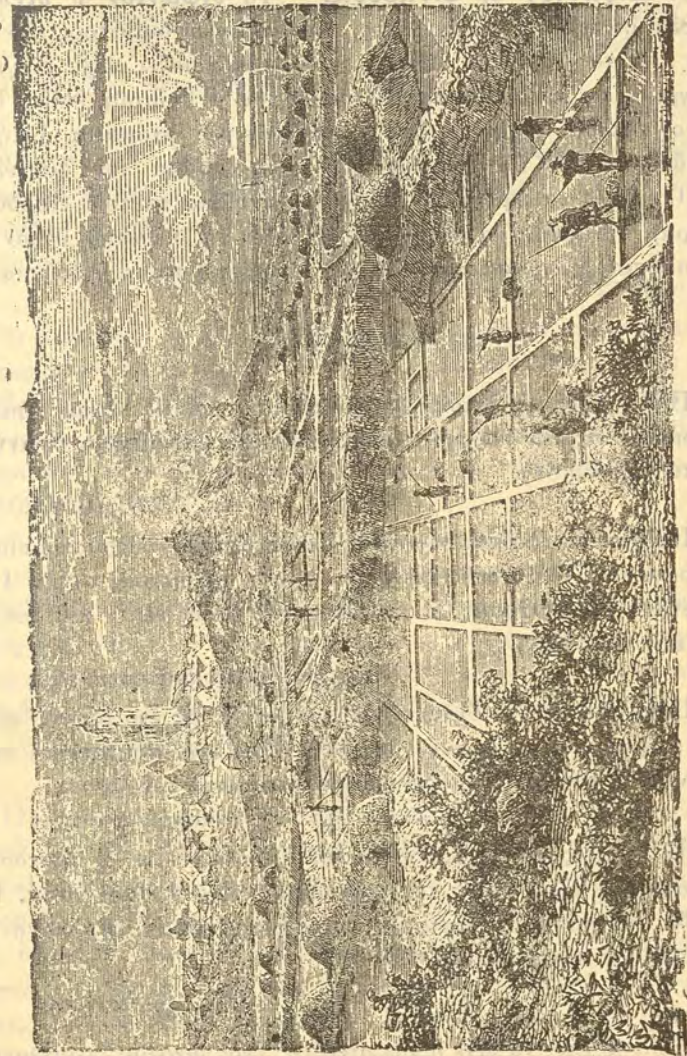
120. Σίφων.— Καλεῖται *σίφων* τὸ ὄργανον (σχ. 181), τὸ ἀποτελούμενον ἐκ σωλῆνος, κεκαμμένου συνήθως εἰς δύο ἀνίσους βραχίονας AB και ΓΔ και χρησιμεῖον πρὸς μετάγγισιν ὑγρῶν ἐξ ἐνὸς δοχείου A εἰς ἄλλο T. Πρὸς τοῦτο, ἐμβαπτιζομεν πρῶτον τὸ βραχὺ σκέλος τοῦ σίφωνος ἐν τῷ δοχείῳ A και εἶτα ἐκμυζῶμεν διὰ τοῦ στόματος, ὅπερ ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον Δ τοῦ ἄλλου σκέλους, τὸν ἐν τῷ σωλῆνι ἀέρα, μέχρις ὅτου τὸ ὑγρὸν τοῦ δοχείου A πληρώσῃ ὀλόκληρον τὸν σωλῆνα. Ἐὰν τότε ἀποσύρωμεν τὸ στόμα ἡμῶν, τὸ ὑγρὸν θὰ ἐκρῆθῃ συνεχῶς ἐκ τοῦ ἄκρου Δ.



Σχ. 183

Ἡ ῥοή αὕτη προέρχεται ἐκ τῆς ἐξῆς αἰτίας. Ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει τὸ ὑγρὸν τοῦ δοχείου (A σχ. 182) και ἡ πίεσις αὕτη μεταδίδεται και εἰς τὸ ἐν τῷ σωλῆνι ὑγρὸν. Ἀλλὰ τὸ ὑγρὸν τοῦ σωλῆνος πιέζεται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρας και ἐκ τοῦ ἄλλου

ἄκρου A' ὠθούμενον ἀντιθέτως. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ δευτέρα αὕτη πίεσις ἐλαττοῦται ὑπὸ τοῦ βάρους στήλης ὕδατος A' B' μείζονος τοῦ τῆς AB, τὸ ὁποῖον ἐξασθενίζει τὴν πρώτην πίεσιν, ἡ δευτέρα πίεσις κατανικαται



Σχ. 184. Ἄλυσαι.

και τὸ ὑγρὸν ῥέει πρὸς τὸ δοχεῖον T. Ἐκ τούτου ἐπιτα ὅτι, διὰ τὴν λειτουργίην ὁ σίφων, πρέπει τὸ κατακόρυφον ὕψος A' B' νὰ εἶνε μείζον τοῦ AB.

Προκειμένου περί μεταγγίσεως υγρού ἐπιβλαβοῦς, πληροῦμεν πρῶτον διὰ τούτου τὸν σίφωνα καὶ εἶτα βυθίζομεν τὰ ἄκρα αὐτοῦ, ὅπως ἐξετέθη προηγουμένως.

121. Σιφώνιον ἢ οἰνήρυσις. — Τὸ *σιφώνιον* ἢ *οἰνήρυσις* (σχ. 183) ἀποτελεῖται ἐκ σωλήνος, τοῦ ὁποίου ἡ διάμετρος εἶνε μεγαλύτερα περιὶ τὸ μέσον του οὕτως, ὥστε παρουσιάζει ἐκεῖ ἐξόγκωσιν, ἀπολήγει δὲ εἰς ὄξυ. Ἐὰν τὸ ὄξυ ἄκρον του I βυθισθῆ ἔντὸς ἴγρου, ἐκ δὲ τοῦ ἄλλου ἄκρου O ἀπομιζηθῆ διὰ τοῦ στόματος ὁ ἀήρ, τὸ ὑγρὸν ἀνέρχεται ἐν τῷ σιφωνίῳ. Κλείοντες νῦν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἄκρον O (χωρὶς νὰ ἀφήσωμεν ἐλευθέραν τὴν διὰ τούτου εἴσοδον εἰς τὸν ἀέρα), δυνάμεθα νὰ μεταφέρωμεν τὸ ἐν τῷ σιφωνίῳ ὑγρὸν ἀλλαχοῦ, καθόσον ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις συγκρατεῖ τοῦτο ἐν τῷ σιφωνίῳ.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Ποίαν δύναμιν ἐξασκεῖ ἡ ἀτμόσφαιρα ἐπὶ 1 τετραγ. μέτρον, εὐρισκομένου εἰς τὴν κορυφὴν ὄρους, ἐνθα τὸ βαρόμετρον δεικνύει 70 ἑκατοστά; ($g=9,81$).

Ἄπ. 9520 χιλιόγρ.

2. Ποῖον εἶνε τὸ ὕψος x στήλης ἀέρος, ἥτις εἰς θερμοκρασίαν 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76 ἐξασκεῖ τὴν αὐτὴν πίεσιν, ἣν ἐξασκεῖ στήλη 1 ἑκατοστομέτρον ὕδραργύρου; Ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος εἰς 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76 εἶνε 0,001293.

Ἄπ. $x=10518$ ἑκατοστόμετρα

3. Ποῖον θὰ ἦτο τὸ ὕψος τῆς ἀτμοσφαίρας εἰς ἓνα τόπον, εἰς τὸν ὁποῖον τὸ βαρόμετρον δεικνύει 76, ἐὰν ὁ ἀήρ εἶχε πυκνότητα σταθερὰν πανταχοῦ καὶ ἐὰν τὸ g δὲν μετεβάλλετο μετὰ τοῦ ὕψους;

Ἄπ. 8 χιλιόμετρα περίπου.

4) Ἡ διάμετρος ἑνὸς βαρομετρικοῦ σωλήνος εἶνε 2 ἑκατοστόμ., ἡ δὲ διάμετρος τῆς λεκάνης τοῦ βαρομέτρον εἶνε 4 ἑκατοστόμ. Κατὰ πόσον θὰ ἀνυψοῦται ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ, ὅταν τὸ βαρόμετρον πίπτῃ κατὰ 5 χιλιοστά;

Ἄπ. $\frac{1}{6}$ ἑκατοστ.

5) Ποία πρέπει νὰ εἶνε ἡ χωρητικότης ἑνὸς δοχείου, περιέχοντος 3 γραμμὰ ἀέρος εἰς 0° , ἵνα ὁ ἀήρ οἶτος ἐξασκῆ πίεσιν 500 γραμμῶν ἐπὶ ἑκάστου τετραγ. ἑκατοστόμ.; Πυκν. τῆς τοῦ ἀέρος 0,013

Ἄπ. 4767,7 κυβ. ἑκατοστόμ.

6) Μᾶζα ἀερίου καταλαμβάνει, ὑπὸ πίεσιν 74 ἑκατοστομ., ὄγκον 646 κυβ. ἑκατοστ. Ποῖος ὁ ὄγκος τῆς ὑπὸ πίεσιν 76 ἑκατοστ.; Ἄπ. 629 κυβ. ἑκατ.

7) Μᾶζα ἀέρος τίθεται ἀλληλοδιαδόχως εἰς δύο σφαιρικά δοχεῖα ἀκτίνων 2 καὶ 3 ἑκατοστών. Ποῖος εἶνε ὁ λόγος τῶν πιέσεων τοῦ ἀέρος εἰς τὰς δύο περιπτώσεις;

Ἄπ. 15,625

8) Δοχεῖον 30 λίτρων (κυβ. δεκατόμ.) χωρητικότητος περιέχει ὄξυγόνον ὑπὸ πίεσιν 50 χιλιογρ. κατὰ τετραγ. ἑκατοστ. Ποῖον ὄγκον θὰ καταλάβῃ τὸ ἀέριον τοῦτο (εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν) ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν τῶν 76 ἑκατοστ.;

Ἄπ. 1452 λίτρα.

9) Σφαιρικὸν ἀερόστατον διαμέτρου 4 μέτρων πληροῦται δι' ἀκαθάρτου ὕδρογόνου ζυγίζοντος 100 γρ. κατὰ κυβ. μέτρον. Τὸ ὕφασμα τοῦ ἀεροστάτου ζυγίζει 250 γρ. κατὰ τετραγ. μέτρον. Ζητεῖται πόσον ὕδρογόνον ἀπαιτεῖται, ἵνα πληρωθῆ τὸ ἀερόστατον, καὶ τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον θὰ ἰσορροπήσῃ, γνωστοῦ ὄντος ὅτι 1 κυβ. μέτρον ἀέρος ζυγίζει 1030 γρ.

Ἄπ. Βάρος ὕδρογόνου=3351 γρ. Βάρος ὀλίκον ἰσορροπούμενον=27646 γρ.

10) Βαρομετρικὸς σωλήν, τομῆς 1 τετραγ. ἑκατοστ. καὶ ἐν τῷ ὁποίῳ ὁ ὕδραργυρος εὐρίσκεται εἰς ὕψος 76 ἑκατοστών, παρουσιάζει κενὸν θάλαμον μήκους 10 ἑκατοστών. Ποῖος ὄγκος V ἀέρος πρέπει νὰ εἰσαχθῆ εἰς τὸν κενὸν θάλαμον ὑπὸ πίεσιν 76 ἑκατοστών, ἵνα ἡ ὕδραργυρική στήλη πέσῃ εἰς 50 ἑκατοστά;

Ἄπ. $V=12,3$ κυβ. ἑκατοστ.

11) Κατὰ τὴν κατασκευὴν βαρομέτρον, ὁ ἐν τῷ κυλινδρικῷ σωλήνῳ αὐτοῦ ἀήρ δὲν ἐξήχθη τελείως. Παρατηρηθείσης τῆς ὕδραργυρικής στήλης κατὰ τινα στιγμήν, ἀνευρέθη ὅτι ἡ στήλη αὕτη ἔχει ὕψος 748 χιλιοστών. Κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν, τὸ ὑπόλοιπον μέρος τοῦ σωλήνος, τὸ κενὸν ὕδραργύρου, ἔχει μήκος 122 χιλιοστών. Ἀνεκλύσθη τότε ὀλίγον ὁ σωλήν καὶ παρατηρήθη ὅτι τὸ μὲν ὕψος τοῦ ὕδραργύρου κατέστη 750 χιλιοστών, τὸ δὲ κενὸν ὕδραργύρου μέρος τοῦ σωλήνος 141 χιλιοστών. Ποία εἶνε ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις κατὰ τὴν στιγμήν τοῦ πειράματος;

Ἄπ. 762,8 χιλιοστά.

12) Σφαῖρα κοίλη, περιέχουσα ἀέρα ὑπὸ πίεσιν 770 χιλιοστών.

προσαρμόζεται δια λαιμοῦ μετὰ στρόφιγγος εἰς τὸ ἀνώτατον μέρος τοῦ σωλήνος βαρομέτρου ὑδραργυρικοῦ. Ὁ σωλὴν τοῦ βαρομέτρου ἔχει τομὴν 2 τετραγ. ἑκατοστ. καὶ μῆκος 90 ἑκατοστῶν ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης. Ἡ στρόφιγξ ἀνοίγεται καθ' ἡν στιγμήν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι 76 ἑκατοστῶν. Ὁ αἶθρ τῆς σφαιρας εἰσέρχεται τότε εἰς τὸν βαρομετρικὸν σωλῆνα, ὁ δὲ ὑδραργυρος κατέρχεται ἐν τούτῳ οὕτως, ὥστε ἡ στήλη εἶνε νῦν μόνον 40 ἑκατοστῶν. Ζητεῖται ἡ χωρητικότης τῆς σφαιρας (ἢ θερμοκρασία ὑποτίθεται σταθερὰ κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος).

Ἄπ. 87,8 κυβ. ἑκατοστά.

13) Σωλὴν, κλειστὸς κατὰ τὸ ἐν ἄκρον καὶ περιέχων ἀέριον, βυθίζεται ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου λεκάνης. Τὸ ἀέριον καταλαμβάνει ὕψος 10 ἑκατοστῶν, ὁ δὲ ὑδραργυρος ἔχει ἀνέλθῃ κατὰ 15 ἑκατοστά. Διὰ τὴν λάβην τὸ ἀέριον πίεσιν ἴσην πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν ἀτμοσφαιρικήν, πρέπει νὰ βυθισθῇ ὁ σωλὴν κατὰ 17 ἑκατοστά ἐν τῷ ὑδραργύρῳ. Ποία εἶνε ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις;

Ἄπ. 75 ἑκατοστά.

14) Ὁ ὑδραργυρος ἀνοικτοῦ μανομέτρου, συγκοινωνοῦντος μετὰ δοχείου, περιέχοντος ἀέρα πεπιεσμένον, εὐρίσκεται εἰς ὕψος 570 χιλιοστῶν ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης (ἐπιφάνεια αἰσθητῶς ἀμετάβλητος). Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶνε 750 χιλιοστῶν. Ποία ἡ πίεσις τοῦ πεπιεσμένου ἀέρος;

Ἄπ. 1794 γράμ. κατὰ τετραγ. ἑκατοστ.

15) Κύλινδρος, κλειόμενος διὰ κινητοῦ πώματος βάρους ἀνεπαίσθητου, περιέχει ἀέρα, τοῦ ὁποίου ἡ πίεσις εἶνε 1 χιλιόγραμμα κατὰ τετραγ. ἑκατοστομ. Ποία δύναμις πρέπει νὰ ἐξασκηθῇ ἐπὶ τοῦ πώματος, ἵνα ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου ἀναχθῇ εἰς τὸ $\frac{1}{10}$ τοῦ ἀρχικοῦ;

Ἄπ. 126 χιλιόγραμμα.

16) Τὸ ὕψος τοῦ σωλήνος κλειστοῦ μανομέτρου εἶνε 67,7 ἑκατοστόμετρα ὑπεράνω τοῦ σημείου, εἰς ὁσταματῆ ὁ ὑδραργυρος ὑπὸ ἴσην πίεσιν 76 ἑκατοστῶν ἐν τῷ σωλῆνι καὶ τῇ λεκάνῃ (ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης αἰσθητῶς ἀμετάβλητος). Ὑπὸ ποίαν πίεσιν ὁ ὑδραργυρος θὰ ἀνέλθῃ εἰς 35,2 ἑκατοστά;

Ἄπ. 2630,07 κατὰ τετραγ.

ἑκατοστ. ἢ $2630,07 \times 981$ εἰς δύνως.

17) Ὁ ὄγκος ἀεροστάτου πεπληρωμένου διὰ φωταερίου εἶνε 1000

κυβ. μέτρα καὶ ἡ ὀλικὴ μᾶζα του (μετὰ τῆς λέμβου) εἶνε 500 χιλιόγραμμα. Πόσην μᾶζαν δύναται τὸ ἀεροστάτον νὰ συγκρατήσῃ; Πυκνότης τοῦ μὲν ἀέρος 0,0013, τοῦ δὲ φωταερίου 0,0005.

Ἄπ. 300. χιλιόγραμμα.

18) Ποῖον εἶνε τὸ μέγιστον ὕψος, εἰς τὸ ὁποῖον δύναται νὰ φθάσῃ, ἐντὸς σίφωνος ἐν ὑγρὸν πυκνότητος 1,5, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶνε 76 ἑκατοστῶν; Εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑδραργύρου 13,6.

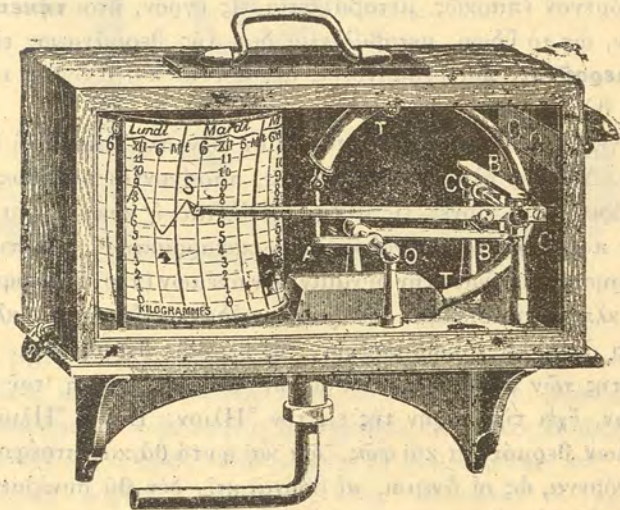
Ἄπ. 689,066 ἑκατοστά.

19) Ὁ σωλὴν ἀναρροφητικῆς ὑδραντλίας ἔχει μῆκος 4 μέτρων καὶ τομὴν 3 τετραγ. ἑκατοστῶν. Ἡ τομὴ τοῦ κυλίνδρου τῆς ὑδραντλίας εἶνε 200 τετραγ. ἑκατοστ. Ποῖον πρέπει νὰ εἶνε τὸ ὕψος τοῦ κυλίνδρου ἵνα διὰ μιᾶς μόνης ἀνυψώσεως τοῦ ἐμβολέως πληρωθῇ δι' ὕδατος ὁ σωλὴν; Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶνε 75 ἑκατοστῶν.

Ἄπ. 9,87 ἑκατοστά.

20) Ὁ κύλινδρος ἀναρροφητικῆς ὑδραντλίας ἔχει μῆκος 40 ἑκατοστῶν, ἡ κατωτέρα βᾶσις τοῦ κυλίνδρου εἶνε 6 μέτρα ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀνυψουμένου ὕδατος, ἡ δὲ τομὴ τοῦ σωλήνος εἶνε τὸ $\frac{1}{5}$ τῆς τομῆς τοῦ κυλίνδρου. Ποῖον θὰ εἶνε τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος ἐν τῷ σωλῆνι μετὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ ἐμβολέως; Ἀτμοσφαιρική πίεσις 76 ἑκατοστῶν.

Ἄπ. 120,7 ἑκατοστά.



Σχ 185 Μανογράφος

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΘΕΡΜΟΤΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΘΕΡΜΟΤΗΣ

122. Θερμότης.—Όταν πλησιάζωμεν εἰς πυρὰν ἢ ἐκτιθέμεθα εἰς τὰς ἀκτῖνας τοῦ ἡλίου, αἰσθανόμεθα ζέστην καὶ λέγομεν ὅτι ἡ θερμότης τῆς πυρᾶς ἢ τοῦ ἡλίου προκαλεῖ τὸ αἶσθημα τοῦ θερμοῦ. Ἐπίσης, ἀπτόμενοι διαφόρων σωμάτων, ὡς πάγου, μαρμάρου, σιδήρου, τῆς χειρὸς πυρέσσοντος, αἰσθανόμεθα δι' ἄλλα μὲν ἐξ αὐτῶν τὸ αἶσθημα τοῦ ψυχροῦ, δι' ἄλλα δὲ τοῦ θερμοῦ. Ἡ αἰτία, ἡ ὁποία προκαλεῖ τὸ αἶσθημα τοῦ ψυχροῦ ἢ τοῦ θερμοῦ, καλεῖται **θερμότης**.

Ἡ θερμότης, ἐνεργοῦσα ἐπὶ τῶν διαφόρων σωμάτων, ἀπιφέρει ποικίλα ἀποτελέσματα. Οὕτω σῶμα στερεόν, ὅπως π. χ. ὁ μόλυβδος, θερμαινόμενον ἐπαρκῶς, μεταβάλλεται εἰς ὑγρόν, ἤτοι **τήκεται**. Σῶμα δὲ ὑγρόν, ὡς τὸ ὕδωρ, μεταβάλλεται διὰ τῆς θερμάνσεως εἰς ἀτμόν, ἤτοι **ἐξαεροῦται**. Διὰ θερμάνσεως ἀλλοιοῦνται καὶ ὁ ὄγκος τῶν σωμάτων, ὡς θὰ ἴδωμεν.

Ἐν γένει, ἡ θερμότης εἶνε τὸ αἷτιον τῶν πλείστων περὶ ἡμᾶς φαινόμενων. Διὰ τῆς ἡλιακῆς θερμότητος, παράγονται συνήθως οἱ ἄνεμοι, αἱ βροχαί, αἱ χιόνες, εἰς αὐτὴν ὀφείλεται ἡ κυκλοφορία τῶν ὑδάτων τῶν ποταμῶν, τῶν μεγαλοπρεπῶν καταρρακτῶν, τῶν πηγῶν κλπ. Ὅταν χρησιμοποιοῦμεν τὴν δύναμιν τῶν ἀνέμων (πλοῖα ἰστιοφόρα, ἀνεμόμυλοι κλπ.) ἢ τὴν δύναμιν τῶν ῥεόντων ὑδάτων (ὕδρομυλοι κλπ.), τοῦτο πράγματι ἀποτελεῖ χρησιμοποίησιν τῆς ἡλιακῆς θερμότητος. Καὶ αὐτὴ ἡ θερμότης τῶν ἀνημμένων ἀνθρώκων μας, ὡς καὶ ἡ τοῦ σώματος τῶν ζώων, ἔχει τὴν ἀρχὴν τῆς εἰς τὸν ἥλιον. Ἐὰν ὁ ἥλιος ἔπαυεν ἀποστέλλων θερμότητα καὶ φῶς, ζῶα καὶ φυτὰ θὰ κατεστρέφοντο, πλείστα φαινόμενα, ὡς οἱ ἄνεμοι, αἱ βροχαὶ κτλ. δὲν θὰ συνέβαινον πλέον καὶ ἡ νῦξ θὰ ἐβασίλευε πανταχοῦ ἐπὶ τῆς γῆς.

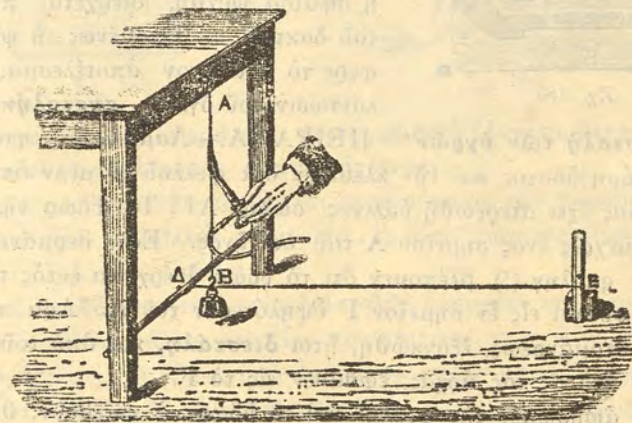
Θὰ ἐξετάσωμεν νῦν ἰδιαίτερος ἐν ἑκάστον τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ἐπιδράσεως τῆς θερμότητος.

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.

123. Διαστολὴ τῶν σωμάτων.—**Διαστολὴ τῶν στερεῶν.**—**ΠΕΙΡΑΜΑ 1.**—Λαμβάνονεν ράβδον ἀπὸ σίδηρον καὶ ἐπὶ τραπέζης καρφώνομεν δύο καρφία, τὰ ὁποῖα νὰ εἶνε εἰς ἀπόστασιν ἴσην ἀκριβῶς πρὸς τὸ μῆκος τῆς ράβδου. Τοιουτοτρόπως, ἡ ράβδος διέρχεται μεταξὺ τῶν δύο καρφίων. Ἐὰν ὅμως θερμάνωμεν αὐτήν, βλέπομεν ὅτι δὲν ἠμπορεῖ πλέον νὰ διέλθῃ. Τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι, διὰ τῆς θερμάνσεως, ἡ ράβδος ἐγίνε μεγαλύτερα, δηλαδὴ **διεσπάλη**.

Ἐὰν κατόπιν ἀφήσωμεν τὴν ράβδον νὰ ψυχθῇ, θὰ ἴδωμεν ὅτι διέρχεται πάλιν μεταξὺ τῶν δύο καρφίων. Ἄρα, διὰ τῆς ψύξεως τὸ μῆκος τῆς ράβδου ἐγίνε πάλιν μικρότερον, ἤτοι ἡ ράβδος **συνεσπάλη**.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.—Λαμβάνομεν σύρμα μετάλλινον, τοῦ ὁποῖου τὸ ἐν

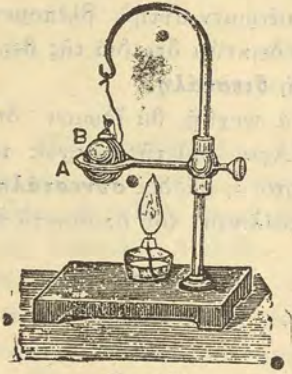


Σχ. 186

ἄκρον Α (σχ. 186) στερεοῦμεν καλῶς ἐπὶ τινος ὑποστηρίγματος, ἐνῶ ἐπ' τοῦ ἄλλου ἄκρου ἐξαρθῶμεν βάρους τι Β. Ἐπὶ τοῦ βάρους τούτου τοποθετοῦμεν μακρὸν δείκτην ΔΕ, τοῦ ὁποῖου τὸ μὲν ἐν ἄκρον Δ, τὸ εὐρισκόμενον λίαν πλησίον τοῦ βάρους Β, καμπυλοῦται καὶ περιβάλλει ἐλευθέρως ράβδον σταθεράν, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα, τὸ δ' ἕτερον ἄκρον Ε φθάνει ἔμπροσθεν κατακορύφου κλίμακος.

Ἐὰν θερμάνωμεν διὰ λύχνου τὸ σύρμα, θὰ ἴδωμεν τὸν δείκτην κατερχόμενον ἐνώπιον τῆς κλίμακος, ἕνεκα ἐπιμηκύνσεως τοῦ σύρματος. Ἐκ τούτου συνάγομεν, ὅτι τὸ σύρμα, θερμανθέν, διεσπάλη κατὰ μῆκος του. Ἐὰν ἀφήσωμεν αὐτὸ νὰ ψυχθῇ, τότε συστέλλεται καὶ ὁ δείκτης ἀνέρχεται. Εἰς τὰ προηγούμενα πειράματα, ἡ διαστολὴ τοῦ σώματος ἐγένετο κατὰ μίαν μόνον διεύθυνσιν καὶ ὀνομάζεται **γραμμική**.

ΠΕΙΡΑΜΑ 3.—Σφαῖρα ἐκ χαλκοῦ Β (σχ. 187) δύναται νὰ διέλθῃ ἀκριβῶς διὰ τινος δακτυλίου Α ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου. Ἐὰν ὅμως ἡ σφαῖρα θερμανθῇ, δὲν δύναται πλέον νὰ διέλθῃ, ὅπωςδήποτε καὶ ἂν περιστραφῇ ἐπ' αὐτοῦ, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι διὰ τῆς θερμάνσεως ἠῤῥήθη ὁ ὄγκος τῆς καθ' ὅσας τὰς διευθύνσεις. Ἡ τοιαύτη διαστολή, ἡ γενομένη καθ' ὅσας τὰς διευθύνσεις, καλεῖται **κυβικὴ διαστολὴ**. Ὅταν ἡ σφαῖρα ψυχθῇ, διέρχεται πάλιν διὰ τοῦ δακτυλίου. Ἐπομένως, ἡ ψῦξις ἐπέφερε τὸ ἀντίθετον ἀποτέλεσμα, ἦτοι ἐλάττωσιν τοῦ ὄγκου, **συστολήν**.



Ζη. 187

Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Λαμβάνομεν φιάλην (σχ. 188) πλήρη ὕδατος καὶ τὴν κλείομεν διὰ φελλοῦ μὲ μίαν ὀπὴν, ἐντὸς τῆς ὁποίας ἔχει στερεωθῆ ὑάλινος σωλὴν ΑΓ. Τὸ ὕδωρ τῆς φιάλης φθάνει μέχρις ἐνὸς σημείου Α τοῦ σωλῆνος. Ἐὰν θερμάνωμεν ἀρκετὰ τὴν φιάλην (!), βλέπομεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ φθάνει εἰς ἓν σημεῖον Γ ὑψηλότερον τοῦ Α. Ἄρα τὸ ὕδωρ, διὰ τῆς θερμάνσεως, ἐξογκώθη, ἦτοι **διεσπάλη**, καὶ ἀπὸ τοῦ σημείου Α, ὅπου ἦτο εἰς τὰς ἀρχάς, ἔφθασεν εἰς τὸ Γ.

Ἐὰν ἀφήσωμεν τὴν φιάλην καὶ τὸ ὕδωρ νὰ ψυχθῶν, θὰ ἴδωμεν ὅτι τοῦτο κατέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, δηλαδὴ **συστέλλεται**.

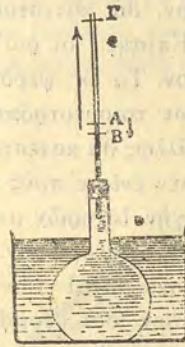
Τὰ αὐτὰ συμβαίνουν, ἐὰν, ἀντὶ ὕδατος, τεθῆ ἄλλο ὑγρὸν ἐντὸς τῆς φιάλης.

Διαστολὴ τῶν ἀερίων.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—Λαμβάνομεν κενὴν φιάλην καὶ ἐφαρμόζομεν εἰς αὐτὴν σωλῆνα ΓΔ ὀριζόντιον (σχ. 189). Ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ περὶ τὸ μέσον του Β εἰσάγομεν μίαν σταγόνα

(1) Πρὸς τοῦτο τὴν θερμαίνομεν ἐντὸς δοχείου μὲ ὕδωρ.

ὑδατος, ἡ ὁποία τοιουτοτρόπως θὰ χωρίζῃ τὸν ἀέρα, ὁ ὁποῖος εἶνε ἐντὸς τῆς φιάλης, ἀπὸ τὸν ἀέρα, ὁ ὁποῖος εἶνε ἐκτὸς αὐτῆς. Μετὰ ταῦτα θερμαίνομεν ὀλίγον τὴν φιάλην, π. χ. δι' ἐπιθέσεως τῶν χειρῶν μας ἐπ' αὐτῆς. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε ὅτι ἡ σταγὼν τοῦ ὕδατος μετακινεῖται πρὸς τὰ ἔξω ἀπὸ τὸ Β εἰς τὸ Β'. Ἄρα, ὁ ἀῆρ τῆς φιάλης **διεσπάλη** διὰ τῆς θερμάνσεως. Ἐὰν ἀφήσωμεν τὴν φιάλην νὰ ψυχθῇ, ἡ σταγὼν ἐπανέρχεται εἰς τὴν πρώτην θέσιν τῆς Β. Ὡστε ἡ ψῦξις προκαλεῖ **συστολήν** τοῦ ἀέρος.

Συμπέρασμα. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων συμπεραίνομεν ὅτι



Σχ. 188



Σχ. 189

τὰ σώματα, στερεά, ὑγρά καὶ ἀέρια, διαστελλονται διὰν θερμαίνονται καὶ συστέλλονται διὰν ψύχονται.

Καὶ τὰ μὲν ἀέρια διαστελλονται περισσότερο τῶν ὑγρῶν καὶ στερεῶν, ἦτοι εἶνε τὰ μᾶλλον διασταλτὰ ἐξ ὄλων τῶν σωμάτων, τὰ δὲ στερεὰ τὰ ὀλιγώτερον πάντων.

Εἰς τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς διαστολῆς ὑπάρχουν καὶ ἐξαιρέσεις τινές, ἐκ τῶν ὁποίων ἄλλαι μὲν εἶνε πραγματικά, π. χ. ὁ ἰωδιούχος ἄργυρος, ὁ ἀδάμας, τὸ ὕδωρ, ὑπὸ ὠρισμένας περιστάσεις, θερμαίνομενα, συστέλλονται, ἄλλαι δὲ εἶνε φαινομενικά, ὀφειλόμεναι εἰς μεταβολὰς φύσεως, χημικὰς ἢ ἄλλας· π. χ. τὸ ξύλον, ἡ ἀργίλλος, θερμαίνομενα συστέλλονται, ὡς ἀποβάλλοντα ὕδωρ.

124. Δύναμις τῆς διαστολῆς.—Ἡ διαστολὴ σώματός τινος στερεοῦ θερμαινόμενον δύναται νὰ ἐμποδισθῇ διὰ συμπίεσεως αὐτοῦ πανταχόθεν. Ἡ πίεσις ὅμως, ἡ ἀπαιτουμένη, ἵνα ἐμποδισθῇ ἡ διαστολὴ, εἶνε πολὺ μεγάλη, διότι καὶ ἡ δύναμις, μὲ τὴν ὁποίαν τὸ σῶμα τείνει νὰ διασταλῇ, εἶνε ἐπίσης μεγάλη. Οὕτως, ἐὰν λάβωμεν ράβδον σιδηρᾶν καὶ στερεώσωμεν αὐτὴν μεταξύ δύο κωλυμάτων τε-

λείως ανενδότων, δυνάμεθα, διὰ συνήθους θερμάνσεως, νὰ ἐπιφέρω-
μεν πιέσεις ἐπὶ τῶν κωλυμάτων ἰσχυροτάτας, π. χ. 3000 χιλιογρ. ἐπὶ
ἐκάστου τετραγ. ἑκατοστ.

Καί, ἀντιστρόφως, τὸ αὐτὸ σῶμα, ψυχόμενον, ἔξασκεῖ ἔλξιν συστο-
λῆς ἰσχυροτάτην ἐπὶ τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἐμποδίζουν νὰ συσταλῆ.

Εἰς τὰ διάφορα μηχανικὰ ἔργα, πρέπει νὰ λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν ἡ
μεγάλη αὕτη τάσις διαστολῆς ἢ συστολῆς. Οὕτω μεταξὺ τῶν διαφόρων
τεμαχίων, ἔξ ὧν ἀποτελοῦνται αἱ σιδηροδρομικαὶ γραμμαῖ, ἀφήνουν
μικρὰ κενά, ἵνα κατὰ τὰς θερμὰς ὥρας τοῦ ἔτους, ἡ διαστολὴ γίνεται
ἐλευθέρως. Ἐὰν τὰ κενὰ ταῦτα δὲν ὑπῆρχον, θὰ κατεστρέφετο ἡ
γραμμὴ κατὰ τὴν διαστολὴν τῶν ράβδων. Ἐπίσης, αἱ ράβδοι τῶν
ἔσχαρῶν στερεώνονται μόνον κατὰ τὸ ἐν ἄκρον. Τὰ ἐκ ψευδαργύρου
φύλλα τῶν στεγασμάτων στερεώνονται δι' ἡλίων τοιουτοτρόπως, ὥστε
νὰ ἢμποροῦν νὰ διασταλοῦν ἐλευθέρως· διότι ἄλλως θὰ κατεστρέφοντο.

Τὰς ἰσχυροτάτας ταύτας τάσεις χρησιμοποιοῦν ἐνίοτε πρὸς παραγω-
γὴν ἰσχυρῶν μηχανικῶν ἀποτελεσμάτων. Οἱ κατα-
σκευασταὶ τῶν ὀχημά-
των διὰ θερμάνσεως ἐ-
φαρμόζον τὴν σιδηρᾶν
στεφάνην περὶ τὸν τρο-
χόν. Πρὸς τοῦτο θερμαί-
νουν τὴν στεφάνην (σχ.
190), ὅτε αὕτη διαστέλ-
λεται καὶ ἐφαρμόζεται
εὐκόλως περὶ τὸν ξύλι-
νον τροχόν. Κατόπιν, διὰ
ψυχροῦ ὕδατος, ψυχόμε-
νη ἡ στεφάνη, περισφίγγει λίαν ἰσχυρῶς τὸν τροχόν καὶ δὲν δύναται
νὰ ἀποσπασθῆ εὐκόλως ἔξ αὐτοῦ.



Σχ. 190

Παρόμοιαι τάσεις ὑφίστανται καὶ εἰς τὰ ὑγρά. Ἐνεκα τῆς μεγάλης
ἐντάσεως τῶν δυνάμεων τούτων, θραύονται διὰ θερμάνσεως ἀγγελια
ἰσχυρά, κλειστὰ πανταχόθεν καὶ πεπληρωμένα ὑγρῶν.

125. Μεταβολὴ τοῦ εἰδικοῦ βάρους ἑνὸς σώματος.— Ἐὰν
B εἴνε τὸ βῆρος ἑνὸς σώματος καὶ V ὁ ὄγκος του, τὸ εἰδικὸν βῆρος
E τοῦ σώματος εἴνε

$$E = \frac{B}{V}$$

Ἐὰν τὸ σῶμα θερμανθῆ, τὸ μὲν βῆρος τοῦ B δὲν μεταβάλλεται,
ἐνῶ ὁ ὄγκος του αὐξάνεται καί, ἐπομένως, τὸ εἰδικὸν βῆρος τοῦ σώμα-
τος τότε θὰ εἴνε μικρότερον. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ διὰ τὴν πυκνότητα.

Ἐὰν λοιπὸν ἐν σῶμα, διὰ τῆς θερμάνσεως, διαστέλλεται, τὸ
εἰδικὸν βῆρος καὶ ἡ πυκνότης του ἐλαττώνονται.

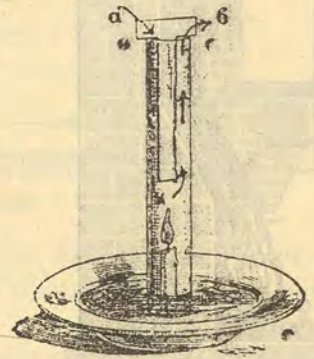
Ἐὰν V' εἴνε ὁ νέος ὄγκος τοῦ σώματος, ἡ νέα τιμὴ E' τοῦ εἰδι-
κοῦ βάρους θὰ εἴνε

$$E' = \frac{B}{V'}$$

126. — Παραγωγὴ ρευμάτων.— ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ. — 1ον Ἐὰν
θέσωμεν τὸ ἄκρον σωλῆνος ὑαλίνου (π. χ. λάμπας) ἢ ἀπὸ χάρτιν (χον-
δρὸν διὰ νὰ μὴ καῖ) ἐπὶ τῆς φλογὸς κηρίου, ὅπως δεικνύει τὸ σχ. 191,



Σχ. 191

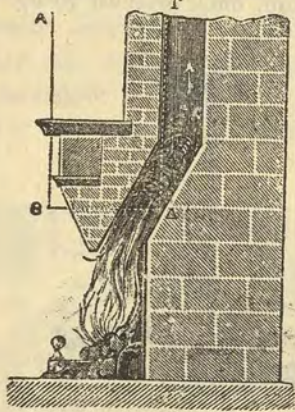


Σχ. 192

θὰ ἴδωμεν ὅτι ἡ φλόξ κλίνει πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωλῆνος. Τοῦτο
συμβαίνει διότι ἡ φλόξ θερμαίνει τὸν ἀέρα τοῦ σωλῆνος, ὁ ὁποῖος
τοιουτοτρόπως διαστέλλεται καὶ φεύγει ἀπὸ τὸ ἐπάνω μέρος. Συγχρό-
νως ὅμως ἀπὸ τὸ κάτω μέρος εἰσέρχεται νέος ἀήρ, ὁ ὁποῖος παρασύ-
ρει τὴν φλόγα πρὸς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωλῆνος. Τοιουτοτρόπως, σχη-
ματίζεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος **ρεῦμα ἀέρος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.**

2ον Ἐπὶ πινακίου μὲ ὕδωρ (σχ. 192) στερεώνομεν κηρίον ἀναμμέ-
νον, τὸ ὁποῖον καλύπτομεν μὲ ἓνα σωλῆνα λαμπτήρος. Βλέπομεν τότε
ὅτι ἡ φλόξ τοῦ κηρίου ὀλίγον κατ'ὀλίγον σμικρύνεται. Τὴν στιγμὴν, κατὰ
τὴν ὁποῖαν τὸ κηρίον πλησιάζει νὰ σβεσθῆ, εἰσάγομεν εἰς τὸν σωλῆνα
τεμάχιον χάρτου, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα. Σχηματίζεται τότε ρεῦμα
ἀέρος, τὸ ὁποῖον κατέρχεται ἀπὸ τὸ ἐν μέρος τοῦ χάρτου καὶ ἀνέρχε-
ται ἀπὸ τὸ ἄλλο μέρος του καὶ συγχρόνως προκαλεῖ νέαν ζωηρὰν ἀνά-
φλεξιν τοῦ κηρίου.

3ον **Δειτουργία τῶν ἐστιῶν.**—Τὰ αὐτὰ συμβαίνουν καὶ εἰς τὰς ἐστίας τῶν οἰκιῶν μας. Ὁ ἀήρ τῶν καπνοδόχων (σχ. 193), ἐπειδὴ θερμαίνεται ἀπὸ τὴν πυρὰν, διαστελλεται καὶ φεύγει ἀπὸ τὸ ἐπάνω μέρος. Νέος τότε ψυχρὸς ἀήρ τοῦ δωματίου τρέχει καὶ ἀντικαθιστᾷ τὸν ἐξερχόμενον. Τοιοῦτοτρόπως, σχηματίζεται ρεῦμα ἀέρος ἀπὸ τὸ δωματίον πρὸς τὴν καπνοδόχον, τὸ δὲ ρεῦμα τοῦτο ζωογονεῖ τὴν πυρὰν καὶ παρασύρει τὰ βλαβερὰ ἀέρια, τὰ ὁποῖα παράγονται ἀπὸ αὐτὴν.



Σχ. 193

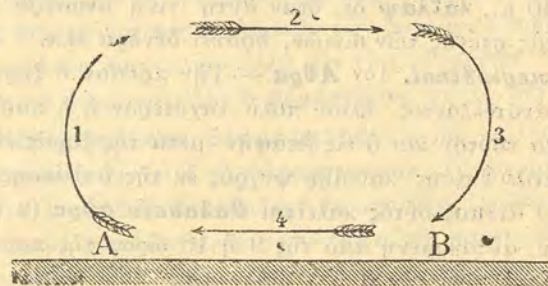


Σχ. 194

4ον **Ἀνανέωσις τοῦ ἀέρος τῶν δωματίων.**—Ἐὰν θέσωμεν κηρίον ἀναμμένο εἰς τὸ ἄνω μέρος ἡμιανοικτῆς θύρας θερμοῦ δωματίου μας (σχ. 194), θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ φλόξ κλίνει πρὸς τὰ ἔκτος τοῦ δωματίου, διότι παρασύρεται ἀπὸ ἀέρα θερμόν, ὁ ὁποῖος ἐξέρχεται ἀπὸ τὸ δωματίον. Ἐὰν ὁμοίως θέσωμεν τὸ κηρίον εἰς τὸ κάτω μέρος τῆς θύρας, ἡ φλόξ του κλίνει πρὸς τὰ ἐντός, διότι παρασύρεται ἀπὸ ψυχρὸν ἀέρα, ὁ ὁποῖος εἰσέρχεται εἰς τὸ δωματίον. Τοιοῦτοτρόπως, ὁ μὲν καθαρὸς ἀήρ τῶν δωματίων, ὁ ὁποῖος θερμαίνεται συνήθως ἀπὸ τὴν παρουσίαν τῶν ἀνθρώπων καὶ ἄλλων αἰτίων, διαστελλεται πρὸς τὴν ὀροφήν καὶ ἐξέρχεται. Νέος δὲ ἀήρ καθαρὸς εἰσέρχεται καὶ τὸν ἀντικαθιστᾷ.

Ὅμοίως καὶ ἐντὸς τῶν ὑγρῶν σχηματίζονται ρεύματα αὐτῶν. Π. χ. ἐντὸς τῶν θαλασσῶν παράγονται τεράστια ρεύματα τοῦ ὕδατος των.

127. **Ἄνεμοι.**—Αἱ γνωσταὶ κινήσεις τοῦ ἀτμοσφ. ἀέρος καλοῦνται **ἄνεμοι**. Μία τῶν πρωτεύουσῶν αἰτιῶν τῆς παραγωγῆς τῶν ἀνέμων εἶνε ἡ ἐξῆς: Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι δύο μέρη A καὶ B (σχ.195) τοῦ ἐδάφους εἶνε συνεχόμενα καὶ ὅτι τὸ μὲν A εἶνε θερμόν, τὸ δὲ B εἶνε ψυχρόν. Τότε ὁ ἀήρ τοῦ A, ὁ ὁποῖος εἶνε θερμὸς καὶ ἀραιότερος, ἀνέρχεται, ὡς δεικνύει τὸ βέλος 1, ἐνῶ ὁ ψυχρὸς ἀήρ τοῦ B μεταβαίνει εἰς τὸ μέρος A, ὅπως δεικνύει τὸ βέλος 4. Ὁ θερμὸς ἀήρ τοῦ A, ἀφοῦ ἀνέλθῃ διευθύνεται, ὅπως δεικνύουν τὰ βέλη 2 καὶ 3.



Σχ. 195

Τοιοῦτοτρόπως, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους, ἔχομεν ρεῦμα ἀέρος, ἥτοι **ἄνεμον**, ἀπὸ τὸ ψυχρὸν μέρος B πρὸς τὸ θερμόν A (βέλος 4).

Ἡ διεύθυνσις ἀνέμου τινὸς χαρακτηρίζεται ἐκ τοῦ **σημείου τοῦ ὀρίζοντος, ἐξ οὗ πνέει**. Ἄνεμος π. χ. **βόρειος** ὀνομάζεται ρεῦμα ἀέρος, προερχόμενον ἐκ σημείου, εὐρισκομένου πρὸς βορρᾶν. Διακρίνονται κυρίως οἱ ἐξῆς ἄνεμοι.

- 1) **Βορρᾶς**, κ. τραμουντάνα παριστάμενος διὰ B.
- 2) **Βορειοανατολικὸς ἢ καικίας**, κ. γραῖγος » » BA.
- 3) **Ἀνατολικὸς ἢ ἀπηλιώτης**, κ. λεβάντες » » A.
- 4) **Νοτιανατολικὸς ἢ εὐρος**, κ. σιρόκος » » NA.
- 5) **Νότιος**, κ. ὄστρια » » N.
- 6) **Νοτιοδυτικὸς ἢ λίψ**, κ. γαρμπῆς » » ΝΔ.
- 7) **Δυτικὸς ἢ ζέφυρος**, κ. πονέντες » » Δ.
- 8) **Βορειοδυτικὸς ἢ σκύρων**, κ. μαίστρος » » ΒΔ.

Ἡ διεύθυνσις τοῦ πνέοντος ἀνέμου ὑποδεικνύεται ὑπὸ τῆς φορᾶς εἴτε αἰωρουμένου καπνοῦ, εἴτε ταινίας ἐξ ὑφάσματος ἢ χάρτου, εἴτε καταλλήλου ὄργάνου, **ἀνεμοδείκτου** καλουμένου. Τελειότατον καὶ εὐαισθητότατον ἀνεμοδείκτην ἀποτελεῖ μαύρη μεταξωτὴ ταινία μήκους

$\frac{1}{2}$ μέτρου και πλάτους 2 έως 3 εκατ. φερομένη ὅσον τὸ δυνατὸν ὑψηλότερον ἐπὶ μακροῦ και εὐκάμπτου κοντοῦ. Ἡ ταινία, ἔνεκα τοῦ μαύρου χρώματός της, εἶνε εὐδιάκριτος και μακρόθεν.

Ἄλλη χαρακτηριστικὴ ιδιότης τοῦ ἀνέμου εἶνε ἡ ταχύτης. Ὅταν ὁ ἄνεμος διανύη 2—4 μέτρα εἰς τὸ 1" καλεῖται *ἀσθενής μέτριος* δὲ ὅταν ἡ ταχύτης του εἶνε 6—8 μέτρα και *σφοδρὸς*, ὅταν φθάσῃ τὰ 12 ἕως 14 μέτρα. Ὁ ἄνεμος καλεῖται *θύελλα* μὲν, ὅταν ἡ ταχύτης του εἶνε 20 ἕως 30 μ., *λαίλαψ* δέ, ὅταν αὕτη γίνῃ ἀνωτέρα τῶν 30 μ., ὅτε ἀποσπᾶ τὰς στέγας τῶν οἰκιῶν, θραύει δένδρα κλπ.

Ἄνεμοι περιοδικοί. 1ον *Αὔρα*.— Τὴν πρωΐαν ἡ ξηρὰ θερμαίνεται ὑπὸ τοῦ ἀνατέλλοντος ἡλίου πολὺ ταχύτερον ἢ ἡ παρ' αὐτὴν θάλασσα. Ἐνεκα τούτου και ὁ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ξηρᾶς εὐρισκόμενος ἀήρ θερμαίνεται ἐπίσης και ἀήρ ψυχρὸς ἐκ τῆς θαλάσσης πνέει πρὸς τὴν ξηράν. Ὁ ἄνεμος οὗτος καλεῖται *θαλασσία αὔρα* (κ. μπάτης) και ἡ ἰσχὺς αὐτοῦ, αἰξανομένη ἀπὸ τῆς 9 ἢ 10 ὥρας τῆς πρωΐας, γίνεται συνήθως μεγίστη περὶ τὴν 3 ἢ 4 ὥραν μ.μ.

Τοῦναντίον, τὸ ἑσπέρας ἡ ξηρὰ ψύχεται ταχύτερον τῆς θαλάσσης και σχηματίζεται ἔνεκα τούτου κατὰ τὴν νύκτα ρεῦμα ἀέρος ἐκ τῆς ξηρᾶς πρὸς τὴν θάλασσαν. Ὁ ἄνεμος οὗτος καλεῖται *ἀπόγειος αὔρα*.

2ον *Ἐτησίοι ἀνεμοί*.— Ὁμοίως πρὸς τοὺς προηγουμένους, σχηματίζονται και οἱ *ἐτησίοι* (κ. μελέμια), ἐκ τῆς θερμάνσεως κατὰ τὸ θέρος τῶν ἐρήμων τῆς Σαχάρας και τῆς μεταβάσεως ἀέρος εἰς ἐκεῖνα τὰ μέρη ἐκ τῶν μεσημβρινῶν χωρῶν τῆς Εὐρώπης. Οἱ ἐτησίοι ἀνεμοί πνέουν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν και καθ' ὠρισμένους ὥρας τοῦ ἔτους, ἤτοι ἀρχίζουν κατὰ τὸ τέλος τοῦ ἔαρος και λήγουν κατὰ τὰς ἀρχὰς τοῦ φθινοπώρου.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

128. Θερμοκρασία.— Διὰ τῆς ἀφῆς δοκιμάζομεν ἐὰν ἔν σῶμα εἶνε *ψυχρὸν* ἢ *θερμὸν*. Ὁ *βαθμὸς τῆς θερμάνσεως σώματός τινος* καλεῖται *θερμοκρασία* αὐτοῦ. Ὅταν σῶμά τι θερμαίνεται, λέγομεν ὅτι ἡ θερμοκρασία του *αὐξάνεται*, ὅταν δὲ ψύχεται, λέγομεν ὅτι ἡ θερμοκρασία του *ἐλαττοῦται*.

Ὅταν ὅμως ἔν σῶμα θερμαίνεται, ὁ ὄγκος του αὐξάνεται, ὅταν δὲ ψύχεται, ὁ ὄγκος του ἐλαττοῦται. Ἐπομένως, ἐκ τῶν μεταβολῶν τοῦ ὄγκου τοῦ τοιοῦτου σώματος, δυνάμεθα νὰ κρίνωμεν, ἐὰν ἐθερμάνθῃ ἢ ἐψύχθῃ, ἤτοι ἐὰν ἡ θερμοκρασία του ἠδῆξῆθῃ ἢ ἠλαττώθῃ. Ἐὰν ὁ ὄγκος τοῦ σώματος μὲν ἀμετάβλητος, και ἡ θερμοκρασία του εἶνε

τότε σταθερά. Διὰ τῆς ἐξετάσεως λοιπὸν τοῦ ὄγκου, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος.

Τὰ ὄργανα, τὰ χρησιμεύοντα πρὸς προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας, ὀνομάζονται θερμομέτρα.

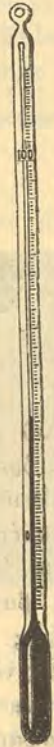
Ἐκ τῶν προηγουμένων καταφαίνεται ὅτι, διὰ τῆς συστολῆς και διαστολῆς τῶν σωμάτων, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν θερμοκρασίαν. Ἄρα, σχεδὸν πᾶν σῶμα δύναται νὰ χρησιμεύσῃ και ὡς θερμομέτρον. Ἄλλ' ὅσον περισσότερον διαστέλλεται τὸ σῶμα, τόσον περισσότερον αἰσθηταὶ εἶνε αἱ μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας, αἱ ὁποῖαι προῦκάλεσαν τὰς διαστολὰς ταύτας. Μεταξὺ τῶν διαφόρων σωμάτων, τὰ ἀέρια εἶνε τὰ μᾶλλον διασταλτά, ἀλλὰ δὲν εἶνε εὐχρηστα, διὸ προτιμῶνται συνήθως τὰ ὑγρά και ἰδίᾳ ὁ *ὕδραργυρος* και τὸ *οἰνόπνευμα*.

129. Ὑδραργυρικὸν θερμομέτρον.— Τὸ μᾶλλον ἐν χρήσει θερμομέτρον εἶνε τὸ *ὕδραργυρικόν*. Τὸ θερμομέτρον τοῦτο (σχ. 196) ἀποτελεῖται ἐκ σωλῆνος ὑαλίνου ἐσωτερικῆς διαμέτρου λίαν μικρᾶς και τῆς αὐτῆς πανταχοῦ, ἀπολήγοντος κατὰ τὸ ἐν ἄκρον εἰς δοχεῖον κυλινδρικὸν ἢ σφαιρικὸν πλήρες ὑδραργύρου. Τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ σωλῆνος εἶνε κλειστόν, ὁ δὲ σωλῆν εἶνε κενὸς ἀέρος.

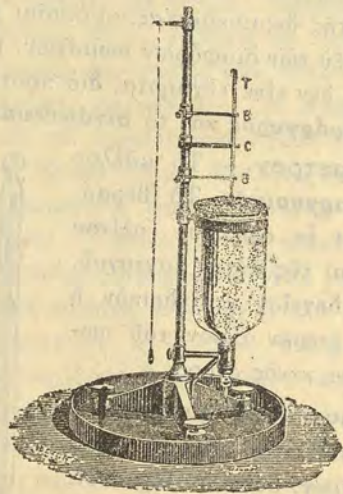
Ὅταν τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου θερμαίνεται, ὁ ὑδραργυρὸς του θερμαίνεται, διαστέλλεται και ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος τόσον περισσότερον, ὅσον ἡ θέρμανσις εἶνε ἰσχυροτέρα, ἤτοι ὅσον ἡ θερμοκρασία εἶνε μεγαλυτέρα. Τοῦναντίον, ἐὰν ὁ ὑδραργυρος ψυχθῇ, συστέλλεται τότε και κατέρχεται ἐν τῷ σωλῆνι. Ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶνε σταθερά, ὁ ὑδραργυρὸς μένει εἰς τὴν θέσιν του. Κατὰ μῆκος τοῦ σωλῆνος ἔχουν χαραχθῆ ἀριθμοὶ ἀπὸ τοῦ 0 μέχρι τοῦ 100, οἱ ὁποῖοι ἀντιστοιχοῦν εἰς τὰς διαφόρους θερμοκρασίας. Τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος ταύτης εὐρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον τοῦ σωλῆνος, ὅπου σταματᾷ ὁ ὑδραργυρὸς, ὅταν τὸ θερμομέτρον εἰσαχθῇ ἐντὸς τηκομένου πάγου. Ὁ δὲ ἀριθμὸς 100 εὐρίσκεται ἐκεῖ, ὅπου σταματᾷ ὁ ὑδραργυρὸς, ὅταν τὸ θερμομέτρον εἰσαχθῇ ἐντὸς τῶν ἀτμῶν ζέοντος ὕδατος ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν 760 χιλιοστομέτρων.

Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς σώματος, Σχ. 196 φέρεται τὸ σῶμα τοῦτο εἰς ἐπαφὴν μετὰ τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου.

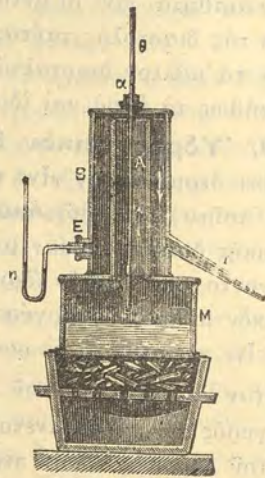
Βαθμολογία τοῦ θερμομέτρου.— Ἡ βαθμολογία τοῦ θερμομέ-



τρον τούτου γίνεται ὡς ἑξῆς. Πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ 0°, εἰσάγομεν τὸ θερμομέτρον ἐντὸς τετριμμένου πάγου (σχ. 197), περιεχομένου ἐντὸς δοχείου φέροντος ὀπὴν, δι' ἧς ἐκρέει τὸ ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου ὕδωρ. Ὁ ἐντὸς τοῦ θερμομέτρου ὑδράργυρος, μετὰ τινα χρόνον, παύει συστελλόμενος καὶ τὸ ἄκρον του σταματᾷ εἰς σημεῖον τι τοῦ σωλήνος ὀρισμένον. Εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο σημειοῦμεν 0, λέγομεν δὲ ὅτι ἡ θερμοκρασία αὕτη 0 εἶνε ἡ θερμοκρασία τοῦ τηκομένου πάγου.



Σχ. 197



Σχ. 198

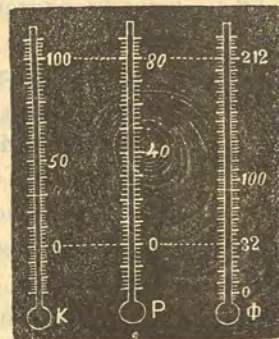
Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ 100, τὸ θερμομέτρον τοποθετεῖται ἐντὸς ὀρειχαλκίνου δοχείου (τὸ σχ. 198 παριστᾷ τὴν τομὴν του), ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀναπτύσσονται διὰ βρασμοῦ ἀτμοὶ ὕδατος. Τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου διατηρεῖται ὀλίγον τι ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ζέοντος ὕδατος. Ὁ ὑδράργυρος, θερμαινόμενος τότε ὑπὸ τῶν ἀτμῶν, διαστέλλεται βαθμηδὸν καί, μετὰ τινα χρόνον, παύει ἀνερχόμενος ἐντὸς τοῦ σωλήνος.

Εἰς τὸ σημεῖον, εἰς ὃ φθάνει νῦν τὸ ἄκρον τοῦ ὑδραργύρου, χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 100 (ἐὰν κατὰ τὴν στιγμήν τοῦ πειράματος ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶνε 760 χιλιοστῶν), λέγομεν δὲ ὅτι ἡ θερμοκρασία αὕτη τῶν 100 ἴνε ἡ θερμοκρασία τοῦ ζέοντος ὕδατος (ὑπὸ πίεσιν 760 χιλιοστῶν). Τέλος, ὑποδιαιρεῖται τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ τοῦ 100 διάστημα εἰς 100 ἴσα μέρη καὶ προεκτείνεται ἡ ὑποδιαιρέσις αὕτη ὑπεράνω τοῦ 100 καὶ κάτω τοῦ 0.

Κατὰ τὴν ἀναγραφὴν θερμοκρασίας τινός, ἵνα διακρίνωμεν ἐὰν πρόκειται περὶ βαθμοῦ ὑπεράνω τοῦ 0 ἢ κάτωθεν αὐτοῦ, οἱ μὲν πρῶτοι συνοδεύονται ὑπὸ τοῦ σημείου +, οἱ δὲ δεύτεροι ὑπὸ τοῦ —. Π.χ. ἡ θερμοκρασία τῶν 25 βαθμῶν ὑπὲρ τὸ μηδὲν γράφεται + 25°, ἡ δὲ θερμοκρασία 25 βαθμῶν ὑπὸ τὸ μηδὲν γράφεται — 25°. Εἰς τὴν κλίμακα ταύτην, ἣτις φέρει τὸ ὄνομα τοῦ προτεινάντος αὐτήν Κελσίου, ἡ μεγίστη θερμοκρασία ἀνθρώπου ἐφήβου ὄγιοθς εἶνε + 37°.

Ἄλλαι κλίμακες.—Ἐκτὸς ὅμως τῆς κλίμακος ταύτης, ὑπάρχει καὶ ἄλλη, ἡ τοῦ Ρεωμύρου, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ μὲν θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος (ὑπὸ πίεσιν 760 χιλιοστῶν) παρίσταται διὰ τοῦ 80, ἡ δὲ θερμοκρασία τοῦ τηκομένου πάγου ἐπίσης διὰ τοῦ 0 καὶ τὸ μεταξὺ 0 καὶ 80 διάστημα διαιρεῖται εἰς ὀγδοήκοντα ἴσα μέρη (σχ. 199). Τοιοῦτοτρόπως 100 βαθμοὶ Κελσίου ἀντιστοιχοῦν μὲ 80 Ρεωμύρου καί, ἐπομένως, **διὰ τὰ μετατρέψωμεν βαθμοὺς Κελσίου εἰς βαθμοὺς Ρεωμύρου, δεόν νὰ πολλαπλασιάσωμεν αὐτοὺς ἐπὶ $\frac{80}{100}$, ἧτοι ἐπὶ $\frac{4}{5}$. Καί, ἀντιστρόφως, οἱ βαθμοὶ Ρ μετατρέπονται εἰς βαθμοὺς Κ πολλαπλασιαζόμενοι ἐπὶ $\frac{5}{4}$.**

Εἰς τὴν Ἀγγλίαν καὶ τὴν Ἀμερικὴν γίνεται ἰδίως χρῆσις ἄλλης κλίμακος, τῆς τοῦ Φαρενάιτ, εἰς ἣν τὸ 0 ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ψῦχος, τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἀναμίξεως ἴσων βαρῶν τετριμμένου πάγου καὶ ἀμμωνιακοῦ ἄλατος, ἡ δὲ θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος παρίσταται διὰ τοῦ 212 (σχ. 199). Ἡ θερμοκρασία 0 τῆς κλίμακος Κ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν θερμοκρασίαν 32 τῆς τοῦ Φ. Ἄρα 100 βαθμοὶ Κ ἀντιστοιχοῦν πρὸς 212 — 32 = 180 βαθμοὺς Φ, καί, ἐπομένως, **βαθμοὶ Κ μετατρέπονται εἰς**



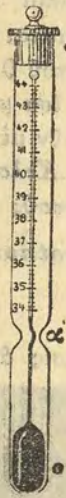
Σχ. 199

βαθμοὺς Φ, ἐὰν πολλαπλασιασθοῦν ἐπὶ $\frac{9}{5}$ καὶ εἰς τὸ ἐξαγόμενον προστεθῇ τὸ 32. Καὶ ἀντιστρόφως, οἱ τοῦ Φ βαθμοὶ μετατρέπονται εἰς βαθμοὺς Κ, ἐὰν πρῶτον ἀφαιρεθῇ ἐξ αὐτῶν τὸ 32 καὶ ἡ διαφορὰ πολλαπλασιασθῇ ἐπὶ $\frac{5}{9}$.

130. Οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον.—Πρὸς προσδιορισμὸν ἴλιαν σχετικῶς χαμηλῶν θερμοκρασιῶν καὶ μάλιστα κατωτέρων τῆς

—39° K, γίνεται χρήσις οὐχὶ τοῦ ὑδραργύρου, ἀλλὰ τοῦ οἰνοπνεύματος· διότι ὁ ὑδραργυρος πήγνυται εἰς —39°, 4 K. Τὸ ὄργανον τότε βαθμολογεῖται ἐν συγκρίσει πρὸς ὑδραργυρικόν. Τὰ θερμομέτρα ὁμῶς ταῦτα δὲν παρέχουν ἀκριβεῖς ἐνδείξεις, ἔνεκα τῆς ἐξατμίσεως τοῦ οἰνοπνεύματος ἐν τῷ κενῷ σωλῆνι, καὶ τῆς ἀκανονίστου διαστολῆς τοῦ οἰνοπνεύματος.

131. Ἀκροβάθμια θερμομέτρα.—Ἡ θερμοκρασία τῶν σωμάτων συνήθως δὲν μένει ἡ αὐτή, ἀλλὰ μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρόνου. Ἐὰν λοιπὸν θέλωμεν νὰ γνωρίζωμεν, κατὰ τὰς μεταβολὰς ταύτας, ποία ἦτο ἡ *μεγίστη* ἢ ἡ *ἐλαχίστη* θερμοκρασία, ποιοῦμεν χρήσιν ἰδίων θερμομέτρων, τῶν *ἀκροβαθμίων*. Π. χ. τὰ ἰατρικὰ ὑδραργυρικὰ θερμομέτρα (σχ. 200) εἶνε κατασκευασμένα τοιοῦτοτρόπως, ὥστε νὰ παρέχουν τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν. Πρὸς τοῦτο συνήθως εἰς τὸ κατώτερον μέρος, παρὰ τὴν λεκάνην, ἔχουν ὑποστῆ στροβλὴν τινα στένωσιν, ἔνεκα τῆς ὁποίας ὁ ὑδραργυρος ἀνέρχεται μὲν ἐν τῷ σωλῆνι κατὰ τὴν διαστολὴν του, δὲν δύναται ὁμῶς διὰ ψύξεως νὰ κατέλθῃ πλέον καὶ νὰ εἰσέλθῃ εἰς τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου, ἐκτὸς ἐὰν ὑποστῆ τοῦτο τινα γμοὺς ἀποτόμους. Ἐὰν λοιπὸν τοιοῦτον θερμομέτρον τεθῆ π. χ. ὑπὸ τὴν μασχάλην ἀσθενοῦς ἐπὶ 10 λεπτὰ τῆς ὥρας καὶ κατόπιν ἐξαχθῆ, θὰ ἔχωμεν εἰς τὸ θερμομέτρον διαρκῶς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀσθενοῦς.

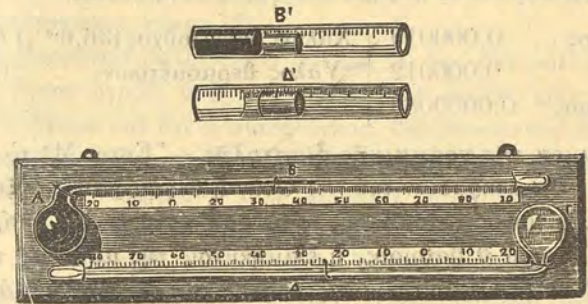


Σχ. 200

Μεγιστοβάθμιον Rutherford. — Τὸ μεγιστοβάθμιον τοῦτο (AB σχ. 201) πληροῦται δι' ὑδραργύρου, ἐν τῷ σωλῆνι δὲ καὶ ἀνωθεν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ὑπάρχει δείκτης ἐκ χάλυβος Β'. Ὄταν ὁ ὑδραργυρος διαστέλλεται, ὁ δείκτης παρὰσφύρεται μένων πάντοτε ἐκτὸς τοῦ ὑδραργύρου. Ὄταν ὁμῶς ὁ ὑδραργυρος συστέλλεται, ὁ δείκτης δὲν ἀκολουθεῖ αὐτόν, ἀλλὰ μένει εἰς τὴν θέσιν εὐρίσκειται. Οὕτως, ἢ πρὸς τὸν ὑδραργυρον ἄκρα τοῦ δείκτην δεικνύει τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν.

Ἐλαχιστοβάθμιον Butherford. — Διὰ τοῦ θερμομέτρου τοῦτου εὐρίσκειται ἡ ἐλαχίστη θερμοκρασία· πληροῦται δὲ τοῦτο δι' οἰνοπνεύματος, ἐν τῷ ὁποίῳ ὑπάρχει κυλινδρικός *δείκτης* ἐκ σμάλτου (Δ', σχ. 201), φέρων εἰς τὸ ἄνω ἄκρον αὐτοῦ κεφαλὴν στρογγύλην διαμέτρου μεγαλυτέρας τῆς τοῦ λοιποῦ σώματος. Τὸ θερμομέτρον τοῦτο τοποθετεῖται ὀριζογίως, ἀφοῦ καταβιβασθῆ ὁ δείκτης του.

Ὄταν ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται, τὸ οἰνόπνευμα, διαστελλόμενον, ἀναβαίνει ἐν τῷ θερμομετρικῷ σωλῆνι, διερχόμενον μεταξὺ τῶν τοίχων τοῦ σωλῆνος καὶ τοῦ δείκτην χωρὶς νὰ συμπαρὰσφύρῃ τοῦτον· ὅταν δὲ, τοῦναντίον, ἡ θερμοκρασία καταπίπτῃ, τὸ οἰνόπνευμα, συστέλλόμενον, κατέρχεται, ἢ δὲ κορυφῆ τῆς οἰνοπνευματικῆς στήλης, συνιστῶσα τὴν



Σχ. 201

κεφαλὴν τοῦ δείκτην, συμπαρὰσφύρει τοῦτον πρὸς τὰ κάτω, συνεπιέγει τῆς συνοχῆς αὐτοῦ μετὰ τοῦ οἰνοπνεύματος. Ἀφ' ἧς δὲ στιγμῆς τὸ οἰνόπνευμα παύσῃ κατερχόμενον, δηλαδὴ ὅταν ἡ θερμοκρασία παύσῃ νὰ καταπίπτῃ, τότε καὶ ὁ δείκτης δὲν κατέρχεται πλέον καὶ συνεπῶς σταματᾷ εἰς ὃ σημεῖον καὶ ἡ κορυφῆ τῆς οἰνοπνευματικῆς στήλης ἔπαυσε κατερχομένη, ἦτοι εἰς τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν· ἄρα, *ἡ κεφαλὴ τοῦ δείκτην δεικνύει τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν.*

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

132. Μέτρησις τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν.— Ὡς εἶδομεν, ἡ θέρμανσις τῶν στερεῶν σωμάτων προκαλεῖ τὴν διαστολὴν αὐτῶν. Καλοῦμεν *γραμμικὴν διαστολὴν* ῥάβδου ἀπὸ 0° εἰς Θ° *τὴν ἐπιμήκυνσιν, ἣν ὑφίσταται ἡ μονὰς τοῦ μήκους τῆς ῥάβδου, ὅταν θερμομανθῆ ἀπὸ 0° εἰς Θ°*. Π. χ. ῥάβδος σιδηρᾷ 1 μέτρον καὶ θερμοκρασίας 0°, ἐπιμηκύνεται κατὰ 0,0012 μέτρα, ὅταν θερμομανθῆ μέχρις 100°. Ὁ ἀριθμὸς 0,0012 εἶνε ἡ *γραμμικὴ διαστολὴ* τοῦ σιδήρου ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας 0° ἕως 100°.

Ἐκ τῶν γενομένων μετρήσεων ἀνευρέθη, ὅτι ἡ σιδηρᾷ ῥάβδος ἐπιμηκύνεται 100άκις ὀλιγώτερον, ἐὰν θερμομανθῆ ἀπὸ 0° εἰς 1° παρ' ὅσον ἐπεμηκύνθη θερμομανθεῖσα ἀπὸ 0° εἰς 100°. Καὶ γενικῶς ἀπεδείχθη, ὅτι ἡ *γραμμικὴ διαστολὴ εἶνε αἰσθητῶς ἀνάλογος πρὸς τὴν θερμο-*

κρυσίαν. Ἡ ἐπιμήκυνσις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται ράβδος μήκους ἴσου πρὸς τὴν μονάδα, ὅταν θερμανθῇ κατὰ 1°, ὀνομάζεται **συντελεστής τῆς γραμμικῆς διαστολῆς** τῆς ράβδου ταύτης. Αἱ γενόμεναι μετρήσεις ἀπέδειξαν ὅτι τὰ διάφορα σώματα διαστέλλονται κατὰ διάφορον ποσόν, ἥτοι ἔχουν διαφόρους συντελεστὰς διαστολῆς.

Ὁ ἐπόμενος πίναξ παρέχει τοιοῦτους συντελεστὰς.

Ὅρειχαλκος	0,000019	Χάλυψ νικελιοῦχος (36,6%)	0,0000008
Σίδηρος	0,000012	Ἰσχυρὸς θερμομέτρω	0,0000074
Λευκόχρυσος	0,0000089		

Διώνυμον τῆς γραμμικῆς διαστολῆς.—Ἐστω M^0 τὸ μήκος ράβδου εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0 . Ὄταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνεται κατὰ 1 βαθμόν, ἡ μονὰς τοῦ μήκους αὐξάνεται κατὰ λ , ἐὰν δὲ ἡ θερμοκρασία αὐξηθῇ κατὰ θ βαθμούς, ἡ ἐπιμήκυνσις τῆς μονάδος τοῦ μήκους θὰ εἶνε $\lambda\theta$. Οὕτω ἑκάστη μονὰς τοῦ μήκους τῆς ράβδου ἀπὸ 1 γίνε-
ται $1 + \lambda\theta$. Ἐπομένως, ἡ ράβδος ὀλικοῦ μήκους M^0 θὰ γίνῃ

$$M = M^0 (1 + \lambda\theta) \quad (1)$$

ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξηθῇ ἀπὸ 0^0 εἰς θ^0 . Ἡ παράστασις $(1 + \lambda\theta)$ καλεῖται **διώνυμον τῆς διαστολῆς**.

Κυβικὴ διαστολή.—Ὄταν ἐν στερεὸν σῶμα θερμαίνεται, ὁ ὄγκος αὐτοῦ αὐξάνεται καὶ καλοῦμεν **κυβικὴν διαστολὴν** μεταξὺ τῆς θερμοκρασίας 0^0 καὶ τῆς θ^0 τὴν αὕξησιν K τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνεται ἀπὸ 0^0 εἰς θ^0 . **Συντελεστής τῆς κυβικῆς διαστολῆς** καλεῖται ἡ αὕησις τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ σώματος, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνεται κατὰ 1 βαθμόν. Ἐπομένως, ἐὰν V^0 καὶ V εἶνε οἱ ὄγκοι τοῦ σώματος εἰς τὰς θερμοκρασίας 0^0 καὶ θ^0 καὶ κ , ὁ συντελεστής τῆς κυβικῆς διαστολῆς, θὰ ἔχωμεν

$$V = V^0 (1 + \kappa\theta) \quad (2)$$

Ἡ παράστασις $(1 + \kappa\theta)$ καλεῖται **διώνυμον τῆς κυβικῆς διαστολῆς** (1).

(1) Τὴν κυβικὴν διαστολὴν τοῦ σώματος, ὡς καὶ τὸν συντελεστὴν αὐτῆς, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν ἐκ τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ σώματος τούτου.

Πράγματι, θεωρήσωμεν κύβον ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας καὶ ἀκμῆς ἴσης πρὸς τὴν μονάδα τοῦ μήκους εἰς τὴν θερμοκρασίαν δὲ 0^0 . Ἐὰν θερμανθῇ ὁ κύβος οὗτος κατὰ 1 βαθμόν, ὁ ὄγκος του V θὰ εἶνε

$$V = 1 \kappa + (1 + \lambda)^3 = 1 + 3\lambda + 3\lambda^2 + \lambda^3$$

Ἐπειδὴ δὲ τὸ λ εἶνε πολὺ μικρόν, τὰ $3\lambda^2$ καὶ λ^3 εἶνε μηδαμινὰ καὶ δυνάμεθα νὰ

133. Μέτρησις τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τῶν ὑγρῶν.—Καλεῖται **πραγματικὴ διαστολὴ** ὑγροῦ τινος ἀπὸ 0^0 εἰς θ^0 ἡ **αὕησις, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου τοῦ ὑγροῦ τούτου, ὅταν θερμανθῇ ἀπὸ 0^0 εἰς θ^0** . Ἡ διαστολή, ἣν ὑφίσταται ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου, ὅταν θερμανθῇ κατὰ 1°, καλεῖται **συντελεστής τῆς κυβικῆς διαστολῆς** τοῦ ὑγροῦ. Καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ὑγρῶν, θὰ ἔχωμεν τὸν προηγουμένον τύπον (2).

Ἐκ τῶν γενομένων μετρήσεων, ἀπεδείχθη ὅτι, διὰ πολλὰ ὑγρά, ἡ αὕησις τοῦ ὄγκου ὑγροῦ, θερμανθέντος ἀπὸ 0^0 εἰς θ^0 , εἶνε αἰσθητῶς ἀνάλογος τοῦ ὄγκου καὶ ὅτι ὁ αὐτὸς ὄγκος, θερμαινόμενος ἀπὸ 0^0 εἰς θ^0 , ὑφίσταται διαστολὴν αἰσθητῶς ἀνάλογον τῆς θερμοκρασίας.

Διαστολὴ τοῦ ὕδατος.—Ἐὰν λάβωμεν δοχεῖον μετὰ σωλῆνος (σχ. 188) καὶ ἀφοῦ τὸ γεμίσωμεν μὲ ὕδωρ, τὸ θέσωμεν ἐντὸς τηκομένου πάγου, θὰ παρατηρήσωμεν τὰ ἑξῆς. Ἡ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἐπιφάνεια τοῦ ψυχομένου ὕδατος κατέρχεται, ἕνεκα συστολῆς τοῦ ὕδατος, καὶ τέλος σταματᾷ εἰς τι σημεῖον A , ὅτε ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἶνε 0 . Μετὰ ταῦτα ἐξάγωμεν τὸ δοχεῖον ἐκ τοῦ τηκομένου πάγου καὶ τὸ ἀφήνωμεν νὰ θερμανθῇ. Βλέπομεν τότε ὅτι, ἐνῶ τὸ ὕδωρ ὀλίγον κατ' ὀλίγον θερμαίνεται, ἐν τούτοις ἐν ἀρχῇ ἡ ἐπιφάνειά του ἀπὸ τοῦ σημείου A **κατέρχεται** μέχρι σημείου τινὸς B , ἥτοι τὸ ὕδωρ **συστέλλεται**. Ἀμα δὲ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ τὸ 0^0 γίνῃ 4^0 , τότε ἀρχίζει ἡ ἐπιφάνειά του νὰ ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ φθάνει εἰς ἄλλο σημεῖον Γ , ἥτοι τὸ ὕδωρ, ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας 4^0 καὶ ἄνω, **διαστέλλεται**. Τὸ ὕδωρ λοιπόν, ψυχόμενον, παρουσιάζει μεταβολὰς τοῦ ὄγκου τοῦ οὐχὶ συνήθεις. Ὄταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ἔλαττουται, τοῦτο συστέλλεται συνεχῶς, μέχρις ὅτου ἡ θερμοκρασία του γίνῃ $+4^0$. Ἐὰν ὅμως ἡ θερμοκρασία ἐξακολουθήσῃ ἐλαττουμένη ἀκόμη κάτω τῶν $+4^0$, τὸ ὕδωρ, ἀντὶ νὰ ἐξακολουθήσῃ συστελλόμενον, τοῦναντίον, **διαστέλλεται** καὶ τέλος πήγνυται εἰς 0^0 .

Καί, τοῦναντίον, ἐὰν θερμανθῇ ὕδωρ θερμοκρασίας μεταξὺ 0^0 καὶ $+4^0$ δὲν διαστέλλεται, ἀλλὰ **συστέλλεται**, μέχρις ὅτου ἡ θερμοκρα-

τὰ παραλειψομεν καὶ νὰ ἔχωμεν

$$1 + \kappa = 1 + 3\lambda \quad \text{ἔξ ἧς} \quad \kappa = 3\lambda.$$

Ἄρα, ὁ συντελεστής τῆς κυβικῆς διαστολῆς κ εἶνε **τριπλάσιος τοῦ συντελεστοῦ τῆς γραμμικῆς διαστολῆς λ** .

Ὅμοίως εὐρίσκομεν ὅτι ἡ κυβικὴ διαστολὴ ἑνὸς σώματος εἶνε **τριπλάσιος** τῆς γραμμικῆς.

αία του γίνη +4°, ὅτε ἀρχίζει διαστελλόμενον. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι τὸ ὕδωρ ἔχει τὴν μεγίστην πυκνότητα εἰς +4°.

134. Μέτρησις τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων.—Ἐξ ὅλων τῶν γενομένων μετρήσεων, συνάγεται, ὅτι ὁ *συντελεστὴς τῆς διαστολῆς* ὑπὸ πίεσιν σταθερὰν ἀερίου τινός, ἦτοι ἡ ἀΐξις τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου του, ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀνυψωθῆ κατὰ 1° *χωρὶς νὰ μεταβληθῆ ἡ πίεσις του*, εἶνε ἴσος πρὸς 0,0036, ἦτοι περίπου $\frac{1}{273}$, *οἷον-δήποτε καὶ ἂν εἶνε τὸ ἀέριον*.

Ὁ αὐτὸς δὲ ἀριθμὸς 0,0036 παριστᾷ καὶ τὸν *συντελεστὴν τῆς ἀΐξεως τῆς πίεσεως* οἰουδήποτε ἀερίου, ἦτοι τὴν ἀΐξιν, ἣν ὑφίσταται ἡ μονὰς τῆς τάσεως ἀερίου οἰουδήποτε *ὑπὸ ὄγκον σταθερόν*, ὅταν ἀΐξηθῆ ἡ θερμοκρασία του κατὰ 1°.

Π. χ. ποσότης ἀερίου, τοῦ ὁποῖου ἡ πίεσις εἰς 0° εἶνε 1 μέτρον ὕψους ὑδραργύρου, θερμοανθεῖσα μέχρις 100° ἔχει, ὑπὸ ὄγκον τὸν αὐτόν, πίεσιν ἴσην πρὸς $(1+0,00367 \times 100) = 1,367$ μέτρα ὑδραργύρου.

Κατὰ τὰ γενόμενα πειράματα εὐρέθη ἐπίσης, ὅτι

1ον. *Ἡ ἀριθμητικὴ τιμὴ τοῦ β εἶναι πρακτικῶς ἀνεξάρτητος τῆς ἀρχικῆς πίεσεως H*. Οὕτω π. χ. 1000 κυβ. ἐκ. ἀέρος εἰς 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 1 ἀτμοσφαιρας, εἰς τὴν θερμοκρασίαν 100° ἔχουσι πίεσιν $1+0,00367 \times 100 = 1,367$ ἀτμ. Ἀλλὰ καὶ 1000 κυβ. ἐκ. ἀέρος εἰς θερμοκρασίαν 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 2 ἀτμοσφ., εἰς τὴν θερμοκρασίαν 100° ἔχουσι πίεσιν $(2+2 \times 0,00367 \times 100) = (1,367) 2$ ἀτμοσφ.

2ον. *Ἡ ἀριθμητικὴ τιμὴ τοῦ β δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀνυψώσεως τῆς θερμοκρασίας ἀπὸ 0° εἰς θ°*. Οὕτω π. χ. 1000 κυβ. ἐκ. ἀέρος 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 1 ἀτμοσφ., εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 150° ἔχουσι πίεσιν $1+0,00367 \times 50$. Ἀλλὰ καὶ 1000 κυβ. ἐκ. ἀέρος εἰς 70° καὶ ὑπὸ πίεσιν 1 ἀτμοσφ., εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 120° ἔχουσι πίεσιν $1+0,00367 \times 50$, ἔνθα 50 εἶναι ἡ ἀΐξις τῆς θερμοκρασίας 120 - 70. Ἐκ τῆς πραγματικῆς ἀποδείξεως τούτου δέον νὰ ἐξαιρεθῆ τὸ ὕδρογόνον, ὅπερ ἐχρησιμοποιοῦνται πρὸς ὄρισμὸν τῆς θερμοκρασίας καὶ *εδέχθημεν* ὅτι ἀκολουθεῖ τὴν προηγουμένην ἀναλογίαν. Κατὰ τὰ γενόμενα δὲ πειράματα, τὰ ἐπίλοιπα ἀέρια παρουσιάζουσι τὴν ιδιότητα ταύτην τοῦ ὕδρογόνου ὑπὸ ὄρους ἀρκούντως μεμακρυσμένους τῶν τῆς ὑγραποισέως των.

135. Γενικὴ ἐξίσωσις τῶν ἀερίων.—Θὰ ζητήσωμεν νῦν νὰ εὕρωμεν, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν προηγουμένων πειραματικῶν ἀποτελεσμάτων, ποία σχέσις ὑφίσταται μεταξύ τοῦ ὄγκου, τῆς θερμοκρασίας καὶ

τῆς πίεσεως ἀερίου τινός, λαμβανομένου εἰς δύο διαφόρους θερμοκρασίας 0° καὶ θ°.

Ἐστω P καὶ V ἡ πίεσις καὶ ὁ ὄγκος ὄρισμένης μάζης ἀερίου εἰς θ°. Ἐὰν ψύξωμεν τὸ ἀέριον τοῦτο ὑπὸ πίεσιν σταθερὰν ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας θ° εἰς τὴν 0°, θὰ ἔχωμεν

$$\text{ὄγκον} = \frac{V}{1 + \alpha\theta}, \quad \text{πίεσιν} = P, \quad \text{θερμοκρασίαν} = 0^\circ.$$

Ἐὰν ὁμως ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου ἦτο P° εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν 0°, ὁ ὄγκος του θὰ ἦτο V°. Ἄς ἐφαρμόσωμεν τὸν νόμον τῶν Mariotte-Boyle ἐπὶ τοῦ ἀερίου τούτου, τὸ ὁποῖον εἰς τὴν θερμοκρασίαν 0° ἔχει: δι' ὄγκον V°, πίεσιν P°, δι' ὄγκον $\frac{V}{1 + \alpha\theta}$, πίεσιν P. Θὰ ἔχωμεν (§ 125)

$$P_0 \times V_0 = P \times \frac{V}{1 + \alpha\theta} \quad (1)$$

Θεωρήσωμεν νῦν τὸ ἀέριον ὑπὸ ἄλλην θερμοκρασίαν θ' καὶ ἄλλην πίεσιν θ' ἔχωμεν ὁμοίως

$$P_0 V_0 = P' \times \frac{V'}{1 + \alpha\theta'} \quad (2)$$

Ἐκ τῶν σχέσεων (1) καὶ (2) λαμβάνομεν

$$\frac{PV}{1 + \alpha\theta} = \frac{P'V'}{1 + \alpha\theta'}$$

τοῦτο δὲ οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶνε τὰ P', V' καὶ θ' τῆς ὀρισθείσης μάζης τοῦ ἀερίου οὕτως, ὥστε δυνάμεθα νὰ θέσωμεν

$$\frac{PV}{1 + \alpha\theta} = \text{σταθεροῦ K} \quad (3)$$

Ἦτοι: *τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ὄρισμένης ποσότητος ἀερίου ἐπὶ τὴν πίεσιν του, διαιρεθὲν διὰ τοῦ διωνύμου τῆς διαστολῆς, εἶναι ἀριθμὸς σταθερός*.

Ἡ ἐξίσωσις (3) ἀποτελεῖ τὴν *γενικὴν ἐξίσωσιν* τῶν ἀερίων καὶ περιλαμβάνει τοὺς νόμους τῆς συμπεστικότητος (Mariotte-Boyle) καὶ τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

136. Θερμότης καὶ πηγὰὶ αὐτῆς.— Ἐκαλέσαμεν ἤδη *θερμότητα* τὸ αἷτιον, τὸ ὁποῖον προκαλεῖ εἰς ἡμᾶς τὸ αἰσθημα τοῦ ψυχροῦ ἢ τοῦ θερμοῦ. Ὄταν ὁ ἥλιος, ἡ πυρὰ, ἡ φλόξ λαμπάδος, μᾶς θερμαίνουν, λέγομεν ὅτι μᾶς *πέμπουν θερμότητα*. Ὄταν δεχόμεθα ὕδωρ θερμὸν ἢ ρεῦμα ἀέρος θερμὸν, λέγομεν, ὅτι ταῦτα μᾶς παρέχουν θερμότητα.

Ἐπίσης, ὅταν ράβδος σιδηρᾶ λίαν θερμῆ βυθίζεται ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος, τὸ μὲν ὕδωρ θερμαίνεται, ἡ δὲ σιδηρᾶ ράβδος ψύχεται καὶ λέγομεν, ὅτι αὕτη μὲν *παρέσχε θερμότητα* εἰς τὸ ὕδωρ, τοῦτο δὲ *ἔδεδεχθη θερμότητα* ἐξ ἐκείνης. Ἐν γένει, μεταξὺ διαφόρων σωμάτων, εὐρισκομένων ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χώρου, πέραν τοῦ ὁποίου δὲν ἐξέρχεται θερμότης, παράγονται φαινόμενα, αἵτινα ἔχουν ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας τινῶν ἐκ τῶν σωμάτων τούτων καὶ τὴν ταπεινώσιν τῆς θερμοκρασίας ἄλλων, μέχρις ὅτου ἡ θερμοκρασία ὅλων τῶν σωμάτων καταστῆ ἡ αὐτή. Δεχόμεθα ὅτι ὑπὸ τοὺς ὄρους τούτους *ἕκαστον σῶμα παραχωρεῖ θερμότητα εἰς πάντα τὰ λοιπά, τὰ ἔχοντα θερμοκρασίαν μικροτέραν καὶ λαμβάνει θερμότητα ἐκ τῶν σωμάτων, ὧν ἡ θερμοκρασία εἶνε μεγαλυτέρα*. Πᾶν σῶμα εἶνε *πηγὴ θερμότητος* διὰ πᾶν ἄλλο κατωτέρας θερμοκρασίας.

Ἄς ἴδωμεν νῦν πῶς μεταδίδεται ἡ θερμότης ἀπὸ ἑν σῶμα εἰς ἄλλο.

α) ΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

137. Ἀγωγή τῆς θερμότητος.— ΠΕΙΡΑΜΑ 1.— Ἐὰν λάβωμεν ψυχρὰν ράβδον μεταλλίνην, π. χ. σιδηρᾶν, καὶ θέσωμεν τὸ ἐν ἄκρον τῆς ἐντὸς πυρᾶς, θὰ παρατηρήσωμεν μετ' ὀλίγον ὅτι καὶ τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς εἶνε θερμὸν, ὅπως καὶ ὀλόκληρος ἡ ράβδος. Ἡ θερμότης μετεδόθη ἀπὸ τὸ θερμαινόμενον ἄκρον ἕως τὸ ἄλλο καὶ ὀλόκληρος ἡ ράβδος ἐθερμάνθη.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.— Ἐὰν λάβωμεν δύο σῶματα, ἐν θερμὸν καὶ ἐν ψυχρὸν, καὶ τὰ φέρωμεν εἰς ἐπαφήν, θὰ ἴδωμεν μετ' ὀλίγον, ὅτι τὸ ψυχρὸν σῶμα θερμαίνεται ἡ θερμότης ἀπὸ τὸ θερμὸν σῶμα μετεδόθη εἰς τὸ ψυχρὸν.

Συμπέρασμα.— Εἰς τὰ πειράματα αὐτά, ἡ μετάδοσις τῆς θερμότητος γίνεται ἀπὸ τοῦ θερμαινόμενου μέρους τοῦ σώματος εἰς τὸ ἀμέσως ἐπόμενον ψυχρὸν, καὶ ἀπὸ αὐτὸ εἰς τὸ κατόπιν καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ σώματος.

Ὁρισμός.— *Ἡ βαθμιαία μετάδοσις τῆς θερμότητος ἐντὸς ἐνὸς σώματος ἀπὸ τὰ θερμὰ μέρη του πρὸς τὰ ἀμέσως κατόπιν ψυχρὰ καλεῖται μετάδοσις δι' ἀγωγῆς.*

128. Καλοὶ καὶ κακοὶ ἄγωγοί.— ΠΕΙΡΑΜΑ.— Ἐὰν θέσωμεν τὸ ἄκρον μικροῦ τεμαχίου ξύλου ἐντὸς τῆς φλογὸς κηρίου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι οὐδὲν αἰσθανόμεθα ἐπίσης οὐδὲν αἰσθανόμεθα ἀνάπτοντες πυρεῖον.

Ἄν ὅμως θέσωμεν τὸ ἄκρον καρφίου σιδηροῦ εἰς τὴν φλόγα τοῦ κηρίου ἢ τοῦ πυρεῖου, αἰσθανόμεθα εἰς τὰ δάκτυλά μας ἀνυπόφορον θέρμανσιν. Ὡστε διὰ μὲν τοῦ σιδηροῦ καρφίου, ἡ θερμότης μετεδόθη εὐκόλως καὶ ταχέως μέχρι τῶν δακτύλων μας, ἐνῶ διὰ τοῦ ξύλου δὲν μετεδόθη θερμότης οὐδὲ εἰς μικρὰν σχετικῶς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ θερμανθέντος ἄκρου.

Ὁμοίως παρατηροῦμεν ὅτι δι' ὅλων τῶν μετάλλων μεταδίδεται ἡ θερμότης εὐκόλως καὶ ταχέως, ἐνῶ διὰ τοῦ ξύλου, τῆς ὕαλου, τῶν ρητινῶν καὶ ἄλλων σωμάτων δὲν συμβαίνει τοῦτο.

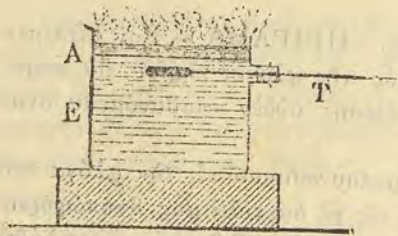
Ὁρισμός.— Τὰ σῶματα, ὅπως τὰ μέταλλα, τὰ ὁποῖα μεταδίδουν τὴν θερμότητα εὐκόλως καὶ ταχέως, ὀνομάζονται *εὐθερμαγωγὰ ἢ καλοὶ ἄγωγοὶ τῆς θερμότητος*. Τὰ λοιπὰ σῶματα ὅπως τὸ ξύλον, ἡ ὕαλος κλπ. ὀνομάσθησαν *δυσθερμαγωγὰ ἢ κακοὶ ἄγωγοὶ τῆς θερμότητος*.

Ἐνεκα τῆς μεταξὺ τῶν σωμάτων διαφορᾶς ταύτης, ὡς πρὸς τὴν ἀγωγὸν δύναμιν τῆς θερμότητος, προέρχεται τὸ ἐξῆς φαινόμενον. Ὄταν κατὰ τὸν χειμῶνα, λαμβάνωμεν ἀνὰ χεῖρας διάφορα σῶματα, ὡς τεμαχίον ξύλου, μέταλλον, μαρμάρου, τῶν ὁποίων ἡ θερμοκρασία εἶναι ἡ αὐτή, παρατηροῦμεν, ὅτι τὰ μέταλλα φαίνονται πολὺ ψυχρότερα τοῦ ξύλου. Διότι τὰ μέταλλα, ἐπειδὴ εἶνε καλοὶ ἄγωγοὶ τῆς θερμότητος, ἀφαιροῦν εὐχερῶς ταύτην ἐκ τῆς χειρὸς μας, ἡ ὁποία τοιουτοτρόπως, ψύχεται, ἐνῶ τὸ ξύλον, ὡς κακὸς ἄγωγός, δυσκόλως ἐπιτρέπει εἰς τὴν θερμότητα τῆς χειρὸς μας, νὰ μεταδοθῆ εἰς αὐτό. Ἐὰν καλύψωμεν τὴν παλάμην ἡμῶν δι' ὀλίγης τέφρας, δυνάμεθα ἐπὶ ταύτης νὰ θέσωμεν ἀνθρακας ἀνημμένους, χωρὶς νὰ καῶμεν. Διότι ἡ τέφρα εἶνε κακὸς ἄγωγός καὶ δὲν ἀφίνει τὴν θερμότητα νὰ φθάσῃ μέχρι τῆς χειρὸς μας. Σῶμα μεταλλινόν, ἐφ' οὗ ἐφηρμόσθη καλῶς ὕφασμα, δύναται νὰ θερ-

μανθῆ δι' ἐπαφῆς μετ' ἀνημέμον ἀνθρακος, χωρὶς νὰ καῖ τὸ ὕφασμα. Διότι τὸ μετάλλινον σῶμα ἀπορροφᾷ ταχέως τὴν θερμότητα, τὴν προσφερομένην ὑπὸ τοῦ ἀνθρακος εἰς τὸ ὕφασμα.

138. Ἀγωγή τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν ἀερίων.—ΠΕΙΡΑΜΑ 1.—

Ὑπεράνω τοῦ ὕδατος δοχείου ὑαλίνου Ε (σχ. 202), προσθέτομεν ὀλίγον οἰνόπνευμα Α, ἐντὸς δὲ τοῦ ὕδατος καὶ ὑποκάτω τοῦ οἰνόπνευματος θέτομεν θερμομέτρον Τ. Ἐὰν ἀνάψωμεν τὸ οἰνόπνευμα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ θερμομέτρον δὲν θερμαίνεται. Τὸ ὕδωρ λοιπὸν εἶνε κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος.



Σχ. 202

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.— Ἐὰν θερμώσωμεν δοχεῖον ὑαλίνον μὲ ὕδωρ,

εἰς τὸ ὁποῖον ἔχομεν ρίψει ρινίσματα ξύλου, θὰ ἴδωμεν ὅτι τὰ ρινίσματα αὐτὰ κατέρχονται πρὸς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου καὶ κατόπιν ἐπανέρχονται πάλιν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος καὶ πάλιν βυθίζονται, διότι παρασύρονται ἀπὸ ρεύματα τοῦ ὕδατος, τὰ ὁποῖα ἀνέρχονται καὶ κατέρχονται. Συγχρόνως τὸ ὕδωρ θερμαίνεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον ὁλόκληρον. Ἡ θέρμανσις ὁλοκλήρου τοῦ ὕδατος ἔγινε διὰ τῶν παραγομένων ἐντὸς αὐτοῦ ρευμάτων.

Συμπέρασμα.— Τὰ ὑγρά (ἐκτὸς τοῦ ὑδροαερίου) εἶνε σώματα δυσθερμαγωγὰ καὶ ἡ θερμότης μεταδίδεται ἐντὸς αὐτῶν διὰ τῶν σχηματιζομένων ρευμάτων.

Ἀέρια.— Ἐπίσης τὰ αέρια εἶνε σώματα δυσθερμαγωγὰ καὶ θερμαίνονται, ὅπως τὰ ὑγρά, διὰ ρευμάτων. Π. χ. ὁ θερμαινόμενος ἀήρ τῶν δωματίων ἀνέρχεται πρὸς τὴν ὀροφήν, ἐνῶ ὁ ψυχρότερος ἀήρ κατέρχεται πρὸς τὸ πάτωμα (§ 117). Ὅταν τὰ ρεύματα δὲν εἶνε δυνατόν νὰ παραχθοῦν, ἡ μετάδοσις τῆς θερμότητος εἶνε σχεδὸν ἀδύνατος. Π. χ. ἐντὸς τοῦ βάμβακος, τοῦ ἐρίου, τῶν ρινισμάτων τοῦ ξύλου, τῶν ἀχύρων, δὲν ἠμποροῦν νὰ παραχθοῦν ρεύματα αἴρος. Διὰ τοῦτο δὲ καὶ ἡ θερμότης δὲν ἠμπορεῖ νὰ μεταδοθῆ διὰ μέσου αὐτῶν.

139. Ἐφαρμογὰί.— 1ον Κατὰ τὸ θέρος, ὁ πάγος καλύπτεται μὲ ρινίσματα ξύλου ἢ ἀχυρα καὶ τοιοῦτοτρόπως προφυλάσσειται ἀπὸ τὴν ἔξωτερικὴν θερμότητα καὶ δὲν τήκεται.

2ον Κατὰ τὸν χειμῶνα, καλυπτόμεθα μὲ ἐγδύματα μάλλινα καὶ πολλὰ, μὲ τὰ ὁποῖα ἐμποδίζομεν νὰ φύγη ἡ θερμότης τοῦ σώματός



Σχ. 203. Πάγοι ἐπιπλέοντες

μας. Διότι μεταξύ τῶν ἐνδυμάτων ὁ ἀήρ εἶνε ἀκίνητος καὶ δὲν ἀφήνει νὰ φύγη ἡ θερμότης μας.

3ον Αἰ λαβαὶ τῶν μαγειρικῶν σκευῶν καὶ ἄλλων ἐργαλείων, τῶν ὁποίων μερικὰ μέρη θερμαίνονται πολλάκις ὑπερβολικῶς, κατασκευάζονται ἀπὸ ξύλον.

4ον Αἰ θερμάσται, ὅταν εἶνε μετάλλιναι, θερμαίνουσι ταχέως τὰ δωμάτια· διότι ἡ θερμότης τῆς πυρᾶς μεταδίδεται ταχέως ἀπὸ τὸ μέταλλον εἰς τὸν ἐκτὸς ἀέρα. Τοῦναντίον, ὅταν αἱ θερμάσται εἶνε ἀπὸ πορσελάνην, ἡ ὁποία εἶνε κακὸς ἀγωγός, ἡ θέρμανσις τῶν δωματίων γίνεται πολὺ βραδέως.

B) ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

140. Μετάδοσις δι' ἀκτινοβολίας.— *Παραδείγματα.* Ἐὰν σταθῶμεν ἀπέναντι πυρᾶς ἢ ἐκτεθῶμεν εἰς τὸν ἥλιον, θερμαινόμεθα διὰ τῆς θερμότητός των, ἡ ὁποία φθάνει εἰς ἡμᾶς ἐξ ἀποστάσεως.

Ἐπίσης, αἰσθανόμεθα πολλάκις ἐὰν ἐν σῶμα εἶνε θερμὸν, πλησιάζοντες εἰς αὐτὸ τὴν χεῖρά μας χωρὶς νὰ τὸ ἐγγίσωμεν. Αἱ ἐργάτριαι τοῦ σιδηρώματος τῶν ἐνδυμάτων φέρουσι τὸ σιδηροῦν ὄργανόν των πλησίον τῆς παρεῖας των, διὰ νὰ διακρίνουσι ἐὰν εἶνε θερμὸν ἢ ψυχρὸν.

Συμπέρασμα.— Ἀπὸ τὰ παραδείγματα αὐτά, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ θερμότης μεταδίδεται καὶ ἐξ ἀποστάσεως ἀπὸ τὰ θερμότερα σώματα πρὸς τὰ ψυχρότερα.

Ὁρισμός.— Ἡ τοιαύτη μετάδοσις τῆς θερμότητος ἐξ ἀποστάσεως ὀνομάζεται *δι' ἀκτινοβολίας*. Ἡ δὲ ἐξ ἀποστάσεως μεταδιδόμενη θερμότης καλεῖται *ἀκτινοβόλος* θερμότης.

141. Διαφράγματα.— Πολλάκις κατὰ τὸ θέρος, διὰ νὰ προστατευθῶμεν ἀπὸ τὴν ὑπερβολικὴν θερμότητα, ἡ ὁποία ἔρχεται (*ἀκτινοβολεῖται*) ἀπὸ τὸν ἥλιον, καταφεύγομεν π. χ. ὀπισθεν ἐνὸς τοίχου ἢ ὑποκάτω ἐνὸς δένδρου. Ἐπίσης, διὰ νὰ ἀποφύγωμεν τὴν ὑπερβολικὴν θερμότητα πυρᾶς, θέτομεν μεταξύ αὐτῆς καὶ ἡμῶν διάφραγμα ἀπὸ ὑφάσμα, ξύλον κλπ. Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης δὲν ἔμπορεῖ νὰ διέλθῃ διὰ τῶν σωμάτων τούτων (τοίχου, ὑφάσματος, ξύλου) καὶ νὰ φθάσῃ εἰς ἡμᾶς.

Τοῦναντίον, ἡ ἡλιακὴ π. χ. θερμότης φθάνει ἐντὸς τῶν οἰκιῶν μας ἀφοῦ διέλθῃ διὰ τοῦ ἀέρος καὶ τῶν ὑάλων τῶν παραθύρων. Ἄρα, ὁ ἀήρ καὶ ἡ ὑαλοῦ δὲν ἀποτελοῦν διαφράγματα διὰ τὴν ἡλιακὴν ἀκτινοβόλον θερμότητα.

Συμπέρασμα.— Τὰ παραδείγματα αὐτὰ μᾶς δεικνύουσι ὅτι, ἀπὸ

τὰ διάφορα σώματα ἄλλα ἐπιτρέπουσι νὰ διέλθῃ δι' ἑαυτῶν ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης καὶ ἄλλα δὲν ἐπιτρέπουσι.

ΠΕΙΡΑΜΑ.— Θερμόμετρον, ἐκτιθέμενον εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας, θερμαίνεται. Ἐπίσης ὅμως θερμαίνεται τὸ θερμόμετρον, ἐὰν ἔμπροσθέν του τεθῆ ὑαλοῦ, ὅποτε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες διέρχονται πρῶτον διὰ τῆς ὑάλου καὶ κατόπιν πίπτουσι ἐπὶ τοῦ θερμομέτρου.

Ἐὰν ἐκθέσωμεν τὸ θερμόμετρον εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν θερμοῦ σιδήρου, παρατηροῦμεν ἐπίσης ὅτι θερμαίνεται. Ἐὰν ὅμως, μεταξύ τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ θερμομέτρου, θέσωμεν ὑαλον, τὸ θερμόμετρον σχεδὸν οὐδόλως θερμαίνεται.

Συμπέρασμα.— Ἄρα, ἡ ὑαλοῦ δὲν εἶναι μὲν διάφραγμα διὰ τὴν ἡλιακὴν ἀκτινοβόλον θερμότητα, εἶνε ὅμως διάφραγμα διὰ τὴν ἀκτινοβόλον θερμότητα τοῦ θερμοῦ σιδήρου.

Καὶ γενικῶς εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ὑαλοῦ ἀφήνει νὰ διέλθῃ ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης μόνον ὅταν αὐτὴ προέρχεται ἀπὸ πηγὴν, ἡ ὁποία ἐκπέμπει συγχρόνως ἰδικόν της φῶς (ἥλιος, λαμπτήρ, πυρὰ κλπ.). Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης θερμοῦ τοίχου, σιδήρου, ὑφάσματος, μαρμάρου, δὲν διέρχεται διὰ τῆς ὑάλου.

Παραδείγματα.— Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης τοῦ ἡλίου εἰσέρχεται διὰ τῆς ὑάλου τῶν παραθύρων ἐντὸς τῶν δωματίων καὶ τὰ θερμαίνει. Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἡ θερμοκρασία τοῦ δωματίου αὐξάνεται. Διότι ἡ θερμότης εἰσέρχεται μὲν διὰ τῆς ὑάλου, ἀλλὰ δὲν ἔμπορεῖ πλέον νὰ ἐξέλθῃ καὶ διὰ τοῦτο συσσωρεύεται ἐντὸς τοῦ δωματίου. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰ *θερμοκήπια* (σέρραις), τὰ ὁποῖα κατασκευάζονται ἀπὸ ὑάλου. Εἰς αὐτὰ ἐπίσης εἰσέρχονται αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου καὶ ἡ θερμοκρασία αὐξάνεται.

142. Ἀπορροφητικὴ ιδιότης τῶν σωμάτων.— **ΠΕΙΡΑΜΑ 1.**— Ἐὰν ἐκθέσωμεν εἰς τὸν ἥλιον δύο ὅμοια ὑφάσματα, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ μὲν εἶνε μαῦρον, τὸ δὲ ἄλλο λευκόν, θὰ παρατηρήσωμεν μετ' ὀλίγον χρόνον διὰ τῆς χειρὸς μας ὅτι τὸ μαῦρον ὑφάσμα εἶνε θερμότερον τοῦ λευκοῦ. Τοῦτο συμβαίνει, διότι τὸ μαῦρον ὑφάσμα *ἀπορροφᾷ* περισσοτέραν θερμότητα ἀπὸ τὸ λευκόν.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.— Λαμβάνομεν μικρὸν δοχεῖον μετάλλινον σχήματος κύβου καὶ γεμίζομεν αὐτὸ μὲ ὕδωρ. Τὴν μίαν ἀπὸ τὰς στυλινὰς ὄψεις τοῦ δοχείου καλύπτομεν μὲ αἰθάλην (φοῦμο) καὶ κατόπιν θέτομεν τοῦτο ἀπέναντι πυρᾶς. Ὅταν ἀπέναντι τῆς πυρᾶς εἶνε ἡ ὄψις τοῦ δοχείου μὲ τὴν αἰθάλην, τὸ ὕδωρ θερμαίνεται περισσότερον, παρὰ ὅταν ἀπέναντι τῆς πυρᾶς εἶνε μία ἀπὸ τὰς ἄλλας ὄψεις. Ἄρα, ἡ μαύρη ὄψις ἀπορροφᾷ μεγαλυτέραν ποσότητα θερμότητος παρὰ αἱ ἄλλαι.

Συμπέρασμα: Ἀπὸ τὰ διάφορα σώματα, ἄλλα μὲν ἀπορροφοῦν περισσότερο, ἄλλα δὲ ὀλιγώτερον εὐκόλως τὴν ἀκτινοβολὸν θερμότητα, ἢ ὅποια πίπτει ἐπ' αὐτῶν.

Τὰ λευκὰ ὑφάσματα, οἱ λευκοὶ τοῖχοι, τὰ λεῖα καὶ στιλπνὰ σώματα, ἢ χιών, δὲν ἀπορροφοῦν καλῶς τὴν ἀκτινοβολὸν θερμότητα. Ἡ χιών διατηρεῖται ἐπὶ μακρὸν χρόνον σχετικῶς καὶ ὑπ' αὐτὸν τὸν ἥλιον. Ἐὰν ὅμως καλυφθῇ ἢ χιών διὰ χώματος, τήκεται ταχύτερον.

Τὰ μελανὰ δοχεῖα τοῦ μαγειρείου θερμαίνουσι πολὺ ταχύτερα τὸ ὕδωρ αὐτῶν, παρὰ τὰ λεῖα καὶ στιλπνὰ. Ἐπίσης, ἡ ξηρὰ θερμαίνεται ταχύτερον ἀπὸ τὴν θάλασσαν.

Παρατήρησις.—Τὰ σώματα, τὰ ὅποια θερμαίνονται ταχύτερα, εἶνε ἐκεῖνα, τὰ ὅποια καὶ ψύχονται ταχύτερα δι' ἀκτινοβολίας.

ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΙΑ

143. Μονὰς θερμότητος.— Πρὸς μέτρησιν τῶν ποσοτήτων τῆς θερμότητος, θὰ ληφθῇ ὡς μονὰς ὄρισμένη ποσότης θερμότητος καὶ πρὸς αὐτὴν θὰ συγκρίνεται πᾶσα ἄλλη.

Ὡς μονὰς θερμότητος ἐλήφθη ἡ ποσότης ἢ ἀναγκαῖα, ὅπως ἀνυψωθῇ ἢ θερμοκρασία ἐνὸς γράμμου ὕδατος καθαροῦ ἀπὸ 0° εἰς 1°, καὶ καλεῖται θερμὴς. Πολλάκις λαμβάνεται ὡς μονὰς ἢ καλουμένη μεγάλη θερμὴς, ἣτις εἶνε ἡ ποσότης τῆς θερμότητος ἢ ἀναγκαῖα, ὅπως ἀνυψωθῇ ἢ θερμοκρασία ἐνὸς χιλιόγραμμου ὕδατος καθαροῦ ἀπὸ 0° εἰς 1°.

144. Θερμιδομετρία καὶ ἀρχαὶ αὐτῆς.— Ἡ θερμιδομετρία ἔχει ὡς σκοπὸν τὴν μέτρησιν τῶν ποσοτήτων τῆς θερμότητος.

Περὶπτώσις ὕδατος.— ΠΕΙΡΑΜΑ.— Ἐὰν λάβωμεν ἐν χιλιόγραμμον ὕδατος θερμοκρασίας 0° καὶ ἐν χιλιόγραμμον ὕδατος θερμοκρασίας 100° καὶ τὰ ἀναμίξωμεν, ἢ θερμοκρασία τοῦ μίγματος τῶν 2 χιλιόγραμμων εἶνε 50°. Τοιοῦτοτρόπως, ἢ θερμότης, τὴν ὁποίαν τὸ πρῶτον χιλιόγραμμον ἐδέχθη, διὰ τὰ ἀνυψωθῇ ἢ θερμοκρασία του ἀπὸ 0° εἰς 50°, εἶνε ἴση πρὸς τὴν ποσότητα τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν τὸ δεύτερον χιλιόγραμμον ἔχασε, ψυχθὲν ἀπὸ 100° εἰς 50°.

Ὅποιαῖδήποτε ὅμως καὶ ἂν εἶνε αἱ θερμοκρασίαι τῶν δύο ἴσων ποσοτήτων τοῦ ὕδατος, πάντοτε ἢ θερμοκρασία τοῦ μίγματος αὐτῶν εἶνε ἴση πρὸς τὴν μέσην τιμὴν τῶν δύο ἀρχικῶν θερμοκρασιῶν. Ἐὰν π. χ. ἢ μία θερμοκρασία ἦτο 40° καὶ ἢ ἄλλη 10°, ἢ θερμοκρασία τοῦ μίγματος εὐρίσκειται 25°. Ἄρα, ἢ ποσότης τῆς θερμότητος, ἢ ἀπαιτουμένη, ὅπως ἀνυψωθῇ κατὰ 1 βαθμὸν ἢ θερμοκρασία 1 γράμμου ὕδατος, εἶνε ἢ αὐτῆ, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἢ θερμοκρασία τούτου. Οὕτως ἀπαιτεῖται μία θερμὴς, ἵνα ἢ θερμοκρασία ἐνὸς γράμμου ὕδατος γίνῃ ἀπὸ 0° εἰς 1° ἢ ἀπὸ 1° εἰς 2° ἢ ἀπὸ 15° εἰς 16° κ.λ.π.

Συνέπεια τῶν προηγουμένων εἶνε ἢ ἐξῆς. Ἐὰν ἀντὶ ἐνὸς γράμμου ληφθῶν m γράμματα ὕδατος, ἢ ποσότης τῆς θερμότητος, ἢ ἀπαιτουμένη, ἵνα ἀνυψωθῇ ἢ θερμοκρασία τῶν m γράμμων κατὰ 1 βαθμὸν, εἶνε ἴση πρὸς m θερμίδας καὶ δι' ἀνύψωσιν ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας Θ εἰς ἄλλην Θ', ἢτοι κατὰ (Θ' - Θ) βαθμοῦς, θὰ εἶνε ἴση πρὸς

$$Q = m (\Theta' - \Theta)$$

Εἰς τὴν θερμιδομετρίαν δεχόμεθα λοιπὸν τὰς ἐξῆς δύο ὑποθέσεις,

1ον Ἡ ποσότης θερμότητος, ἢ ἀναγκαία πρὸς ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς σώματος κατὰ τινὰς βαθμοῦς, εἶνε ἀνάλογος τῆς μάζης τοῦ σώματος τούτου.

2ον Ἡ ποσότης θερμότητος, τὴν ὁποίαν χάνει σῶμά τι, ἵνα ἡ θερμοκρασία του κατέλθῃ ἀπὸ Θ εἰς Θ', εἶνε ἴση πρὸς τὴν ποσότητα τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν τὸ αὐτὸ σῶμα δέχεται, ἵνα ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία των ἀπὸ Θ' εἰς Θ.

145. Μέτρησις οἰαοδήποτε ποσότητος θερμότητος. — Ὡς εἶδομεν, ἡ ποσότης τῆς θερμότητος Q, τὴν ὁποίαν ἀπορροφῶν m γράμμα ὕδατος, ἵνα ἡ θερμοκρασία των ἀπὸ Θ γίνῃ Θ', εἶνε.

$$Q = m (\Theta' - \Theta) \quad (1)$$

Ὡστε πρὸς εὔρεσιν τοῦ Q, ἀρκεῖ νὰ ζυγίσωμεν τὸ ὕδωρ καὶ νὰ προσδιορίσωμεν τὰς θερμοκρασίας Θ καὶ Θ'.

Πρὸς μέτρησιν νῦν τῆς θερμότητος, ἥτις ἐκπέμπεται ἢ ἀπορροφᾶται κατὰ τὴν παραγωγὴν φαινομένου τινός, π.χ. ἐκ τῆς καύσεως τεμαχίου ἄνθρακος, ἀρκεῖ νὰ παραγάγωμεν τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐντὸς ὠρισμένης ποσότητος ὕδατος καὶ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἐπερχομένην μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας τούτου. Τὰ ὄργανα, τὰ χρησιμεύοντα πρὸς μέτρησιν τῶν ποσοτήτων τῆς θερμότητος, ὀνομάζονται *θερμιδόμετρα*.

ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ

146. Θερμοχωρητικότης τῶν σωμάτων. — Εἰδικὴ θερμότης. — ΠΕΙΡΑΜΑ. — Ἐὰν λάβωμεν ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος θερμοκρασίας 0° καὶ ἓν χιλιόγραμμον ὑδραργύρου θερμοκρασίας 100° καὶ τὰ ἀναμίξωμεν, ἡ θερμοκρασία τῶν δύο σωμάτων ὁμοῦ δὲν εἶνε 50°, ἀλλὰ μόνον 3°. Ἄρα, ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἔχασεν ὁ ὑδράργυρος καὶ κατέλθεν ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ 100° εἰς 3°, ἦτοι κατὰ 97 βαθμοῦς, παραληφθεῖσα ὑπὸ τοῦ ὕδατος, ἀνύψωσε τὴν θερμοκρασίαν του ἀπὸ 0° εἰς 3°, ἦτοι μόνον κατὰ 3 βαθμοῦς. Τὸ αὐτὸ λοιπὸν ποσὸν θερμότητος, παρεχόμενον μὲν εἰς τὸ ὕδωρ, ἀναβιβάζει τὴν θερμοκρασίαν του κατὰ 3 βαθμοῦς, παρεχόμενον ὅμως εἰς τὸν ὑδραργύρον, ἀναβιβάζει τὴν θερμοκρασίαν του κατὰ 97 βαθμοῦς.

Ἐὰν ἡ ποσότης θερμότητος, ἢ παρεχόμενη ὑφ' ἐνὸς γράμμου καίνομένου ἄνθρακος, παραληφθῇ ὀλόκληρος ἀπὸ 1 χιλιογ. ὕδατος, ἡ θερμοκρασία τούτου ἀνυψοῦται κατὰ 8 βαθμοῦς. Ἐὰν ἡ αὐτὴ ποσότης θερμότητος παραληφθῇ ὀλόκληρος ὑφ' 1 χιλγ. ὑδραργύρου, ἡ θερμοκρασία τούτου ἀνυψοῦται κατὰ 240°.

Συμπέρασμα. — Ἐκ τούτων συνάγομεν, ὅτι αἱ διάφοροι οὐσίαι, ὑπὸ ἴσας μάζας, ἀπαιτοῦν ποσότητος θερμότητος ἀρίσους, ἵνα ἡ θερμοκρασία των ἀνυψωθῇ κατὰ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν βαθμῶν.

Καλοῦμεν *θερμοχωρητικότητα* ἐνὸς σώματος τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται, ἵνα ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀνυψωθῇ κατὰ 1 βαθμὸν.

Εἰδικὴ θερμότης. — Καλεῖται *εἰδικὴ θερμότης* ἐνὸς σώματος ἡ ποσότης c τῆς θερμότητος ἢ ἀναγκαία, ὅπως ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία 1 γράμμου ἐκ τοῦ σώματος τούτου κατὰ 1 βαθμὸν.

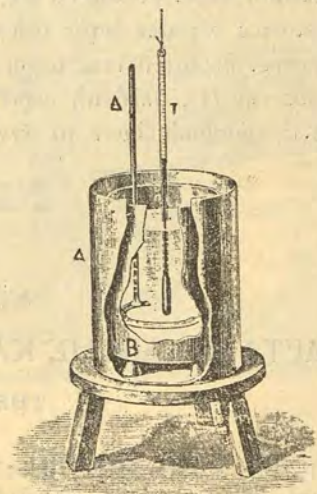
Ἄφου διὰ τὴν ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας 1 γράμμου σώματος τινος κατὰ 1 βαθμὸν ἀπαιτεῖται c ποσότης θερμότητος, διὰ m γράμμα ἀπαιτεῖται mc ποσότης θερμότητος, ἵνα ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία αὐτῶν κατὰ 1 βαθμὸν. Καὶ διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία τῶν m γράμμων ἀπὸ τινος θερμοκρασίας Θ εἰς ἄλλην Θ', ἦτοι κατὰ (Θ'—Θ) βαθμοῦς, ἀπαιτεῖται ποσότης θερμότητος Q ἴση πρὸς

$$Q = mc (\Theta' - \Theta) \quad (2)$$

147. Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος. — Μέθοδος τῶν μιγμάτων. — Τὸ σύνηθες θερμιδόμετρον, δι' οὗ ἐφαρμόζεται ἡ μέθοδος τῶν μιγμάτων πρὸς προσδιορισμὸν τῆς εἰδικῆς θερμότητος σώματος τινος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ ἀποτελεῖται (204) ἐκ κυλινδρικοῦ δοχείου B ὀρειχαλκίνου, τὸ ὁποῖον στηρίζεται ἐπὶ μικρῶν τεμαχίων φελλοῦ καὶ περιβάλλεται ὑπὸ δευτέρου κυλινδρικοῦ δοχείου A ἐπίσης ἐξ ὀρειχάλκου.

Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς εἰδικῆς θερμότητος σώματος τινος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς. Ἐν τῷ δοχείῳ B τίθεται καθαρὸν ὕδωρ, τοῦ ὁποίου εὐρίσκομεν προηγουμένως τὸ βάρος M. Διὰ θερμομέτρου T προσδιορίζομεν τότε τὴν θερμοκρασίαν Θ τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ B ὕδατος.

Πρὸς εὔρεσιν τῆς εἰδικῆς θερμότητος σώματος τινος, ζυγίζομεν πρῶτον τοῦτο καὶ ἔστω μ τὸ βάρος του. Νῦν, ἀφ' οὗ προσδιορίσωμεν τὴν θε-



Σχ. 204

μοκρασίαν Θ' του σώματος, ην υποθέτομεν *μεγαλυτέραν* της Θ, ρίπτομεν αυτό εν τῷ ὕδατι του δοχείου Β. Το ὕδωρ και το σώμα λαμβάνουν τότε την αὐτήν θερμοκρασίαν Τ, ἣτις εἶνε μεταξύ της Θ και της Θ'.

Τὸ ὕδωρ, διὰ νὰ ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ Θ εἰς Τ, παρέλαβεν ἐκ τοῦ σώματος ποσότητα θερμότητος ἴσην πρὸς

$$M (T - \Theta)$$

Ἐπίσης τὸ οὐρεχάλκινον δοχεῖον Β, διὰ νὰ ἀνέλθῃ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ Θ εἰς Τ, παρέλαβεν ἐκ τοῦ σώματος ποσότητα θερμότητος ἴσην πρὸς

$$B. c (T - \Theta)$$

ἐνθα Β και c εἶνε τὸ βάρος και ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ δοχείου Β.

Ἄλλὰ τὸ σῶμα, διὰ νὰ κατέλθῃ ἡ θερμοκρασία του ἀπὸ Θ' εἰς Τ, ἔχασε ποσότητα θερμότητος ἴσην πρὸς

$$\mu. x (\Theta' - T)$$

ἐνθα x εἶνε ἡ ζητουμένη εἰδικὴ θερμότης. Τὸ ποσὸν ὅμως τοῦτο εἶνε ἐκεῖνο, ὅπερ παρέλαβε τὸ ὕδωρ και τὸ δοχεῖον Β και θὰ ἔχωμεν

$$\mu. x (\Theta' - T) = M (T - \Theta) + B. c (T - \Theta) \quad (1)$$

Διὰ τοῦ τύπου τούτου δύναται νὰ προσδιορισθῇ ἡ εἰδικὴ θερμότης x, ἐὰν γνωρίζωμεν τὰς λοιπὰς ποσότητας τῆς ἐξίσωσης. Ἐὰν δὲ γνωρίζωμεν τὸ c, δυνάμεθα νὰ τὸ προσδιορίσωμεν ὡς ἐξῆς. Ἀντὶ τοῦ σώματος θέτομεν ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ θερμοδομέτρου ποσότητά τινα ὕδατος, θερμομανθέντος μέχρι θ°, ὅτε θὰ ἔχωμεν ἐξίσωσιν παρομοίαν πρὸς τὴν (1), ἀλλὰ μὴ περιέχουσαν τὸ c. Διὰ τῆς νέας ταύτης ἐξίσωσης προσδιορίζομεν τὸ ἄγνωστον c.

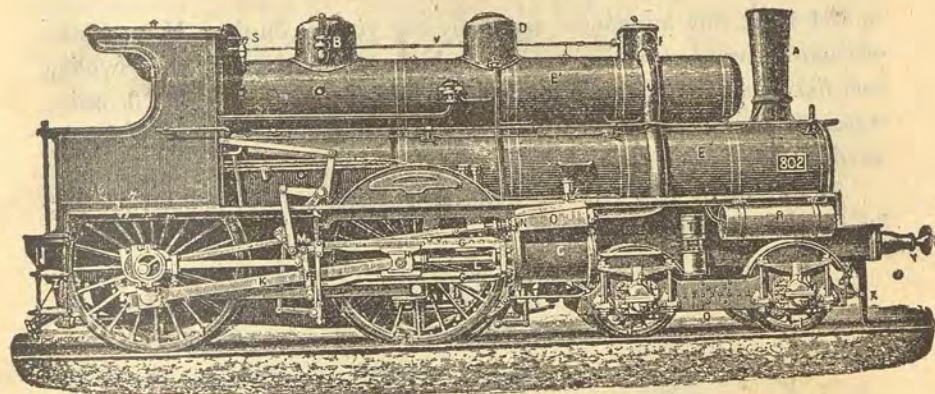
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΜΕΤΑΒΟΛΑΙΪΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

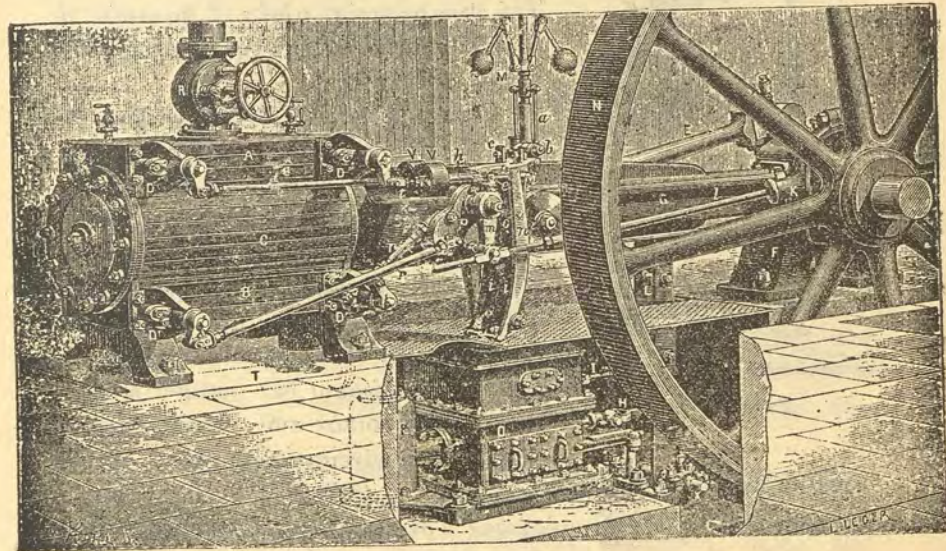
ΤΗΣΙΣ ΚΑΙ ΠΗΞΙΣ

148. *Τήξις και πήξις.*— Ἡ θερμότης προκαλεῖ εἰς τὰ σώματα, ἐκτὸς τῆς διαστολῆς, και ἄλλας μεταβολάς. Ἐὰν θερμάνωμεν ἐν στερεὸν σῶμα, ὅπως ὁ πάγος, ὁ κηρός, τὸ θεῖον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σῶμα τοῦτο μεταβάλλεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον εἰς ὑγρὸν, δηλαδὴ *τήκε*.

ται (λυώνει) (1). Ἡ τοιαύτη μετάβασις ἐνὸς σώματος ἀπὸ τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ὑγρὰν ὀνομάζεται *τήξις* τοῦ σώματος.



Σχ. 205



Σχ. 206

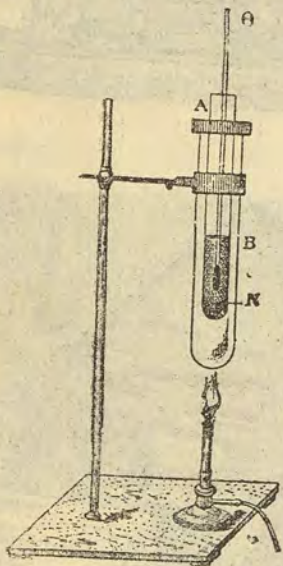
Ἀντιστρόφως, ἐὰν ψύξωμεν ἀρκετὰ τὸ ὕδωρ ἢ τὸν τακέντα κηρόν.

(1) Τοῦτο συμβαίνει, ἐὰν τὸ σῶμα δὲν ὑφίσταται ἀποσύνθεσιν διὰ τῆς θερμάνσεως, Σώματα, ὡς ὁ χάρτης, τὸ ξύλον, θερμαινόμενα, ἀποσυντίθενται.

βλέπομεν ὅτι μεταβάλλονται εἰς στερεά. Ἡ μετάβασις ἐνδὸς σώματος ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς τὴν στερεὰν ὀνομάζεται *πῆξις* ἢ *στερεοποίησης* τοῦ σώματος.

Ἡ τῆξις τῶν διαφόρων σωμάτων δὲν γίνεται ὁμοίως. Π. χ. ὁ πάγος μεταβαίνει ἀπὸ τὴν στερεὰν κατάστασιν *ἀμέσως* εἰς τὴν ὑγρὰν, ἐνῶ ἄλλα σώματα, ὅπως ὁ κηρὸς καὶ τὸ βούτυρον, διὰ τῆς θερμάνσεως, γίνονται μαλακὰ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον καὶ ἀποκτοῦν τὴν ὑγρὰν κατάστασιν *βαθμιαίως*.

149. Νόμοι τῆς τήξεως καὶ τῆς πήξεως. ΠΕΙΡΑΜΑ 1.— Εἰς ἕν θερμὸν δωμάτιον κάμνομεν τὸ ἐξῆς πείραμα. Ἐντὸς χιόνος ἢ μακρῶν τεμαχίων πάγου θέτομεν τὸ δοχεῖον θερμομέτρου (σχ. 207). Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ὁ πάγος ἀρχίζει νὰ τήκεται καὶ κάτωθεν του νὰ ῥέῃ τὸ ὕδωρ. Συγχρόνως ὁ ὑδράργυρος τοῦ θερμομέτρου κατέρχεται καὶ σταματᾷ εἰς τὸ 0°. Τὴν θερμοκρασίαν αὐτὴν 0° δεικνύει τὸ θερμοόμετρον καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως τοῦ πάγου.



Σχ. 207

Ἀντιστρόφως, ἐὰν ψύξωμεν ὕδωρ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐθέσαμεν τὸ δοχεῖον θερμομέτρου, θὰ ἴδωμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος τούτου κατέρχεται καί, ὅταν ἡ θερμοκρασία γίνῃ 0, τὸ ὕδωρ ἀρχίζει νὰ γίνεται πάγος, ἥτοι νὰ *στερεοποιηθῆται* (*πήξη*). Καθ' ὅλην δὲ τὴν διάρκειαν τῆς πήξεως τοῦ ὕδατος τὸ θερμοόμετρον δεικνύει 0°, ἥτοι ἡ θερμοκρασία δὲν μεταβάλλεται. Καὶ ἡ πῆξις λοιπὸν τοῦ ὕδατος γίνεται εἰς 0° εἰς ἣν γίνεται καὶ ἡ *τῆξις* αὐτοῦ.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.— Ἐντὸς σωλῆνος A (σχ. 207) ὑαλίνου θέτομεν ὀλίγην ναφθαλίνην καὶ ἕν θερμοόμετρον. Τὸν σωλῆνα A εἰσάγομεν εἰς δεύτερον σωλῆνα B, τὸν ὁποῖον θερμαίνομεν π. χ. διὰ λύχνου μὲ οἰνόπνευμα. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται καὶ σταματᾷ εἰς τοὺς 80°, ὁπότε ἀρχίζει νὰ τήκεται ἡ ναφθαλίνη. Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως τῆς ναφθαλίνης, τὸ θερμοόμετρον δεικνύει 80°, ἥτοι ἡ θερμοκρασία μένει ἀμετάβλητος. Ἀμα ὅμως ταχῆ ἡ ναφθαλίνη, ἡ θερμοκρασία ἀμέσως ἀρχίζει νὰ ἀνέρχεται ἄνω τῶν 80°. Ἡ *τῆξις* λοιπὸν τῆς ναφθαλίνης γίνεται εἰς 80°.

Ἐὰν τότε ἀπομακρύνωμεν τὸν λύχνον, ἡ θερμοκρασία ἀρχίζει νὰ κατέρχεται καὶ σταματᾷ εἰς τοὺς 80°. Ἡ ὑγρὰ ὁμως ναφθαλίνη ἀρχίζει τότε νὰ στερεοποιηθῆται, καθ' ὅλην δὲ τὴν διάρκειαν τῆς πήξεώς της, τὸ θερμοόμετρον δεικνύει 80°. Ἀμα ὁμως ὅλη ἡ ναφθαλίνη στερεοποιηθῆ, ἡ θερμοκρασία ἀρχίζει νὰ κατέρχεται κάτω τῶν 80°. Ὡστε καὶ ἡ *πῆξις* γίνεται εἰς 80°.

Συμπέρασμα.— Ἀπὸ τὰ τοιαῦτα πειράματα, συμπεραίνομεν τοὺς ἐξῆς δύο νόμους τῆς τήξεως καὶ τῆς πήξεως τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα μεταβαίνουν *ἀμέσως* ἀπὸ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν.

1ον. *Ἡ τῆξις καὶ ἡ πῆξις ἐκάστου σώματος ἀρχίζει εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν*, ἡ ὁποία ὀνομάζεται *θερμοκρασία τήξεως*.

2ον. *Ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς τήξεως ἢ τῆς πήξεως μέχρι τέλους αὐτῶν, ἡ θερμοκρασία αὐτὴ μένει ἀμετάβλητος*.

Ἡ θερμοκρασία τήξεως τοῦ πάγου εἶνε 0°, τῆς ναφθαλίνης εἶνε 80°, τοῦ μολύβδου 326°, τοῦ χαλκοῦ 1035°, τοῦ σιδήρου 1575°. Ταῦτα ὑπὸ πίεσιν 76 ἑκατοστῶν, διότι ὑπὸ ἄλλας πιέσεις ἡ θερμοκρασία τήξεως καὶ πήξεως εἶνε διάφορος.

ὑπερτήξις.— Εἷς τινὰς περιστάσεις, εἶνε δυνατόν νὰ ψυχθῆ ὑγρὸν τι κάτωθεν τῆς θερμοκρασίας τῆς τήξεώς του, χωρὶς ἐν τούτοις νὰ πηχθῆ τοῦτο. Λέγομεν τότε, ὅτι τὸ ὑγρὸν εἶνε ἐν *ὑπερτήξει*. Κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Cernez, τὸ θεῖον, τὸ ὁποῖον στερεοποιεῖται εἰς 114°, παραμένει ἐν ὑπερτήξει μέχρι τῆς συνήθους θερμοκρασίας, ὅταν ἡ ψῦξις γίνεται βραδέως καὶ ἐν ἡρεμίᾳ τοῦ ὑγροῦ. Δι' ἅπαντα τὰ ἐν ὑπερτήξει ὑγρά, ἡ ὑπερτήξις καταπαύει, ὅταν ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τεμαχίου ἐκ τοῦ στερεοποιηθέντος σώματος.

150. Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου ἐκ τήξεως ἢ πήξεως.— Ἐν γένει, ὅταν ἐν σῶμα τήκεται, ὁ ὄγκος του αὐξάνεται ἀποτόμως καὶ ἀντιστρόφως, ὅταν τὸ σῶμα πήγνυται, ὁ ὄγκος του γίνεται ἀποτόμως μικρότερος. Ὄθεν, ἡ πυκνότης τοῦ στερεοῦ εἶνε τότε μεγαλύτερα τῆς τοῦ ὑγροῦ.

Μερικὰ ὁμως σώματα, ὅπως τὸ ὕδωρ, ὁ ἄργυρος, ὅταν πήγνυνται, αὐξάνεται κατ' ὄγκον ἀποτόμως. Ἡ αὔξησις αὕτη τοῦ ὄγκου κατὰ τὴν πῆξιν συνοδεύεται ὑπὸ μεγάλης διασταλτικῆς δυνάμεως, ἕνεκα τῆς ὁποίας πολλάκις θραύονται σιδηρᾶ δοχεῖα, ἐντὸς τῶν ὁποίων γίνεται ἡ πῆξις (σχ. 208). Ἡ πῆξις τοῦ ὕδατος, τοῦ ὑπάρχοντος ἐντὸς ρωγμῶν βράχου ἐπιφέρει τὴν θραῦσιν τῶν βράχων τούτων. Κατὰ τὸν χειμῶνα πολλάκις τὰ φυτὰ καταστρέφονται, ἕνεκα πήξεως τῶν ἐντὸς τῶν ἀγ-

γείων των περιεχομένων υγρῶν, ἢ ὁποῖα ἐπιφέρει τὴν διάρρηξιν τῶν ἀγγείων τούτων τῶν φυτῶν.



Σχ. 208

Ἡ προηγουμένη ιδιότης τοῦ ὕδατος εἶνε σπουδαία διὰ πολλοὺς λόγους. Ὅταν π. χ. αἱ λίμναι, αἱ θάλασσαί κλπ. ἀρχίζουσι νὰ πήξουν, σχηματίζεται πρῶτον ἐπ' αὐτῶν στρώμα πάγου, τὸ ὁποῖον ἐπιπλέει καὶ προφυλλάσσει ἀπὸ τῆς ψύξεως τὸ ὑπ' αὐτὸ ὕδωρ. Ἐὰν ὁ πάγος ἐβυθίζετο ἐν τῷ ὕδατι, αἱ θάλασσαί καὶ αἱ λίμναι, ὀλίγον κατ' ὀλίγον, θὰ ἐπήγγυοντο ὀλόκληροί καὶ θὰ ἐπήρχετο τελεία καταστροφή τῶν ἐν αὐτοῖς ζῶων καὶ φυτῶν.

151. Διάλυσις.— Ἐὰν ρίψωμεν ὀλίγον μαγειρικὸν ἅλας ἐντὸς ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἅλας αὐτὸ ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἐξαφανίζεται καὶ τέλος ἔχομεν ἐν ὑγρῶν ἄλμυρόν, τὸ ὁποῖον ὀνομάζεται **διάλυμα** τοῦ μαγειρικοῦ ἁλατος· λέγομεν δὲ ὅτι τὸ ἅλας **διελύθη εἰς τὸ ὕδωρ**. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ δι' ἄλλων στερεῶν σωμάτων, π.χ. σακχάρου.

Τοιοῦτοτρόπως, κατὰ τὴν **διάλυσιν**, τὰ στερεὰ σώματα μεταβαίνουν ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν.

Κατὰ τὴν διάλυσιν τοῦ μαγειρικοῦ ἁλατος ἐντὸς τοῦ ὕδατος ὁρισμένης θερμοκρασίας, παρατηροῦμεν ὅτι φθάνει στιγμή, κατὰ τὴν ὁποῖαν πᾶσα νέα ποσότης τοῦ ἁλατος, προστιθεμένη εἰς τὴν διάλυσιν, παραμένει ἀδιάλυτος. Δέγομεν τότε ὅτι τὸ διάλυμα εἶνε **κεκορησμένον** ἢ ὅτι ἐπῆλθε **κόρος** διὰ τὴν θεωρουμένην θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος. Δηλαδὴ τὸ ὕδωρ δὲν δύναται νὰ διαλύσῃ οἰανδήποτε ποσότητα τοῦ ἁλατος. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰ ἄλλα διαλύματα.

Πολλὰ στερεὰ σώματα διαλύονται ἐντὸς καταλλήλων υγρῶν. Π. χ.

τὰ λίπη διαλύονται ἐντὸς βενζίνης, τὸ ἰώδιον ἐντὸς οἰνοπνεύματος κλπ. Τὸ φαινόμενον τῆς διαλύσεως εἶνε ἐν εἶδος τήξεως.

Κατὰ τὴν διάλυσιν, παρατηροῦμεν συνήθως ὅτι τὸ διάλυμα ψύχεται συγχρόνως. Π. χ. κατὰ τὴν διάλυσιν **νιτρικοῦ ἀμμωνίου** ἐντὸς ὕδατος, ἡ θερμοκρασία ἀπὸ 10° ἄνω τοῦ 0°, καταπίπτει κάτω τοῦ 0°. Ἐπίσης, δι' ἀναμίξεως μαγειρικοῦ ἁλατος καὶ πάγου 0°, παράγεται μίγμα, τοῦ ὁποῖου ἡ θερμοκρασία καταπίπτει εἰς -20°.

Ἡ θερμοκρασία καταπίπτει, διότι διὰ νὰ διαλυθῇ τὸ σῶμα χρειάζεται, ὅπως καὶ εἰς τὴν τήξιν, θερμότητα, τὴν ὁποῖαν λαμβάνει ἀπὸ τὸ μίγμα καὶ τοιοῦτοτρόπως καταβιβάζει τὴν θερμοκρασίαν τούτου.

152. Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος.— **Μέθοδος τῆς τήξεως τοῦ πάγου.**— Ἐπὶ τεμαχίου πάγου (σχ. 209) σχηματίζομεν



Σχ. 209

κοιλότητα, τὴν ὁποῖαν καθαρίζομεν καλῶς ἀπὸ οἰασδήποτε ποσότητος ὕδατος. Ἐντὸς τῆς κοιλότητος τοῦ πάγου θέτομεν τὸ σῶμα, τοῦ ὁποῖου ζητεῖται ἡ εἰδικὴ θερμότης, ἀφοῦ πρῶτον εὔρωμεν τὸ βάρος του μ καὶ τὴν θερμοκρασίαν του Θ. Ἄμα ὡς τεθῆ τὸ σῶμα ἐν τῇ κοιλότητι, καλύπτεται αὕτη δι' ἐτέρου τεμαχίου πάγου.

Τὸ σῶμα ψύχεται μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ 0° καὶ ἡ θερμότης, τὴν ὁποῖαν παρέχει, τήκει μέρος τοῦ πάγου εἰς ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εὐρίσκειται ἐντὸς τῆς κοιλότητος. Τὸ ὕδωρ τοῦτο, τοῦ ὁποῖου ἡ θερμοκρασία εἶνε 0°, συλλέγομεν καλῶς καὶ ζυγίζομεν· ἔστω Μ τὸ βάρος του. Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἔδωκε τὸ σῶμα, διὰ νὰ ψυχθῇ ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας Θ° εἰς 0°, εἶνε ἴσον πρὸς

$$\mu x \times (\Theta - 0) = \mu x \Theta$$

ὅπου x εἶνε ἡ ἄγνωστος εἰδικὴ θερμότης τοῦ σώματος.

Τὸ ποσὸν τοῦτο ἐχρησιμοποιήθη **πρὸς τήξιν** μέρους τοῦ πάγου εἰς ὕδωρ θερμοκρασίας 0, καὶ τοῦ ὁποῖου τὸ βάρος εἶνε Μ. Ἐὰν καλέσωμεν λ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ἀπαιτούμενον, ἵνα ταχῆ 1 γράμμον πάγου εἰς ὕδωρ 0°, διὰ τὰ Μ γράμματα ἀπαιτεῖται ποσὸν Μλ καὶ ἐπομένως

$$\mu x \Theta = M \lambda \quad (1)$$

Ἐκ τῆς ἐξισώσεως ταύτης, εὐρίσκομεν τὴν εἰδικὴν θερμότητα x, ἐὰν γνωρίζωμεν τὸ λ.

Προσδιορισμὸς τοῦ λ.— Ἐντὸς τῆς κοιλότητος, ἀντὶ τοῦ σώματος,

δίπτομεν ὕδωρ καθαρὸν βάρους γνωστοῦ Β, καὶ θερμοκρασίας Τ. Ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ, θὰ ἔχωμεν ἀντὶ τῆς ἐξιώσεως (1) τὴν ἐξῆς

$$BT = B\lambda \quad (2)$$

ἣτις παρέχει τὸ λ. Οὕτως εὐρέθη, ὅτι $\lambda = 80$ θερμίδες.

Εἰς τὴν μέθοδον ταύτην ὑποτίθεται, ὅτι ὁ πάγος ἔχει τὴν θερμοκρασίαν 0°, τοῦθ' ὄπερ ἐπιτυγχάνεται, ὅταν τεθῆ οὗτος ἐντὸς τετριμένου πάγου τηκομένου.

153. Λανθάνουσα θερμότης τήξεως.— ΠΕΙΡΑΜΑ.— Ὅπως εἶδομεν (§ 135), ἐὰν ἀναμίξωμεν 1 χιλιόγραμμον ὕδατος θερμοκρασίας 20° μὲ 1 χιλιόγρ. ὕδατος 60°, λαμβάνομεν 2 χιλιόγρ. ὕδατος 40°. Τὸ πρῶτον χιλιόγραμμον ὕδατος ἔλαβε θερμότητα ἀπὸ τὸ δεύτερον καὶ ἡ θερμοκρασία του ἀνῆλθεν ἀπὸ 20° εἰς 40° καί, ἀντιθέτως, τὸ δεύτερον χιλιόγραμμον ἔδωκεν εἰς τὸ πρῶτον τὴν θερμότητα αὐτὴν καὶ ἡ θερμοκρασία του κατῆλθεν ἀπὸ 60° εἰς 40°.

Ἐὰν ὁμοίως ἀναμίξωμεν 1 χιλιόγρ. πάγου 0° μὲ 1 χιλιόγρ. ὕδατος 80°, ὁ πάγος τήκεται καὶ λαμβάνομεν 2 χιλιόγραμματα ὕδατος πάλιν 0° καὶ ὄχι 40°. **Ἡ θερμότης, τὴν ὁποίαν τὸ ὕδωρ ἔδωκεν εἰς τὸν πάγον, ἐχρησίμευσε μόνον διὰ νὰ τὸν τήξῃ καὶ ὄχι διὰ νὰ ἀνυψώσῃ τὴν θερμοκρασίαν του.**

Καὶ γενικῶς, ὅπως εἶδομεν προηγουμένως, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως ἐνὸς σώματος, ἂν καὶ τὸ θερμαίνωμεν, ἡ θερμοκρασία του δὲν ἀνέρχεται, ἀλλὰ μένει ἀμετάβλητος. Διότι ἡ θερμότης, τὴν ὁποίαν δίδομεν εἰς τὸ σῶμα, δὲν χρησιμεύει πρὸς ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας, ἀλλὰ πρὸς τήξιν αὐτοῦ καὶ ὀνομάζεται **λανθάνουσα** θερμότης.

Ἐπίσης, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς πήξεως ἐνὸς σώματος, ἡ θερμοκρασία του μένει σταθερά. Διότι τὸ σῶμα, κατὰ τὴν πῆξιν του, ἀφήνει τὴν λανθάνουσαν θερμότητα, τὴν ὁποίαν εἶχε λάβῃ διὰ νὰ τακῆ. (†)

154. Κρυστάλλωσις.— Ἐν γένει, τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα με-

(1) Τὴν θερμότητα τῆς τήξεως δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν π. χ. διὰ τῆς μεθόδου τῶν μισμάτων. Ἐστω μ τὸ βῆρος τοῦ σώματος, θ ἡ θερμοκρασία τῆς τήξεως τούτου. Τήκομεν τὸ σῶμα καὶ θερμαίνομεν τὸ προκύπτον ὑγρὸν μέχρι θερμοκρασίας Θ' μεγαλυτέρας τῆς θ. Μετὰ ταῦτα δίπτομεν τὸ σῶμα ἐντὸς τοῦ θερμοδομέτρου, τοῦ ὁποίου τὸ ὕδωρ ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας t μεταβαίνει εἰς τὴν Τ. Ἐὰν c εἶνε ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σώματος ἐν ὑγρᾷ καταστάσει, c' ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σώματος ἐν στερεᾷ καταστάσει καὶ x ἡ ζητούμενη θερμότης τήξεως, θὰ ἔχωμεν καλοῦντες Μ τὸ βῆρος τοῦ ὕδατος καὶ Β τὸ βῆρος τοῦ δοχείου τοῦ θερμοδομέτρου (τοῦ ὁποίου ἔστω C ἡ εἰδικὴ θερμότης).

$$mc (\Theta' - \theta) + mc' (\theta - T) + x = M (T - t) + BC (T - t).$$

Ἐκ τῆς ἐξιώσεως ταύτης εὐρίσκομεν τὸ ἄγνωστον x. Διαιροῦντες τὸ x διὰ τοῦ βάρους τοῦ σώματος μ, ἔχομεν τὴν θερμότητα τήξεως τῆς μονάδος τοῦ βάρους τοῦ σώματος.

ταβαίνουν **βραδέως** ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν, λαμβάνουν μορφὰς γεωμετρικὰς ὁρισμένας, αἱ ὁποῖαι εἶνε πάντοτε πολύεδρα (κύβοι, ὀκτάεδρα, πρίσματα κλπ.) καὶ ὀνομάζονται **κρυστάλλοι**. Ὅταν π.χ. ἀφεθῆ νὰ ψυχθῆ βραδέως θεῖον τετηκὸς ἐντὸς κάψης, ἡ στερεοποίησις ἀρχεται ἐπὶ τῶν παρεῖων τῆς κάψης, αἱ ὁποῖαι εἶνε ἐκτεθειμέναι εἰς τὴν ψύξιν.



Σχ. 210

Ἐὰν, πρὶν ἢ ὀλόκληρον τὸ ποσὸν τοῦ θεῖου στερεοποιηθῆ, ἀποχωρίσωμεν τὸ ἀπομένον εἰς ὑγρὰν κατάστασιν μέρος εὐρίσκομεν ἐπὶ τῶν παρεῖων τῆς κάψης μικρὰς πρισματικὰς βελόνας ἐκ θεῖου. Ἐπίσης, κρυστάλλωσις σώματός τινος διαλελυμένου ἔν τινι ὑγρῷ δύναται νὰ γίνῃ πολλακίς δι' ἑξαμίσεως τοῦ διαλύματος. Τὸ σχ. 210 παριστάνει κρυστάλλους **στυπη-**



Σχ. 211



Σχ. 212

ρίας (κ. στύψη), οἱ ὁποῖοι παράγονται τοιαυτοτρόπως. Τὸ δὲ σχ. 211 παριστάνει κρυστάλλους **μαγειρικοῦ ἁλατος**, παραγομένους ὁμοίως.

Ἐὰν ἐξετάσωμεν τὰς νιφάδας τῆς χιόνος, εὐρίσκομεν ὅτι ἀποτελοῦνται ἀπὸ κρυστάλλους πάγου κανονικῶν σχημάτων (σχ. 212).

ΕΞΑΕΡΩΣΙΣ

155. Ἐξαέρωσις.— Ἐὰν θερμάνωμεν ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ποσότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται ὀλίγον κατ' ὀλίγον, διότι μέρος αὐτοῦ μεταβάλλεται εἰς **ἀτμόν**, ἥτοι εἰς **ἀέριον**. Ἡ μεταβολὴ ὑγροῦ οἰουδήποτε εἰς ἀέριον καλεῖται **ἐξαέρωσις**, τὸ δὲ ἀέριον, εἰς τὸ ὁποῖον μεταβάλλεται τὸ ὑγρὸν, καλεῖται **ἀτμὸς** αὐτοῦ (1).

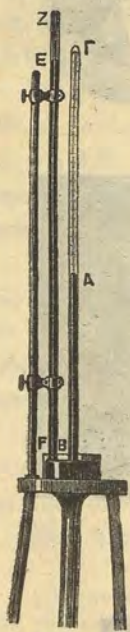
Ὑπάρχουν ὅμως ὑγρά, ὡς τὸ ὕδωρ, ὁ αἰθέρ, τὰ ὁποῖα μεταβάλλονται εἰς ἀτμόν εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν, ἔστω καὶ κατωτέραν τῆς συνήθους. Π.χ. ὕδωρ, εὐρίσκόμενον ἐν δοχείῳ ἀνοικτῷ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἐξαεροῦται ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ τὸ δοχεῖον τέλος ξηραίνεται. Τὰ τοιαῦτα ὑγρά ὀνομάζονται **πητικὰ**.

156. Τάσις τῶν ἀτμῶν.— ΠΕΙΡΑΜΑ.— Ἐὰν λάβωμεν βαρομετρικὸν σωλῆνα ΒΓ (σχ. 213) καὶ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ ἄνω τοῦ ὑδραργύρου κενὸν ΑΓ σταγόνας τινὰς πητικοῦ ὑγροῦ, π.χ. αἰθέρος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ὁ αἰθέρ, μόλις φθάσῃ εἰς τὸν χῶρον ΑΓ, ἐξαεροῦται ἀμέσως, ἐνῶ συγχρόνως ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη καταπίπτει μέτρον τινας.

Συμπέρασμα.— *Οἱ ἀτμοί, ὅπως καὶ τὰ λοιπὰ ἀέρια, πιέζουν τὰς παρειὰς τῶν δοχείων, ἐντὸς τῶν ὁποίων εὐρίσκονται, ἥτοι ἔχουν τάσιν.*

Ἡ προηγουμένη κατάπτωσις τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης γίνεται μεγαλυτέρα, ἐὰν θερμάνωμεν τὸν χῶρον ΑΓ τοῦ σωλῆνος. Τοῦτο ἀποδεικνύει, ὅτι ἡ **τάσις τῶν ἀτμῶν ἀυξάνεται, ὅταν ἀυξάνεται ἡ θερμοκρασία των**. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία ἀυξηθῇ ὑπερμέτρως, ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν γίνεται πολὺ μεγάλη, ὥστε θραύονται πολλάκις τὰ κλειστὰ δοχεῖα, ἐντὸς τῶν ὁποίων εὐρίσκονται.

(1) Ὑγρά τινα, ἔμμονα καλούμενα, εἰς οὐδεμίαν θερμοκρασίαν παρέχουν ἀτμούς ἀνευ ἀποσυνθέσεώς των (π.χ. λίπασα ἔλαια). Ἐκτός δὲ τῶν ὑγρῶν καὶ στερεὰ τινα, ὡς ἡ καμφορά, παρέχουν ἀτμούς, χωρὶς νὰ μεταβοῦν πρότερον εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν. Συνήθως ὅμως σῶμά τι ἐξαεροῦται, ἀφοῦ διέλθῃ διὰ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως.



Σχ. 213

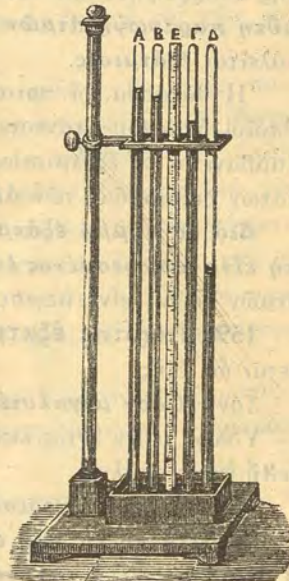
157. Κατάστασις κόρου.— Ἐὰν ἐντὸς τοῦ χῶρου ΑΓ τοῦ βαρομετρικοῦ σωλῆνος εἰσαγάγωμεν καὶ ἄλλην ποσότητα αἰθέρος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι καὶ αὕτη ἐξαεροῦται, ἡ δὲ ὑδραργυρικὴ στήλη καταπίπτει περισσότερο. Ἐὰν ἐξακολουθήσωμεν εἰσάγοντες αἰθέρα εἰς τὸν αὐτὸν χῶρον, ἡ **ἐξαέρωσις αὕτη καταπαύει**. Ὅσηδήποτε νέα ποσότης αἰθέρος καὶ ἂν εἰσαχθῇ, δὲν ἐξαεροῦται πλέον, ἡ δὲ ὑδραργυρικὴ στήλη **παραμένει σταθερά**. Ὡστε ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν φθάνει εἰς τιμὴν τινα ὀρισμένην, ἣτις καλεῖται **μεγίστη τάσις**, τὴν ὁποίαν δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ. Ὁ χῶρος ΑΓ καλεῖται τότε **κεκορεσμένος ἀτμῶν**.

Ἐὰν ὅμως θερμάνωμεν τὸν κεκορεσμένον χῶρον ΑΓ, ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη καταπίπτει πάλιν, νέα δὲ ποσότης αἰθέρος ἐξαεροῦται, ἡ ὁποία ἀυξάνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὅταν ἡ θερμοκρασία ἀνηφοῦται. Ἄρα, ἡ **μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν ἀυξάνεται, ἀυξανομένης τῆς θερμοκρασίας**. Τοῦναντίον, ὅταν ψύξωμεν τὸν χῶρον ΑΓ, ἐὰν μὲν δὲν εἶνε κεκορεσμένος, τότε πλησιάζει τὴν κατάστασιν τοῦ κόρου τοσοῦτον μᾶλλον, ὅσον ἡ ψῆξις γίνεται ἐντονωτέρα· ἐὰν δὲ εἶνε εἰς τὴν κατάστασιν τοῦ κόρου, τότε μέρος τῶν ἀτμῶν **μεταβάλλεται εἰς ὑγρὸν**. Μετὰ τῆς ψύξεως καὶ ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν ἐλαττοῦται.

ΠΕΙΡΑΜΑ.— Ἐὰν λάβωμεν πλείονας βαρομετρικοὺς σωλῆνας Α, Β, Γ, Δ, (σχ. 214) καὶ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν Β ὕδωρ, εἰς τὸν Γ οἰνόπνευμα καὶ εἰς τὸν Δ αἰθέρα, θὰ παρατηρήσωμεν, διὰ τὴν κατάστασιν τοῦ κόρου, ὅτι ἡ πτώσις τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης εἶνε ἡ μεγαλυτέρα διὰ τὸν αἰθέρα καὶ ἡ μικροτέρα διὰ τὸ ὕδωρ.

Ἄρα, ἡ **μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τῶν διαφορῶν ὑγρῶν δὲν εἶνε ἡ αὐτῆ, ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις**. Ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ οἰνοπνεύματος εἶνε μεγαλυτέρα τῆς τῶν ὑδρατμῶν καὶ μικροτέρα τῆς τῶν ἀτμῶν τοῦ αἰθέρος.

Τρόποι ἐξαερώσεως ὑγροῦ τίνος εἶνε ὁ δι' **ἐξατμίσεως** καὶ ὁ διὰ **βρασμοῦ**, οὓς θὰ ἐξετάσωμεν ἀμέσως.



Σχ. 214

Α) ΞΕΑΤΜΙΣΙΣ

158. Ἐξάτμισις.— Ἐὰν ἐντὸς δοχείου ἀνοικτοῦ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἀφήσωμεν ποσότητα αἰθέρος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι οὗτος ἐλαττοῦται σὺν τῷ χρόνῳ ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ τέλος ἐξαφανίζεται ἐντελῶς, μεταβληθεὶς εἰς ἀτμόν. Εἰς τὰ περίεξ δὲ τοῦ δοχείου αἰσθανόμεθα τὴν ὁσμὴν τοῦ αἰθέρος, ὁ ὁποῖος ὑπάρχει τῶρα εἰς τὸν αἶρα εἰς κατάστασιν ἀτμοῦ. Ὅμοίως ἐξαεροῦται τὸ ὕδωρ, τὸ οἰνόπνευμα καὶ ἄλλα ὑγρά. Διαβραχέντα ὑφάσματα, ἐκτιθέμενα εἰς τὸν αἶρα, ξηραίνονται (στεγνώνουν) κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ταχέως, τοῦ ὕδατος τῶν μεταβάλλομένου εἰς ἀτμούς. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον (ἐκτὸς τῆς ἀπορροφήσεως), τὸ διαβραχὲν ἔδαφος ξηραίνεται. Ἡ **βραδεῖα αὕτη παραγωγὴ ἀτμῶν μόνον κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ**, καλεῖται **ἐξάτμισις**.

Ἡ θάλασσα, οἱ ποταμοὶ, ἀναδίδουν δι' ἐξατμίσεως ἀτμούς, οἱ ὁποῖοι ὑπάρχουν πάντοτε εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Τὸ μαγειρικὸν ἄλας λαμβάνεται δι' ἐξατμίσεως θαλασσίου ὕδατος, εἰσαγομένου ἐντὸς εὐρυτάτων δεξαμενῶν, τῶν **ἀλυκῶν** (σχ. 175).

Διὰ τὰ συμβῆ ἐξάτμισις, πρέπει ὁ ἄνω τοῦ ὑγροῦ χῶρος νὰ μὴ εἶνε κεκορεσμένος ἐκ τῶν ἀτμῶν του, ἥτοι ἡ τάσις τῶν ἐν αὐτῷ ἀτμῶν νὰ μὴ εἶνε μεγίστη.

159. Ταχύτης ἐξατμίσεως.— Ἡ ἐξάτμισις ἐνὸς ὑγροῦ ἐπιταχύνεται ὡς ἑξῆς:

1ον. **Ὅσον μεγαλυτέρα εἶνε ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ.**— Ὑδωρ, τεθὲν ἐντὸς λεκάνης εὐρείας, ἐξατμίζεται ταχύτερον ἢ ἐὰν τεθῆ ἐντὸς φιάλης.

Ὅσον λοιπὸν περισσότερον ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ, ἡ ἐκτεθειμένη εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, εἶνε μεγαλυτέρα, τόσον καὶ ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχύτερα.

2ον. **Ὅσον ἡ περιβάλλουσα ἀτμόσφαιρα ἀπέχει περισσότερον τῆς καταστάσεως τοῦ κόρου.**— Ὅταν ἡ περιβάλλουσα τὸ ὑγρὸν ἀτμόσφαιρα ἔχει κορεσθῆ ἐκ τῶν ἀτμῶν του, ἡ ἐξάτμισις καταπαύει. Τοῦναντίον, ὅταν αὕτη ἀπέχη πολὺ ἀπὸ τὴν κατάστασιν τοῦ κόρου, τὸ ὑγρὸν ἐξατμίζεται λίαν ταχέως. Ἐνεκα τούτου, ὅταν ὁ περιβάλλων τὸ ὕδωρ ἀήρ εἶνε ξηρὸς ἢ ἀνανεοῦται, ἡ ἐξάτμισις ἐπιταχύνεται. Ὑφάσματα, διαβραχέντα, ξηραίνονται ταχέως, ὅταν πνέει ἄνεμος ξηρὸς.

3ον. **Ὅσον ὑψηλοτέρα εἶνε ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ καὶ τῆς ἀτμοσφαιρας.**— Ὅταν ἡ θερμοκρασία τούτων ἀυξάνεται, ἡ ἐξάτμισις γίνεται ταχύτερα.

4ον. **Ὅσον μικροτέρα εἶνε ἡ πίεσις ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ.**— Αἱ μεγάλαί πίεσις ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἐλαττώνουν τὴν ταχύτητα τῆς ἐξατμίσεως του. Εἰς τὸ κενὸν τοῦ βαρομέτρου, ἡ ἐξάτμισις π.χ. αἰθέρος ἢ ὕδατος, γίνεται, ὡς εἶδομεν, ἀμέσως.

160. Ψῦχος δι' ἐξατμίσεως.— Ἐὰν ἐντὸς τῆς παλάμης μας θέσωμεν ὀλίγον αἰθέρα, παρατηροῦμεν ὅτι οὗτος ἐξατμίζεται καὶ συγχρόνως **αἰσθανόμεθα ψῦχος** εἰς τὸ μέρος τοῦτο καθ' ὅλην τὴν διάρκεια τῆς ἐξατμίσεως τοῦ ὑγροῦ. Ἐπίσης, ἐὰν λάβωμεν θερμομέτρον καὶ περιβάλωμεν τὸ δοχεῖον του δι' ὑφάσματος, διαβραχέντος δι' αἰθέρος ἢ οἰνοπνεύματος, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἀμέσως ἡ θερμοκρασία ἐλαττοῦται πολὺ. Ἐν γένει, **κατὰ τὴν ἐξάτμισιν ἐνὸς ὑγροῦ παράγεται ψῦχος**, ἥτοι ἡ θερμοκρασία ἐλαττοῦται. Διότι, διὰ τὰ μεταβληθῆ τὸ ὑγρὸν εἰς ἀτμόν, παραλαμβάνει θερμότητα ἐξ ἑαυτοῦ καὶ τῶν περίεξ σωμάτων καὶ οὕτως ἐπέρχεται ψῦξις.

Ἐφαρμογαί.— 1. Τῆς ἐξατμίσεως γίνεται χρῆσις πολλάκις πρὸς παραγωγὴν ψύχους. Παρ' ἡμῖν κατὰ τὸ θέρος πρὸς ψῦξιν τοῦ ὕδατος γίνεται χρῆσις καταλλήλων πηλίνων δοχείων (κ. κανάτια), τὰ ὁποῖα ἔχουν μικρὰς ὀπὰς (πόρους) καὶ τὸ ἐν αὐτοῖς ὕδωρ ἐξέρχεται διὰ τῶν πόρων εὐκόλως, ἐν εἶδει ἰδρωτός, εἰς τὴν ἐξωτερικὴν τῶν ἐπιφάνειαν. Ἐκ τῆς ἐξατμίσεως δὲ τοῦ ὕδατος τούτου ψύχεται τὸ δοχεῖον καὶ τὸ ἐντὸς αὐτοῦ ὕδωρ. Ἐνεκα τούτου τὰ δοχεῖα ἐκτίθενται εἰς ῥεύματα αἰέρος (παράθυρα κτλ.), ὅτε ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχεῖα καὶ ἡ ψῦξις μεγαλυτέρα.

2. Ὅταν ἄνωθεν θερμοῦ γάλακτος ἢ καφέ ἢ φαγητοῦ σχηματίζομεν ῥεῦμα αἰέρος, π.χ. διὰ φουσηματος, ἐπιταχύνομεν τὴν ἐξάτμισιν καὶ προκαλοῦμεν ψῦξιν.

3. Δι' ἐξατμίσεως ὑγρᾶς ἀμμωνίας, ἡ βιομηχανία μεταβάλλει τὸ ὕδωρ εἰς πάγον.

Β) ΒΡΑΣΜΟΣ

161. Βρασμός.— Ὅταν θερμαίνωμεν δοχεῖον, περιέχον ὕδωρ, ἡ θερμοκρασία του ἀυξάνεται βαθμηδόν. Τὰ μέρη τοῦ ὕδατος, τὰ εὐρισκόμενα πλησίον τῆς θερμοαινομένης παρειᾶς τοῦ δοχείου, θερμαινόμενα, διαστέλλονται καὶ ἀνέρχονται, ἐνῶ συγχρόνως ἄλλη ποσότης ψυχροῦ ὕδατος κατέρχεται ἐκ τῶν ἀνωτέρω μερῶν του. Οὕτω σχηματίζονται ἐντὸς τοῦ ὕδατος ῥεύματα, ἐκ τῶν ὁποίων ἄλλα μὲν ἀνέρχονται, ἄλλα δὲ κατέρχονται. Τὰ ῥεύματα ταῦτα διακρίνομεν εὐκόλως, ὀπίπτοντες ἐν τῷ ὕδατι ὀλίγα ῥινίσματα ξύλου, ὅτε ταῦτα ἀκολουθοῦν τὰ ῥεύματα.

Ἐὰν ἡ θέρμανσις ἐξακολουθήσῃ, θὰ παρατηρήσωμεν μετὰ τινα χρόνον ἐπὶ τῶν παρεῖδων τοῦ δοχείου καὶ ἐν τῷ ὑγρῷ φυσαλίδας ἀέρος, προερχομένας ἐκ τοῦ ἐν τῷ ὑγρῷ διαλελυμένου ἀέρος. Μετὰ ταῦτα ἀναφαίνονται ἐκ τοῦ πυθμένος πομφόλυγες ἀτμῶν, αἵτινες κατ' ἀρχὰς ἀνερχόμεναι μειοῦνται κατ' ὄγκον καὶ συμπυκνοῦνται, ἕνεκα τῆς ψυχρότητος τῶν ἄνω μερῶν τοῦ ὕδατος.

Τέλος, αἱ παραγόμεναι πομφόλυγες, φθάνουσαι μέχρι τῆς ἐπιφανείας, ἀναταράσσουν ταύτην βιαίως καὶ θραύονται (σχ. 215). Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἐξαερώσεως τῶν ὑγρῶν οὐ μόνον κατ' ἐπιφάνειαν, ὅπως εἰς τὴν ἐξάτμισιν, ἀλλ' ἐξ ὅλης τῆς μάζης των, καλεῖται **βρασμός**.

162. Νόμοι τοῦ βρασμοῦ.— Οὗτοι εἶνε οἱ ἑξῆς :

1ον. **Δι' ἕκαστον καθαρὸν ὑγρὸν, ὁ βρασμὸς ἀρχίζει εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν, ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις.** Π.χ. τὸ ὕδωρ, ὑπὸ πίεσιν 76 ἑκατ., βράζει εἰς 100°, τὸ οἰνόπνευμα εἰς 78°, κλπ. Ἡ θερμοκρασία δὲ αὕτη, ἡ ὁποία εἶνε ἡ τῶν ἀτμῶν, τῶν εὐρισκομένων ἀμέσως ἄνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ζέοντος ὑγροῦ, καλεῖται **σημεῖον ζέσεως**. Ἡ θερμοκρασία αὕτη διατηρεῖται ἀμετάβλητος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ, ἐφ' ὅσον καὶ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις μένει σταθερά.



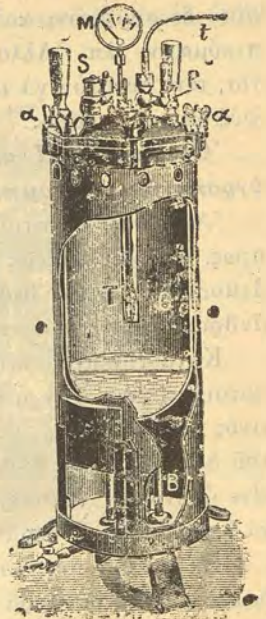
Σχ. 215

2ον. **Ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὑγροῦ ἰσοῦται πάντοτε τῇ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του ἐπιφερομένη πιέσει.** Ἐὰν ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις αὐξηθῇ ἢ ἐλαττωθῇ, τότε καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ αὐξάνεται ἢ ἐλαττοῦται. Ἐὰν π. χ. δι' ἀεραντλίας ἐλαττώσωμεν τὴν ἐπὶ τοῦ ὕδατος, τοῦ περιεχομένου ἐντὸς φιάλης, πίεσιν, τὸ ὕδωρ βράζει εἰς χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν, π. χ. εἰς 75° ἢ καὶ ὀλιγώτερον. Ἐπὶ τοῦ Λευκοῦ ὄρου (ὑψὸς 4516 μέτρων), τὸ ὕδωρ βράζει εἰς 84°,5.

163. Θερμότης ἐξαερώσεως.— Ὅπως εἶδομεν, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ ἑνὸς ὑγροῦ, ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ διατηρεῖται σταθερά, ἂν καὶ διαρκῶς τοῦτο δέχεται θερμότητα ἐκ τῆς ἐστίας. Ἡ θερμότης αὕτη χρησιμεύει πρὸς μετατροπὴν τοῦ ὑγροῦ εἰς ἀτμὸν καὶ ὀνομάζεται **λανθάνουσα**.

164. Βρασμὸς ἐν κλειστῷ δοχείῳ.— Ὅταν ὑγρὸν τι εὐρίσκειται ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου θερμοκρασίας T' , οἱ ἀτμοὶ του δὲν δύνανται νὰ ἐξέλθουν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ ἡ τάσις των αὐξάνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον καὶ φθάνει τὴν μεγίστην τάσιν ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν T'' ὅτε πᾶσα ἐξαερώσις καταπαύει. **Βρασμὸς τοῦ ὑγροῦ δὲν δύναται τότε νὰ γίνῃ** καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ δύναται νὰ ὑπερβῇ κατὰ πολὺ τὸν βαθμὸν ζέσεως.

Δυνάμεθα ὁμῶς νὰ προκαλέσωμεν τὸν βρασμὸν τοῦ ὑγροῦ εἴτε διὰ ψύξεως ἔξωθεν τῶν παρεῖδων τοῦ δοχείου (ὅτε μέρος τῶν ἀτμῶν ὑγροποιεῖται), εἴτε ἀνοίγοντες μικρὰν ὀπὴν εἰς τοῦτο, ὥστε νὰ ἐξέρχεται ὁ ἀτμός. Τὸ μέσον τοῦτο χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ ὄργανα, τὰ καλούμενα **αὐτόκλειστα** (σχ. 216). Τὸ αὐτόκλειστον εἶνε κλειστὸς λέβηθ μεθ' ὕδατος, τοῦ ὁποίου ἡ θερμοκρασία ἀνυψοῦται ἄνω τῶν 100°, διὰ νὰ **ἀποστειρωθοῦν** διάφορα ἀντικείμενα, τεθέντα ἐν αὐτῷ, ἢ πρὸς παραγωγὴν διαφόρων χημικῶν φαινομένων.



Σχ. 216

ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

165. Ὑγροποίησης.— ΠΕΙΡΑΜΑ 1.— Ἐὰν ὑπεράνω βράζοντος ὕδατος θέσωμεν τὸ ψυχρὸν σκέπασμα τοῦ δοχείου, θὰ ἴδωμεν νὰ σχηματίζονται ἐπὶ τοῦ σκεπάσματος σταγόνες ὕδατος. Αἱ σταγόνες αὗται παρήχθησαν ἀπὸ τοὺς ἀτμοὺς τοῦ βράζοντος ὕδατος, οἱ ὁποῖοι ἐψύχθησαν ἐπὶ τοῦ σκεπάσματος καὶ μετεβλήθησαν πάλιν εἰς ὑγρὸν ὕδωρ.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.— Κατὰ τὸν χειμῶνα, σχηματίζεται ἐπὶ τῶν ὑάλων τῶν παραθύρων ἐν λεπτὸν στρώμα θαμβὸν ἀπὸ ὕδατος. Τὸ στρώμα τοῦτο παράγεται ἀπὸ τοὺς ὑδρατμοὺς τοῦ ἀέρος τῶν δωμάτων. Δηλαδή, αἱ ψυχρὰ ὑάλαι ψύχουν τοὺς ὑδρατμοὺς καὶ τοὺς μεταβάλλουν εἰς ὕδωρ ὑγρὸν.

Ὅμοιον θαμβὸν στρώμα σχηματίζεται ἐπὶ ψυχρᾶς ὑάλου, ὅταν ἐπ' αὐτῆς φυσῶμεν τὰ ἀέρια τῆς ἐκποῆς μας.

Ἐν γένει, οἱ ὑδροατμοί, ὅταν ψύχωνται ἀρκετά, μεταβάλλονται εἰς ὑγρὸν ὕδωρ καὶ λέγομεν ὅτι *ὕγραποιῦνται* ἢ *συμπυκνοῦνται*. Τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ εἰς ἄλλους ἀτμούς, π.χ. τοῦ αἰθέρος, τοῦ οἴνου-πνεύματος κλπ. Ἄλλα δὲ ἀέρια, ὅπως ὁ ἀήρ, τὸ δευτέρον, ἢ ἀμμωνία, εἶνε δυνατὸν νὰ μεταβληθοῦν εἰς ὑγρὰ εἴτε διὰ ψύξεως, εἴτε διὰ ψύξεως καὶ πίεσεως.

Ὁρισμός.—*Ἡ μεταβολὴ ἑνὸς ἀερίου εἰς ὑγρὸν* ὀνομάζεται *ὕγραποίησις* ἢ *συμπύκνωσις* τοῦ ἀερίου.

Ἀερίον τι δύναται νὰ ὑγραποιοηθῇ εἴτε διὰ ψύξεως, εἴτε διὰ πίεσεως, εἴτε διὰ ψύξεως καὶ πίεσεως συγχρόνως. Ὑπὸ πίεσιν 75 περίπου ἀτμοσφαιρῶν καὶ θερμοκρασίαν 30° ὑγραποιεῖται τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθράκος. Δι' ἐντονωτάτης ψύξεως καὶ πίεσεως ὑγραποιεῖται ὁ ἀήρ.

Κατὰ τὴν ὑγραποίησιν τῶν ἀερίων, παρατηρήθη ὅτι αὕτη δὲν δύναται νὰ γίνῃ, ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀερίου εἶνε ἀνωτέρα ὠρισμένης τινὸς θερμοκρασίας, καλουμένης *κρίσιμου*. Ἐὰν π.χ. ἡ θερμοκρασία τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθράκος εἶνε ἀνωτέρα τῶν 31°, ἡ ὑγραποίησις του εἶνε ἀδύνατος. Ἐπομένως, ἵνα ὑγραποιοηθῇ ἀερίον τι, ἀνάγκη πρῶτον νὰ ὑποβιβασθῇ ἡ θερμοκρασία του κάτω τῆς κρίσιμου.

Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι μεταξὺ τῶν ἀερίων καὶ τῶν ἀτμῶν οὐδεμία φυσικὴ διαφορὰ ὑφίσταται καὶ ὅτι τὰ δέτρια εἶνε καὶ αὐτὰ ἀτμοὶ ὑγροῦν.

166. Ἀπόσταξις.—Ἡ συνήθης συσκευή τῶν οἴνουπνευματοποιῶν (σχ. 217), ἡ ὁποία ὀνομάζεται *ἀποστακτιῆρ*, ἀποτελεῖται ἀπὸ *κλειστὸν λέβητα* A χάλκινον, ὁ ὁποῖος συγκοινωνεῖ διὰ λαιμοῦ BB' μὲ ἓνα σωλῆνα ὀφιοειδῆ EE. Ὁ σωλῆν οὗτος εὗρίσκεται ἐντὸς δοχείου (*ψυκτιῆρ*), τὸ ὁποῖον περιέχει ὕδωρ ψυχρὸν ἀναερούμενον διὰ τοῦ κρουνοῦ R. Διὰ τοῦ ψυχροῦ τούτου ὕδατος ψύχεται ὁ σωλῆν EE.

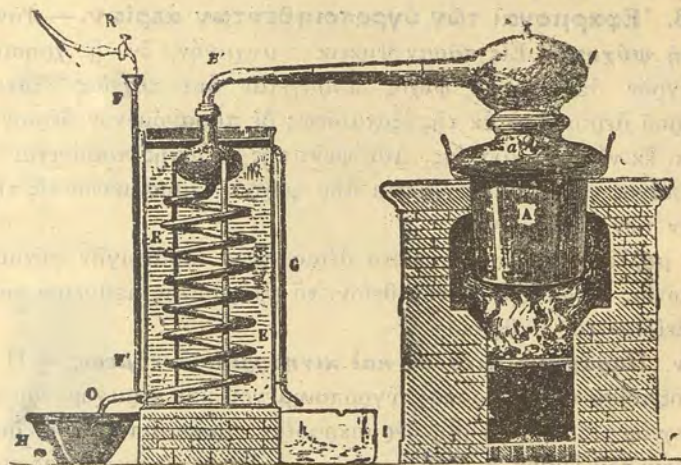
ΠΕΙΡΑΜΑ 1.—Τὸ ὕδωρ τῶν θαλασσῶν, τῶν πηγῶν, τῶν ποταμῶν, δὲν εἶνε καθαρὸν, ἀλλὰ περιέχει ξένας οὐσίας, π.χ. ἅλας, πηλὸν κλπ. Ἐὰν βράσωμεν θαλάσσιον ὕδωρ ἐντὸς τοῦ λέβητος A (σχ. 213), θὰ παραχθοῦν ἀτμοὶ ὕδατος, οἱ ὁποῖοι, διερχόμενοι διὰ τοῦ ὀφιοειδοῦς σωλῆνος EE, ψύχονται καὶ ὑγραποιοῦνται εἰς ὕδωρ ὑγρὸν, τὸ ὁποῖον ρεεῖ ἀπὸ τὸ κάτω ἄκρον O.

Τὸ ὑγρὸν τοῦτο ὕδωρ δὲν περιέχει πλέον ξένας οὐσίας, ἤτοι εἶνε καθαρὸν ὕδωρ καὶ ὀνομάζεται *ἀπεσταγμένον*. Αἱ ξένοι οὐσῖαι μένουσιν εἰς τὸν λέβητα.

Ἡ ἐργασία αὕτη καλεῖται *ἀπόσταξις* τοῦ ὕδατος.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.—Ἐὰν ἐντὸς τοῦ λέβητος A βράσωμεν μίγμα ὕδα-

τος καὶ οἴνουπνεύματος, θὰ παρατηρήσωμεν, ὅταν ἡ θερμοκρασία γίνῃ 78°, ὅτι ἀπὸ τὸ ἄκρον O ρεεῖ πρῶτον οἴνουπνευμα καθαρὸν. Μετ' ὀλίγον χρόνον τὸ οἴνουπνευμα παύει νὰ ρεῖ, ἡ θερμοκρασία γίνεται 100°



Σχ. 217

καὶ ἀρχίζει ἡ ἐκροὴ ὕδατος. Διὰ τῆς ἀποστάξεως λοιπόν, ἠμποροῦμεν νὰ ἀποχωρήσωμεν τὸ οἴνουπνευμα ἀπὸ τὸ ὕδωρ

Συμπέρασμα—*Ἐν γένει, διὰ τῆς ἀποστάξεως εἶνε δυνατόν νὰ ἀποχωρήσωμεν ἓν σῶμα ἀπὸ ἄλλο ἢ ἀπὸ τὰς ξένας οὐσίας, τὰς ὁποίας περιέχει.*

167. Γενικὰ ἀποτελέσματα.—Σήμερον πάντα ἀνεξαιρέτως τὰ ἀέρια ὑγραποιοῦνται. Ἡ χρῆσις δὲ τῶν ἐπιτευχθεισῶν λίαν χαμηλῶν θερμοκρασιῶν εἰς τὰς ἐπιστημονικὰς ἐρεῦνας ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων τῆς ὕλης ἀπέδειξεν, ἐκτὸς ἄλλων, ὅτι αἱ μηχανικαί, αἱ ἠλεκτρικαὶ καὶ αἱ χημικαὶ ἰδιότητες τῶν σωμάτων ἐμφανίζονται, ἐν γένει, ἀπὸ νέας ὄλως ἀπόψεως, ὅταν ἡ θερμοκρασία ὑποβιβασθῇ εἰς μέγαν βαθμὸν. Οὕτω παρατηροῦνται μεγάλαι μεταβολαὶ χρώματος τῶν σωμάτων καὶ τὰ πλείστα ἐξ αὐτῶν, ὡς ἄνθη, ὁ βάμβαξ, καθίστανται φωσφορίζοντα.

Ἐυρεῖς ὁρίζοντες ἠνοίχθησαν καὶ εἰς τὴν βιολογίαν ἐκ τῶν ἐργασιῶν τούτων. Ὡς ἀπεδείχθη, τὰ σπέρματα τῆς ζωῆς δύναται νὰ διατηρηθοῦν ἐπὶ 7 ἡμέρας εἰς 190 βαθμοὺς ὑπὸ τὸ μηδὲν ἄνευ ἐλαιώσεως τῆς ζωτικότητος αὐτῶν. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων, συνήγαγον τὸ σπουδαιότατον διὰ τὰς κοσμογονικὰς θεωρίας συμπέρασμα, ὅτι ἐπειδὴ

τὸ ψῦχος τοῦ μετὰ τῶν ἀστρων διαστήματος δὲν δύναται νὰ καταστρέψῃ τὰ σπέρματα τῆς ζωῆς, δὲν εἶνε καθόλου παράλογον νὰ υποθέσωμεν ὅτι, ὑπὸ καταλλήλους ὁρους, σπέρμα τι δύναται νὰ μεταδοθῆ ἀπὸ τινος πλανήτου εἰς ἄλλον.

168. Ἐφαρμογαὶ τῶν ὑγροποιηθέντων ἀερίων.— 1ον **Παραγωγή ψύχους.** Εἰς πᾶσαν ψυκτικὴ μηχανήν, ἐν ἣ χρησιμοποιοῦται ὑγρὸν ἀέριον, τὸ ψῦχος παράγεται διὰ ταχείας ἐξατμίσεως τοῦ ὑγροῦ ἀερίου· τὸ ἐκ τῆς ἐξατμίσεως δὲ παραγόμενον ἀέριον ὑγροποιεῖται ἐκ νέου δι' ἀντλίας. Διὰ ψυκτικῆς μηχανῆς παράγεται συνήθως ὁ πάγος καὶ παρασκευάζεται ἀπὸ ψυχρός, χρησιμεύων εἰς τὴν διατήρησιν τῶν τροφίμων.

Τὰ μᾶλλον χρησιμοποιούμενα ἀέρια πρὸς παραγωγὴν ψύχους εἶνε ἡ ἀμμωνία, τὸ διοξειδίου τοῦ θείου, τὸ χλωριοῦχον μεθύλιον καὶ ἰδίως τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

2ον. Παραγωγή πιέσεως καὶ κινητηρίου δυνάμεως.— Ἡ πίεσις τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ὑγροποιημένου καὶ περιεχομένου ἐν κλειστῷ δοχείῳ εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ ζύθου ἢ ἄλλων ποτῶν, ἐνῶ συγχρόνως προφυλάσσει αὐτὰ ἀπὸ τῆς ἐπαφῆς τοῦ ἀέρος καὶ ἐπομένως ἀπὸ τῆς ἐπιδράσεως τῶν μικροβίων τῆς.

3ον. Χημικαὶ ἐφαρμογαί.— Ἐκαστον ὑγροποιημένον ἀέριον ἔχει τὰς ἰδίας χημικὰς ἐφαρμογὰς του. Τὸ διοξειδίου τοῦ θείου χρησιμοποιεῖται π.χ. πρὸς λεύκανσιν ζωϊκῶν οὐσιῶν (μέταξα, περὰ κλπ.), τὸ χλωρίον εἰς τὴν βιομηχανίαν τοῦ χάρτου, εἰς τὴν μεταλλουργίαν κλπ. Ἰδιαιτέραν θέσιν κατέχει τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ἕνεκα τῶν πολυαριθμῶν ἐφαρμογῶν του καὶ τοῦ εὐώνου του. Κατ' ἔτος παρασκευάζεται κατὰ χιλιάδας τόννων.

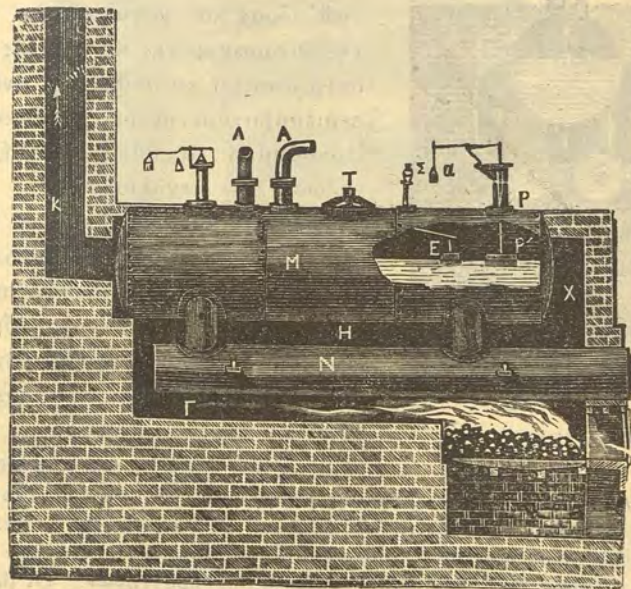
169. Στερεοποιήσις τῶν ἀερίων.— Ἐνίοτε διὰ ταχείας ἐξατμίσεως ὑγροποιημένου ἀερίου ἢ θερμοκρασία του κατέρχεται τόσον, ὥστε στερεοποιεῖται τὸ ἀπομένον ὑγρὸν. Ἐὰν ἀνοίξωμεν τὴν στροφίγγα τῶν δοχείων, ἐν οἷς διατηρεῖται διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, καὶ ἀφήσωμεν νὰ ἐκρυσθῇ τοῦτο ἐλευθέρως ἐντὸς σάκκου ἐξ ὑφάσματος (σχ. 266), λαμβάνομεν **στερεὸν** διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ὁμοιάζον πρὸς χιόνι. Ἐπίσης, διὰ ταχείας ἐξατμίσεως ὑγροῦ ἀέρος λαμβάνεται **στερεὸς** ἀπὸ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΚΑΙ ΕΡΓΟΝ

ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΑΙ

170. Ἀτμομηχαναί.— Αἱ μηχαναί, εἰς τὰς ὁποίας χρησιμοποιεῖται ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος ὡς **κινητήριος δύναμις**, καλοῦνται **ἀτμομηχαναί**. Αὗται ἀποτελοῦνται ἐκ τῶν ἐξῆς κυρίων μερῶν· τοῦ **ἀτμογόνου λέβητος**, τοῦ **κυλίνδρου**, τοῦ **συμπυκνωτοῦ** καὶ τοῦ μηχανισμοῦ, διὰ τοῦ ὁποίου ἡ εὐθύγραμμος παλινδρομικὴ κίνησις τοῦ ἐμβολῆος τοῦ κυλίνδρου μεταβάλλεται εἰς κυκλικήν.



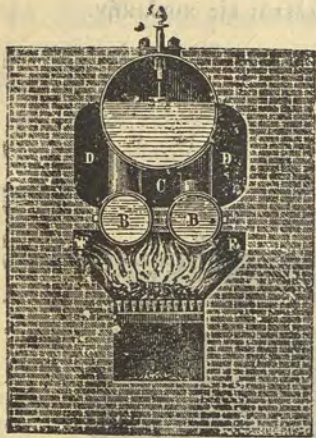
Σχ. 218

171. Λέβης.— Ἐντὸς τοῦ ἀτμογόνου λέβητος Μ (σχ. 218) τίθεται ὕδωρ, τὸ ὁποῖον διὰ θερμάνσεως μεταβάλλεται εἰς ἀτμόν. Συνήθως, ὁ λέβης ἀποτελεῖται ἐκ μεγάλου κυλινδρικοῦ δοχείου C, συγκοινωνοῦντος κάτωθεν μετ' ἄλλων δύο σωληνοειδῶν τοιούτων Β, Β (σχ. 219).

Αἱ παρειαὶ τοῦ λέβητος εἶνε σιδηραὶ καὶ τοιουτοτρόπως κατεσκευασμένα, ὥστε νὰ ἀπορροφῶν ὅσον τὸ δυνατόν μείζονα ποσότητα ἐκ τῆς θερμότητος τῆς ἐπτίας· πρὸς τοῦτο τὰ μέρη των, τὰ ἐκτεθειμένα

εις τὸ πῦρ, παρουσιάζουν εἰς αὐτὸ ὅσον τὸ δυνατόν μεγαλυτέραν ἐπιφάνειαν.

Θερμαινομένη ἐπιφάνεια τοῦ λέβητος καλεῖται τὸ μέρος τοῦτο τῆς παρειᾶς του, ὅπερ ἀπορροφᾷ τὴν θερμότητα ἐκ τῆς ἐστίας καὶ μεταδίδει αὐτὴν εἰς τὸ ὕδωρ· ἡ θερμαινομένη ἐπιφάνεια ὑπολογίζεται εἰς τετραγωνικὰ μέτρα. Τῆς ἐπιφανείας ταύτης μέρος μὲν εἶνε ὑπὸ τὴν ἄμεσον ἐπίδρασιν τῆς ἀκτινοβολίας τῆς ἐστίας, τὸ δὲ ἐπίλοιπον μέρος **δὲν βλέπει** τὸ πῦρ, ἀλλὰ μόνον δέχεται τὴν θερμότητα, τὴν προερχομένην ἐκ τῆς ἐπαφῆς της μετὰ τῶν θερμῶν ἀερίων τῆς ἐστίας καὶ τῆς ἀκτινοβολίας τῶν παρειῶν της.



Σχ. 219

Κατὰ μέσον ὄρον, καλὸς λέβης παρῆχει 15 ἕως 20 χιλιόγραμμα ἀτμοῦ καθ' ὥραν καὶ κατὰ τετραγ. μέτρον τῆς θερμαινομένης ἐπιφανείας, τοῦθ' ὅπερ ἀπαιτεῖ κατανάλωσιν ἄνθρακος, περιλαμβανομένην μετὰ 2 καὶ 5 χιλιogramμῶν· συνήθως ὅμως ἡ κατανάλωσις εἶνε μεγαλυτέρα.

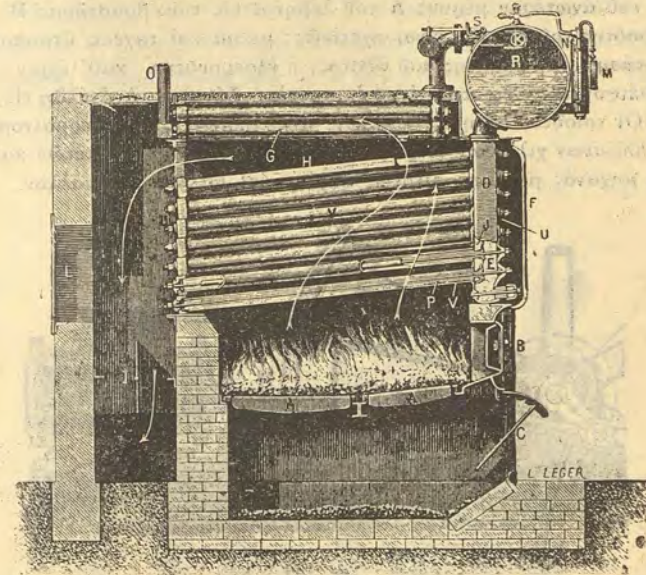
Εἰς τὴν κατασκευὴν ὅμως τῶν λεβήτων ἐπιζητεῖται οὐ μόνον, ὅπως παρουσιάζουν μεγάλην θερμαινομένη ἐπιφάνειαν, ἀλλὰ καὶ ὅπως μὴ καταλαμβάνουν χώρον ὑπερβολικόν, τοῦθ' ὅπερ ἔχει ἰδιάζουσαν σημασίαν προκειμένου περὶ ἀτμομηχανῶν σιδηροδρόμων καὶ ἐν γένει μὴ μονίμων.

Λέβης μετὰ βραστήρων.— Συνήθης λέβης, ἰδίως εἰς τὰς μονίμους ἀτμομηχανάς, εἶνε ὁ μετὰ βραστήρων (σχ. 219 καὶ 220) ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖται ἐκ μεγάλου κυλινδρικοῦ δοχείου Γ, συγκοινωνοῦντος κάτωθεν μετ' ἄλλων δύο σωληνοειδῶν τοιούτων Β, Β (σχ. 220), καλουμένων βραστήρων. Οἱ βραστήρες εἶνε πλήρεις ὕδατος καὶ ἐκτεθειμένοι εἰς τὴν ἄμεσον θέρμανσιν τῆς ἐστίας καὶ εἰς αὐτοὺς κυρίως παράγεται ὁ ἀτμός τοῦ ὕδατος. Ὁ ἀτμός οὗτος διέρχεται διὰ σωλῆνων εἰς τὸ ἄνωθεν τῶν βραστήρων εὐρισκόμενον κύριον σῶμα τοῦ λέβητος. Οἱ τοιοῦτοι λέβητες καταλαμβάνουσιν πολὺν σχετικῶς χώρον· καθόσον διὰ τὴν ἔξωσιν ἐπαρκῆ ἐπιφάνειαν, ἐκτεθειμένην εἰς τὸ πῦρ, κατασκευάζονται λίαν ὀγκώδεις. ἔχουσιν ὅμως τὸ πλεονέκτημα, ὅτι εἶνε οἰκονομικοί.

Λέβης μετὰ αὐλῶν.— Εἰς τὰς ἀτμομηχανάς ἰδίως τῶν σιδηροδρόμων γίνεται χρῆσις ἑτέρου εἶδους λέβητος, ἀποτελουμένου ἐκ μεγάλου κυλινδρικοῦ δοχείου, διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ καὶ παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ ὁποίου διέρχονται αὐλοὶ ἢ σωλῆνες, περιβαλλόμενοι ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ὕδατος. Διὰ τῶν

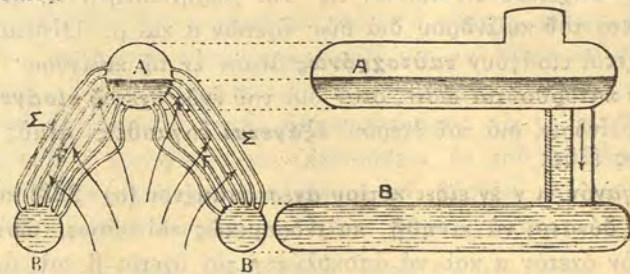
αὐλῶν τούτων διέρχονται τὰ θερμὰ ἀέρια τῆς πυρᾶς πρὶν ἢ ἐξέλθουν διὰ τῆς καπνοδόχου εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ἡ ἐστία εἶναι κατακόρυφος καὶ τομῆς ὀρθογωνίου καὶ περιβάλλεται ἐπὶ ἐμπροσθίου μέρους τοῦ κυλινδρικοῦ λέβητος ὅστις πρὸς τοῦτο ἐξαπλοῦται καταλλήλως ἐκεῖ.

Τοιοῦτοτρόπος ὁ λέβης οὗτος παρουσιάζει μεγάλην θερμαινομένη ἐπι-



Σχ. 220

φάνειαν καὶ συγχρόνως καταλαμβάνει μικρὸν χώρον. Ἡ θερμαινομένη ἐπιφάνεια ἀτμομηχανῆς π. χ. ταχείας ἀμαξοστοιχίας δύναται νὰ ὑπερβῇ τὰ 100 τετραγ. μέτρα καὶ νὰ ἐξασφῶσιν εἰς μίαν ὥραν καὶ κατὰ τετραγ. μέτρον 40 χιλιόγρ. ὕδατος.

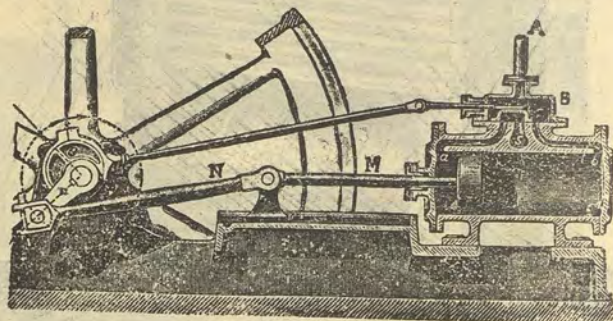


Σχ. 221

Λέβης μετὰ αὐλῶν, περιεχόντων ὕδωρ.— Εἰς τὸ ναυτικὸν ἰδίως γίνεται χρῆσις λεβήτων (σχ. 220 καὶ 221) οἱ ὁποῖοι παρουσιάζουν ἔτι μεγαλυτέραν θερμαινομένη ἐπιφάνειαν, χωρὶς νὰ ἀξηθῶσιν αἱ διαστάσεις, καὶ συγχρόνως ἔχουν ἰσχυροτάτην ἰδιότητα ἀτμοποίησεως τοῦ ὕδατος. Τὸ σχῆμα 221 παριστᾷ

τοιούτων λέβητα τορπιλλοβόλου. Τὸ ἀνώτερον μέρος Α ἀποτελεῖ τὸ πρωτεύον τμήμα τοῦ λέβητος καὶ συγκοινωνεῖ διὰ δέσμης αὐλῶν, θερμαινομένων *ἐξωθεν* καὶ ἀπ' εὐθείας ὑπὸ τῆς ἐστίας, μεθ' ἑνὸς ἢ δύο βραστήρων Β. Τὸ ὕδωρ ἀτμοποιεῖται ἐντὸς τῶν αὐλῶν F καὶ ὁ ἀτμὸς ἀνέρχεται εἰς τὸ Α. Δι' ἑτέρου σωλήνος Σ, μεγαλυτέρας διαμέτρου καὶ εὐρισκομένου ἐκτὸς τῆς ἐστίας, διέρχεται τὸ ὕδωρ ἐκ τοῦ ἀνωτέρου μέρους Α τοῦ λέβητος εἰς τοὺς βραστήρας Β.

Ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος εἶναι σχετικῶς μικρὰ καὶ ταχέως ἀτμοποιεῖται ὑπὸ μεγάλην τάσιν. Ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος, ἡ ἐξαερούμενη καθ' ὥραν καὶ κατὰ τετραγ. μέτρον τῆς θερμαινομένης ἐπιφανείας, δύναται νὰ ἀνέλθῃ εἰς 50 χιλίωγραμμα. Οἱ τοιοῦτοι λέβητες μεγάλων ἀτμοπλοίων ἔχουν θερμαινομένην ἐπιφάνειαν πλείστον χιλιάδων τετραγ. μέτρων. Ἡ χρῆσις δὲ αὐτῶν καὶ εἰς τὰς μόνιμους μηχανὰς μεγάλης πίεσεως αὐξάνει ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον.



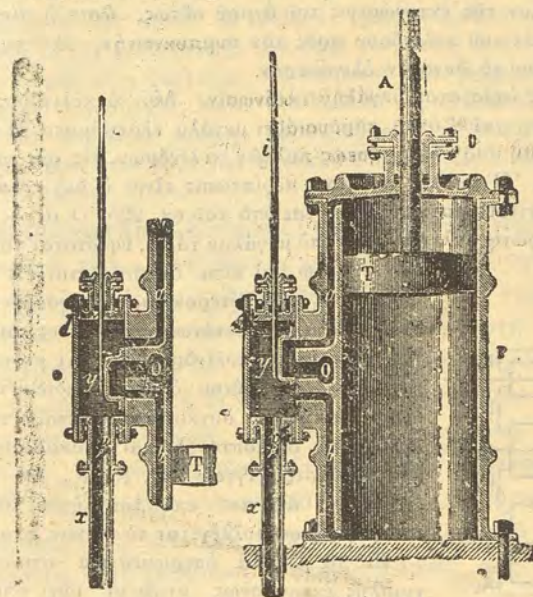
Σχ. 222

172. Κύλινδρος.—Ὁ ἀτμὸς, ὁ παραγόμενος εἰς τὸν λέβητα διαβιβάζεται διὰ σωλήνων εἰς κυλινδρικὸν δοχεῖον βα (σχ. 222), ἐν τῷ ὁποίῳ ὑπάρχει ἐμβολεύς. Ὁ ἀτμὸς φθάνει εἰς τὸν σωλήνα Α καὶ δι' αὐτοῦ διοχετεύεται, πρῶτον εἰς τὴν χωρητικότητα Β, ἧτις συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ κυλίνδρου διὰ δύο ὀχετῶν α καὶ β. Οὐδέποτε οἱ δύο οὗτοι ὀχετοὶ εἰσάγουν *ταυτοχρόνως* ἀτμὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ· διὰ τινος ὀργάνου κατορθοῦται ὥστε, ὅταν διὰ τοῦ ἑνὸς ὀχετοῦ *εἰσάγεται* ἀτμὸς ἐν τῷ κυλίνδρῳ, διὰ τοῦ ἑτέρου *ἐξάγεται* ἐργασθεὶς ἀτμὸς καὶ *τὰν* ἀπάλιν ὡς ἐξῆς:

Ὅργανόν τι γ ἐν εἴδει κυτίου ἀνεστραμμένου (σχ. 223) καλούμενον *σύρτης*, δύναται νὰ κινηθῇ παλινδρομικῶς καὶ οὕτως, ὥστε νὰ καλύπτῃ τὸν ὀχετὸν α καὶ νὰ ἀποκαλύπτῃ τὸν ὀχετὸν β καὶ ἀμέσως κατόπιν ἀντιστρόφως νὰ καλύπτῃ τὸν β καὶ νὰ ἀποκαλύπτῃ τὸν α. Ὅταν ὁ σύρτης καλύπτῃ τὸν ὀχετὸν α (σχ. 222) ὁ ἀτμὸς τοῦ λέβητος, διὰ τοῦ σωλήνος s εἰσέρχεται εἰς τὸν γῶρον Β καὶ ἐκεῖθεν διοχετεύεται διὰ τοῦ ὀχετοῦ β εἰς τὸν κύλινδρον. Ὁ ἀτμὸς οὗτος πιέζει τότε ἐκ τῶν

ἄπασθεν τὸν ἐμβολέα τοῦ κυλίνδρου καὶ ἀναγκάζει αὐτὸν νὰ κινηθῇ πρὸς τὰ ἔμπροσ.

Ἐνεκα ὁμως τῆς κινήσεως ταύτης τοῦ ἐμβολέως, ὁ *σύρτης* μετατίθεται τοιουτοτρόπως, ὥστε νὰ καλύψῃ νῦν τὸν ὀχετὸν β (σχ. 223) καὶ νὰ ἀποκαλύψῃ τὸν ὀχετὸν α. Ὁ ἀτμὸς τότε εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον διὰ τοῦ ὀχετοῦ α (σχ. 224) καί, πιέζων τὸν ἐμβολέα ἐκ τῶν ἔμπροσθεν, ἀναγκάζει αὐτὸν νὰ κινηθῇ ἀντιθέτως. Ἐκ τῆς κινήσεως



Σχ. 223 καὶ 224

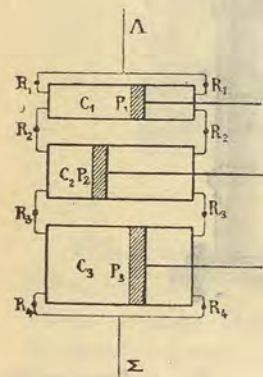
ταύτης τοῦ ἐμβολέως μετατίθεται πάλιν ὁ σύρτης οὕτως, ὥστε νὰ καλυφθῇ ὁ ὀχετὸς α καὶ νὰ ἀποκαλυφθῇ ὁ β καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ὅταν ὁ ἀτμὸς εἰσέρχεται διὰ τοῦ ἑνὸς ὀχετοῦ καὶ πιέζει τὴν μίαν ὄψιν τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἀτμὸς, ὁ εὐρισκόμενος εἰς τὸ ἀντίθετον μέρος καὶ ἐργασθεὶς προηγουμένως, ἐκδιώκεται ἐκ τοῦ κυλίνδρου ὑπὸ τοῦ ἐμβολέως πρὸς τὴν χωρητικότητα s τοῦ σύρτου καὶ ἐκεῖθεν διὰ τῆς ὀπῆς O φέρεται διὰ σωλήνος εἰς τὸν συμπυκνωτήν.

Σύρτης.—Ὁ σύρτης ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τῆς βάσεώς του καὶ ὡς ἐκ τούτου παράγει λίαν ἰσχυρὰ τριβή. Τὸ σπουδαῖον τοῦτο ἐλάττωμα ἔχει ἐξαιλειφθῆ εἰς τοὺς τελειοποιηθέντας νεωτέρους σύρτας. Σημειωτέον, ὅτι ὁ σύρτης δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ δι' εἰδικῶν στροφίγγων, αἵτινες ἀνοίγουν, ὅταν πρόκειται νὰ εἰσαχθῇ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀτμὸς, καὶ ἐν γένει ἐργάζονται κατὰ τῶν ἀνάλογον πρὸς τὸν τῶν συρτῶν.

Ἐκτόνωσις τοῦ ἀτμοῦ.—Ἐν γένει ὁ ἀτμός δὲν εἰσέρχεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ κατὰ τὴν διάρκειαν ὀλοκλήρου τοῦ δρόμου τοῦ ἐμβολέως. Ὁ ἀτμός διαβιβάζεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ π. χ. κατὰ $\frac{1}{5}$ τοῦ δρόμου τοῦ ἐμβολέως καὶ εἶτα διακόπτεται ἢ συγκοινωνία τοῦ κυλίνδρου καὶ τοῦ λέβητος. Ὁ ἀτμός, ἐκπονούμενος, ἐξακολουθεῖ νὰ ὠθῆ τὸν ἐμβολέα καὶ ἀναγκάζει αὐτὸν νὰ διανύσῃ καὶ τὸ ἐπιλοιπον μέρος τοῦ δρόμου τοῦ ἢ ἐργασία αὐτῆ τοῦ ἀτμοῦ γίνεται διὰ τῆς ἐκτονώσεώς του καὶ ἄνευ νέας καταναλώσεως καὶ ἐπομένως ἐπέρχεται οἰκονομία καυσίμου ὕλης. Ἡ οἰκονομία αὕτη δύναται βεβαίως νὰ αὐξηθῆ διὰ παρατάσεως ἔτι μᾶλλον τῆς ἐκτονώσεως τοῦ ἀτμοῦ οὗτος, ὥστε ἡ πίεσις του, κατὰ τὴν ἔξοδόν του ἐκ τοῦ κυλίνδρου πρὸς τὸν συμπυκνωτήν, νὰ ὑπερβαίῃ τὴν ἐν τούτῳ πίεσιν ὅσον τὸ δυνατόν ὀλιγώτερον.

Ἴνα ὁ ἀτμός ὑφίσταται μεγάλην ἐκτόνωσιν, δέον ὁ κύλινδρος νὰ ἔχη μεγάλα διαστάσεις, τοῦθ' ὅπερ παρουσιάζει μεγάλα ἐλαττώματα. Ἡ μεγάλη ἐκτόνωσις κατορθώθη διὰ τῆς χρήσεως πολλῶν κυλίνδρων, εἰς οὓς γίνεται **πολλαπλῆ ἐκτόνωσις**. Ἡ μᾶλλον συνήθης περίπτωσις εἶναι ἡ διὰ **τριπλῆς ἐκτονώσεως** εἰς ἣν ἡ λειτουργία καταδείκνυται ὑπὸ τοῦ σχ. 225. Ὁ ἀτμός τοῦ λέβητος, φθάνει ἐν τῷ πρώτῳ κυλίνδρῳ C_1 ὑπὸ μεγάλῃν τάσιν, ὑφίσταται πρώτῃν ἐκτόνωσιν ἐν αὐτῷ καὶ εἶτα διαβιβάζεται εἰς δεύτερον κύλινδρον C_2 μεγαλύτερον τοῦ προηγουμένου, ἐν ᾧ ὑφίσταται δευτέραν ἐκτόνωσιν καὶ τέλος καὶ τρίτην ἐν τῷ τελευταίῳ κυλίνδρῳ C_3 , ἔτι μεγαλύτεραν. Ἐκ τοῦ κυλίνδρου τούτου ὁ ἀτμός ἐκδιώκεται πρὸς τὸν συμπυκνωτήν. Αἱ συγκοινωνίαι μεταξὺ τῶν διαφόρων κυλίνδρων διακόπτονται καὶ ἀποκαθίστανται ἐπικαίρως διὰ στροφίγγων R_1, R_2, R_3 . Οἱ δὲ ἐμβολεῖς ἐνεργοῦσιν ἅπαντες ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος, ἐφ' οὗ τοιούτοτρόπως συλλέγεται τὸ ὀλίκον ἔργον.



Σχ. 225

Ἡ διπλῆ ἐκτόνωσις ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τοὺς σιδηροδρόμους.

173. Μηχανισμὸς τῆς μεταδόσεως τῆς κινήσεως τοῦ ἐμβολέως.—Ὁ ἐμβολεὺς T (σχ. 224) φέρει καθέτως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του σιδηρᾶν ράβδον A εὐθύγραμμον καὶ κυλινδρικήν, ἣτις ἐξέρχεται τοῦ κυλίνδρου διὰ τῆς ὀπῆς U καὶ καλεῖται **βάκτρον**. Τὸ βάκτρον, ἀκολουθοῦν τὸν ἐμβολέα, κινεῖται εὐθυγράμμως καὶ παλινδρομικῶς. Εἰς τὸ ἐξωτερικὸν ἄκρον τοῦ βάκτρον ὑπάρχει ἄξων, ἐφ' οὗ προσσαμύζεται μοχλὸς σιδηροῦς M (σχ. 222), ὁ **διωστήρ**, ὅστις ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ **στροφάλου** m , ἐφηρμοσμένου ἐπὶ ὀριζοντίῳ ἄξονος. Διὰ τοῦ τοιούτου συνδέσμου ἢ εὐθύγραμμος κίνησις τοῦ ἐμβολέως μεταβάλλεται εἰς περιστροφικήν κίνησιν εἰς τὸν ἄξονα. Τὸ βάκτρον N ὀδηγεῖται κατὰ τὴν κίνησίν του διὰ καταλλήλου στηρίγματος, διολισθαίνοντος ἐπὶ λείας σιδηρᾶς πλακῶς, τοῦ **ὀδηγοῦ**.

Ἡ περιστρεφόμενος ἄξων φέρει μέγαν καὶ βαρὺν τροχόν, τὸν **σφόνδυλον**, ὅστις καθιστᾷ τὴν περιστροφικήν κίνησιν ὅσον τὸ δυνατόν ὁμαλήν. Ἐκτὸς τούτου ὁ ἄξων φέρει καὶ τὸ **ἔκκεντρον** (σχ. 222), ὅπερ συνδέεται διὰ ράβδου A μετὰ τοῦ σύρτου τοῦ κυλίνδρου καὶ κινεῖ αὐτὸν παλινδρομικῶς. Τὸ ἔκκεντρον ἀποτελεῖται ἐκ δίσκου κυκλικῷ O , ὅστις εἶνε στερεωμένος ἐπὶ τοῦ ἄξονος καὶ περιστρέφεται μετ' αὐτοῦ· τὸ κέντρον ὅμως τοῦ δίσκου δὲν συμπίπτει μετὰ τοῦ σημείου O τῆς περιστροφῆς του, περὶ τὸ ὅποιον κινεῖται καὶ ὁ ἄξων. Περὶ τὸν δίσκον ἐφαρμόζει δακτύλιος, συνδεόμενος διὰ βραχίονος A μετὰ τῆς ράβδου, ἣτις φέρει τὸν σύρτην. Κατὰ τὴν ὁμαλήν περιστροφικήν κίνησιν τοῦ ἄξονος, ἡ ράβδος λαμβάνει κίνησιν εὐθύγραμμον καὶ παλινδρομικήν, τῆς ὁποίας τὸ πλάτος εἶνε ἴσον πρὸς τὴν ἀπόστασιν τοῦ κέντρον τοῦ ἄξονος ἀπὸ τοῦ κέντρον τοῦ δίσκου.

174. Συμπυκνωτής.—Καλεῖται συμπυκνωτής χώρος ψυχρὸς O (σχ. 206), ὅπου ἡ πίεσις εἶνε λίαν μικρά, π. χ. $\frac{1}{10}$ χιλιογρ., καὶ εἰς ὃν μεταβαίνει ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐργασθεὶς ἀτμός, ἵνα συμπυκνωθῆ εἰς ὕδωρ. Ὁ ἀτμός, ὑγροποιούμενος ἐν τῷ συμπυκνωτῇ, ἐγκαταλείπει ποσότητα θερμότητος, ἣτις θὰ ἐθέρμαινε τούτον ταχέως. Διὰ τοῦτο εἰσάγεται ἐν τῷ συμπυκνωτῇ δι' ἀντλίας, κινουμένης ὑπὸ τῆς μηχανῆς, ψυχρὸν ὕδωρ, τὸ ὅποιον μετὰ τοῦ διὰ συμπυκνώσεως προελθόντος φέρεται κατόπιν εἰς τὸν λέβητα. Οὕτως ὁ λέβης δέχεται ὕδωρ ὑπόθερμον, τοῦθ' ὅπερ ἐπιφέρει οἰκονομίαν εἰς τὴν καύσιμον ὕλην.

Εἷς τινες μηχανάς, π. χ. τοῦ ναυτικοῦ, ἢ ψῦξις τοῦ συμπυκνωτοῦ γίνεται ἐξωτερικῶς διὰ ρεύματος ψυχροῦ ὕδατος τῆς θαλάσσης, τὸ ὅποιον κατόπιν δὲν εἰσάγεται εἰς τὸν λέβητα.

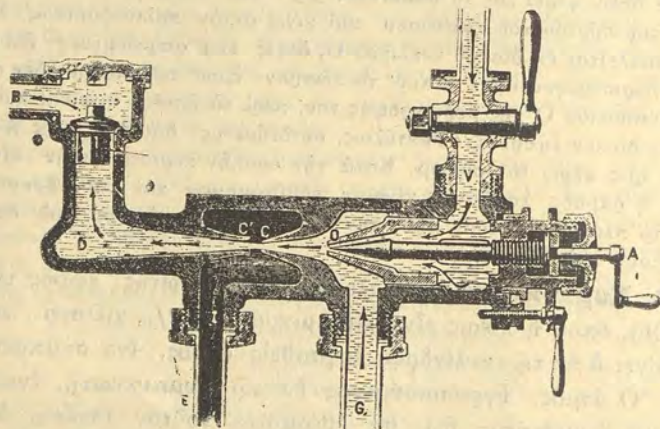
175. Ἄλλα ὄργανα.—Ἐκτὸς ὅμως τῶν προηγουμένων ὀργάνων, αἱ ἀτμομηχαναὶ ἔχουν καὶ ἄλλα τοιαῦτα, ὡς τὰ ἐξῆς.

Τροφοδοτικὴ ἀντλία τοῦ Giffard.—Ἡ τροφοδοτικὴ τοῦ λέβητος δι' ὕδατος ἀπαιτεῖ ὄργανα εἰδικά, καθόσον τὸ ὕδωρ θὰ εἰσαχθῆ εἰς χῶρον, τὸν λέβητα, ἐν τῷ ὀπίῳ ἢ πίεσιν δύναται νὰ εἶνε 10 καὶ 15 ἀτμοσφαιρῶν. Πρὸς τοῦτο λοιπὸν γίνεται χρῆσις ὑδραντλιῶν καταλλήλων, ὡς ἡ τοῦ Giffard.

Τοῦ μηχανήματος Giffard ἡ ἀρχὴ εἶνε ἡ ἐξῆς. Δύο κωνικοὶ σωλήνες C καὶ C' (σχ. 226) ἀντίκεινται πρὸς ἀλλήλους. Ἀτμός ὑπὸ μεγάλῃν πίεσιν διαβιβάζεται ἐκ τοῦ λέβητος εἰς τὸν σωλήνα V καὶ τείνει νὰ ἐξέλθῃ διὰ τῆς ὀπῆς C . Ἔνεκα τῆς σμικρότητος τῆς ὀπῆς ταύτης ὁ ἀτμός λαμβάνει ταχύτητα μεγάλην. Καὶ κατ' ἀρχὰς μὲν τὸ ὄργανον ἀποτελεῖ ἀντλίαν, ἣτις ἀναρροφᾷ τὸ ὕδωρ τῆς δεξαμενῆς διὰ τοῦ σωλήνος e . Ἄμα ὅμως τὸ ὕδωρ ἀνέλθῃ, τὸ φαινόμενον

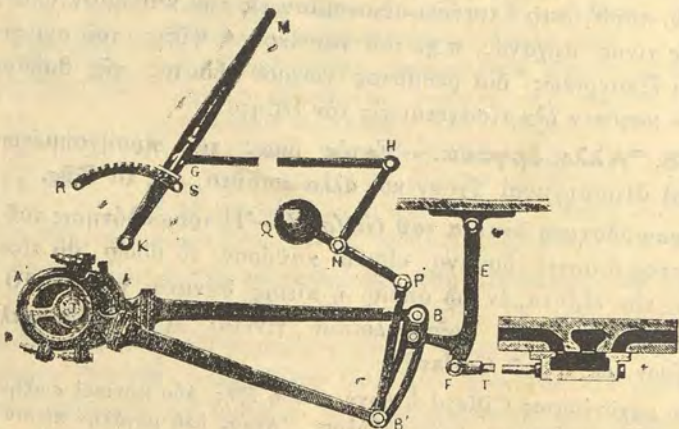
μεταβάλλεται. Ο ατμός, κατά την εξοδόν του, συναντά το ύδωρ τούτο και ωθεί αυτό συμπυκνούμενος ταυτοχρόνως εκεί. Το ύδωρ μετά ταχύτητος εισέρχεται εις τὸν σωλήνα C', ἀφοῦ διέλθῃ τὸ μικρὸν διάστημα CC', εἰς ὃ καὶ ἐγκαταλείπει τὸν ἀέρα, ὃν περιέχει.

Ὁ σωλὴν ὅμως C'D συνέχεται μετὰ τοῦ λέβητος B δι' ὀπῆς, κλειομένης πάντοτε διὰ βαλβίδος, ἡ ὁποία πίεζεται ὑπὸ τοῦ αἰμοῦ τοῦ λέβητος. Ἐὰν ἡ



Σχ. 226

ταχύτης τοῦ εισελθόντος ἐν τῷ σωλήνι C'D ὕδατος εἶνε ἀρκετή, ἡ χροουμένη ὑπ' αὐτοῦ βαλβὶς ἀνοίγει καὶ τὸ ὕδωρ εἰσρέει ἐν τῷ λέβητι.



Σχ. 227

Τόξα τοῦ Stephenson.—Διὰ τοῦ μηχανήματος τούτου (σχ. 227) κατορθοῦται ἡ μεταβολὴ τῆς διευθύνσεως τῆς κινήσεως τῆς ἀτμομηχανῆς.

Ἐντὶ τοῦ ἐνὸς ἐκκέντρου, τοῦ κινούντος τὸν σύρτην, ὑπάρχουν δύο τοιαῦτα A καὶ A', προσηρμοσμένα ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς μηχανῆς οὕτως, ὥστε νὰ σχηματίζουν αἱ εὐθεΐαι, αἱ ἐνοῦσαι τὰ σημεῖα τῆς περιστροφῆς μετὰ τῶν κέντρων των, ὁρισμένην γωνίαν. Ἐκαστον τῶν ἐκκέντρων A καὶ A' περιβάλλεται ὑπὸ δακτυλίου, συνδεομένου δι' ἰδίον βραχίονος AB ἢ AB' μετὰ τῶν ἄκρων τῶν τόξων BB'. Τὸ ἐπίλοιπον μέρος καταφαίνεται σαφῶς ὑπὸ τοῦ σχήματος. Ἡ κίνησις τοῦ σύρτου δύναται νὰ γίνῃ εἴτε διὰ τοῦ ἐνὸς ἐκκέντρου, εἴτε διὰ τοῦ ἑτέρου, ἀναλόγως τῆς θέσεως, ἢν δίδομεν εἰς τὸ BB' διὰ τοῦ μοχλοῦ KM. Ἐκ τούτου δὲ καὶ ἡ μηχανὴ δύναται νὰ κινήθῃ κατὰ δύο ἀντιθέτους διευθύνσεις.

Ἡ μηχανὴ ἐφοδιάζεται διὰ τοῦ **μανομέτρου**, δεικνύοντος τὴν ἐν τῷ λέβητι πίεσιν τοῦ αἰμοῦ, δι' **ἀσφαλιστικῆς δικλίδος Δ** (σχ. 218), ἡ ὁποία ἀνοίγει ἀφ' ἑαυτῆς, ὅταν ὁ αἰμὸς τοῦ λέβητος ἀποκτήσῃ τάσιν μείζονα τῆς ἐπιτροπομένης ὑπὸ τῆς ἀντοχῆς τοῦ λέβητος καὶ οὕτω προλαμβάνεται ἡ ἔκρηξις του. Ἡ **σύριγξ Σ** εἰδοποιεῖ τὸν θερμοσπῆν, ὅταν ὑπάρχῃ ἀνάγκη προσθήκης ὕδατος ἐν τῷ λέβητι κλπ.

176. Γενικὴ ἀποφίς τῆς λειτουργίας τῶν θερμομηχανῶν.—

Εἰς τὰς θερμομηχανὰς ἐν γένει καταναλίσκεται καύσιμος ὕλη, ὡς ἀνθραξ, φωταέριον, οἰνόπνευμα κτλ. καὶ ἡ ἐκ τῆς καύσεως τούτων παραγομένη θερμότης χρησιμεύει πρὸς αὔξησιν τῆς τάσεως ἀερίου τινὸς ἢ αἰμοῦ. Δι' εἰδικῶν ὀργάνων ἡ τάσις αὕτη χρησιμοποιοεῖται ὡς **κινήτηριος δύναμις**, πρὸς παραγωγὴν τοῦ ἐπιζητουμένου ἔργου. Οὕτως, ἡ τάσις, ἐφαρμοζομένη ἐπὶ ἐμβολέως, θέτει αὐτὸν εἰς κινήσιν κατὰ τινὰ διεύθυνσιν καὶ παράγεται ἔργον. Ἐὰν εἶτα ψυθῆῃ ἢ συμπυκνωθῆῃ τὸ ἀέριον, ὃ ἐμβολεὺς δύναται νὸ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν.

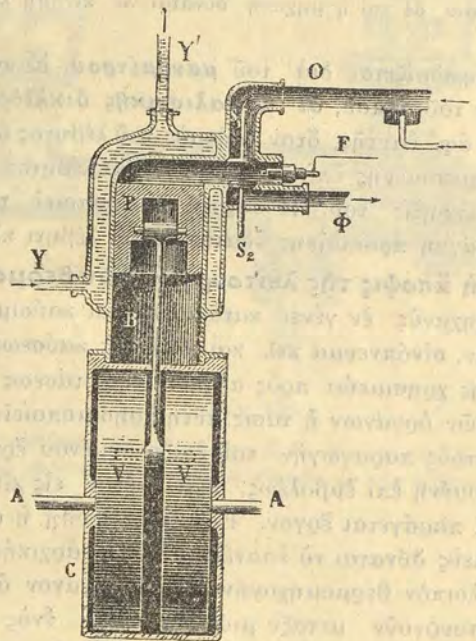
Εἰς πᾶσαν λοιπὸν θερμομηχανὴν κύριον ὄργανον ἀποτελεῖ τὸ ρευστόν, ὃπερ, λειτουργοῦν μεταξὺ μῆς ἐστίας καὶ ἐνὸς ψυκτῆρος, θερμαίνεται μὲν ὑπὸ τῆς ἐστίας, ἣτις καλεῖται **θερμὴ πηγὴ**, εἶτα ἐκτελεῖ ἔργον τι, τέλος δὲ ψύχεται διὰ τοῦ ψυκτῆρος, ὅστις καλεῖται **ψυχρὰ πηγὴ**. Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἢν τὸ ρευστόν ἐγκαταλείπει εἰς τὴν ψυχρὰν πηγὴν, εἶνε πάντοτε μικροτέρα τῆς ποσότητος, ἢν ἔλαβε ἐκ τῆς θερμῆς πηγῆς· ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῶν δύο τούτων ποσοτήτων τῆς θερμότητος λέγομεν ὅτι **μετετόρησις εἰς ἔργον**.

ΜΗΧΑΝΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ

177. Ἀρχὴ τῶν μηχανῶν ἐσωτερικῆς καύσεως.—Καὶ αἱ κινήτηριοι αὗται μηχαναὶ λειτουργοῦν διὰ κυλίνδρου καὶ ἐμβολέως. Χρησιμοποιοεῖται δὲ μίγμα καυσίμου ἀερίου καὶ ἀέρος, τὸ ὁποῖον διο-

χετεύεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ καὶ ἀναφλέγεται ἐν αὐτῷ συνήθως δι' ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος ἐν καταλλήλῳ χρόνῳ.

Τὰ κυριώτερα τῶν χρησιμοποιουμένων ἀερίων εἶνε : 1ον) πετρελαϊκὸς αἰθῆρ (κ. βενζίνη), ἀναχθεῖς εἰς μικρὰς ψεκάδας, 2ον) οἰνόπνευμα ἐπίσης εἰς ψεκάδας, 3ον) φωταέριον, 4ον) πτωχὸν ἀέριον, ἀποτελούμενον κυρίως ἐκ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος μεμιγμένον μετ' ἀζώτου



Σχ. 228

καθόσον προέρχεται ἐξ ἀτελοῦς καύσεως τοῦ ἀνθρακος ἐν τῷ ἀέρι. Τὸ ἀέριον τοῦτο συλλέγεται εἰς τὴν κορυφὴν τῶν ὑψικαμίνων ἢ παρασκευάζεται ἀπ' εὐθείας διὰ διελεύσεως ρεύματος ἀέρος διὰ στήλης ἀνθρακος διαπύρου.

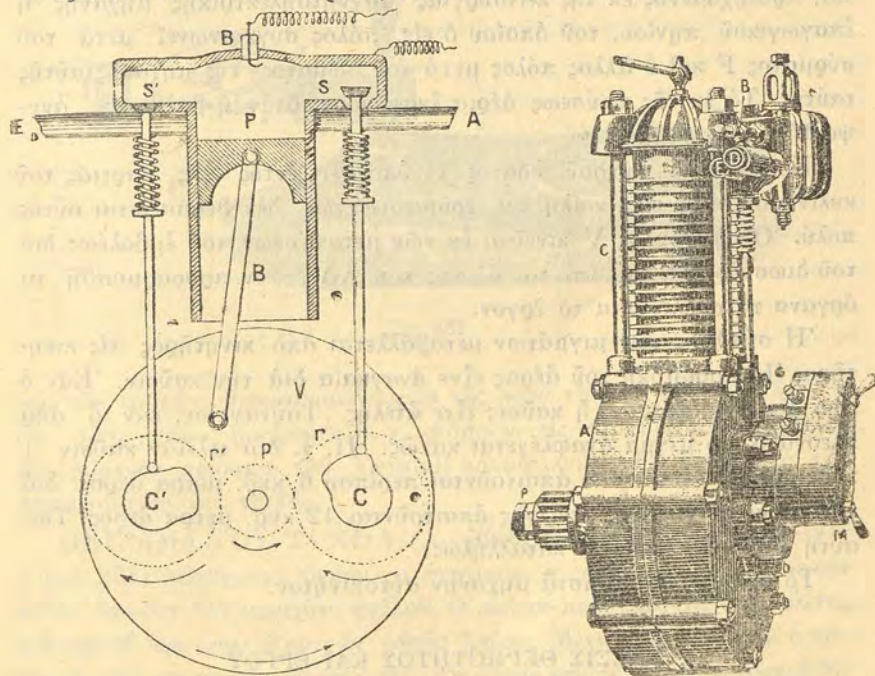
Τρόπος λειτουργίας.—Θὰ περιγράψωμεν τὴν λειτουργίαν *κινήτου μετὰ τεσσάρων χρόνων*, ὅστις εἶνε λίαν διαδεδομένος. Λαμβάνομεν δὲ ὡς ἀρχικὸν σημεῖον τὴν στιγμήν, καθ' ἣν ὁ ἐμβολεὺς εἶνε εἰς τὸ τέλος τοῦ δρόμου του, ὡς δεικνύουν τὰ σχήματα 228 καὶ 229.

1ος) Χρόνος. **Ἀναρρόφησης.**—Ὁ ἐμβολεὺς τὴν στιγμήν ταύτην παρασύρεται ὑπὸ τοῦ σφονδύλου V πρὸς τὸ ἄλλον ἄκρον τοῦ κυλίνδρου καὶ τοιοῦτοτρόπως ἀπορροφᾶται διὰ τοῦ σωλήνος O τὸ καύσιμον

μίγμα, ὅπερ εἰσέρχεται σχεδὸν ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Εἴτε ἢ βαλβίς S₁ κλείεται.

2ος) Χρόνος. **Συμπίεσις.**—Ὁ ἐμβολεὺς, παρασυρόμενος πάντοτε ὑπὸ τοῦ σφονδύλου, ἐπανέρχεται πρὸς τὰ ὀπισθεν καὶ συμπιέζει τὸ μίγμα εἰς τὸ βάθος τοῦ κυλίνδρου ἐντὸς χώρου λίαν περιορισμένου.

3ος) Χρόνος. **Ἐκρηξις καὶ ἐκτόνοσις.**—Τὸ μίγμα ἀναφλέγεται δι' ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος. Ἡ ἔκρηξις προκαλεῖ μεγάλην ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας καὶ ἐπομένως πίεσιν σημαντικὴν τῶν ἀερίων. Ὁ ἐμβολεὺς ὠθεῖται ὑπὸ τῶν ἀερίων, τὰ ὅποια ἐκτονοῦνται.



Σχ. 229

Σχ. 230

4ος) Χρόνος. **Ἐξόδος.**—Ὁ ἐμβολεὺς ἐπανέρχεται, παρασυρόμενος ὑπὸ τοῦ σφονδύλου, καὶ βαλβίς τις S₂ ἀνοίγει καὶ τὰ ἐργασθέντα ἀέρια ἐκδιώκονται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν διὰ τοῦ σωλήνος Φ καὶ οὕτω καθεξῆς. Οἱ τέσσαρες περιγραφέντες χρόνοι ἀποτελοῦν πλήρη κύκλον.

Παρατηρητέον, ὅτι ἐκ τῶν τεσσάρων χρόνων ὁ δεῦτερος εἶνε *ἀνδιατάμενος* εἰς τὴν κίνησιν καὶ εἰς μόνος, ὁ τρίτος, εἶνε *κινήτου*. Ἐκ τούτου ἔπεται ἡ ἀνάγκη τοῦ νὰ χρησιμοποιηθῆται σφόνδυλος ἀρ-

κούντως ισχυρός καὶ τὸ προτέρημα τῆς χρήσεως πλείστων κυλίνδρων.

178. Περιγραφή.— Γδ σχῆμα 227 ἀναπαριστᾷ τὴν ἐγκατάστασιν τοιοῦτου κινητήρος μετὰ 4 χρόνων. Ὁ πετρελαϊκὸς αἰθῆρ (κ. βενζίνη), προερχόμενος ἐκ δοχείου, σταγονοποιεῖται καὶ μίγνυται μετ' ἀέρος τῆς ἀτμοσφαιρας ἐντὸς ἰδίου ὄργανου.

Εἶτα τὸ μίγμα εἰσέρχεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ, ὅταν ἡ βαλβὶς S_1 κατέρχεται, τοῦθ' ὅπερ συμβαίνει κατὰ τὴν κάθοδον τοῦ ἐμβολέως P , ὅτε τείνει νὰ σχηματισθῇ κενὸν ὀπισθεν τούτου. Σπινθῆρ τότε παράγεται, προερχόμενος ἐκ τῆς λειτουργίας μαγνητοηλεκτρικῆς μηχανῆς ἢ ἐπαγωγικοῦ πηνίου, τοῦ ὁποῦ ὁ εἰς πόλος συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ σώματος F καὶ ὁ ἄλλος πόλος μετὰ τοῦ σώματος τῆς μηχανῆς αὐτῆς ταύτης. Τὰ ἐκ τῆς καύσεως ἀέρια ἐκφεύγουν, ὅταν ἡ βαλβὶς S_2 ἀνυψωθῇ.

Κυκλοφορία ψυχροῦ ὕδατος Y' ὑπάρχει ἐντὸς τῆς παρειᾶς τοῦ κυλίνδρου, ἣτις εἶνε κοίλη καὶ τοιουτοτρόπως δὲν θερμαίνεται οὔτος πολὺ. Ὁ σφόνδυλος V κινεῖται ἐκ τῶν μεταθέσεων τοῦ ἐμβολέως διὰ τοῦ διωστήρος B καὶ ἐπὶ τοῦ ἄξονός του AA ἔχουν προσαρμοσθῆ τὰ ὄργανα τὰ συλλέγοντα τὸ ἔργον.

Ἡ σύνθεσις τῶν μιγμάτων μεταβάλλεται ἀπὸ κινητήρος εἰς κινητήρα. Ἡ προσθήκη τοῦ ἀέρος εἶνε ἀναγκαία διὰ τὴν καῦσιν. Ἐὰν ὁ αἶθρ δὲν εἶνε ἀρκετός, ἡ καῦσις εἶνε ἀτελής. Τούναντίον, ἐὰν ὁ αἶθρ πλεονάζῃ, τὸ μίγμα ἀναφλέγεται κακῶς. Π. χ. διὰ τελείαν καῦσιν 1 κυβ. μέτρου φωταερίου ἀπαιτοῦνται περίπου 6 κυβ. μέτρα ἀέρος· διὰ τὴν καῦσιν 1 χιλιογρ. βενζίνης ἀπαιτοῦνται 12 κυβ. μέτρα ἀέρος. Τοιαύτη ἀναλογία τηρεῖται καταλλήλως.

Τὸ σχῆμα 230 παριστᾷ μηχανὴν αὐτοκινήτου.

ΣΧΕΣΙΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΚΑΙ ΕΡΓΟΥ

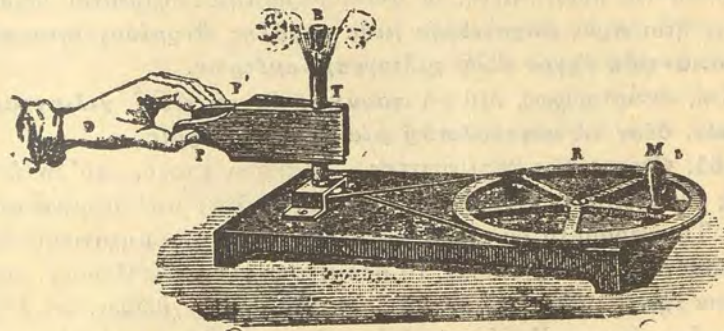
179. Μετατροπὴ τῆς θερμότητος εἰς ἔργον.— Εἷς τινα ἀτμομηχανὴν παράγομεν θερμότητα, π. χ. διὰ καύσεως ἀνθράκων, καὶ διὰ τῆς θερμότητος ταύτης ἡ ἀτμομηχανὴ κινεῖται καὶ ἐκτελεῖ ἔργον. Ἄνευ θερμότητος, ἡ ἀτμομηχανὴ δὲν δύναται νὰ κινηθῇ καὶ νὰ ἐκτελέσῃ ἔργον.

Ὅταν ἡ θερμαινόμενη μηχανὴ δὲν ἐργάζεται, ὀλόκληρος ἡ θερμότης, ἡ παραγομένη διὰ τῆς καύσεως τῶν ἀνθράκων, ὑπάρχει εἰς τὰ θερμαινόμενα σώματα. Ὅταν ὅμως ἡ μηχανὴ ἐργάζεται, ἦτοι ἐκτελεῖ ἔργον, ἡ θερμότης, τὴν ὁποίαν λαμβάνει ἐκ τῆς ἐστίας, δὲν ἀνευρί-

σκεται ὀλόκληρος εἰς τὰ θερμαινόμενα σώματα. Τί ἀπέγεινε λοιπὸν ἡ θερμότης αὐτῆ, ἡ ὁποία οὐδαμοῦ πλέον ἀνευρίσκειται;

Λέγομεν τότε ὅτι ἡ μὴ ἀνευρισκομένη ποσότης θερμότητος μετατρέπη εἰς ἔργον.

180. Μετατροπὴ τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα.— Εἶνε γνωστὸν εἰς πάντας, ὅτι προστριβόντες ζωηρῶς δύο σώματα, τὸ ἐν πρὸς τὸ ἄλλο, δυνάμεθα νὰ θερμάνωμεν αὐτά. Τοιοῦτόν τι συμβαίνει εἰς τοὺς ἄξο-



Σχ. 231

νας τῶν τροχῶν, θερμαινόμενους ἐκ τῆς κατὰ τὴν κίνησιν τριβῆς, εἰς τὴν ἴνην, ὅταν ῥινίζωμεν π. χ. σίδηρον, εἰς τὰ τριβόμενα πυρεῖα. Τὸ ἐπόμενον πείραμα τοῦ Tyndall καταδεικνύει τὴν θέρμανσιν, τὴν προερχομένην διὰ τριβῆς.

ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ TYNDAL.— Οὗτος ἔλαβε σωλῆνα μετάλλινον T (σχ. 231) περιέχοντα ὑγρὸν τι πτητικόν, π. χ. αἰθέρα, καὶ ἔκλεισεν αὐτὸν ἄνωθεν διὰ τεμαχίου φελλοῦ. Ὁ σωλὴν περιβάλλεται διὰ ξυλίνης λαβίδος E καὶ συμπιέζεται δι' αὐτῆς ἠπίως. Μετὰ τοῦτο τίθεται ὁ σωλὴν εἰς περιστροφικὴν κίνησιν περὶ τὸν ἄξονά του τῇ βοηθειᾷ τροχοῦ M .

Ὁ σωλὴν, κατὰ τὴν κίνησιν ταύτην, τρίβεται ζωηρῶς μετὰ τῆς λαβίδος καὶ ἡ θερμοκρασία του ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἀνυψοῦται καὶ τέλος καθίσταται τοιαύτη, ὥστε τὸ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ὑγρὸν ἀναδίδει ἀτμούς.

Ἐπίσης, ἡ κροῦσις σιδήρου ἢ ἄλλων σωμάτων διὰ σφύρας ἐπιφέρει τὴν θέρμανσιν. Ἡ κροῦσις βληθείσης δι' ὄπλου σφαιρας ἐπὶ ἀνευδότην σιδηρᾶς πλακὸς προκαλεῖ θέρμανσιν.

Θέρμανσις παρατηρεῖται ἐπίσης κατὰ τὴν συμπίεσιν ἀερίου. Ἀέριον, εὐρισκόμενον ἐντὸς δοχείου (σχ. 3) καὶ συμπιεζόμενον δι' ἐμβολέως A , δύναται νὰ θερμοανθῇ εἰς τοιοῦτον βαθμόν, ὥστε νὰ προκα-

λέση τὴν ἀνάφλεξιν τεμαχίου ἀγαρικοῦ, εὐρισκομένου κάτωθεν τοῦ ἐμβολέως A (ἀερικὸν πυρεῖον).

Ἐν γένει, εἰς ὅλα τὰ ἀνάλογα πειράματα, παρατηροῦμεν ὅτι, διὰ καταναλώσεως ἔργου μηχανικοῦ, παράγομεν θερμότητα. Ὑπάρχει ἄρα γε σχέσις τις μεταξύ τῆς ποσότητος τοῦ καταναλωθέντος ἔργου καὶ τῆς ποσότητος τῆς παραχθείσης θερμότητος :

Ἐκ πάντων τῶν γενομένων πειραμάτων, συνάγεται, ὅτι μεταξύ τοῦ ἔργου καὶ τῆς παραγομένης δι' αὐτοῦ θερμότητος ὑφίσταται ὄρισμένη σχέσηις, ἥτοι *πρὸς παραγωγὴν μιᾶς μεγάλης θερμίδος ἀπαιτεῖται νὰ δαπανηθῇ ἔργον 426 χιλιογραμμομέτρων.*

Καί, ἀντιστρόφως, *διὰ νὰ παραχθῇ ἔργον 426 χιλιογραμμομέτρων, δέον νὰ καταναλωθῇ μία μεγάλη θερμὴς.*

181. Φύσις τῆς θερμότητος.—Ἐπῆρξεν ἐποχή, καθ' ἣν ἡ θερμότης ἐθεωρεῖτο ὡς *ἀβαρὲς ἔνευστόν*, προκαλοῦν τὰ θερμικά φαινόμενα. Τὰ πειράματα ὅμως ἐπὶ τῆς μετατροπῆς τοῦ μηχανικοῦ ἔργου εἰς θερμότητα καὶ τὰνάπαλιν, τὰ ὅποια προηγουμένως εἶδομεν, καταρρίπτουν τὴν θεωρίαν ταύτην καὶ ἐπιβάλλουν νὰ δεχθῶμεν, ὅτι ἡ θερμότης εἶνε κίνησις. Κρούοντες διὰ σφύρας τεμάχιον μολύβδου, θερμαίνομεν αὐτό, καθόσον διὰ τῆς κρούσεως παρέχομεν εἰς τὰ μόρια του τρομώδη κίνησιν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ΄.

ΥΔΡΑΤΜΟΙ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ

182. Προέλευσις τῶν ὑδρατμῶν.—Ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ὑδάτων, τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας περιέχουν ὑδρατμούς. Καί ὅταν μὲν ὁ ἀῆρ οὗτος πλησιάζῃ εἰς τὴν κατάστασιν τοῦ κόρου, αἰθανόμεθα *ὕγρασίαν* καὶ λέγομεν, ὅτι ὁ καιρὸς εἶνε *ὕγρὸς*, ὅταν δὲ ἀπομακρύνεται ἀρκούντως τοῦ κόρου, αἰσθανόμεθα *ξηρασίαν* καὶ ὁ καιρὸς καλεῖται *ξηρὸς*. Ἐπομένως, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐλαττοῦται, ἢ δὲ ποσότης τῶν ὑδρατμῶν αὐξάνεται, τότε ὁ ἀῆρ πλησιάζει ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον τὸν κόρον καὶ ἡ ὕγρασία αὐξάνεται. Ὅταν π. χ. θερμαίνωμεν δωμάτιόν τι, ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀῆρ ἀπομακρύνεται τῆς καταστάσεως τοῦ κόρου καὶ φαίνεται *ξηρὸς*, ἂν καὶ ἡ ποσότης τῶν ἐν τῷ δωματίῳ ὑδρατμῶν δὲν μετεβλήθῃ. Τοῦναντίον, ὅταν οβεσθῇ ἡ πυρὰ καὶ ὁ ἀῆρ ψυχθῇ, τὸ δωμάτιον φαίνεται ὑγρόν, ἂν καὶ οὐδόλως προστεθήσαν ὑδρατμοί.

183. Ὑγρομετρία. Ἡ *ὕγρομετρία* ἔχει ὡς σκοπὸν τὸν προσδιορισμὸν τῆς ποσότητος τῶν ὑδρατμῶν, τοὺς ὁποίους περιέχει ὄγκος τις ἀέρος, δι' ὀργάνων καλουμένων *ὕγρομέτρων*.

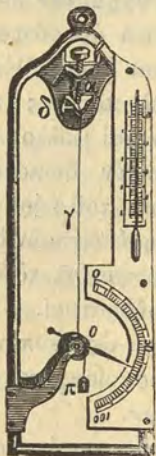
Σχετικὴ ὕγρασία καλεῖται ὁ λόγος τῆς ποσότητος τῶν ὑδρατμῶν τοῦ ἀέρος, πρὸς τὴν ποσότητα, ἣν θὰ εἶχεν οὗτος, ἔάν, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἦτο εἰς τὴν κατάστασιν τοῦ κόρου. Ἡ σχετικὴ ὕγρασία παρίσταται κλασματικῶς, ἐκτιμωμένη εἰς ἑκατοστὰ καὶ εὐρίσκεται διὰ τῶν ὑγρομέτρων ὡς ἔπεται.

184. Ὑγρομέτρον τοῦ Saussure.—Τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ τριγῶς ὄμοιου (σχ. 232), τῆς ὁποίας τὸ μὲν ἐν ἄκρον στερεοῦται ἀμεταθέτως εἰς τὸ ἀνώτερον σημεῖον δ' πλαισίου κατακορύφου, τὸ δὲ κατώτερον ἄκρον αὐτῆς, ἀφοῦ περιτυλιχθῇ περὶ τὸν αὐλάκα μικρᾶς τροχαλίας ο, ἀπολήγει εἰς μικρὸν βᾶρος π. Τὸ βᾶρος τοῦτο κρατεῖ τὴν τρίχα πάντοτε τεταμένην. Ὁ ἄξων τῆς τροχαλίας ο εἶνε ὀριζόντιος καὶ φέρει δείκτην, τοῦ ὁποίου ἡ αἰχμὴ κινεῖται ἐνώπιον τόξου κύκλου, ὑποδιηρημένου ἀπὸ 0 μέχρις 100.

Ἡ λειτουργία τοῦ ὑγρομέτρου τούτου στηρίζεται ἐπὶ τῆς ιδιότητος, ἣν ἔχει ἡ θριξὶς νὰ διαστέλλεται μὲν, ὅταν ὑγραίνεται καὶ νὰ συστέλλεται, ὅταν ξηραίνεται. Τοιοῦτοτρόπως, ὅταν ὁ ἀῆρ ξηραίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὁ δείκτης τείνει πρὸς τὸ 0, τὸ ὁποῖον ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν

τελείαν ξηρασίαν· όταν δὲ ἡ ὑγρασία τοῦ ἀέρος ἀυξάνεται, ὁ δείκτης τίνει πρὸς τὸ 100. Τὸ ὄργανον ὅμως τοῦτο δὲν εἶνε λίαν ἀκριβές.

185. Ψυχρόμετρον τοῦ August.—Τὸ ὄργανον τοῦτο ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ δύο λίαν εὐπαθῶν καὶ καθ' ὅλα ὁμοίων θερμομέτρων Α καὶ Α' (σχ. 233), τοποθετουμένων ἐπὶ στερεοῦ πλαισίου εἰς ἀπόστασιν 0 μ., 10 ἀπ' ἀλλήλων. Τὸ ἐν τῶν θερμομέτρῳ τούτων Α, τοῦ ὁποίου



Σχ. 232



Σχ. 233

τὸ δοχεῖον εἶνε ἐντελῶς ξηρὸν καὶ καθαρὸν, καλεῖται *ξηρὸν* καὶ χρησιμεύει πρὸς προσδιορισμὸν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος. Τὸ ἕτερον τῶν θερμομέτρων τούτων Α' καλεῖται *ὕγρὸν*, διότι τὸ δοχεῖον αὐτοῦ περιβάλλεται δι' ὑφάσματος ὑγρασινομένου δι' ὕδατος δοχείου Β καὶ χρησιμεύει, διὰ τῆς διαφορᾶς τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ σχετικῶς πρὸς τὴν τοῦ ξηροῦ, εἰς ἔνδειξιν τοῦ βαθμοῦ τῆς ἐξατμίσεως, τὴν ὁποίαν ὑφίσταται τὸ ἐπὶ τοῦ ὑφάσματος, τοῦ περιβάλλοντος τὸ δοχεῖον ὕδωρ.

Τὸ ὕγρὸν θερμομέτρον δεικνύει συνήθως θερμοκρασίαν μικροτέραν τῆς τοῦ *ξηροῦ*: διότι τὸ ἐπὶ τοῦ ὑφάσματος ὕδωρ, ἐξατμιζόμενον, λαμβάνει ἐκ τοῦ εἰς ἄμεσον μετ' ἐκείνου ἐπαφὴν εὐρισκομένου θερμομετρικοῦ δοχείου, θερμότητα, καὶ συνεπῶς ψύχει αὐτό. Ὅσον ξηρότερος εἶνε ὁ ἀήρ, τόσον ἡ ἐξατίμισις τοῦ ὕδατος, καὶ συνεπῶς ἡ ψύξις τοῦ δοχείου τοῦ ὕγρου θερμομέτρου, εἶνε μεγαλυτέρα· ὅθεν, ὅσον περισσότερον ξηρὸς εἶνε ὁ ἀήρ, τόσον ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν, τὰς ὁποίας δει-

κνύουν τὰ δύο θερμομέτρα, εἶνε μεγαλυτέρα καὶ τὰνάπαλιν. Ἐκ τῆς διαφορᾶς τῶν δύο θερμοκρασιῶν, τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς παρατηρήσεως καὶ τῆς μεγίστης τάσεως τῶν ἀτμῶν εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕγρου θερμομέτρου, προσδιορίζεται, τῇ βοήθειᾳ πινάκων, ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος.

ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΑ

186. Ὀμίχλη καὶ νέφη.—Τὰ νέφη ἀποτελοῦνται συνήθως ἐκ λεπτῶν σταγονιδίων ὕδατος, αἰωρουμένων εἰς ὕψος κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον μέγα ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς καὶ τὰ ὁποῖα προέρχονται ἐκ τῆς συμπυκνώσεως τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος, τῶν ὀπαρχόντων πάντοτε εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Τὰ νέφη διακρίνονται εἰς διάφορα εἶδη, ὡς τὰ *στρώματα*, νέφη ταινιοειδῆ ἐκτεινόμενα εἰς τὸν ὀρίζοντα, τοὺς *σωρεῖτας*, ὑπενθυμίζοντα μεγάλους ὄγκους βάμβακος, τοὺς *θύσανους*, οἵτινες ὁμοιάζουν πρὸς μεγάλα πτερὰ ἢ δίκτυα καὶ συνίστανται ἐκ παγοκρυστάλλων, τοὺς *θύσανοσωρεῖτας*, ὁμοιάζοντας πρὸς ποίμνιον προβάτων καὶ τοὺς *μελανίας*. Ἐκ τῶν νεφῶν τούτων, οἱ θύσανοι εὐρίσκονται εἰς ὕψος 9000 μ. κατὰ μέσον ὄρον, οἱ σωρεῖται εἰς 1500—2000 μ. περίπου, τὰ στρώματα περὶ τὰ 700—1000 μ., οἱ θύσανοσωρεῖται κατὰ μέσον ὄρον 5800 μέτρα καὶ οἱ μελανία περὶ τὰ 1200 μ.

Ἡ *Ὀμίχλη* ἀποτελεῖται ἐπίσης ἐκ λεπτῶν σταγονιδίων, προερχομένων ἐκ συμπυκνώσεως ὑδρατμῶν παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς. Δηλαδή, ἡ Ὀμίχλη εἶνε νέφος, εὐρισκόμενον παρὰ τὸ ἔδαφος καὶ ἐλαττοῦν τὴν διαφάνειαν τοῦ ἀέρος.

187. Βροχή.—Ἡ βροχὴ προέρχεται ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν σταγονιδίων τῶν νεφῶν εἰς τοιαῦτα μεγαλυτέρα, ὅτε ἡ πτώσις τῶν ἐπιταχύνεται καὶ δύνανται νὰ φθάσουν μέχρι τοῦ ἔδαφους.

188. Χιών καὶ χάλαζα.—Ὅταν ἡ συμπύκνωσις τῶν ἀτμῶν τῆς ἀτμοσφαιρας γίνῃ εἰς λίαν χαμηλὴν θερμοκρασίαν, τότε οὔτοι πήγνυνται. Καὶ ἐὰν μὲν ἡ συμπύκνωσις αὕτη ἐγένετο βαθμιαίως, οἱ ἀτμοὶ μεταβάλλονται εἰς *χιόνα*, ἐὰν δὲ ἡ συμπύκνωσις εἶνε ἀπότομος, ὑπὸ καταλλήλους ὄρους σχηματίζεται *χάλαζα*.

Αἱ νιφάδες τῆς χιόνος, ἐξατμιζόμεναι ἄμέσως μετὰ τὴν πτῶσιν τῶν, παρουσιάζουν σχήματα κανονικὰ (σχ. 212). Οἱ κόκκοι τῆς χαλάζης ἔχουν συνήθως σχῆμα στρογγύλον, τὸ δὲ μέγεθός των εἶνε πολλάκις μέγα. Ἐνίοτε τοῦτο ὑπερβαίνει τὸ μέγεθος ὠοῦ ὄρνιθος.

189. Δρόσος και πάχνη.— Καλοῦμεν *δρόσον* τὰς μικρὰς σταγόνας ὕδατος, αἱ ὁποῖαι συνήθως κατὰ τὴν πρωΐαν καλύπτουν τὴν ἐπιφάνειαν τῶν σωμάτων, τῶν ἐκτεθειμένων εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν κατὰ τὴν διάρκειαν αἰθρίας καὶ νηέμου νυκτός. Ἡ δρόσος σχηματίζεται ὡς ἑξῆς. Τὸ ἔδαφος, κατὰ τὴν νύκτα, ψύχεται δι' ἀκτινοβολίας καὶ τὸ ἐπ' αὐτοῦ στρώμα τοῦ ἀέρος ψύχεται ἐπίσης καὶ οἱ ἄτμοι του συμπυκνοῦνται καὶ ὑγροποιοῦνται εἰς σταγόνας.

Ἐὰν ἡ ψύξις τῆς νυκτός εἴνε ἰσχυρά, τότε ἡ δρόσος πηγνυται εἰς μικροὺς κρυστάλλους, οἵτινες καλοῦνται *πάχνη* (σχ. 234) καὶ καλύπτουν τὴν ἐπιφάνειαν τῶν σωμάτων.



Σχ.
234

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Νὰ μετατραποῦν εἰς βαθμοὺς Fahrenheit αἱ θερμοκρασίαι Κελσίου 108° καὶ 15°.

Ἰ.Α. 222,4 F καὶ 59° F.

2. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν τὰ θερμομέτρα Fahrenheit καὶ Κελσίου δεικνύουν τὸν αὐτὸν βαθμὸν;

Ἰ.Α. —40°

3. Πόσον εἶνε εἰς 100° τὸ μῆκος ῥάβδου ἐκ λευκοχρύσου, ἧς τὸ μῆκος εἰς 0° εἶνε 3 μέτρα; Ὁ συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ λευκοχρύσου εἶνε $\frac{1}{116.100}$.

Ἰ.Α. 3,002 μέτρα.

4. Κατὰ πόσον μεταβάλλεται τὸ μῆκος σιδηρᾶς ῥάβδου μήκους 1000 μέτρων εἰς 0°, ὅταν ἡ θερμοκρασία μεταβάλλεται ἀπὸ 0° εἰς 40°. Ὁ συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ σιδήρου εἶνε 0,000012.

Ἰ.Α. 0,48 μέτρα.

5. Ῥάβδος μεταλλίνη, ἔχουσα εἰς 0° μῆκος 1,28 μέτρα, ἐτέθη ἐντὸς καμίνου τῆς ὁποίας ζητεῖται νὰ προσδιορισθῇ ἡ θερμοκρασία. Ὁ συντελεστὴς τοῦ μετάλλου εἶνε 0,000017. Παρατηρήθη ὅτι τὸ μῆκος τῆς ῥάβδου τὸ ἐν τῇ καμίνῳ εἶνε 1,2915 μέτρα. Ποία εἶνε ἡ ζητούμενη θερμοκρασία;

Ἰ.Α. 528°, 5

6. Ῥάβδος μεταλλίνη μήκους 3 μέτρων ἔχει συντελεστὴν διαστολῆς $\frac{1}{754}$. Ἐτέρα ῥάβδος ἐξ ἄλλου μετάλλου καὶ μήκους 5 μέτρων, θερμανθεῖσα κατὰ τινὰ ἀριθμὸν βαθμῶν, διεστάλη ὅσον καὶ ἡ προηγουμένη, ὅταν θερμαίνεται κατὰ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν βαθμῶν. Ποῖος ὁ συντελεστὴς διαστολῆς τῆς δευτέρας ῥάβδου;

Ἰ.Α. $\frac{3}{3770}$.

7. Ποία θὰ εἶνε ἡ ἐπιφάνεια εἰς 60° δίσκου κυκλικοῦ ἐκ σιδήρου καὶ διαμέτρου 2,75 μέτρων εἰς 0°; Συντελεστὴς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ σιδήρου 0,0000112.

Ἰ.Α. 5,94 τετραγ. μέτρα.

8. Σφαῖρα σιδηρᾶ διαμέτρου 5,01 ἑκατοστῶν εἰς 0° τοποθετεῖται

ἐπὶ δακτυλίου ἐκ ψευδαργύρου 5 ἑκατοστῶν διαμέτρου. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν ἡ σφαῖρα θὰ διέλθῃ διὰ τοῦ δακτυλίου ;

Ἄπ. 104°, 27.

9. Ἡ πυκνότης τοῦ ἀργύρου εἶνε 10, 31 εἰς 0°, ὁ δὲ συντελεστής τῆς κυβικῆς διαστολῆς του εἶνε 0,000058. Εὐρεῖν τὴν πυκνότητά του εἰς 150°.

Ἄπ. 10, 22

10. Τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ χαλκοῦ εἰς 0° εἶνε 8,8, ὁ δὲ συντελεστής τῆς γραμμικῆς διαστολῆς του $\frac{1}{58100}$. Ζητεῖται ποῖον θὰ εἶνε εἰς 30° τὸ μῆκος σύρματος χαλκίνου βάρους 15 χιλιογρ. καὶ ἔχοντος εἰς 10° τομὴν 4 τετραγων. χιλιοστῶν.

Ἄπ. 426,503 μέτρα.

11. Μέχρι ποίας θερμοκρασίας πρέπει νὰ θερμοανθῇ μάζα ἀερίου θερμοκρασίας 0°, ἵνα ὁ ὄγκος τῆς διπλασιασθῇ (ὑπὸ πίεσιν σταθεράν);

Ἄπ. 273°.

12. Ἄηρ 15 λίτρων ψύχεται ἀπὸ 27° εἰς 7°. Ποία εἶνε ἡ ἐλάττωσις τοῦ ὄγκου του ;

Ἄπ. $\frac{1}{15}$.

13. Ὁ ὄγκος μάζης ἀερίου εἰς 15° εἶνε 400 κυβικῶν ἑκατοστῶν. Εἰς ποίαν θερμοκρασίαν ὁ ὄγκος θὰ εἶνε 500 κυβ. ἑκατοστῶν ὑπὸ πίεσιν σταθεράν ;

Ἄπ. 87°.

14. Μέχρι ποίας θερμοκρασίας πρέπει νὰ θερμοανθῇ ὁ ἀηρ ἀεροστάτου, τοῦ ὁποίου τὸ περίβλημα καὶ ἡ κάλαθος ζυγίζουσι 130 χιλιογράμματα καὶ ὁ ὄγκος εἶνε 200 κυβ. μέτρα, ἵνα τὸ ἀερόστατον τοῦτο εἶνε ἐν ἰσορροπία ἐντὸς ξηροῦ ἀέρος θερμοκρασίας 0°; Ὑποτίθεται ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ἀεροστάτου εἶνε σταθερός.

Ἄπ. 276°.

15. Ἐντὸς 25,45 γραμ. ὕδατος εἰς 12°, 5 τίθεται σῶμα βάρους 6, 17 γραμμῶν καὶ εἰς 80°. Τὸ μίγμα λαμβάνει τελικὴν θερμοκρασίαν 14°, 17. Ποία εἶνε ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σώματος ;

Ἄπ. 0, 104

16. Ἐντὸς ὁπῆς πάγου τίθεται τεμάχιον κασσιτέρου βάρους 55 γράμ. καὶ θερμοκρασίας 100°. Γνωστοῦ ὄντος ὅτι ἡ εἰδικὴ θερμότης

τοῦ κασσιτέρου εἶνε 0,056 καὶ ἡ θερμότης τάξεως τοῦ πάγου εἶνε 80, εὐρεῖν πόσος πάγος θὰ τακῇ.

Ἄπ. 3,85 γράμ.

17. Δοχεῖον ἐξ ὀρειγάλκου ζυγίζει 30 γρ. καὶ περιέχει 500 γρ. ὕδατος 20°. Ἐντὸς τούτου βυθίζεται σῶμα θερμοανθὲν εἰς 100°, ὅτε ἡ τελικὴ θερμοκρασία γίνεται 21°, 815. Ποία ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ σώματος; Εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὀρειγάλκου 0,09.

Ἄπ. 0, 108.

18. Ἐντὸς μεταλλίνου δοχείου, περιβαλλομένου ὑπὸ πάγου διαλυμένου, εἰσάγεται χαλκίνη σφαῖρα βάρους 3 χιλιογρ. θερμοανθεῖσα εἰς 100°. Τὸ ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου προελθὸν ὕδωρ εἶνε 360 γρ. Ποία ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ χαλκοῦ; Ἡ εἰδικὴ θερμότης τήξεως τοῦ πάγου εἶνε 80.

Ἄπ. 0, 096.

19. Ποίαν ἐλάττωσιν ὄγκου ὑφίσταται μίγμα πάγου καὶ ὕδατος εἰς 0°, ὅταν παρέχονται εἰς τὸ μίγμα τοῦτο 150 θερμίδες ;

Ἄπ. 0, 16 κυβ. ἑκατ.

20. Ὑδράργυρος πίπτει ἐξ ὕψους 5 μέτρων ἐπὶ ἐπιφανείας ἀνευ ἀγωγιμότητος. Κατὰ πόσους βαθμούς θὰ ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία του μετὰ τὴν πτώσιν; Εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὑδραργύρου 0,033.

Ἄπ. 0, 36

21. Δεχόμενοι ὅτι ἡ θερμότης καύσεως 1 γράμμου ὕδρογόνου εἶνε 34500 θερμίδες, νὰ ἐκφρασθῇ εἰς joule τὸ ἔργον, ὅπερ δύναται νὰ παραχθῇ διὰ καύσεως 5 γραμμῶν ὕδρογόνου.

Ἄπ. 719.325 joule



Σφ. 235, Θέλασσα νεφών.

ΧΗΜΕΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

Υ Δ Ω Ρ

1. Γενικά. — Ωρίσαμεν ἤδη (σελ. 5) τὰ *χημικὰ φαινόμενα* καὶ τὴν *Χημείαν*

Αἱ οὐσίαι αἱ ὁποῖαι ὑποβάλλονται εἰς ἐξέτασιν ὑπὸ τῆς Χημείας, προέρχονται ἄλλαι μὲν ἀπ' εὐθείας ἐκ τῆς Φύσεως, ὡς μέρη βροχῶν ὕδωρ ποταμοῦ, ἀήρ κλπ., ἄλλαι δὲ εἶνε προϊόντα τῶν εἰς χημικὰ ἐργαστήρια ἐκτελουμένων ἐπιστημονικῶν ἐργασιῶν, ὅπως ἡ βαζελίνη, τὸ ἰωδοφόρμιον. Τὸν τρόπον καὶ τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐρεῦνης τῶν διαφόρων οὐσιῶν ὑπὸ τῆς Χημείας θὰ ἴδωμεν ἀμέσως, ἀρχίζοντες ἀπὸ τοῦ ὕδωρ.

2. Ὑδωρ φυσικὸν καὶ ὕδωρ καθαρὸν. — Ὑδατα ὑπάρχουν ἀφθόνως εἰς τὴν φύσιν, ἀποτελοῦντα τὰς θ̄ λίσας, τοὺς ποταμούς, τὴν χιόνα, τὴν βροχὴν, τοὺς ὑδατμούς τῆς ἀτμοσφαιρας, κλπ. Τὰ ὕδατα ὅμως αὐτὰ εἶνε ἅρα γε ὅλα ὅμοια μεταξύ των, ἦτοι ἔχουν ὅλα τὰς ἰδίας ιδιότητες;

Πάντες ἔχομεν παρατηρήσει ὅτι πολλὰ τῶν φυσικῶν ὑδάτων εἶνε π.χ. *θολά*, ἐνῶ ἄλλα εἶνε *διαυγῆ*. Οὕτως, ἐὰν λάβωμεν ὕδωρ ποταμοῦ, κατόπιν ἰδίως βροχῆς, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ὕδωρ αὐτὸ δὲν εἶνε διαυγές, ἀλλὰ *θολόν*, διότι περιέχει αἰωρούμενα στερεὰ σωματῖα. Τὰ σωματῖα ταῦτα παρέλαβε τὸ ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ἔδαφος ἢ καὶ ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιραν, διὰ τῶν ὁποίων διήλθε. Τὰ φυσικὰ ὕδατα εἶνε δυνατὸν νὰ ἀπαλλαγῶν ἐκ τῶν αἰωρουμένων ἐνιὸς αὐτῶν σωματῖων, διὰ τῆς ἐργασίας, ἢ ὁποῖα ὀνομάζεται *διήθησις* ἢ *διύλισις*. Δηλαδή, τὸ ὕδωρ διαβιβάζεται διὰ πορώδους σώματος, ὅπως ὁ χάρτης (σχ. 1).



Σχ. 1

Διὰ τῶν πόρων (δρῶν) τοῦ σώματος τούτου τὰ στερεὰ σωματῖα δὲν ἤμποροῦν νὰ διέλθουν καὶ τοιουτοτρόπως ἀποχωρίζονται τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον διέρχεται διαυγές.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ἐὰν θέσωμεν σταγόνα ὕδατος διαυγοῦς ἐπὶ καθαρῶς ὑάλου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ σταγὼν αὕτη, ἐξατμίζεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον, τέλος δὲ ἀπομένει ἐπὶ τῆς ὑάλου καὶ εἰς τὴν θέσιν τῆς σταγόνος λευκὴ κηλὶς, ἡ ὁποία ἀφαιρεῖται διὰ τοῦ δακτύλου, ὅπως ὁ κομπορτής. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συμπεραίνομεν ὅτι *εἰς τὸ ληφθὲν ὕδωρ ὑπῆρχον οὐσίαι στερεαὶ διαλελυμέναι εἰς αὐτό.*

Ἄν παραβάλωμεν τὸ ὕδωρ τῶν θαλασσῶν πρὸς τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς ἢ τῶν ποταμῶν, διακρίνομεν π. χ. διὰ τῆς γεύσεως, διαφορὰς ιδιοτήτων, καθόσον τὸ μὲν πρῶτον εἶνε ἀλμυρὸν, ἔνεκα τοῦ μαγειρικοῦ ἁλατος, τὸ ὁποῖον περιέχει διαλελυμένον, ἐνῶ τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς δὲν εἶνε ἀλμυρὸν, διότι στερεῖται μαγειρικοῦ ἁλατος. Ἐπίσης, αἱ φυσικαὶ ιδιότητες, ὡς τὸ εἰδικὸν βάρος, ἡ θερμοκρασία βρασμοῦ ἢ πήξεως κλπ. τῶν ὑδάτων τούτων δὲν εἶνε αἱ αὐταί.

Ἐν γένει, *τὰ ὕδατα τῆς Φύσεως, συγκρινόμενα πρὸς ἄλληλα, παρουσιάζουν οὐσιώδεις διαφορὰς.*

Ἀπόσταξις τοῦ ὕδατος.—Τὰ φυσικὰ ὕδατα δυνάμεθα νὰ ἀπαλλάξωμεν καὶ ἀπὸ τὰς ἐντὸς αὐτῶν διαλελυμένας οὐσίας διὰ τῆς ἐργασίας, τὴν ὁποίαν ὀνομάζομεν *ἀπόσταξιν*, ὅπως εἶδομεν. Τὸ ρεῖον ἐκ τοῦ ἄκρου Ο (σχ. 297) τοῦ ἀποστακτήρος ὑγρὸν εἶνε τὸ καλούμενον *καθαρὸν ἢ ἀπεσταγμένον ὕδωρ.*

Πάντα τὰ ὕδατα τῆς φύσεως δίδουν διὰ τῆς ἀποστάξεως τὸ αὐτὸ καθαρὸν ὕδωρ.

Ἐάν, μετὰ τὴν ἀπόσταξιν, ἐξετάσωμεν τὸν λέβητα, θὰ εὑρωμεν ἐντὸς αὐτοῦ, ὑπόλειμμα τι στερεὸν καὶ συνήθως λευκόν. Τὸ βίρος καὶ ἡ φύσις τοῦ ὑπολείμματος τούτου δὲ εἶνε πάντοτε τὰ αὐτά, ἀλλ' ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον ἐλήφθη πρὸς ἀπόσταξιν. Π.χ. ὅταν ἀποστάξωμεν θαλάσσιον ὕδωρ, λαμβάνομεν ὑπόλειμμα, ἀποτελούμενον κυρίως ἐκ μαγειρικοῦ ἁλατος, ἐνῶ διὰ πηγαιῶν ὕδατος λαμβάνομεν ὑπόλειμμα περιέχον κυρίως τὸ συστατικὸν τοῦ μαρμάρου, ἦτοι τὸ *ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον.*

Θὰ ἐξετάσωμεν νῦν τὰς ιδιότητας τοῦ σώματος, τὸ ὁποῖον ὀνομάζομεν *καθαρὸν ὕδωρ.*

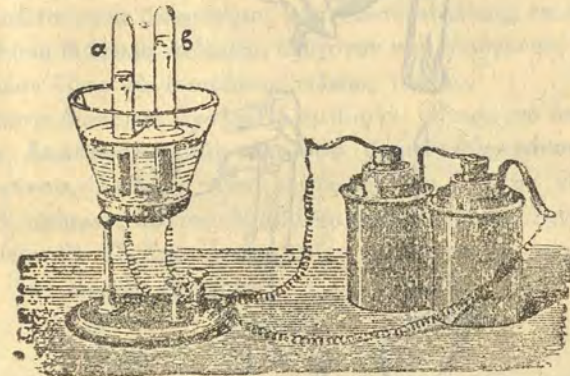
3. Φυσικαὶ ιδιότητες τοῦ καθαροῦ ὕδατος.—Τὸ καθαρὸν ὕδωρ εἶνε διαυγές, ἄχρουν καὶ ἄοσμον. Πήγνυται εἰς 0° καὶ βράζει εἰς 100° (ὑπὸ πίεσιν 76 ἑκατοστῶν). Θερμαινόμενον ἀπὸ 0° συ-

στέλλεται μέχρι τῶν 4° καὶ κατόπιν διαστέλλεται. Τοιουτοτρόπως, ἔχει εἰς 4° τὴν μεγίστην πυκνότητα. Ἐν λίτρον ὕδατος ζυγίζει 1 χιλόγραμ.

Τὸ ὕδωρ διαλύει σώματα *στερεά*, ὅπως τὸ σάκχαρον καὶ τὸ μαγειρικὸν ἅλας, *υγρά*, ὅπως τὸ οἰνόπνευμα, καὶ *ἀέρια*, ὅπως ὁ ἀήρ. Γενικῶς, τὸ ὕδωρ εἶνε τὸ μᾶλλον χρησιμοποιοῦμενον *διαλυτικὸν μέσον.*

4. Ἀνάλυσις τοῦ ὕδατος.—Ἐὰν τὸ καθαρὸν ὕδωρ ἀποστάξωμεν ἐκ νέου, λαμβάνομεν πάλιν ὕδωρ καθαρὸν καὶ οὐδὲν ὑπόλειμμα. Διὰ τῆς ἐπιδράσεως ὅμως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τοῦ ὕδατος εἶνε δυνατὸν νὰ ἐξαχθῶν ἐκ τούτου ἄλλαι οὐσίαι διάφοροι τοῦ ὕδατος.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Λαμβάνομεν δοχεῖον ὑάλινον Μ (σχ. 2), τοῦ ὁποίου ὁ πυθμὴν ἔχει δύο ὁπίς, δι' ὧν διέρχονται δύο ἐλάσματα σιδηρᾶ, συγ-



Σχ. 2

κοινωνοῦντα μὲ τοὺς δύο πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης. Εἰς τὸ δοχεῖον Μ θέτομεν καθαρὸν ὕδωρ καὶ ὑπερίνω τῶν δύο ἐλασμάτων ἀναστρέφομεν δύο σωληνοειδῆ δοχεῖα α καὶ β πλήρη ἐπίσης καθαροῦ ὕδατος. Ἐὼν νῦν διὰ τοῦ ὕδατος τοῦ δοχείου διέλιθῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα (τοῦθ' ὕπερ ἐπιτηγάνεται, ἐὰν εἰς τὸ καθαρὸν τοῦτο ὕδωρ προστεθῇ προηγουμένως ὀλίγον καυστικὸν νάτριν) (1), παρατηροῦμεν ὅτι ἐπὶ τῶν δύο ἐλασμάτων ἐμφανίζονται φυσαλίδες ἀερίων, αἱ ὁποῖαι συλλέγονται ἐντὸς τῶν ἀνεστραμμένων δοχείων α καὶ β. Ἡ ἐμφάνισις τῶν φυσαλίδων καταπαύει, εὐθὺς ὡς διακοπῇ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.

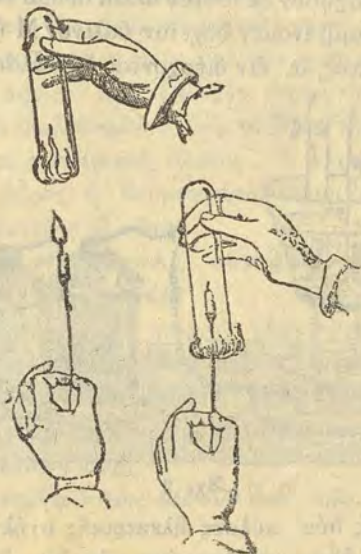
Ἐξετάζοντες τὰ ἀέρια, τὰ συλλεγόμενα εἰς τὰ δοχεῖα α καὶ β, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ *ὄγκος* τοῦ ἀερίου τοῦ δοχείου α, τοῦ εὐρισκομένου ὑπερίνω τοῦ ἐλάσματος, τὸ ὁποῖον συνδέεται μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον

(1) Ἡ οὐσία αὕτη ὀνομάζεται κοινῶς *καυστικὴ σόδα* καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν σαπωνοποιίαν.

τῆς στήλης, εἶνε πάντοτε διπλάσιος τοῦ ὄγκου τοῦ δοχείου β.

Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸ δοχεῖον α ἐκ τῆς θέσεώς του (κρατοῦντες αὐτὸ πάντοτε ἀνστραμμένον) καὶ πλησιάσωμεν εἰς τὸ σιόμιόν του τὴν φλόγα κηρίου (σχ. 3), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἀέριον τοῦ δοχείου τοῦ ἀναφλέγεται μετὰ ὠχρεᾶς φλογός. Ἡ ἀνάφλεξις ὁμως αὕτη δὲν συμβαίνει εἰς τὸ ἀέριον τοῦ δοχείου β.

Τὸ ἀνημμένον κηρίον, εἰσαγόμενον ἐντὸς τοῦ δοχείου α, σβέννεται (σχ. 4) καί, τοῦναντίον, εἰσαγόμενον ἐντὸς τοῦ β, καίεται ζωηρῶς.



Σχ. 3

Σχ. 4

Ἐπίσης, ἐὰν εἰσαχθῇ ἐντὸς τοῦ ἀερίου β πυρεῖον σχεδὸν ἐσβεσμένον, τὸ πυρεῖον τοῦτο ἀναφλέγεται ἐκ νέου καὶ καίεται ζωηρῶς μετὰ μεγάλης λάμψεως

Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν ὅτι τὰ δύο ἀέρια, τὰ περιεχόμενα ἐντὸς τῶν δοχείων α καὶ β, ἔχουν ἰδιότητας διαφορῶς, ἥτοι εἶνε διάφορα ἀλλήλων. Καὶ τὸ μὲν ἀέριον τοῦ α ὀνομάζεται ὑδρογόνον, τὸ δὲ ἀέριον τοῦ β καλεῖται ὀξυγόνον.

Ἐὰν καθ' ὅτανδήποτε στιγμήν διακόψωμεν τὴν δίοδον τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τοῦ ὕδατος τοῦ Μ καὶ κατόπιν ἐξαερώσωμεν τὸ ὕδωρ τοῦτο, ἀνευρίσκομεν, ὡς ὑπόλειμμα, ὀλόκληρον τὴν ποσότητα τοῦ καυστικοῦ νάτρου, τὴν ὁποίαν προσεδέσαμεν ἐν ἀρχῇ. Τοῦναντίον, ἡ

ποσότης τοῦ ὕδατος τῆς συσκευῆς μας εἶνε μικρότερα τῆς ἀρχικῶς ληφθείσης. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι τὰ δύο ἀέρια, ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, προέρχονται ἐκ τοῦ ὕδατος καὶ λέγομεν ὅτι τὸ ηλεκτρικὸν ρεῖμα ἀποσυνέθεσεν ἢ ἀνέλυσε τὸ ὕδωρ εἰς ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον. Ἐπίσης, λέγομεν ὅτι δι' ἠλεκτρολύσεως ἐγένετο ἡ ἀποσύνθεσις ἢ ἡ ἀνάλυσις τοῦ ὕδατος. Ἡ συσκευή δέ, ἐν τῇ ὁποίᾳ ἐτέθη τὸ ὕδωρ καὶ ἐγένετο ἡ ἀνάλυσις του, ὀνομάζεται **βολτάμετρον**.

Τὰ δύο σώματα, ὑδρογόνον καὶ ὀξυγόνον, ἔχουν ἰδιότητας ἐντελῶς διαφορῶς τῶν τοῦ ὕδατος. Τὸ ὕδωρ π.χ. εἶνε ὑγρὸν εἰς τὴν συνήθει θερμοκρασίαν, ἐνῶ ἐκεῖνα εἶνε ἀέρια· πυρεῖον ἀνημμένον σβέννεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος (ὑδρατιοῦ) ἢ ἐντὸς τοῦ ὑδρογόνου, ἐνῶ ἐντὸς τοῦ ὀξυγόνου καίεται μετὰ ζωηρότητος κλπ. Τοιοῦτοτρόπως, ἐκ τοῦ ὕδατος ἐλήφθησαν δύο διάφορα σώματα, ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, τὰ ὁποῖα δὲν εἶνε πλέον ὕδωρ καὶ διαφέρουν τελείως τούτου.

Οἰονδήποτε ὁμως καὶ ἂν εἶνε τὸ καθαρὸν ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἀποσυνθέτομεν, λαμβάνομεν πάντοτε δύο ὄγκους ὑδρογόνου καὶ ἓνα ὄγκον ὀξυγόνου. Τα ποσὰ ταῦτα εἰς βάρους εἶνε ὑπὸ τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν· ἐκ 18 γραμμῶν ὕδατος, λαμβάνομεν 16 γραμμάκια ὀξυγόνου καὶ 2 γρ. ὑδρογόνου (1). Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο δυνάμεθα νὰ γράψωμεν καὶ ὡς ἔπεται, ὑπὸ μορφήν ἐξισώσεως.

$$\begin{array}{r} \text{Ὑδωρ} = \text{ὀξυγόνον} + \text{ὑδρογόνον} \\ 18 \text{ γρ} \quad 16 \text{ γρ.} \quad 2 \text{ γρ.} \end{array}$$

Ἀποσύνθεσις τοῦ ὕδατος διὰ μετάλλου.—Δυνάμεθα νὰ ἐργασθῶμεν καὶ ἄλλως, πρὸς ἀποσύνθεσιν τοῦ ὕδατος καὶ ἐξαγωγήν ὄλου ἢ μέρους τοῦ ὑδρογόνου του. Πολλὰ μέταλλα ἀποσυνθέτουν τὸ ὕδωρ, ἄλλα δὲ ἐξ αὐτῶν (π.χ. ὁ σίδηρος) θερμαινόμενα ἀρκούντως, ἄλλα δὲ (π.χ. τὸ μέταλλον, τὸ καλούμενον **νάτριον**) ἐν συνήθει θερμοκρασίᾳ διὰ τοιαύτης ἀποσυνθέσεως, δύναται νὰ ληφθῇ τὸ ὑδρογόνον.

1ον. Σίδηρος.—Ἐντὸς σωλῆνος T (σχ. 5) ἐκ πορσελάνης εἰσαγόμενον ποσότητα σιδηροῦ σύρματος προζυγισθέντος καὶ εἶτα θερμαίνομεν αὐτόν. Ἐντὸς φιάλης B ζέομεν ὕδωρ καθαρὸν καὶ τοὺς παραγομένους ὑδρατιοὺς διαβιβάζομεν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος T διὰ τοῦ ἐνὸς τῶν ἄκρων του. Ἐπὶ τοῦ ἐτέρου ἄκρου τοῦ σωλῆνος T ἔχει ἐφαρμοσθῇ σωλῆν σ, ὅστις ἀπολήγει ἐντὸς τοῦ ὕδατος λεκάνης. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ἐκ τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ἄκρου τοῦ σωλῆνος σ ἐξέρχεται ἀερίον τι, τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ συλλέξωμεν ἐντὸς ὑαλίνου κυλίνδρου Δ πλή-

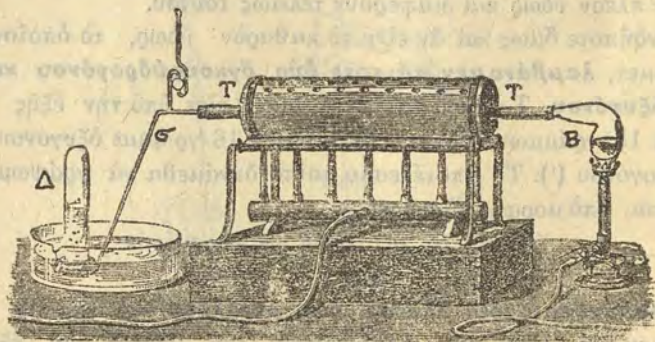
(1) Ἀκριβέστερον 18,017 γρ. ὕδατος δίδουν 16 γρ. ὀξυγόνου καὶ 2,016 γρ. ὑδρογόνου.

ρους ύδατος και άνεστραμμένον έντός του ύδατος τής λεκάνης και άνωθεν του άκρου του σ. Το άέριον τουτο είναι ύδρογόνο, ως αποδεικνύει ή εξέτασίς του.

Το σιδηροῦν σύρμα, το όποιον μετά ψύξιν έξάγομεν του σωλήνος Τ, είναι κκαλυμμένον υπό στρώματος μελανοχόρου και **έχει νυν βάρος μεγαλύτερον του άρχικου.** Η αύξησις αύτη του βάρους προέρχεται εκ του ότι ο σίδηρος συνεκράτησε το όξυγόνο των άτμών του ύδατος και ούτως έσχηματίσθη το μελανόχουρον στρώμα.

Έν συνόψει, κατά το πείραμα τουτο, ο ύδρατμός, διερχόμενος επί του θερμανθέντος σιδήρου, αποσυνετέθη και το μέν ύδρογόνο του έξήλθεν έλευθέρως του σωλήνος, το δε όξυγόνο του συνεκράτηθη υπό του σιδήρου.

2ον. Νάτριον.—Έάν επί ύδατος ρίψωμεν μικρόν τεμάχιον νατρίου, παρατηρούμεν ότι τουτο τρέχει επί τής έπιφανείας του ύδατος



Σχ. 5

και όλίγον κατ' όλίγον έλαττοῦται. Συγχρόνως όμως παράγεται άέριόν τι, το όποιον είνε ύδρογόνο και δυνάμεθα να συλλέξωμεν.

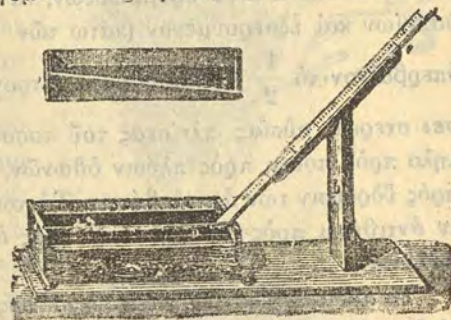
35. Σύνθεσις του ύδατος.—Έκ του ύδατος έλάβομεν δι' αποσυνθέσεως όξυγόνο και ύδρογόνο. Καί, άντιστρόφως, δι' όξυγόνου και ύδρογόνου, δυνάμεθα να παραγάγωμεν ύδωρ.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Έάν αναμίξωμεν έντός υαλίνου δοχείου ύδρογόνο και όξυγόνο, ουδέν το ιδιάζον παρατηρούμεν το σύνολον του μίγματος είνε άέριον και δέν παρουσιάζει τās ιδιότητες του ύδατος. Άλλ' εάν εις τι σημεῖον του μίγματος ή θερμοκρασία άνυψωθῆ, π.χ. δια φλογός ή δι' ήλεκτρικου σπινθήρος, συμβαίνει άνάφλεξις του μίγματος μετ' εκπυρσοκοροτήσεως, το δε όξυγόνο και το ύδρογόνο εξαφανίζονται και συγχρόνως παράγεται ύδωρ. Η έργασία αύτη καλεῖται **σύνθεσις** του ύδατος.

Πρός καθορισμόν των όγκων του όξυγόνου και του ύδρογόνου, οι όποιοι απαιτοῦνται δια τον σχηματισμόν του ύδατος, το προηγούμενο πείραμα δύναται να εκτελεσθῆ ως εξής.

Σωλήν υάλινος (σχ. 6), κλειστός κατά το εν άκρον και βαθμολογημένος εις ίσους όγκους, πληροῦται ύδραργγρον και κατοπιν άναστρέφεται έντός λεκάνης, περιεχούσης ύδραργγρον. Δύο σύρματα α και β είνε συντετηγμένα εις τῶ άνω μέρος του σωλήνος και απολήγουσ έντός αυτου. Το όργανον τουτο ονομάζεται **ευδιδόμερον.**

Έντός του σωλήνος Α εισάγομεν ίσους όγκους όξυγόνου και ύδρογόνου, π. χ. 8 κυβ. εκατ. έξεκάστου άερίου. Έάν μετά ταῦτα παραγάγωμεν ήλεκτρικους σπινθήρας μεταξὺ των δύο συρμάτων α και β έντός του σωλήνος, παρατηρούμεν ότι παράγεται φλόξ εις το έσωτερικόν τουτου και κατοπιν ο ύδραργγρος άνέρχεται έντός αυτου. Ο ύδραργγρος όμως δέν πληροῖ ολόκληρον τον σωλήνα και το τμήμα τουτου, το μη πληρούμενο υπό του ύδραργγρον, έχει όγκον 4 κυβ. εκ. και είνε πλήρης όξυγόνου. Συγχρόνως όμως άνευρίσκομεν ότι **έσχηματίσθη ύδωρ**, εν ειδει δρόσου, επί των έσωτερικων παρειων του σωλήνος.



Σχ. 6

Πρός σχηματισμόν λεπτόν του ύδατος, **ενοῦνται** 8 κυβ. εκ ύδρογόνου μετα 4 κυβ. εκ. όξυγόνου, ήτοι **όγκος ύδρογόνου διπλάσιος του όγκου του όξυγόνου.** Έάν το πείραμα γίνῃ ακριβῶς δια δύο όγκων ύδρογόνου και 1 όγκου όξυγόνου και υπό θερμοκρασίαν 100°, λαμβάνομεν ύδωρ 2 όγκων εν καταστάσει άτμου.

Συμπέρασμα.—Η προηγούμενη σύνθεσις του ύδατος κατέδειξεν, ότι **2 όγκοι ύδρογόνου, ενούμενοι μεθ' 1 όγκου όξυγόνου, παράγουν 2 όγκους άτμου ύδατος.** Ητοι απαιτοῦνται κατ' αναλογίαν

Όξυγόνο	16 γράμμα
Υδρογόνο	2 »
πρός σχηματισμόν ύδατος . . .	18 »

Το αυτὸ δυνάμεθα να γράψωμεν ως εξής:

$$\begin{array}{r} \text{Υδρογόνο} + \text{όξυγόνο} = \text{ύδωρ} \\ 2 \text{ γρ.} \qquad 16 \text{ γρ.} \qquad 18 \text{ γρ.} \end{array}$$

6. Πόσιμα ὕδατα.—Τὰ ὕδατα τῶν πηγῶν, τῶν ποταμῶν, τῶν φρεάτων καὶ, ἐν γένει, τὰ φυσικὰ περιέχουν διαλυμένας ἢ αἰωρονιμένας διαφόρους οὐσίας, τὰς ὁποίας παρέλαβον ἐκ τῶν σωματῶν (ἔδαφος, φυτὰ, ἀτμόσφαιρα κ.τ.λ.), μετὰ τῶν ὁπίων ἤλθον εἰς ἐπαφήν. Ἡ παρουσία οἰασδῆποτε οὐσίας εἰς ὑπερβολικὴν ποσότητα, καθιστᾷ ἐπικίνδυνα εἰς τὴν ὑγίαν τὰ τοιαῦτα ὕδατα καὶ ἀκατάλληλα πρὸς πόσιν.

Τὸ κολὸν πόσιμον ὕδωρ πρέπει νὰ εἶνε διανγές, ἄοσμον, ἀεριοῦχον, γεύσεως οὔτε ἀηδοῦς, οὔτε ἀλατούχου, ἀλλ' εὐαρέστου, δέον νὰ διαλύη τὸν σάπωνα ἄνευ θρομβώσεων, νὰ εἶνε κατάλληλον πρὸς βράσιν τῶν ὀσπρίων καὶ ἐξασφερόμενον (κάτω τῶν 180) νὰ μὴ ἀφήνῃ ὑπόλειμμα, ὑπερβαῖνον τὸ $\frac{1}{2}$ γράμμον κατὰ λίτρον. Ὑδατα ἐνέχοντα ἐν *διαλύσει*

στερεὰς οὐσίας πλείονας τοῦ ποσοῦ τούτου, θεωροῦνται ἀκατάλληλα πρὸς πόσιν, πρὸς πλύσιν ὀδοντῶν, πρὸς βράσιν τῶν ὀσπρίων καὶ πρὸς ὑδρευσιν τῶν ἀιμολεβήτων. Τὰ τοιαῦτα ὕδατα καλοῦνται *σκληρὰ*, ἐν ὀντιθέσει πρὸς τὰ πληροῦντα τοὺς ἀνωτέρω ὄρους, ἅτινα καλοῦνται *μαλακά*.

Τὸ πόσιμον ὕδωρ πρέπει συγχρόνως νὰ μὴ περιέχῃ μικροβία ἐπικίνδυνα (τύφου κ.λ.π.) Ἐν περιπτώσει σχετικῶν ἐπιδημιῶν, τὸ ὑποπτον ὕδωρ ὑποβάλλεται εἰς αἰστηρὸν διήθησιν ἢ ἀσφαλέστερον ζέεται ἐπὶ τινα λεπτὰ τῆς ὥρας καὶ κατόπιν χρησιμοποιεῖται πρὸς πόσιν. Τὸ πρὸς πόσιν ὕδωρ, ἀφιέμενον ἐπὶ τινος ἡμέρας ἐντὸς καθαροῦ δοχείου, δὲν πρέπει νὰ παθαίνη σήψιν, ἢ ὁποία εἶνε δαῖγμα ὑπάρξεως ἐντὸς αὐτοῦ μικροοργανισμῶν ἐπικινδύνων.

ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ

7. Παρασκευὴ.—**1ον. Δι' ἠλεκτρολύσεως.**—Τὸ ὑδρογόνον λαμβάνεται δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ ὕδατος καὶ πωλεῖται ὑπὸ τῆς βιομηχανίας ἐντὸς χολιβδίνων δοχείων ὑπὸ πίεσιν 120 πφρίπου ἀτμοσφαιρῶν.

2ον Προκειμένου περὶ μικρῶν ποσοτήτων ὑδρογόνου, λαμβάνεται ὡς ἐξῆς. Ἐὰν ἐντὸς ποτηρίου (σχ. 7) θέσωμεν τεμάχια σιδήρου ἢ ψευδαργύρου (κ.τοίγκου) καὶ ἐπ' αὐτῶν χύσωμεν *θεικὸν ὀξύ* (ὕγρον, πωλείμενον ὑπὸ τὸ κοινὸν ὄνομα σίρτο τοῦ βιτριολίου), ἠραιωμένον δι' ὕδατος, τὸ ἐντὸς τοῦ ποτηρίου μίγμα ἀναβράζει μετὰ σιριγμοῦ καὶ συγχρόνως παράγονται φυσαλίδες ἀερίου. Τὸ ἀέριον τοῦτο εἶνε ὑδρογόνον καὶ δυνάμεθα νὰ τὸ ἀναφλέξωμεν διὰ τῆς φλογὸς πυρρείου. Εἰς τὸ πείραμα τοῦτο, ἀντὶ θειικοῦ ὀξέος, δύναται νὰ ληφθῇ καὶ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ (κ. σίρτο τοῦ ἁλατος).

Διὰ νὰ συλλέξωμεν τὸ ὑδρογόνον, τὸ παραγόμενον διὰ τῆς μεθόδου ταύτης, ἐργαζόμεθα ὡς ἐξῆς Λαμβάνομεν δύο φιάλας Α καὶ Β (σχ. 9), ἐκ τῶν ὁποίων ἑκάστη ἔχει εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς ὀπὴν μετὰ λαμποῦ, καὶ συνδέομεν τοὺς λαίμους τούτους διὰ σωλῆνος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεως. Ἐντὸς τῆς μιᾶς τῶν φιαλῶν, π.χ. τῆς Β, θέτομεν τεμάχια ψευδαργύρου (ἢ σιδήρου), εἰς δὲ τὴν ἄλλην Α θεικὸν ὀξύ ἠραιωμένον δι' ὕδατος. Τὸ ἀραιὸν θεικὸν ὀξύ εἰσέρχεται τότε καὶ εἰς τὴν φιάλην Β καὶ συναντᾷ τὸν ψευδάργυρον (ἢ τὸν σίδηρον) καὶ τοιοῦτοτρόπως προκαλεῖ τὴν ἐκλυσιν ὑδρογόνου. Ἡ φιάλη Β φέρει πῶμα μετὰ στρόφιγγος σ, ἐκ τῆς ὁποίας ἐξέρχεται τὸ ὑδρογόνον, μὴ δυνάμενον νὰ ἐκφύγῃ, πιέζει τὸ θεικὸν ὀξύ τῆς φιάλης καὶ τὸ ἀναγκάζει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν φιάλην Α, ὅτε παύει καὶ ἡ παραγωγή νέας ποσότητος ὑδρογόνου Ἀνοιγομένης πάλιν τῆς στρόφιγγος σ, τὸ θεικὸν ὀξύ ρεεῖ ἐκ νέου ἐκ τῆς φιάλης Α εἰς τὴν Β καὶ ἀρχίζει πάλιν ἡ ἐκλυσιν τοῦ ἀερίου (').

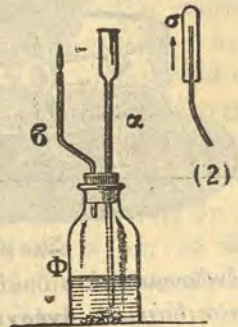


Σχ. 7

3ον. Ἐπίσης, ὡς εἶδουμεν, παράγεται ὑδρογόνον δι' ἀποσυνθέσεως τοῦ ὕδατος διὰ μετάλλων, ὡς σιδήρου, νατρίου κλπ.

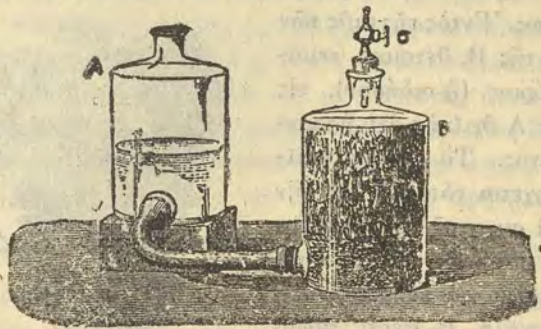
Ἐὰν ἐπὶ ὕδατος ρίψωμεν τεμάχιον καλίου, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο

(1) Ἀντὶ τῆς συσκευῆς ταύτης (σχ. 9), δυνάμεθα νὰ λάβωμεν φιάλην πλατύστομον Φ (σχ. 8). Διὰ τοῦ πῶματος τῆς φιάλης εἰσάγομεν δύο σωλῆνας α καὶ β, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ α φθάνει μέχρι τοῦ πιθμένου τῆς φιάλης καὶ ἔχει τὸ ἄνω ἄκρον του πλατύ. Ἐντὸς τῆς φιάλης θέτομεν τὸν ψευδάργυρον καὶ κατόπιν διὰ τοῦ σωλῆνος α ρίπτομεν ἀραιὸν θεικὸν ὀξύ. Τὸ παραγόμενον τότε ὑδρογόνον ἐξέρχεται τῆς φιάλης διὰ τοῦ ἄλλου σωλῆνος β καὶ συλλέγεται εἰς τὰ δοχεῖα Δ.



Σχ. 8

τρέχει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, συνοδευόμενον ὑπὸ ἰοχρόου φλο- γός (σχ. 10). Ἡ φλόξ αὕτη προέρχεται ἐκ τοῦ ὑδρογόνου, τοῦ παρα- γόμενου κατὰ τὴν ἀποσύνθεσιν τοῦ ὕδατος ὑπὸ τοῦ καλίου. Ἐπίσης, εἰς τὸ ὕδατος ριφθῆ, ἀνὰ καλίου, τεμάχιον ἐκ τοῦ μεταλλοῦ ναιρίου,



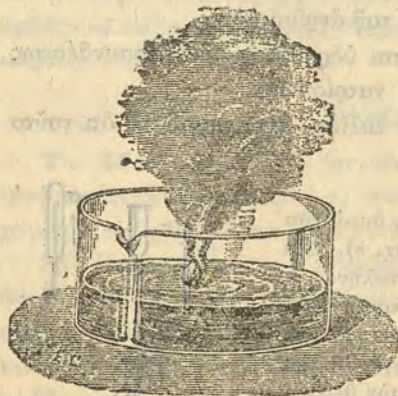
Σχ. 9

παράγεται ὁμοίως ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον ὅμως, ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ δὲν ἀναφλέγεται καὶ δὲν δύναται νὰ συλλεγῆ.

8. Ἰδιότητες.—*1ον Φυσικαί.*—Τὸ ὑδρογόνον, ἀνακαλυφθὲν τῷ 1776 ὑπὸ τοῦ Cavendish, εἶνε ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον καὶ ἄγευστον. Διαλύεται πολὺ ὀλίγον εἰς τὸ ὕδωρ. Ὑγροποιούμενον ζεεὶ εἰς—252°.

Εἶνε τὸ ἐλαφρότερον τῶν ἀερίων ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς ὄρους, ζυγίζει, 14,5 φορὰς ὀλιγώτερον τοῦ ἀέρος.

Ἐν λίτρον ἀέρος (πρὸς 0° καὶ πίεσιν 1 ἀτμ.) ζυγίζει 1,293 γράμμα, ἐνῶ ἐν λίτρον ὑδρογόνου ζυγίζει 0,089 γρ. Ἡ ἐλαφρότης τοῦ ὑδρογόνου καταφαίνεται διὰ πειραμάτων ὡς τὰ ἑξῆς.



Σχ. 10

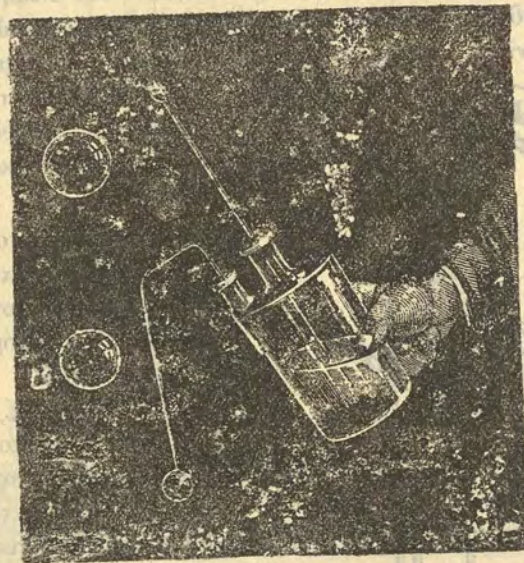
Τὸ ὑδρογόνον διατηρεῖται ἐντὸς ἀνεστραμμένων δοχείων (σχ. 4). Ἐὰν δὲ λίσωμεν δύο κυλινδρικά δοχεῖα, ἐξ ὧν τὸ μὲν ἐν εἶνε ἀνεστραμμένον καὶ περιέχει ὑδρογόνον, τὸ δὲ ἕτερον περιέχει ἀέρα καὶ, ἀφοῦ

ἐνώσωμεν τὰ στόμιά των, ἀναστρέψωμεν αὐτὰ, τὸ ὑδρογόνον τοῦ πρώ- του δοχείου ἀνέρχεται εἰς τὸ δεύτερον.

Ἐὰν ἐντὸς διαλύματος σάπωνος βυθίσωμεν τὸ ἄκρον σωλήνος, ἐξ

οὗ ἐξέρχεται τὸ ὑδρογόνον συσκευῆς, παρατηροῦμεν ὅτι σχηματίζονται πομφόλυγες (σχ. 11), αἱ ὁποῖαι ἀνυψοῦνται ἐν τῷ ἀέρι. Τὰς πομφό- λυγας ταύτας δυνάμεθα νὰ ἀναφλέξωμεν διὰ κηρίου.

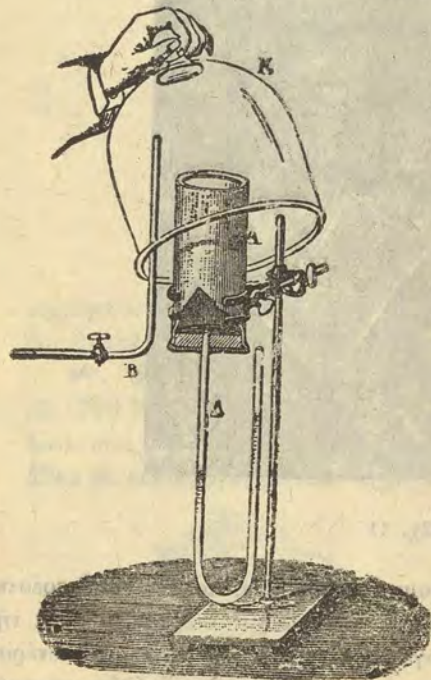
Τοῦ ὑδρογόνου γίνεται χρῆσις πρὸς πλήρωσιν ἀεροστάτων.



Σχ. 11

Τὰ ἀέρια ἢμποροῦν νὰ διέλθουν διὰ σώματος πορώδους εὐχερέστε- ρον τῶν ὑγρῶν· τὰ ὀλιγώτερον πυκνὰ δὲ ἀέρια διέρχονται μετὰ τῆς μεγαλυτέρας ταχύτητος. Τὸ ὑδρογόνον εἶνε τὸ ἔχον τὴν μεγαλυτέραν τοιαύτην ταχύτητα. Τὴν ιδιότητα ταύτην καταδεικνύει τὸ ἑξῆς πείραμα. Λαμβάνομεν πορώδες δοχεῖον A (σχ. 12.) ἠλεκτρικῆς στήλης, τὸ ὁποῖ- ον κλείεται διὰ σώματος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεως, δι' οὗ διέρχεται σω- λὴν ὑάλινος Δ εἰς σχῆμα U. Ὁ σωλὴν οὗτος περιέχει ὑγρὸν κερω- σμένον, τὸν ὁποῖον φθάνει εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλήνος. Τὸ πορώδες δοχεῖον καλύπτομεν διὰ κώδωνος K, ἐν τῷ ὁποίῳ διὰ σωλήνος B διαβιβάζομεν ὑδρογόνον. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι τὸ ὑγρὸν κατέρχεται μὲν εἰς τὸ σκέλος Δ, ἀνέρχεται δὲ εἰς τὸ ἄλλο σκέλος. Τοῦτο δὲ διότι τὸ ὑδρογόνον εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ πορώδους A ταχύτερον ἢ ὅσον ἐξέρχεται ὁ ἀῆρ ἐκ τοῦ αὐτοῦ δοχείου A. Μετὰ τινα χρόνον, τὸ δοχεῖον A περιέχει μόνον ὑδρογόνον. Ἐὰν ἀφαιρεθῆ ὁ κώ-

δων Κ, τὸ ὑδρογόνον ἐξέρχεται ἐκ τοῦ Α καὶ εἰσέρχεται ἐν τούτῳ ἀήρ.
 2ον Χημικαί.—α'.) **Τὸ ὑδρογόνον εἶνε καύσιμον.** Ἐάν π. χ. πλησιάζωμεν κηρίον ἀνημμένον (σχ. 3) εἰς τὸ στόμιον δοχείου ἀνεστραμμένου καὶ πλήρους ὑδρογόνου, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑδρογόνον ἀναφλέγεται καὶ καίεται βραδέως εἰς τὸ στόμιον τοῦ σωλήνος, ἦτοι εἰς τὸ μέρος, εἰς ὃ εὐρίσκεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἀέρος, διὰ φλογὸς οὐχὶ πολὺ φωτεινῆς. Τὸ κηρίον, εἰσαγόμενον ἐντὸς τοῦ δοχείου, σβέννυται (σχ. 4)· ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι τὸ ὑδρογόνον δὲν συντηρεῖ τὴν καῦσιν σώματος.



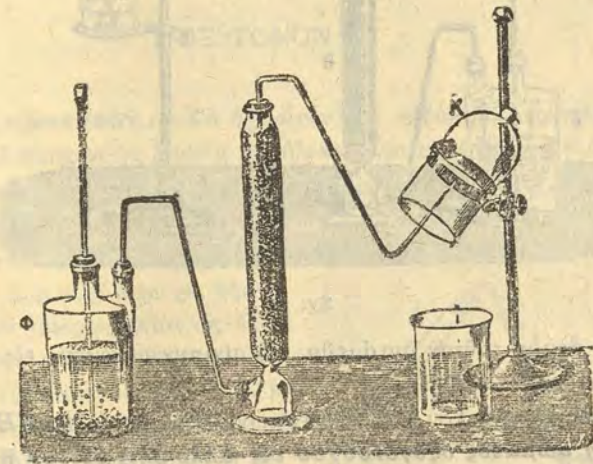
Σχ. 12

β') **Τὸ ὑδρογόνον σχηματίζει μετὰ τοῦ ἀέρος ἢ τοῦ ὀξυγόνου ἐκρηκτικὰ μίγματα.** Ἐάν π. χ. εἰσαχθῆ ἓν μικρῶ φιάλῃ (π. χ. 200 κ. ἐκ.) μίγμα ἐκ 2 ὀγκῶν ὑδρογόνου καὶ 1 ὀγκοῦ ὀξυγόνου καὶ εἰς τὸ μίγμα τοῦτο προσαχθῆ φλόξ, παράγεται ἰσχυρὰ ἐκρηξις, ἐξ ἧς δύνα-

(1) Διὰ νὰ βεβαιωθῶμεν ὅτι ἡ συσκευή δὲν περιέχει πλέον ἀέρα, συλλέγομεν ὀλίγον ἐκ τοῦ ἐξερχομένου ὑδρογόνου ἐντὸς μικροῦ σωλήνος (δοκιμαστικὸς σωλήν) καὶ ἀναφλέγομεν αὐτό. Ἐάν ἡ ἀνάφλεξις αὐτὴ γίνῃ ἄνευ ψόφου, τὸ ὑδρογόνον δὲν περιέχει ἀέρα. Ἄλλως ἀναμένομεν, ὅπως ἐκρῦθη ἐκ τῆς συσκευῆς καὶ ἄλλη ποσότης ὑδρογόνου.

ται νὰ θραυσθῆ ἡ φιάλη. Διὰ τοῦτο πρέπει αὕτη νὰ περιβάλλεται διὰ στερεῶν ὑφασμάτων, ἵνα μὴ συμβῆ δυστύχημα εἰς τὸν ἐκτελοῦντα τὸ πείραμα. Τὸ ἐκρηγνύμενον μίγμα καλεῖται **κροτοῦν ἀέριον.**

Ἐπίσης, μίγμα ἀέρος καὶ ὑδρογόνου ἐκρήγνυται, προσαγομένης φλογὸς (ἐκτὸς ἔαν ἡ ποσότης τοῦ ὑδρογόνου εἶνε ἐλαχίστη, ἐν σχέσει πρὸς τὴν τοῦ ἀέρος) καὶ ἡ ἐκρηξις αὕτη ὀφείλεται εἰς τὸ ὀξυγόνον, ὅπερ περιέχει ὁ ἀήρ.



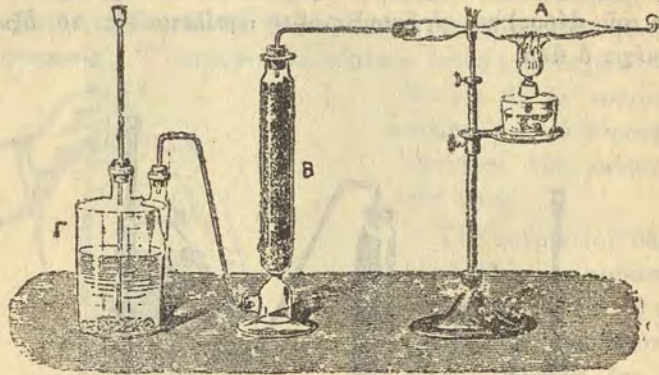
Σχ. 13

γ.) **Καιόμενον τοῦ ὑδρογόνου παράγεται ὕδωρ.** Τὸ ὑδρογόνον π. χ. τὸ παραγόμενον ἐν τῇ συσκευῇ Φ (σχ. 13), ἀφοῦ βιβιβάσωμεν διὰ δοχείου Β, περιέχοντος ὑγροσκοπικῆς οὐσίας, ἵνα ἀποξηρανθῆ, ἀναφλέγομεν εἰς τὸ ἄκρον σωλήνος. Ἐάν τὸ ἄκρον τοῦτο καλύψωμεν διὰ κώδανος ὑαλίνου Κ, παρατηροῦμεν ὅτι ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ κώδανος ἐμφανίζονται σταγονίδια ὕδατος, τὰ ὁποῖα δύναμεθα νὰ συλλέξωμεν. Ὡς θὰ ἴδωμεν, ὁ ἀήρ περιέχει ὀξυγόνον. Τὸ ὑδρογόνον καιόμενον ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος καὶ παράγει ὕδωρ.

δ.) **Τὸ ὑδρογόνον ἀφαιρεῖ τὸ ὀξυγόνον ἐκ τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα περιέχουν τοῦτο.** Π. χ. ἐντὸς σωλήνος Α (σχ. 14) εἰσάγομεν ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ (1), τὸ ὁποῖον περιέχει ὀξυγόνον, καὶ εἶτα δια-

(1) Ὁ χαλκός, θερμαινόμενος ἐντὸς ὀξυγόνου ἢ εἰς τὸν ἀέρα, παραλαμβάνει ὀξυγόνον καὶ ὀξειδοῦται (σκουριάζει), μετατρέπόμενος εἰς ὀξείδιον τοῦ χαλκοῦ.

βιβάζομεν ρεῖμα ὑδρογόνου. Ὄταν ἐκδιωχθῆ τελείως ὁ ἀήρ ἐκ τῆς συσκευῆς, θερμαίνομεν τὸν σωλῆνα A. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ἀφ' ἑνὸς τὸ μελανὸν ὀξειδίον τοῦ χαλκοῦ μετατρέπεται εἰς ἐρυθρὸν μεταλλικὸν χαλκὸν καὶ ἀφ' ἑτέρου ἀτμὸς ὕδατος ἐξέρχεται τοῦ ἄκρου τοῦ σω-



Σχ. 14

λῆνος τὸν ἀτμὸν τοῦτον διὰ μέγα να συμπυκνώσωμεν εἰς σταγόνας ὕδατος ἐπὶ ψυχρᾷ κιάφῃς.

Παρόμοιον συμβαίνει καὶ δι' ὀξειδίων ἄλλων μετάλλων. Ἡ τοιαύτη μετατροπὴ σώματος ὀξυγονούχου εἰς ἄλλο ὀλιγώτερον ἢ οὐδόλωξ ὀξυγονούχον καλεῖται ἀναγωγή, τὸ δὲ ὑδρογόνον λέγεται μέσον ἀναγωγικόν.

9. Ἐφαρμογαί.—1. Τὸ ὑδρογόνον, ὡς πολὺ ἑλαφρότερον τοῦ



Σχ. 15

ἀέρος, χρησιμοποιεῖται πρὸς πλήρωσιν τῶν ἀεροστάτων. Πρὸς τὸν αὐτὸν ὅμως σκοπὸν χρησιμεῖται καὶ τὸ φωταέριον, ὅπερ εἶνε εὐανότερον.

2. Ἐν τῇ βιομηχανίᾳ χρησιμοποιεῖται ἡ μεγάλη ποσότης θερμότητος, ἡ ἐκλυομένη κατὰ τὴν καύσιν μίγματος δύο ὄγκων ὑδρογόνου καὶ 1 ὄγκου ὀξυγόνου, πρὸς τῆξιν λίαν δυστήκτων μετάλλων, ὡς ὁ λευκόχρυσος. Τὸ σχῆμα 15 παριστᾷ τὸ ὄργανον, τὸ χρησιμοποιούμενον

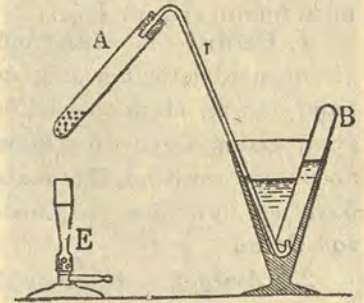
πρὸς τοῦτο. Ἀποτελεῖται ἐκ σωλῆνος, ὅστις ἄγει τὸ ὀξυγόνον πρὸς τὸν σωλῆνα τοῦτον ὑπάρχει δεύτερος διὰ τὸ ὑδρογόνον. Τὰ δύο ἀέρια μίγνυνται εἰς τὸ κοινὸν ἄκρον τῶν σωλῆνων. Διὰ τοῦ ὄργανου τοῦτου ἐπιτυγχάνεται ὑψίστη θερμοκρασία 2500° περίπου, εἰς ἣν σώματα, ὡς ἡ ἄσβεστος, λευκοκυροῦνται καὶ ἐκπέμπουν ἐντατικώτατον φῶς. Τοιούτων εἶνε τὸ φῶς τοῦ Dummond ἢ ὀξυυδρικὸν φῶς.

3. Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀναγωγικὸν μέσον.

ΟΞΥΓΟΝΟΝ

10. Παρασκευή.—Τὸ ὀξυγόνον, ὡς εἶδομεν, περιέχεται εἰς τὸ ὕδωρ, ἐξ οὗ δύναται νὰ ληφθῆ δι' ἠλεκτρολύσεως. Ἐν τῇ βιομηχανίᾳ χρησιμοποιεῖται ἡ μέθοδος αὕτη ἠλεκτρολυομένου ὕδατος, ἐν ᾧ ἔχει διαλυθῆ 15% καυστικὸν νάτρον.

Τὸ ὀξυγόνον ὅμως δύναται νὰ ληφθῆ καὶ ἐξ ἄλλων ὀξυγονούχων σωμάτων. Ὁ ἀήρ π.χ. περιέχει ὀξυγόνον, τὸ ὁποῖον ἀποχωρίζεται ὡς ἐξῆς. Ὁ ἀήρ πρῶτον ὑγροποιεῖται καὶ εἶτα ὑποβάλλεται εἰς ἀπόστιαξιν, καθ' ἣν ἐν ἀρχῇ λαμβάνεται ἄλλο ἀέριον, τὸ καλούμενον ἄζωτον, περιεχόμενον ἐπίσης εἰς τὸν ἀέρα, καὶ κατόπιν τὸ ὀξυγόνον.



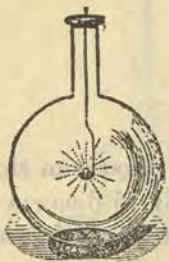
Σχ. 16

Αἱ προηγούμεναι μέθοδοι ἐφαρμόζονται ἐν τῇ βιομηχανίᾳ, ἥτις πωλεῖ τὸ ὀξυγόνον ἐντὸς χαλυβδίνων κυλίνδρων ὑπὸ πίεσιν 120 ἀτμοσφαιρῶν. Εἰς τὰ ἐπιστημονικὰ ἐργαστήρια ὅμως τὸ ὀξυγόνον παρασκευάζεται διὰ θερμάνσεως χλωρικοῦ καλίου. Πρὸς τοῦτο ἡ οὐσία αὕτη θερμαίνεται ἡπίως ἐντὸς δοχείων, ὡς τὸ A (σχ. 16), ὅτε ἀποδίδει τὸ ὀξυγόνον τῆς, τὸ ὁποῖον περιέχει τὸ παραγόμενον ὀξυγόνον ἀπάγεται διὰ σωλῆνος καὶ συλλέγεται εἰς δοχεῖα B πλήρη ὕδατος, ἅπανα καὶ πληροῖ, ἐκτοπιζόν τὸ ὕδωρ αὐτῶν.

Ἡ τοιαύτη ποριστικὴ διευκολύνεται δι' ἀναμίξεως τοῦ χλωρικοῦ καλίου μετὰ διοξειδίου τοῦ μαγγανίου, τὸ ὁποῖον ἐνεργεῖ ἄπλως διὰ τῆς παρουσίας του, χωρὶς νὰ πάσχη μεταβολὴν τινα. Ἐκ τοῦτου τὸ διοξειδίον τοῦ μαγγανίου (σῶμα μέλαν, λίαν πυκνὸν καὶ ἀνευρισκόμε-

νον εις την γην ως δρυκτόν) ονομάζεται *καταλύτης* εις την περίπτωσιν της αποσυνθέσεως του χλωρικού καλίου.

11. Ίδιότητες.—*Φυσικαί.*—Το δευγόνον, υπό τας συνήθεις περιστάσεις, είνε άέριον άχρον, άσμον και άγευστον είνε όλίγον πυκνότερον του άέρος (1 λίτρον δευγόνου ζυγίζει 1,43 γραμ. και 16 γραμ. δευγόνου εις 0° και πίεσιν 1 άτμ. καταλαμβάνουν 11,2 λίτρα, ήτοι όγκον, όν καταλαμβάνει υπό τούς αυτούς όρους 1 γρ. ύδρογόνου). Υγροποιείται κάτωθεν των —118° και το ύγρον είνε έλαφρώς κυανούν.



Σχ. 17

ματα τούτου είνε τὰ έξής.

1. Θεϊον.—Η καύσις του θείου έντός του δευγόνου π.χ. φιάλης γίνεται μετά φλογός κυανής πολύ λαμπρότερας της έντός του άέρος παραγομένης. Μετά χρόνον, αντί του δευγόνου και του θείου, ύπάρχει έν τή φιάλη άέριον δυσαεόστου όσμής, προκαλούν τον βήχα, λίαν διαλυτόν έν τώ ύδατι και το όποϊον καλεϊται *διοξειδιον του θείου*.

2. Άνθραξ.—Τεμάχιον άνημμένον, (έστω και εις έν άχρον) άνθρακος, τιθέμενον έν τώ δευγόνω φιάλης (σχ. 17), καίεται μετά λάμπφωσ· ο άνθραξ και το δευγόνον εξαφανίζονται βαθμηδόν και τέλος άντ' αυτών ύπάρχει άέριον όλίγον διαλυτόν έν ύδατι και το όποϊον προκαλει θόλωμα εις το άσβέστιον ύδωρ (κ. άσβεστόνερο, λαμβανόμενον διά της σβέσεως άσβέστιον έν πολλώ ύδατι και ειτα διηθήσφωσ) το ληφθέν νέον άέριον καλεϊται *διοξειδιον του άνθρακος*.

3. Φωσφόρος.—Η καύσις του φωσφόρου δίδει άτμούς λευκούς, διαλυτούς έν ύδατι και αποτελουμένους εξ ουσίας, ήμς κλεϊται *πεντοξειδιον του φωσφόρου* (σχ. 18).



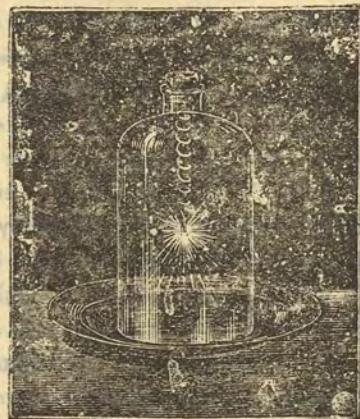
Σχ. 18

4. Σίδηρος.—Λαμβάνομεν σιδηροϋν έλατήριον ώρολογίου και εις το άχρον του προσαρμόζομεν τεμάχιον άγαρικού.

Έάν αναφλέξωμεν το άγαρικόν και ειτα εισαγάγωμεν το έλατήριον έν τώ δευγόνω (σχ. 19), παρατηρούμεν ότι το σιδηροϋν έλατήριον καίεται ζωηρώς, εκπέμπον σπινθήρας καθ' όλας τας διευθύνσεις. Ο σίδηρος του έλατηρίου, ένούμενος μετά του δευγόνου, μετατρέπεται εις σκωριόχρον ουσίαν, ήτις είναι αδιάλυτος έν ύδατι και καλεϊται *μαγνητικόν δεξειδιον του σιδήρου*. Έπειδή η ουσία αύτη έχει λίαν ύψηλήν θερμοκρασίαν κατά τον προηγούμενον σχηματισμόν της, θέτομεν έν τή φιάλη του πειράματος όλίγον ύδωρ, ίνα μη θραυσθή αύτη.

5. Μαγνήσιον.—Το μέταλλον *μαγνήσιον*, αναφλεγόμενον κατά τι άχρον του και ειτα εισαγόμενον έντός δευγόνου, καίεται επίσης έν αυτώ μετά μεγάλης λάμπφωσ και μετατρέπεται εις λευκήν κόκκιν, την *μαγνησίαν ή δεξειδιον του μαγνησίου*.

Εις έκάστην των περιπτώσεων τούτων, το δευγόνον και το καιόμενον σώμα εξαφανίζονται και αντικαθίστανται υπό νέου σώματος, σχηματιζόμενον δαπάναις των δύο πρώτων και έχοντος ιδιότητας διαφόρους των ιδιοτήτων του δευγόνου και του καέντος. Λέγομεν δέ ότι το νέον σώμα είνε ένωσις του δευγόνου μετά του καέντος (θείου, άνθρακος κλπ.).



Σχ. 19

12. Όζον.—Διά διελεύσεως ήλεκτρικών σπινθήρων και έν γένει ήλεκτρικών εκκενώσεων διά μέσου του δευγόνου, μεταβάλλεται τοϋτο και παρουσιάζει ιδιότητας διαφόρους. Οϋτως αποκτᾶ όσμην έντονον και χαρακτηριστικήν, η πυκνότης του αυξάνεται και γίνεται ίση προς τᾶ $\frac{3}{2}$ της του δευγόνου, ήτοι $\frac{3}{2} \times 1,1056$, λαμβάνει χρώμα κυανούν, όρατόν εις πάχος 1 ή 2 μέτρων. Προσέτι δεξειδοί νυν εις χαμηλήν θερμοκρασίαν τον ύδράργχρον, τον άργχρον και το ιωδιούχον κάλιον, ιδιότητα, ην δέν ειχε το δευγόνον προηγούμενως. Υγροποιούμενον ζέει εις—125°.

Έκ της σπουδής των νέων ιδιοτήτων τούτων, συνάγεται ότι το

δξυγόνον, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων, λαμβάνει νέαν τινὰ κατάστασιν, καθ' ἣν καλεῖται **ὄζον**.

Τὸ ὄζον εἶνε ὀξειδωτικὸν δραστικώτερον τοῦ δξυγόνου καὶ χρησιμεύει ὡς λευκαντικὸν καὶ ἀπολυμαντικόν. Οὕτω δι' ὄζοντος ἀπολυμάνονται πολλαχοῦ τὰ πόσιμα ὕδατα τῶν πόλεων. Τὸ ὄζον εὐρίσκεται κατὰ μικρὰ ποσὰ ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἰδίως ἐν ὄρῳ καταιγίδος, ὅτε συμβαίνουν ἀστραπαὶ καὶ κεραυνοὶ Ὑπὸ τοῦ ὄζοντος τοῦ ἀέρος ὑποβοηθεῖται ἡ λεύκανσις τῶν ἀσπρορροούχων, τῶν ἐκτιθεμένων συνήθως ἐπὶ τῆς γλῶττης τῶν ἔσοχῶν. Ἡ παρουσία τοῦ ὄζοντος ἐν τῷ ἀέρι ἀναγνωρίζεται διὰ τοῦ **ὄζοντοσκοπικοῦ χάρτου**, ἥτοι χάρτου ἐμποτισθέντος διὰ διαλύματος **ιωδιούχου καλίου** καὶ **ἀμύλου** ἐν ὕδατι. Ὁ χάρτης οὗτος, ἐκτιθέμενος εἰς τὸν ἀέρα, καθίσταται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥτιον κυανοῦς, ἀναλόγως τῆς ποσότητος τοῦ ἐν τῷ ἀέρι ὑπάρχοντος ὄζοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

Α Η Ρ

13. Ἰδιότητες.— Ὁ ἀήρ εἶνε ἄχρως, ἄοσμος καὶ ἄγευστος, 14 $\frac{1}{2}$ φορὰς βαρύτερος τοῦ ὑδρογόνου καὶ 773 φορὰς ἐλαφρότερος τοῦ ὕδατος. Ξηροῦ ἀέρος 1 λίτρον ζυγίζει 1,293 γραμ. (εἰς 0^ο καὶ πίεσιν 760 χιλιοστῶν). Ὁ ἀήρ ὑπὸ ψῆξιν—140^ο καὶ πίεσιν 40 ἀτμοσφαιρῶν ὑγροποιεῖται.

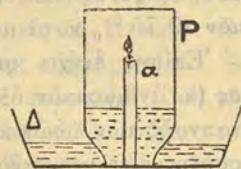
14. Σύστασις τοῦ ἀέρος.— Ὡς γνωστόν, πολλὰ σώματα ἐκτιθέμενα εἰς τὸν ἀέρα, ἀλλοιοῦνται· π.χ. ὁ σίδηρος σκωριάζει, ὁ μόλυβδος χάνει τὴν λάμπην καὶ στυλπνότητά του. Ἄλλων μετάλλων ἢ ἀλλοίωσις ἐπέρχεται κατόπιν θερμάνσεως. Π. χ. ὁ τετηκὼς κασσίτερος καλύπτεται ὑπὸ στρώματος σκωριώδους.

Ἡ ἀλλοίωσις αὕτη συνοδεύεται ὑπὸ ἀύξεσεως τοῦ βάρους.— ΠΕΙΡΑΜΑ.— Ἄς ζυγίσωμεν κάψαν ἐκ πορσελάνης, περιέχουσαν δεκάδα γραμμῶν κασσιτέρου καὶ κατόπιν αἷς θερμάνωμεν αὐτήν, μέχρις ὅτου σχεδὸν ὅλον τὸ μέταλλον ἀλλοιωθῇ. Ἐὰν ζυγίσωμεν ἐκ νέου τὴν κάψαν μετὰ τοῦ περιεχομένου της, εὐρίσκομεν ὅτι **τὸ βᾶρος της ἠύξθη**. Ὁμοίως, ὁ μόλυβδος, ὁ χαλκὸς καὶ ἄλλα σώματα αὐξάνονται κατὰ βᾶρος, θερμαινόμενα εἰς τὸν ζεῖρα.

Τεμάχιον θείου ἢ ἀνθρακος καιόμενον ἐξαφανίζεται, διότι τὰ προϊόντα τῆς καύσεως εἶνε ἀέρια καὶ δὲν φαίνονται. Τὰ ἀέρια ταῦτα ὅμως ἠμποροῦμεν νὰ συλλέξωμεν καὶ νὰ ζυγίσωμεν, ὅτε εὐρίσκομεν ὅτι τὸ

βᾶρος των εἶνε ἀνώτερον τοῦ βάρους τοῦ θείου ἢ τοῦ ἀνθρακος, ἐκ τῶν ὁποίων προήλθον. Ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων τούτων, ἐξητήθη διατὶ αὐξάνεται τὸ βᾶρος τῶν ἀλλοιουμένων σωμάτων.

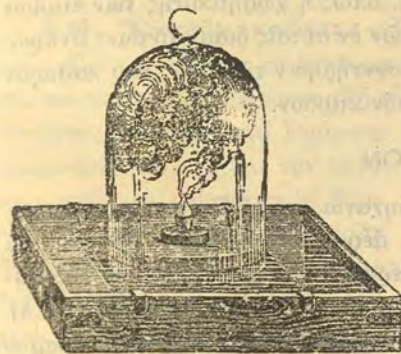
ΠΕΙΡΑΜΑ 1.— Ἐντὸς λεκάνης (σχ. 20) θέτομεν κηρίον ἀνημμένον καὶ ἀρκετὴν ποσότητα ἀσβεστίου ὕδατος. Ἐπὶ τοῦ κηρίου ἀναστρέφομεν φιάλην οὕτως, ὥστε τὸ μὲν κηρίον νὰ εἰσέλθῃ ἐντὸς αὐτῆς, τὸ δὲ στόμιον τῆς φιάλης νὰ βυθισθῇ ἐντὸς τοῦ ἀσβεστίου ὕδατος. Θὰ παρατηρήσωμεν τότε ὅτι τὸ κηρίον ἐξακολουθεῖ νὰ καίῃ ἐπὶ τινα δευτερόλεπτα καὶ κατόπιν σβέννυται. Τὸ ὕδωρ δὲ τῆς λεκάνης ἐν τέλει **ἀνέρχεται ἐντὸς τῆς φιάλης καὶ φθάνει εἰς τὸ $\frac{1}{5}$ τοῦ ὕψους της** καὶ συγχρόνως **θολοῦται**.



Σχ. 20

Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συμπεραίνομεν ἴον ὅτι **κατὰ τὴν καύσιν τοῦ κηρίου, ἀφηρέθη ἐκ τοῦ ἀέρος τῆς φιάλης μέρος τι αὐτοῦ ἴσον πρὸς τὸ $\frac{1}{5}$ τοῦ ὄγκου του περιῖπου**. 2ον ὅτι **τὸ ἀφαιρεθὲν το το μέρος εἶνε δξυγόνον**, διότι τὸ ἀσβέστιον ὕδωρ ἔπαυε θόλωμα, τὸ ὁποῖον δεικνύει τὸ σχηματισμὸν διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

Ἐξετάζοντες τὴν φιάλην, εὐρίσκομεν ὅτι ἐντὸς αὐτῆς ἀπομένει ἀέριον τι διάφορον τοῦ δξυγόνου, καὶ τὸ ὁποῖον διατηρεῖ τὴν καύσιν. Τὸ ἀέριον τοῦτο ὀνομάζεται **ἄζωτον**.



Σχ. 21

Ἐὰν ἀναμίξωμεν τὸ ἄζωτον τοῦτο τῆς φιάλης μετὰ δξυγόνον ἴσον πρὸς τὸ $\frac{1}{5}$ τοῦ ὄγκου τῆς φιάλης, ἀναπαράγωμεν τὸν ἀέρα μετ' ὅλων τῶν ἰδιοτήτων του.

ΠΕΙΡΑΜΑ 2.— Ἐντὸς μικρᾶς κάψης ἐκ πορσελάνης (σχ. 21), τοποθετηθεῖσιν ἐπὶ φελλοῦ ἐπιπλέοντος εἰς ὕδωρ, τίθεται τεμάχιον **φωσφόρου**. Μετὰ τοῦτο ἀναφλέγεται ὁ φωσφόρος καὶ συγχρόνως καλύπτεται δι' ὑαλίνου κώδωνος. Μετὰ τινα χρόνον ὁ φωσφόρος σβέννυται αὐτομάτως, παρατηροῦμεν δὲ ὅτι τὸ ὕδωρ τῆς λεκάνης ἔχει ἀνέλθῃ ἐντὸς τοῦ κώδωνος καὶ κατέλαβε τὸ $\frac{1}{5}$ περιῖπου αὐτοῦ. Τὰ ἀπομένον ἐντὸς τοῦ κώδωνος ἀέριον εἶνε τὸ ἄζωτον.

Ἐκ τῶν τοιούτων πειραμάτων, συνήχθη τὸ συμπέρασμα ὅτι *εἰς 100 ὄγκους ἀέρος ὑπάρχουν 76 ὄγκοι ἀζώτου καὶ 21 ὄγκοι ὀξυγόνου* ἢ ὅτι *εἰς 100 γραμ. ἀέρος ὑπάρχουν 77 γραμ. ἀζώτου καὶ 23 γραμ. ὀξυγόνου.*

15. Ἄλλα συστατικά τοῦ ἀέρος.—Ὁ ἀήρ περιέχει εἰς λίαν μικρὰς ποσότητας, καὶ ἄλλα ἀέρια, ἴητοι τὸ ἀργόν, τὸ ἥλιον, τὸ νέον, τὸ ξένον καὶ τὸ κρυπτόν, ὡς καὶ μεταβλητὸν ποσὸν ὕδατων (0,75 % κατὰ μέσον ὄρον εἰς βάρος).

Ἐπίσης, ἐνέχει κατ' ὄγκον $\frac{1}{1000}$ περίπου *διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος* (κ. ἀνθρακικὸν ὀξύ) προϊόντος τῆς καύσεως τοῦ ἀνθρακος καὶ τῆς ἀναπνοῆς τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν. Τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ἡ ποσότης εἶνε μικροτέρα κατὰ τι τὴν ἡμέραν, ὅτε ἀπορροφᾶται τοῦτο ὑπὸ τῶν φυτῶν (*ἀφομοίωσις*), ἐνῶ, τοῦναντίον, κατὰ τὴν νύκτα, ὅτε μόνον ἀναπνέουν τὰ φυτά, αὐξάνεται ἡ ποσότης αὐτῆ. Ἐπίσης, ἡ πτώσις βροχῆς ἐλαττώνει τὴν ποσότητα αὐτοῦ διὰ διαλύσεως.

Ὅσάκις ἐν ἀτμοσφαιρῇ μὴ ἀνανεουμένη, καίονται φωτιστικαὶ οὐσίαι καὶ πολλὰ ἄτομα ἀναπνέουν, ὅπως εἰς τὰ θέατρα, τοὺς κινηματογράφους, τοὺς στρατώνας, τὰ σχολεῖα, τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος ἐλαττώνεται καὶ αὐξάνεται τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος (*ἀέριον ἀσφυκτικόν*), ὅτε ἡ ἀναπνοὴ γίνεται δυσχερῆς καὶ ἐπέρχεται κεφαλαλγία καὶ ἐνίοτε σκοτοδινία. Τούτου ἕνεκα συνιστᾶται, ὅπως ἡ χωρητικότης τῶν κτιρίων τούτων εἶνε τοιαύτη, ὥστε ἕκαστος τῶν ἐν αὐτοῖς διαμενόντων ἀνθρώπων νὰ εὐρίσκη τὸν ἀναγκαῖον πρὸς συντήρησιν τῆς ζωῆς του καθαρὸν ἀέρα, τῇ βοήθειᾳ καὶ τοῦ ἀερισμοῦ τῶν κτιρίων.

ΑΖΩΤΟΝ

16. Παρασκευὴ.—Ἡ βιομηχανία πωλεῖ ἄζωτον, προερχόμενον ἐξ ἀποστάξεως ὑγροποιηθέντος ἀέρος. Τὸ ἄζωτον δύναται νὰ ληφθῇ ἐπίσης, ὡς εἶδομεν, ἐκ τοῦ ἀέρος, δι' ἀφαιρέσεως τοῦ ὀξυγόνου ἐκ τούτου διὰ φωσφόρου ἢ διὰ θερμάνσεως μετάλλου (*χαλκοῦ κλπ.*).

17. Ἰδιότητες.—Τὸ ἄζωτον εἶνε ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον ἄγευστον καὶ ὀλίγον τι ἐλαφρότερον τοῦ ἀέρος (εἰδ. βάρος 0,967). ρευστοποιεῖται δὲ διὰ ψύξεως εἰς—130° καὶ πίεσεως 200 ἀτμοσφαιρῶν. Δὲν ἀναφλέγεται, οὐδὲ συντελεῖ εἰς τὴν καύσιν τῶν σωμάτων καὶ ἀναπνοῆν. Κηρίον ἢ πυρεῖον ἀνημμένον, τιθέμενον ἐντὸς ἄζωτου, γνυται, τὰ δὲ ζῶα εὐρίσκουν ἐντὸς αὐτοῦ τὸν ἐξ ἀσφυξίας θάνατον, καὶ ἄζωτον ὠνομάσθη.

Ἄζωτον ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ μετάλλου *λιθίου* καὶ ὑπὸ τοῦ

θερμαθέντος μέχρις ἐρυθροπυρώσεως *μαγνησίου*. Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἠλεκτρικοῦ τόξου ἐνοῦται ἐν μέρει μετὰ τοῦ ὀξυγόνου καὶ παράγει τὸ *οξειδίου τοῦ ἀζώτου*, ὅπερ μετὰ τοῦ ὀξυγόνου παράγει ἐρυθροὺς ἀτμούς ἐκ *διοξειδίου τοῦ ἀζώτου*.

18. Σπουδαιότης τοῦ ἀζώτου εἰς τὰ φαινόμενα τῆς ζωῆς.—Δὲν ὑπάρχει ζῶον ἢ φυτόν, μὴ περιέχον ἀφθόνως ἄζωτον ἠνωμένον μετ' ἄλλων σωμάτων. Ἄζωτον ὑπάρχει εἰς τὸ λεύκωμα τοῦ ὄου καὶ, ἐν γένει, τὰ *λευκώματα*, τὰ ἄλευρα, τὰς σάρκας κλπ. Τὰ φυτὰ παρασκευάζουν λευκώματα, τὸ δὲ ἄζωτον, τὸ ἀναγκαῖον διὰ τὴν παρασκευὴν ταύτην, λαμβάνεται συνήθως ἐξ οὐσιῶν ἄζωτούχων τοῦ ἐδάφους, αἱ ὁποῖαι ὀνομάζονται *νιτρικὰ ἄλατα*. Τὰ φυτὰ δὲν ἠμποροῦν, ἐν γένει, νὰ χρησιμοποιήσουν πρὸς τοῦτο τὸ ἄζωτον τῆς ἀτμοσφαιρας. Ὑπάρχουν ὅμως μικροοργανισμοί, δυνάμενοι νὰ παραλάβουν τὸ ἄζωτον τοῦ ἀέρος καὶ νὰ τὸ ἐνώσουν μετ' ἄλλων σωμάτων, παράγοντες τοιουτοτρόπως οὐσίας, τὰς ὁποίας χρησιμοποιοῦν τὰ φυτὰ. Π. χ. βακτήριά τινα τοιαῦτα ἀναπτύσσονται ἐπὶ τῶν ριζῶν τῶν λαχανικῶν παράγοντα εἰς αὐτὰς ἐξογκώσεις ὄρατάς.

ΚΑΥΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΝΟΗ

19. Ταχεῖα καύσις.—Τεμάχιον ἀνθρακος, θερμαινόμενον ἐντὸς ἄζωτου, δύναται νὰ ἐρυθροπυρωθῇ, χωρὶς νὰ μεταβληθῇ τὸ βάρος του καὶ χωρὶς νὰ ἐξαφανισθῇ τὸ ἄζωτον. Θερμαινόμενον ὅμως ἐντὸς ὀξυγόνου, *καίεται* μετὰ λάμπσεως, ἐλαττοῦται κατὰ βάρος καὶ φαίνεται ἐξαφανιζόμενον. Μετὰ τὴν καύσιν, ἀπομένει ὀλίγη τέφρα. Ἐν τούτοις, πράγματι ἐσχηματίσθη ἄλλο σῶμα ἄορατον, ὅπως εἶδομεν τὸ ὀξυγόνον καὶ ὁ ἀνθραξ, τὰ ὁποῖα ἐξηφανίσθησαν, ἀντικατεστάθησαν ὑπὸ ἀερίου, ἔχοντος νέας ιδιότητας καὶ τὸ ὁποῖον ἐκαλέσαμεν *διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος*. Ὅμοιος, τὸ θεῖον καὶ ὁ φωσφόρος, θερμαινόμενα ἐντὸς ἄζωτου, τήκονται καὶ ἐξαερώνονται, χωρὶς νὰ ἐλαττωθῇ τὸ βάρος των καὶ νὰ ἐξαφανισθῇ τὸ ἄζωτον. Τοῦναντίον, ἐντὸς τοῦ ὀξυγόνου, τὸ θεῖον καὶ ὁ φωσφόρος *καίονται* καὶ τὸ ὀξυγόνον ἐξαφανίζεται, σχηματίζεται δέ, ἐν τῇ περιπτώσει τοῦ θεῖου, τὸ ἀέριον *διοξειδίου τοῦ θεῖου* καί, ἐν τῇ περιπτώσει τοῦ φωσφόρου, τὸ ἀέριον *πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου*.

Εἰς τὸν ἀέρα, ὁ ἀνθραξ, τὸ θεῖον, ὁ φωσφόρος παρουσιάζουν φαινόμενα ὅμοια πρὸς τὰ ἐντὸς τοῦ ὀξυγόνου. Καὶ τὸ μὲν ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος ἐξαφανίζεται, ἐνῶ τὸ ἄζωτον μένει ἀνέπαφον.

Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι αἱ συνήθεις **καύσεις** τοῦ ἀνθρακος, τοῦ θείου κλπ. εἶνε **ὀξειδώσεις**, ἤτοι ἐνώσεις τοῦ ἀνθρακος, τοῦ θείου κλπ. μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, κατὰ τὰς ὁποίας ἀναπτύσσονται θερμότης καὶ φῶς λίαν αἰσθητῶς. Αἱ τοιαῦται καύσεις ὀνομάζονται **ταχεῖαι**.

20. Καύσις βραδεῖα.—Τεμάχιον σιδήρου, εὗρισκόμενον ἐντὸς ἀέρος ὑγροῦ, μετατρέπεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον κατ' ἐπιφάνειαν εἰς **σκωρίαν**, ἡ ὁποία εἶνε ἐνώσις τοῦ σιδήρου ὀξυγονοῦχος. Ἡ ὀξειδωσις αὕτη τοῦ σιδήρου παράγεται χωρὶς φῶς, εἶνε **βραδεῖα** καὶ δὲν συνοδεύεται ὑπὸ πολλῆς θερμότητος.

Εἶδομεν ὅμως ὅτι καὶ σῶμά τι, καιόμενον ἐντὸς τοῦ ἀέρος, ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, ἤτοι **ὀξειδοῦται**. Γενικῶς, ὡσάκις ἐν σῶμα ὀξειδοῦται, θὰ λέγωμεν ὅτι **καίεται**. Τοιουτοτρόπως, ἡ **καύσις** λαμβάνει γενικωτέραν σημασίαν, καθόσον περιλαμβάνει τὰς περιπτώσεις μὴ συνήθους καύσεως. Διότι, ἐὰν ἡ ὀξειδωσις παράγεται βραδέως (ὅπως ἡ προηγουμένη τοῦ σιδήρου), δηλαδή ἐὰν ἡ ποσότης τοῦ ὀξυγόνου, τοῦ παραλαμβανομένου κατὰ λεπτόν, εἶνε ἐλαχίστη, ἡ ἀναπτυσσομένη ποσότης θερμότητος κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον εἶνε ἐπίσης μικρὰ καὶ τὸ ὀξειδοῦμενον σῶμα δὲν θερμαίνεται αἰσθητῶς.

Τοιαῦται βραδεῖαι καύσεις συμβαίνουν πλεῖσταί περὶξ ἡμῶν.

21. Ἀναπνοή.—ΠΕΙΡΑΜΑ.—

Ἐμφυσῶντες (σχ 22) ἐντὸς τοῦ ἀσβεστίου ὕδατος ποτηρίου, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑγρὸν τοῦτο θολοῦται, ὑποδεικνύον ὅτι ἡ ἐκπνοή μας περιέχει διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Τοῦτο παράγεται ὡς ἑξῆς. Κατὰ τὴν ἀναπνοήν, εἰσάγεται εἰς τοὺς πνεύμονας ἀήρ καὶ συμβαίνει ἀληθῆς καύσις οὐσιῶν ἀνθρακούχων τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος, ἐκ τῆς ὁποίας παράγεται τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ἐξερχόμενον κατὰ τὴν ἐκπνοήν. Ἡ κατὰ τὴν καύσιν δὲ ταύτην ἀναπτυσσομένη θερμότης διατηρεῖ σταθερὰν τὴν θερμοκρασίον τοῦ σώματός μας καὶ ἀποτελεῖ τὴν κυρίαν πηγὴν τῆς ζωικῆς θερμότητος. Ἐν γένει, αἱ τροφαὶ ὑφίστανται ἐντὸς τῶν ὀργάνων μας ριζικὰς ἀλλοιώσεις.



Σχ. 22

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΝ ΝΑΤΡΙΟΝ

22. Μαγειρικὸν ἅλας.—Τὸ γνωστὸν μαγειρικὸν ἅλας, τὸ καλούμενον **χλωριοῦχον νάτριον**, εἶνε ἀφθονώτατον εἰς τὴν φύσιν καὶ εὗρίσκεται διαλελυμένον εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ, ἐξ οὗ καὶ λαμβάνεται συνήθως δι' ἐξατμίσεως. Πρὸς τοῦτο τὸ θαλάσσιον ὕδωρ διοχετεύεται ἐντὸς εὐρειῶν δεξαμενῶν, αἱ ὁποῖαι ὀνομάζονται **ἀλυκαὶ** ἐν αἷς, μετὰ τὴν ἐξατμίσειν, ἀποκρίνεται τὸ μαγειρικὸν ἅλας. Εὗρίσκεται ὅμως ἐπίσης καὶ ὡς ὄρυκτόν, ὡς ἐν Στασφοῦρτῃ, Γαλικίᾳ, Ἰσπανίᾳ καὶ ἄλλαχού. Εἰς τὰ μέρη ταῦτα, τὸ ὄρυκτόν ἅλας ὑπάρχει εἰς ἐκτεταμένα κοιτάσματα καὶ προέρχεται, ὡς φαίνεται ἐκ τῆς διατάξεως καὶ τῆς φύσεως τῶν στρωμάτων, ἐξ ἀποξηράνσεως ἀρχαίων θαλασσῶν.

Τὸ χλωριοῦχον νάτριον διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ (36 γραμ. ἐντὸς 100 γραμ. ὕδατος εἰς 16°). Κρυσταλλοῦται ἐκ κεκορεσμένου διαλύματος κατὰ κύβους, οἱ ὁποῖοι συνήθως συγκολλῶνται καὶ σχηματίζουν μικρὰς πυραμίδας. Τήκεται εἰς 790°.

23. Νάτριον.—Ὡς εἶδομεν, δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ ὕδατος, ἀποσυντίθεται τοῦτο καὶ λαμβάνονται δύο νέα σώματα, τὸ ὀξυγόνο καὶ τὸ ὕδρογόνο. Ὅμοιος, δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ χλωροῦχου νατρίου (ὑγροποιουμένου πρῶτον διὰ τήξεως), λαμβάνονται δύο νέα σώματα τὸ **χλώριον** καὶ τὸ **νάτριον**. Τὸ πρῶτον εἶνε ἀέριον καὶ τὸ δεύτερον μέταλλον στερεόν.

Ἰδιότητες.—Τὸ νάτριον εἶνε μέταλλον μαλακόν, εἰδικού βάρους 0,97, εὐτήκτον (97°,8) καὶ ἀργυρόλευκον. Εἰς τὸν ἀέρα χάνει τὴν λάμπην του ταχέως, καθόσον μετατρέπεται εἰς ἄλλο σῶμα, **καυστικὸν νάτριον** καλούμενον, διὸ καὶ φυλάσσεται ὑπὸ πετρελαίου.

Τὸ νάτριον, ριπτόμενον εἰς ὕδωρ, ὡς εἶδομεν (§ 7), ἀποσυνθέτει αὐτό. Ἐὰν δὲ μετὰ ταῦτα ἐξαρεώσωμεν τὸ ὕδωρ τοῦτο, λαμβάνομεν στερεὸν ὑπόλειμμα λευκόν, τὸ ὁποῖον εἶνε τὸ **καυστικὸν νάτριον**. Εἰς τὸ σῶμα τοῦτο μετατρέπεται τὸ νάτριον, ὅταν ἀφίεται εἰς τὸν ἀέρα.

Τὸ νάτριον καίεται ἐντὸς τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ χλωρίου, ἔχει δὲ μεγάλην ἀναγωγικὴν ιδιότητα. Θερμαίνόμενον εἰς τὸν ἀέρα ἀναφλέγεται καὶ καίεται μετὰ φλογὸς κιτρίνης.

24. Χλώριον.—Ὡς εἶδομεν, δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ χλωριοῦχου νατρίου, λαμβάνεται τὸ **χλώριον**, (ἀνακαλυφθὲν τῷ 1174 ὑπὸ,

τοῦ Scheele), τὸ ὁποῖον εἶνε ἀέριον κυρινοπράσινον (χλωρόν, ἐξ οὗ καὶ τὸ ὄνομά του), ἔχον ἰδιάζουσαν ἀποπνικτικὴν ὁσμήν. Προκαλεῖ τὸν βῆχα καὶ δύναται εἰσπνεόμενον νὰ προκαλέσῃ αἰμόπτυσιν. Δύο καὶ ἡμισυ φορὰς βαρύτερον τοῦ ἀέρος, ὑγροποιεῖται εἰς—33° καὶ διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ. **Ἔχει μεγάλην τάσιν πρὸς ἔνωσιν μετὰ τοῦ ὑδρογόνου**· εἰς φιάλας κατ' ἴσους ὄγκους ἐν τῷ σκότει μετ' αὐτοῦ μιγνύμενον, εἶτα δὲ εἰς τὰς ἠλιακὰς ἀκτῖνας ἐκτιθέμενον, ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ἰσχυρῶς κροτοῦν. Ἐκ τῆς ἐνώσεως ταύτης, παράγεται τὸ ἀέριον **ὑδροχλωρίον**. Εἰς τὴν μεγάλην τοῦ χλωρίου τάσιν πρὸς ἔνωσιν μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ὀφείλεται ἡ ἐνέργεια τοῦ χλωρίου ἐπὶ τῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν καὶ μiasμάτων· διὸ καὶ χρησιμεύει ὡς **λευκαντικὸν** καὶ **ἀπολυμαντικόν**. Οὕτω προσβάλλει καὶ ἀποχρωματίζει πολλὰς χρωστικὰς οὐσίας, ὡς τὰ χρώματα τῶν ἀνθέων, τὸ ἰνδικὸν κλπ. διάφορα ἔγχροα ὑφάσματα, χάρτην κλπ. **Προσβάλλει πάντα τὰ μέταλλα**. Τεμάχιον νατρίου καίεται ἐντὸς χλωρίου μετὰ μεγάλης λάμψεως.

Χλωριοῦχα ἀποχρωστικά.—Τὸ ἀέριον χλωρίον δυσκόλως χρησιμοποιεῖται ὡς λευκαντικὸν καὶ ἀπολυμαντικόν. Διὰ τοῦτου ἀντικαθίσταται διὰ τινων οὐσιῶν, τῶν **χλωριούχων ἀποχρωστικῶν**, αἱ ὁποῖαι ὑπὸ μικρὸν ὄγκον παράγουν τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα. Τοιαύτη οὐσία εἶνε ἡ **χλωριοῦχος ἄσβεστος**, ἡ ὁποία λαμβάνεται διὰ διοχετεύσεως χλωρίου ἐπὶ ἐσβεσμένης ἄσβεστου. (')

25. Καυστικὸν νάτριον.—Ἡ οὐσία αὕτη, καλουμένη καὶ **καυστικὴ σόδα**, παράγεται, ὡς εἶδομεν, διὰ νατρίου καὶ ὕδατος. Παρασκευάζεται εἰς μεγάλας ποσότητας δι' ἠλεκτρολύσεως διαλύματος χλωριούχου νατρίου ἐν ὕδατι, ὅτε τὸ ἀποχωριζόμενον νάτριον σχηματίζει μετὰ τοῦ ὕδατος τὸ **καυστικὸν νάτριον**.

Εἶνε σῶμα λευκόν, σκληρὸν καὶ ὑγροσκοπικόν, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, λίαν καυστικόν, καταστρέφον τὸ δέρμα. Ἀπορροφᾷ τὸ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος. Χρησιμεύει δὲ κυρίως εἰς τὴν σαπωνοποιίαν.

26. Ὑδροχλωρικὸν ὀξύ.—Ἐκ τῆς ἐνώσεως τοῦ χλωρίου μετὰ τοῦ ὑδρογόνου, παράγεται νέον σῶμα, τὸ **ὑδροχλωρίον**, καλούμενον καὶ **ὑδροχλωρικὸν ὀξύ**, τὸ ὁποῖον εἶνε ἀέριον ἄχρουν, γεύσεως λίαν ὀξίνου, πυκνότητος 1,26, ζυγίζει 1,65 γρ. κατὰ λίτρον, ὑγροποιεῖται εἰς+ 10° ὑπὸ πίεσιν 40 ἀτμοσφαιρῶν καὶ διαλύεται ὀρητι-

(1) Τὴν ἀποχρωστικὴν ιδιότητα τοῦ χλωρίου δεῖκνύμενον π. χ. προσθέτοντες χλωριοῦχον ὕδωρ ἐντὸς διαλύματος ἰνδικοῦ.

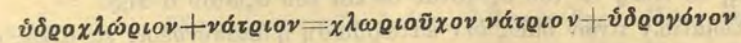
κῶς εἰς τὸ ὕδωρ. Τοιοῦτον διάλυμα εἶνε τὸ τοῦ ἐμπορίου **ὑδροχλωρικὸν ὀξύ** (κ. σπέρτο τοῦ ἄλατος) Τὸ πυκνὸν καὶ καθαρὸν ὑδροχλωρικὸν ὀξύ τοῦ ἐμπορίου περιέχει 38% ὑδροχλωρίον καὶ ἔχει πυκνότητα 1,19 Τὸ καθαρὸν ὑδροχλωρικὸν ὀξύ εἶνε ἄχρουν, ἐνῶ τὸ ἀκάθαρτον εἶνε κίτρινον. Τὸ ἀέριον ὑδροχλωρικὸν ὀξύ προκαλεῖ πυκνοὺς καπνοὺς λευκοὺς εἰς τὸν ἀέρα, διότι σχηματίζει μετὰ τῶν ὑδρατιῶν τούτου ἕν ὄλον συμπεκνωμένον.

Τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ προσβάλλει τὸν σίδηρον, τὸν ψευδάργυρον καὶ πολλὰ ἄλλα μέταλλα. Δὲν προσβάλλει τὸν χρυσόν, τὸν λευκόχρυσον, τὸν ὑδράργυρον κ.λ.π. καὶ ἐπιδρᾷ λίαν βραδέως ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ.

ΠΕΙΡΑΜΑ.—Ψευδάργυρος, τιθέμενος, ὡς εἶδομεν (§ 7), εἰς ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, ἐξαφανίζεται, ἐνῶ συγχρόνως **ἐκλύεται ὑδρογόνον**, τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ ἀναφλέξωμεν (σχ. 6). Δι' ἐξαερώσεως δὲ τοῦ ὕδατος, λαμβάνομεν στερεὸν σῶμα λευκόν, τὸ ὁποῖον ὀνομάζεται **χλωριοῦχος ψευδάργυρος**.

Κατὰ τὴν δρασίν λοιπὸν τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ τῶν μετάλλων, ἐκλύεται ὄλον τὸ ὑδρογόνον αὐτοῦ. Συγχρόνως τότε τὸ μέταλλον ἐξαφανίζεται καὶ ἐμφανίζεται νέον σῶμα ἐκ τῆς ἐνώσεως των.

Ἐπίσης, ἀέριον **ὑδροχλωρικὸν ὀξύ** ἐπιδρᾷ ἐπὶ θερμοινομένου **νατρίου**, ἐκλύεται δὲ τότε τὸ **ὑδρογόνον** καὶ παράγεται **χλωριοῦχον νάτριον** (μαγειρικὸν ἄλας). Τοῦτο δυνάμεθα νὰ παραστήσωμεν ὡς ἑξῆς:



Ἄλλ' ἐκ τοῦ χλωριούχου νατρίου, ὡς εἶδομεν, ἐξάγεται **χλωρίον** καὶ **νάτριον**. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εἴπωμεν ὅτι **τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ εἶνε σῶμα, τοῦ ὁποῖου τὸ ὑδρογόνον δύναται νὰ ἐξαχθῇ καὶ νὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ νατρίου καὶ ἐν γένει μετάλλου**.

Τὸ καθαρὸν καὶ τελείως ἀνυδρὸν ὑδροχλωρίον δὲν προσβάλλει τὰ μέταλλα. Διὰ τὴν δρᾶσιν χημικῶς, ἀνάγκη παρουσίας ὕδατος, ἔστω καὶ εἰς ἐλαχίστην ποσότητα. Εἰς τὸν ἀέρα προκαλεῖ πυκνοὺς λευκοὺς καπνοὺς, ὡς εἶδομεν.

27. Ὁξέα.—**Ἄλατα**.—Ἐκ τῶν προηγουμένων, συμπεραίνομεν τὰς ἑξῆς δύο ιδιότητες τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος.

1ον. Ὅτι δύναται νὰ ἀποσυντεθῇ καὶ νὰ δώσῃ ὑδρογόνον καὶ 2ον ὅτι δύναται νὰ δώσῃ νέα σῶματα, δι' ἀντικαταστάσεως τοῦ ὑδρογόνου

του ὑπὸ μετάλλων. *Ὅλα τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα ἔχουν τὰς αὐτὰς ιδιότητες, ὀνομάζονται ὀξέα*

Τὰ προϊόντα (νέα σώματα), τὰ λαμβανόμενα δι' ἀντικαταστάσεως τοῦ ὑδρογόνου ὀξέος τινὸς ὑπὸ μετάλλου, ὀνομάζονται ἄλατα. Ὡς εἶδομεν, ἐκ τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἔχομεν ἄλατα, ὡς τὸ χλωριούχον νάτριον, ὁ χλωριούχος ψευδάργυρος καὶ ἄλλα.

Παρασκευή.— Ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ ἐλήφθη δι' ἐνώσεως ἴσων ὄγκων χλωρίου καὶ ὑδρογόνου. Ἐν τούτοις εἰς τὴν βιομηχανίαν δὲν παρασκευάζεται τοιοῦτοτρόπως, ἀλλ' ἐπιδράσεως *θεικοῦ ὀξέος* ἐπὶ χλωριούχου νατρίου. (1)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΣΩΜΑΤΑ ΑΠΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΑ

28. Σώματα ἀπλᾶ.— Ὅπως τὸ ὕδωρ, ὁ ἀήρ, τὸ μαγειρικὸν ἄλας, οὕτω καὶ ἄλλα σώματα (ὄρυκτά, μέρη βράχων, τμήματα φυτῶν κλπ.) ἔξετάζονται ὑπὸ τῆς Χημείας. Ἐκ τῆς ἐξετάσεως ταύτης, ἐξήχθη τὸ συμπέρασμα ὅτι ὑπάρχουν οὐσίαι, ἐκ τῶν ὁποίων εἶνε δυνατὸν νὰ ληφθοῦν ἄλλαι διάφοροι. Π. χ. ἐκ τοῦ ὕδατος λαμβάνεται τὸ ὀξυγόνο καὶ τὸ ὑδρογόνο, ἐκ τοῦ ἀέρος τὸ ὀξυγόνο καὶ τὸ ἄζωτον. Καὶ ἀντιστρόφως, ἐκ τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ὑδρογόνου δύναται νὰ ἀναπαράχῃ τὸ ὕδωρ ἐκ τοῦ ὀξυγόνου δὲ καὶ τοῦ ἄζωτου ὁ ἀήρ.

Σωμάτων τινῶν ὅμως δὲν κατορθώθη ἡ ἀποσύνθεσις εἰς ἄλλας οὐσίας διαφόρους, οἷονδῆποτε μέσον καὶ ἂν μετεχειρίσθη ἡ Ἐπιστήμη. Τὰ σώματα ταῦτα ἐκλήθησαν *ἀπλᾶ* ἢ *χημικὰ στοιχεῖα*. Τοιαῦτα εἶνε γνωστὰ μέχρι τοῦδε 83, ὡς τὸ *θειον*, ὁ *ἀνθραξ*, ὁ *σίδηρος*, ὁ *μόλυβδος*, τὸ *ὀξυγόνο*, τὸ *ὑδρογόνο*, τὸ *χλώριο*, τὸ *νάτριον* κλπ.

Τῶν ἀπλῶν σωμάτων, ἐν συνήθει θερμοκρασίᾳ καὶ πίεσει, ἄλλα μὲν εἶνε ἀέρια, ὡς τὸ ὀξυγόνο, τὸ ὑδρογόνο, τὸ ἄζωτον, δύο εἶνε ὑγρά, ὁ ὑδράργυρος καὶ τὸ βρώμιον, τὰ πλεῖστα δὲ στερεά, ὡς τὸ *θειον*, ὁ *ἄργυρος*, ὁ *σίδηρος* κλπ.

Ἐκ τῶν 83 ἀπλῶν σωμάτων ἢ στοιχείων, τὰ μὲν 13 εὐρίσκονται ἀφθόνως ἐπὶ τῆς γῆς καὶ ἐξ αὐτῶν, κατὰ τὸ πλεῖστον, συνίσταται ἡ ἀτμόσφαιρα, ἡ θάλασσα καὶ τὸ γαιῶδες μέρος τοῦ πλανήτου μας. Τὰ

(1) Τὸ πείραμα δύναται νὰ γίνῃ εὐκόλως διὰ δοκιμαστικοῦ σωλήνος. Ἐὰν ἐν τούτῳ τεθοῦν τὰ δύο σώματα, ἀναπτύσσονται λευκοὶ καπνοί.

13 ταῦτα στοιχεῖα εἶνε τὰ ἑξῆς: *ἄζωτον, ἀνθραξ, ἀργίλλιον, ἀσβέστιον, θειον, κάλιο, νάτριον, μαγνήσιον, ὀξυγόνο, ὑδρογόνο, πυρίτιον, σίδηρος* καὶ *χλώριο*. Οὕτω τὸ ὀξυγόνο ἀποτελεῖ τὰ 47¹/₁₀ τῆς γῆς (συμπεριλαμβανομένης καὶ τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ τῆς θαλάσσης). Τὰ δὲ ἕτερα 30 στοιχεῖα δὲν εὐρίσκονται μὲν ἀφθόνως ἐπὶ τῆς γῆς, ἀλλ' εἶνε γνωστὰ, ὡς ἐκ τῆς ἐν τῇ βιομηχανίᾳ καὶ τῇ βιοτεχνίᾳ ἐφαρμογῆς των, π. χ. ὁ *ἄργυρος* ὁ *χρυσός*, τὸ *ἀρσενικόν* κλπ. Τὰ λοιπὰ εὐρίσκονται σπανιώτατα καὶ ἔχουν ἐπιστημονικὸν μᾶλλον ἐνδιαφέρον.

29 Μίγμα.— **Χημικὴ ἔνωσις.**— Ἄς συγκρίνωμεν τὰς ιδιότητας τῶν ἐπομένων σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἐξητάσαμεν προηγουμένως, 1ον τοῦ *ὑδρογόνου*, 2ον τοῦ *ὀξυγόνου*, 3ον τοῦ ἐκ τῆς ἀναμίξεως δύο ὄγκων ὑδρογόνου καὶ ἑνὸς ὄγκου ὀξυγόνου καὶ 4ον τοῦ *ὑδατος*. Ἐν πρώτοις παρατηροῦμεν ὅτι ὑπὸ τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, τὸ μὲν ὕδωρ εἶνε *ὑγρὸν* μεταξὺ 0° καὶ 100° καὶ *στερεὸν* εἰς 0°, ἐνῶ τὰ ἄλλα τρία σώματα εἶνε *ἀέρια*.

Ἐκτὸς τούτου, ἐὰν εἰσαγάγωμεν πυρεῖον ἀνημμένον ἐντὸς τῶν τεσσάρων σωμάτων, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐντὸς μὲν τοῦ ὑδρογόνου, τὸ πυρεῖον σβέννυται, ἐντὸς τοῦ ὀξυγόνου, τοῦναντίον, καίεται πολὺ ζωηρῶς, ἐντὸς τοῦ μίγματος αὐτῶν προκαλεῖ ἰσχυρὰν ἔκρηξιν, ἐντὸς δὲ τοῦ ὑδατος (ἀτμοῖ) σβέννυται. Τὸ ὑδρογόνο εἶνε σῶμα ἀναφλέξιμον, ἐνῶ τὸ ὀξυγόνο καὶ τὸ ὕδωρ δὲν εἶνε τοιαῦτα.

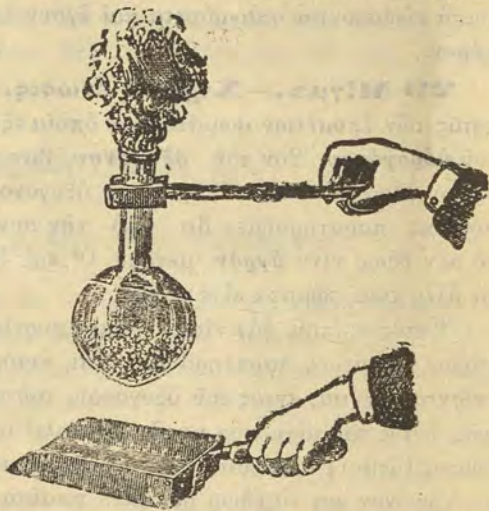
Ἐν γένει, ἐκ τῆς συγκρίσεως τῶν θεωρουμένων 4 σωμάτων, βλέπομεν ὅτι τὸ *ὕδωρ ἀποτελεῖ οὐσίαν, ἢ ὁποῖα ἔχει ἰδίας ιδιότητας διακεκριμένας καὶ ὅλως διαφόρους τῶν τοῦ ὀξυγόνου, τῶν τοῦ ὑδρογόνου καὶ τῶν τοῦ μίγματος*. Παρατηροῦμεν δὲ ἀκόμη ὅτι, διὰ νὰ σχηματισθῇ ὕδωρ, ἀπαιτοῦνται 2 ὄγκοι ὑδρογόνου καὶ 1 ὄγκος ὀξυγόνου. Ἐὰν δὲ ὑπάρχουν π.χ. 3 ὄγκοι ὑδρογόνου καὶ 1 ὄγκος ὀξυγόνου, τότε σχηματίζεται μὲν ὕδωρ, ἀλλ' ἀπομένει ἐλεύθερος 1 ὄγκος ὑδρογόνου. Δύναται ὅμως νὰ *ἀναμιχθῇ* οἰαδήποτε ποσότης ὑδρογόνου μεθ' οἰασδήποτε ποσότητος ὀξυγόνου καὶ νὰ ληφθῇ ἀέριον *μίγμα*, τὸ ὁποῖον, ὡς εἶδομεν, δὲν ἔχει τὰς ιδιότητας τοῦ ὑδατος, ἦτοι δὲν εἶνε ὕδωρ.

Ἐκ τῶν τεσσάρων ἐξετασθέντων σωμάτων, τὰ μὲν δύο, ὀξυγόνο καὶ ὑδρογόνο, εἶνε *ἀπλᾶ*, ἐνῶ τὰ ἄλλα δύο δὲν εἶνε τοιαῦτα. Ἐκ τῶν δύο τελευταίων, τὸ μὲν ὕδωρ ὀνομάζεται *σύνθετον σῶμα* ἢ *χημικὴ ἔνωσις*, τὸ δὲ ἄλλο εἶνε *μίγμα*.

ΠΕΙΡΑΜΑ.— Ἐὰν ἀναμίξωμεν ἐντὸς ἰγδίου ρινίσματα σιδήρου καὶ κόνιν θείου, θὰ λάβωμεν κόνιν, ἐν τῇ ὁποῖα εἶνε ἀδύνατον νὰ διακρί-

νώμεν τὰς δύο οὐσίας, σίδηρον καὶ θεῖον. Ἐὰν ὁμως ἐξετάσωμεν τὴν κόνιν διὰ μικροσκοπίου, δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὰ κοκκία τῶν δύο σωμάτων ἐκ τοῦ χαρακτηριστικοῦ χρώματός των καὶ τῆς ἰδιαζούσης λάμψεως αὐτῶν. Δυνάμεθα μάλιστα, βυθίζοντες ἐν τῇ κόνει μαγνήτην, νὰ ἀποχωρίσωμεν τὰ ρινίσματα τοῦ σιδήρου ἀπὸ τῶν κοκκίων τοῦ θείου, ὅτε θὰ παραμείνουν ταῦτα μόνα. Ἐπίσης, ρίπτοντες τὴν κόνιν ἐντὸς ποτηρίου μὲ ὕδωρ, τὰ μὲν ρινίσματα τοῦ σιδήρου καταπίπτουν, ἐνῶ τὰ κοκκία τοῦ θείου αἰωροῦνται καὶ δυνάμεθα νὰ τὰ ἀποχωρίσωμεν. Τὸ οὕτω δι' ἀναμίξεως δύο ἢ περισσοτέρων σωμάτων, λαμβανομένων καθ' οἷανδήποτε ποσοτικὴν ἀναλογίαν, παραγόμενον σῶμα καλεῖται *μηχανικὸν μίγμα*.

Ἐὰν ὁμως θερμάνωμεν τὸ προηγούμενον μηχανικὸν μίγμα (σχ. 23), θὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τοῦτο διαπυροῦται καὶ μεταβάλλεται εἰς οὐσίαν μελανόφαιον, τὴν ὁποίαν οὔτε διὰ μαγνήτου, οὔτε διὰ τοῦ ὕδατος δυνάμεθα νὰ χωρίσωμεν εἰς τὰ συνιστώσα αὐτὴν σώματα, σίδηρον καὶ θεῖον. Διὰ μικροσκοπίου δὲν διακρίνομεν πλέον κοκκία σιδήρου πλησίον κοκκίων θείου, ὅπως συνέβαινε προηγουμένως. Ὁ σίδηρος νῦν μετὰ τοῦ θείου παρήγαγε νέον σῶμα, τὸν *θειοῦχον σίδηρον*, ὅστις ἔχει χαρακτηριστικὰς ιδιότητας ὅλως διαφόρους τῶν τοῦ θείου καὶ τοῦ σιδήρου. Κατὰ τὴν παραγωγὴν δὲ τοῦ φαινομένου τούτου, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ θεῖον καὶ ὁ σίδηρος σχηματίζουν τὸν θειοῦχον σίδηρον *καθ' ὠρισμένην ἀναλογίαν* βάρους, ἣτοι 4 μέρη βάρους θείου ἐνοῦνται μετὰ 7 μ. β. σιδήρου, ἀν δὲ ὑπάρχη πλεονάζουσα ποσότης θείου ἢ σιδήρου, ἢ ποσότης αὐτὴ ἀπομένει ἐλευθέρη. Ὁ θειοῦχος σίδηρος ὀνομάζεται *χημικὴ ἔνωσις*. Ἐν γένει, *χημικὴ ἔνωσις* καλεῖται ἢ *καθ' ὠρισμένην ποσοτικὴν ἀναλογίαν συνένωσις δύο ἢ περισσοτέρων σωμάτων*, ἐξ ἧς προκύπτει τρίτον σῶμα ὅλως διάφορον κατ' οὐσίαν τῶν σωμάτων, ἐξ ὧν παρήχθη.



Σχ. 23

Ἐκ τῶν προηγουμένως ἐκτεθέντων, διακρίνομεν τὰ μὴ *ἀπλᾶ* σώματα εἰς δύο μεγάλας κατηγορίας: α') εἰς *μίγματα* καὶ β') εἰς *χημικὰ ἐνώσεις ἢ σύνθετα σώματα*.

30. Σύνθεσις, ἀνάλυσις καὶ ἀντικατάστασις.—Τὰ χημικὰ φαινόμενα δύνανται νὰ ἀναχθοῦν εἰς τρεῖς κατηγορίας: τὴν τῆς *συνθέσεως*, τὴν τῆς *ἀναλύσεως* καὶ τὴν τῆς *ἀντικαταστάσεως*. Καὶ *σύνθεσις* μὲν καλεῖται τὸ φαινόμενον, καθ' ὃ δύο ἀνομοειδῆ κατ' οὐσίαν σώματα, ἐνούμενα παρέχουν νέον σῶμα διάφορον τῶν ἀρχικῶν. Προηγουμένως εἶδομεν τὴν σύνθεσιν τοῦ *ὑδατος*, τοῦ *θειοῦχου σιδήρου*, κλπ. Κατὰ τὴν ἐξέλιξιν δὲ τῶν τοιούτων φαινομένων, λέγομεν ὅτι τὰ σώματα, π.χ. ὁ σίδηρος καὶ τὸ θεῖον, *ἀντέδρασαν* πρὸς ἀλλήλα ἢ ὅτι συνέβη *ἀντίδρασις* χημικὴ μεταξὺ αὐτῶν.

Τὸ ἀντίθετον τῆς συνθέσεως εἶνε ἡ *ἀνάλυσις* ἢ *ἀποσύνθεσις*, ἣτοι ὁ ἐξ ἑνὸς σώματος ἀποχωρισμὸς δύο ἢ περισσοτέρων ἄνομοειδῶν κατ' οὐσίαν. Διὰ τῆς ἀναλύσεως π.χ. τοῦ ὕδατος, ἔχομεν τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ ὀξυγόνον.

Προηγουμένως εἶδομεν ὅτι τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ νατρίου καὶ ἐκλύεται τότε ὑδρογόνον. Συγχρόνως ὁμως παράγεται νέον σῶμα, τὸ *χλωριοῦχον νάτριον*. Εἰς τὸ φαινόμενον τοῦτο, τὸ νάτριον ἀντικατέστησε τὸ ὑδρογόνον τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, διὸ καὶ τὸ ὑδρογόνον ἐκλύεται ἐλεύθερον. Ὅμοίως ἀντικαθίσταται τὸ ὑδρογόνον τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος διὰ ψευδαργύρου καὶ ἄλλων μετάλλων. Τὰ φαινόμενα αὐτὰ ὀνομάζονται φαινόμενα *ἀντικαταστάσεως*.

31. Χημικὴ συγγένεια.—Εἶδομεν ὅτι ὁ σίδηρος ἐνοῦται μετὰ τοῦ θείου, πρὸς σχηματισμὸν τοῦ θειοῦχου σιδήρου, τὸ ὀξυγόνον μετὰ τοῦ ὑδρογόνου πρὸς σχηματισμὸν τοῦ ὕδατος καί, ἐν γένει, τὰ ἀπλᾶ σώματα, δύνανται, ὑπὸ καταλλήλους ὄρους, νὰ ἐνωθοῦν πρὸς παραγωγὴν συνθέτων σωμάτων. Τὰ φαινόμενα ταῦτα τῆς συνθέσεως δὲν συμβαίνουν ἄνευ αἰτίας τινός, ἀλλὰ προέρχονται ἐκ τινος τάσεως, τὴν ὁποίαν ἔχουν τὰ διάφορα ἀπλᾶ σώματα νὰ ἐνοῦνται πρὸς ἀλλήλα καὶ τὴν ὁποίαν καλοῦμεν *χημικὴν συγγένειαν*,

Ἡ τάσις ὁμως αὕτη σώματος τινος, πρὸς ἔνωσιν μετ' ἄλλων, δὲν εἶνε ἡ αὐτὴ δι' ὅλα τὰ σώματα. Π.χ. ἡ τάσις τοῦ σιδήρου πρὸς ἔνωσιν μετὰ τοῦ θείου εἶνε τοιαύτη, ὥστε διὰ νὰ γίνῃ ἡ ἔνωσις τῶν δύο τούτων σωμάτων ἀπαιτεῖται νὰ ὑποβληθῆσωμεν αὐτὴν διὰ θερμάνσεως. Τοῦναντίον, ὁ φωσφόρος ἐνοῦται ζωηρῶς καὶ ἀμέσως μετὰ τοῦ ἰωδίου καὶ ἡ ἔνωσις αὕτη συνοδεύεται ὑπὸ λαμπροῦ φωτεινοῦ φαι-

νομένου. Ἐπίσης, κόνις ἀντιμονίου, ριπτομένη ἀπλῶς ἐντὸς γλωρίου περιεχομένου ἐντὸς φιάλης (σχ. 24), παρέχει νέον σῶμα, τὸ ὁποῖον εἶνε ἔνωσις τοῦ γλωρίου μετὰ τοῦ ἀντιμονίου.

Ἐνεκα δὲ τῆς διαφορᾶς τῆς τάσεως πρὸς ἔνωσιν τῶν διαφόρων σωμάτων, εἶνε δυνατὸν εἰς τινα ἔνωσιν στοιχειῶν τι νὰ καταλάβῃ τὴν θέσιν ἄλλου, ἤτοι νὰ συμβῇ ἀντικατάστασις. Οὕτω, ἐὰν ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος θερμανθῇ σίδηρος μεταλλικὸς μετὰ θειούχου ὑδραργύρου, ὅστις εἶνε σῶμα σύνθετον ἐκ θείου καὶ ὑδραργύρου, ὁ σίδηρος ἐκδιώκει τὸν ὑδραργύρον καὶ ἀντικαθιστᾷ αὐτόν, ἤτοι ἐνοῦται αὐτὸς μετὰ τοῦ θείου οὕτως, ὥστε σχηματίζεται θειοῦχος σίδηρος καὶ συγχρόνως ἐμφανίζεται μόνος ὁ μεταλλικὸς ὑδραργυρός. Τοῦτο δὲ διότι ἡ χημικὴ συγγένεια μετὰ τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ θείου εἶνε μεγαλυτέρα τῆς μετὰ τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ θείου.



Σχ. 24

32. Μέσα, προκαλοῦντα τὰς ἀντιδράσεις.—Πολλάκις ἡ σύνθεσις σωμάτων συμβαίνει, τιθεμένων τούτων ἀπλῶς εἰς ἐπαφήν. Π.χ. ἐὰν ἐντὸς ὕδατος, περιέχοντος κιτρικὸν δὲν (ὀπὸς λεμονίου) ριφθῇ *σόδα* (ῥέξινον ἀνθρακικὸν νάτριον), ἀμέσως προκαλεῖται ζωηρὸς ἀναβρασμὸς καὶ ἐκλύεται διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, τὸ

ὁποῖον προέρχεται ἐκ τῶν φαινομένων συνθέσεως μετὰ τῶν προηγούμενων σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἦλθον ἀπλῶς εἰς ἐπαφήν. Ἐπίσης, ἀντιδράσεις συμβαίνουν δι' ἀπλῆς ἐπαφῆς τοῦ ὑδρογλωρικοῦ ὀξέος μετὰ μαρμάρου κλπ.

Ἐπίδρασις ὀρων.—Διὰ νὰ συμβῇ ὅμως ἀντίδρασις μετὰ σωμάτων, δὲν ἀρκεῖ πάντοτε νὰ τεθοῦν ταῦτα εἰς ἐπαφήν. Π.χ. τὰ ρινίσματα τοῦ σιδήρου καὶ ἡ κόνις τοῦ θείου, ἐὰν ἀναμιχθοῦν, δὲν ἀλληλεπιδροῦν καὶ ὁ θειοῦχος σίδηρος δὲν παράγεται. Ἐὰν ὅμως θερμανθῇ τὸ μίγμα, ἡ σύνθεσις τοῦ σιδήρου μετὰ τοῦ θείου γίνεται καὶ παράγεται ὁ θειοῦχος σίδηρος. Οὕτως διὰ τῆς *θερμότητος προεκλήθη* ἡ *σύνθεσις τῶν σωμάτων*. Τοῦναντίον, διὰ τῆς ψύξεως, π.χ. εἰς—250° χημικαὶ ἀντιδράσεις δὲν συμβαίνουν πλέον, ἤτοι ἡ χημικὴ συγγένεια σχεδὸν ἐξαφανίζεται.

Ἡ θερμότης δὲν εἶνε τὸ μόνον μέσον, ὅπερ προκαλεῖ τὰς ἀντιδρά-

σεις. Τὸ φῶς, ὁ ἠλεκτρισμὸς, ἡ πίεσις, ἐπιδρῶν ἐπίσης. Εἶδομεν ἤδη τὴν διὰ τοῦ φωτός ἔνωσιν τοῦ *γλωρίου* μετὰ τοῦ ὑδρογόνου.

Ἡ θερμότης, τὸ φῶς, ὁ ἠλεκτρισμὸς εἶνε μέσα, τὰ ὁποῖα προκαλοῦν οὐ μόνον συνθέσεις, ἀλλὰ καὶ ἀποσυνθέσεις. Διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἀποσυντίθεται τὸ ὕδωρ. Διὰ θερμάνσεως τοῦ *ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου*, ἀποσυντίθεται τοῦτο εἰς ὑδραργύρον καὶ ὀξυγόνο.

33. Διαιρέσεις τῆς Χημείας.—Ἡ Χημεία διαίρεται εἰς *Ἀνόργανον Χημείαν* καὶ εἰς *Ὄργανικὴν Χημείαν*. Καὶ ἡ μὲν Ὄργανικὴ Χημεία ἀσχολεῖται εἰς τὴν σπουδὴν τῶν ἐνώσεων τοῦ ἀνθρακος.

Τὰς λοιπὰς ἐνώσεις ἐρευνᾷ ἡ Ἀνόργανος Χημεία. Ἐκ τῶν ἐοώσεων τοῦ ἀνθρακος, πολλοὶ ἀνευρίσκονται εἰς τὸ ζωϊκὸν καὶ τὸ φυτικὸν βασιλεῖον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

34. Ποσοτικὴ ἔρευνα τῶν φαινομένων.—Εἰς τὰ προηγούμενα, εἶδομεν τὴν ἀνάλυσιν καὶ τὴν σύνθεσιν σωμάτων τινῶν. Αἱ ποσότητες ὅμως τῶν συστατικῶν, τῶν λαμβανομένων διὰ τῆς ἀναλύσεως ἑνὸς σώματος ἢ τῶν συντιθεμένων πρὸς σχηματισμὸν τούτου, εἶνε ἄραγε τυχαῖαι ἢ ἀκολουθοῦν ὠρισμένους νόμους; Ἡ ποσοτικὴ ἔρευνα τῶν χημικῶν φαινομένων ἤγαγεν εἰς τοὺς ἐπομένους θεμελιώδεις νόμους.

35. Νόμος τῶν βαρῶν (Lavoisier).—Ἐάν, πρὶν ἢ συνθέσωμεν δύο ἢ περισσότερα σώματα, π.χ. θεῖον μετὰ σιδήρου, ζυγίσωμεν ταῦτα καὶ κατόπιν ζυγίσωμεν τὸ ἐκ τῆς συνθέσεως παραγόμενον σῶμα, τὸν θειοῦχον σίδηρον, εὐρίσκομεν πάντοτε ὅτι τὸ βάρος τούτου εἶνε ἴσον πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν βαρῶν τῶν συντεθέντων σωμάτων. Π.χ. 7 γραμμά σιδήρου καὶ 4 γραμμά θείου δίδουν θειοῦχον σίδηρον, τοῦ ὁποῖου τὸ βάρος εἶνε 11 γραμμά. Καί, ἀντιστρόφως, κατὰ τὴν ἀποσύνθεσιν ἑνὸς σώματος, ἀνευρίσκομεν ὅτι τὸ βάρος τούτου ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν βαρῶν τῶν σωμάτων, τῶν προεληθέντων ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως αὐτοῦ. Π.χ. ὕδωρ βάρους 18 γρ. ἀποσυντιθέμενον δίδει 2 γρ. ὑδρογόνου καὶ 16 γρ. ὀξυγόνου.

Οὕτως ἔχομεν τὸν ἐξῆς θεμελιώδη νόμον τοῦ Lavoisier: *τὸ βάρος συνθέντου σώματος ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν βαρῶν τῶν σωμάτων, ἐκ τῶν ὁποίων συντίθεται.*

Ο Lavoisier ἔτι γενικώτερον διευτύπωσε τὴν ἀρχὴν τῆς διατηρήσεως τῆς μάζης.

36. Νόμος τῶν ὠρισμένων ἀναλογιῶν (Proust).— Ἐἴδομεν ἤδη ὅτι, ἀποσυνθέτοντες τὸ ὕδωρ, λαμβάνομεν πάντοτε 16 μέρη βάρους ὀξυγόνου καὶ 2 μέρη βάρους ὑδρογόνου. Οὐδέποτε αἱ λαμβανόμεναι ποσότητες εἶνε ὑπὸ ἄλλην ἀναλογίαν. **Τὸ ὀξυγόνον εἶνε πάντοτε ὀκταπλάσιον τοῦ ὑδρογόνου.** Καί, ἀντιστρόφως, διὰ τὰ συντεθεῶν π. χ. 18 γράμμα ὕδατος, ἀπαιτοῦνται πάντοτε 16 γρ. ὀξυγόνου καὶ 2 γρ. ὑδρογόνου. Ἐὰν δὲ τυχὸν ὑπάρχη ὀξυγόνον ἢ ὑδρογόνον εἰς μεγαλυτέραν ποσότητα, π.χ. 20 γρ. ὀξυγόνου, τότε σχηματίζονται τὰ 18 γρ. ὕδατος καὶ ἀνευρίσκομεν καὶ 4 γρ. ὀξυγόνου ἐλευθέρου. Ἐν γένει, πρὸς σχηματισμὸν ὕδατος, ἀπαιτεῖται βάρος ὀξυγόνου πάντοτε ὀκταπλάσιον τοῦ βάρους τοῦ ὑδρογόνου.

Ὅμοιως, ἔξ 7 γρ. ριניσμαίων σιδήρου καὶ 4 γρ. θείου, λαμβάνομεν 11 γρ. θειοῦχου σιδήρου. Ἐὰν ὑπῆρχε ποσότης σιδήρου μεγαλυτέρα, π.χ. 10 γρ. τότε παραμένουν ἐλεύθερα 3 γρ. σιδήρου. Ἡ **μαγνησία**, ἢ ὁποῖα εἶνε ἔνωσις ὀξυγόνου καὶ **μαγνησίου**, ἐνέχει πάντοτε 60 %/6 μαγνήσιον καὶ 40 %/6 ὀξυγόνον. Οὕτως ἔχομεν τὸν ἐξῆς θεμελιώδη νόμον τοῦ Proust.

Διὰ τὰ παρασκευασθῆ ὠρισμένον σύνθετον σῶμα, πρέπει τὰ συστατικά του νὰ ληφθῶν ὑπὸ ὠρισμένην ἀναλογίαν.

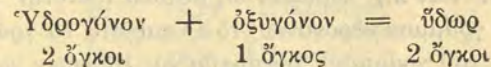
37. Νόμος τῶν πολλαπλῶν ἀναλογιῶν (Dalton).— Πολλὰκις δύο σῶματα εἶνε δυνατὸν νὰ παράσχουν ὄχι ἓν μόνον σύνθετον σῶμα, ἀλλὰ πλείονα διάφορα, αἷ ὁποῖα ἐν τούτοις ἀποτελοῦνται ἐκ συστατικῶν τῆς αὐτῆς φύσεως. Π. χ. τὰ 6 σῶματα, τὰ καλούμενα **ὑποξειδίου τοῦ ἀζώτου, ὀξειδίου τοῦ ἀζώτου, νιτρῶδες ὀξύ, διοξειδίου τοῦ ἀζώτου, πεντοξειδίου τοῦ ἀζώτου καὶ ἑξοξειδίου τοῦ ἀζώτου**, τὰ ὁποῖα εἶνε τελείως διάφορα ἀλλήλων, ἔχουν ὅλα μόνον **ἄζωτον καὶ ὀξυγόνον**, ἥτοι εἶνε ἐνώσεις τοῦ ὀξυγόνου μετὰ τοῦ ἀζώτου. Περιέχουν ὅμως τὰ στοιχεῖα ταῦτα ὑπὸ διαφόρους ἀναλογίας βαρῶν, ἥτοι

14	ἄζωτου	ἐνοῦνται	μετὰ	8	ὀξυγόνου	(ὑποξειδίου τοῦ ἀζώτου)
14	»	»	»	2×8	»	(ὀξειδίου τοῦ ἀζώτου)
14	»	»	»	3×8	»	(νιτρῶδες ὀξύ)
14	»	»	»	4×8	»	(διοξειδίου τοῦ ἀζώτου)
14	»	»	»	5×8	»	(πεντοξειδίου τοῦ ἀζώτου)
14	»	»	»	6×8	»	(ἑξοξειδίου τοῦ ἀζώτου)

Ἄρα, τὰ διάφορα βάρη τοῦ ὀξυγόνου, τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται μετὰ τοῦ αὐτοῦ βάρους ἀζώτου, βαίνουσι ὡς οἱ ἀκέραιοι ἀριθμοὶ 1, 2, 3, 4, 5 καὶ 6. Καί, ἐν γένει, κατὰ τὰς τοιαύτας ἐνώσεις, ὑπάρχει ὁ ἐξῆς νόμος τοῦ Dalton.

Ὅταν δύο σῶματα δύνανται ἐνούμενα νὰ παραγάγουν πλείστας ἐνώσεις, τὰ βάρη τοῦ ἐνὸς ἐκ τῶν ἐνουμένων σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται μετὰ ὠρισμένου βάρους τοῦ ἐτέρου, βαίνουσι ὡς οἱ ἀκέραιοι ἀριθμοὶ 1, 2, 3, κλπ.

38. Νόμος τῶν ὄγκων (Gay—Lussac).— Ὁ λόγος τῶν βαρῶν τῶν ἐνουμένων σωμάτων δὲν εἶνε πάντοτε ἀπλοῦς. Π. χ. 1 γρ. ὑδρογόνου ἐνοῦται μετὰ 35,5 γρ. χλωρίου, πρὸς σχηματισμὸν ὑδροχλωρίου. Ἀφ’ ἐτέρου παρατηρήθη ὅτι, κατὰ τὴν σύνθεσιν τοῦ ὕδατος, 2 ὄγκοι ὑδρογόνου ἐνοῦνται μεθ’ 1 ὄγκου ὀξυγόνου, διὰ τὰ δώσουν 2 ὄγκους ὕδατος (δηλ. ὑδρατιμῶν ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις), ἥτοι



Ἐπίσης, 2 ὄγκοι ἀζώτου ἐνοῦνται μεθ’ 1 ὄγκου ὀξυγόνου, διὰ τὰ δώσουν δύο ὄγκους τοῦ αερίου **ὑποξειδίου τοῦ ἀζώτου**.

Κατόπιν σπουδῆς πολλῶν περιπτώσεων, ὁ Gay Lussac διευτύπωσε τὸν ἐξῆς νόμον.

Οἱ ὄγκοι δύο αερίων, τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν αερώδους ἐνώσεως, ἔχουν λόγον ἀπλοῦν καὶ ὁ ὄγκος τῆς ἐνώσεως, ὡς πρὸς τοὺς ὄγκους τῶν συστατικῶν τῆς, ἔχει ἐπίσης λόγον ἀπλοῦν.

ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ

39. Συμβολικὴ παράστασις τῶν στοιχείων.— Χάριν συντομίας καὶ διαφόρων λογισμῶν, τὰ ἀπλᾶ σῶματα γράφονται διὰ συμβόλων ὡς τοιαῦτα δὲ πανταχοῦ ἐδέχθησαν τὰ ἀρχικά γράμματα τῶν λατινικῶν ὀνομάτων τῶν στοιχείων. Π. χ. τὸ ὀξυγόνον παρίσταται διὰ τοῦ O, διότι τοῦτο εἶνε τὸ ἀρχικὸν γράμμα τῆς λέξεως Oxygenium = ὀξυγόνον, τὸ ὑδρογόνον παρίσταται διὰ τοῦ H, διότι ὑδρογόνον = Hydrogenium, τὸ ἄζωτον παρίσταται διὰ τοῦ N, διότι ἄζωτον = Nitrogenium κλπ. Ὅταν δὲ περισσότερα ὀνόματα στοιχείων ἀρχίζουσι διὰ τοῦ αὐτοῦ γράμματος, πρὸς διάκρισιν, λαμβάνεται καὶ ἕτερον τῶν ἐπομένων γραμμάτων. Π.χ. τὸ νάτριον (λατινιστὶ Natrium) παρίσταται διὰ τοῦ Na καὶ οὐχὶ διὰ τοῦ N, τὸ ὁποῖον παριστᾷ τὸ ἄζωτον. Τοιοῦτοτρό-

πως, αντί να γράφωμεν δξυγόνον, ύδρογόνον, άξωτον κλπ. θα γράφωμεν άπλώς O, H, N κλπ.

***Ατομικά βάρη.**—Εΐδομεν προηγουμένως, ότι πρὸς σχηματισμὸν ὄρισμένου συνθέτου σώματος, π. χ. τοῦ ὕδατος, πρέπει τὰ συστατικά του νὰ ληφθοῦν ὑπὸ ὄρισμένην ἀναλογίαν βαρῶν.

Πρὸς ἔκφρασιν καὶ τῶν τοιούτων ἀναλογιῶν, ἐγένετο δεκτόν, ὅπως ἕκαστον σύμβολον O, H, N κλπ., ἐκτός τῆς προηγηθείσης σημασίας του, παριστᾷ ταύτοχρόνως καὶ ὄρισμένον **βάρος τοῦ σχετικοῦ στοιχείου**, βάρος, τὸ ὁποῖον εἶνε ὄρισμένον οὐχὶ κατ' **ἀπόλυτον τιμὴν**, ἀλλὰ κατὰ σχετικὴν τοιαύτην. Οὕτως ἐγένετο δεκτόν, ὅπως τὸ H παριστᾷ **βάρος** ὕδρογόνου ἴσον πρὸς τὴν μονάδα, τὸ O παριστᾷ β'ρος δξυγόνου ἴσον πρὸς 16 φορὰς τὴν μονάδα ταύτην, τὸ C παριστᾷ **βάρος** ἀνθρακος ἴσον πρὸς 12 φορὰς τὴν αὐτὴν μονάδα καὶ οὕτω καθέξῃς **ἡ μονὰς δὲ αὐτὴ εἶνε οἰαδῆποτε**. Ἐὰν π.χ. λάβωμεν ὡς μονάδα τοιαύτην τὸ γράμμον, τὸ H παριστᾷ 1 γράμμον ὕδρογόνου, τὸ O παριστᾷ 16 γράμ. δξυγόνου κλπ. Ἐνὶ ὅμοιως τοῦ γράμμου, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ὡς μονάδα τὸ χιλιόγραμμον ἢ ἄλλην τινά. Ἐν πάσῃ ὅμοιως περιπτώσει, τὸ O παριστᾷ τὸ 16πλάσιον τῆς ληφθείσης μονάδος, τὸ C τὸ 12πλάσιον κλπ.

Οἱ ἀριθμοὶ λοιπὸν 1, 16, 12 κλπ. εἶνε **οἱ λόγοι τῶν βαρῶν τῶν στοιχείων πρὸς τὸ βάρος τοῦ συμβόλου τοῦ ὕδρογόνου** καὶ καλοῦνται **ἀτομικά βάρη** τῶν στοιχείων. Ὁ ἐπόμενος πίναξ περιέχει τὰ σύμβολα καὶ τὰ ἀτομικά βάρη τῶν διαφόρων στοιχείων.

40. Σύνθετα σώματα.—Διὰ νὰ παραστήσωμεν συμβολικῶς ἓν σύνθετον σῶμα, δυνάμεθα π. χ. νὰ παραθέσωμεν τὰ σύμβολα τῶν στοιχείων, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται. Π. χ. τὸ ὕδρω, ἀποτελούμενον ἐξ ὕδρογόνου H καὶ δξυγόνου O, δύναται νὰ παρασταθῇ διὰ τοῦ



τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος διὰ τοῦ CO κτλ.

Διὰ νὰ παραστήσωμεν ὅμως καὶ τὴν κατὰ **βάρος** σύστασιν συνθέτου τινὸς σώματος, ἐπαναλαμβάνομεν ἕκαστον σύμβολον ἀναλόγως. Π. χ. εἰς τὸ ὕδρω, τὸ πείραμα ἀπέδειξεν, ὅτι τὸ β'ρος τοῦ δξυγόνου εἶνε 8πλάσιον τοῦ β'ρους τοῦ ὕδρογόνου (2 μέρη βάρους ὕδρογόνου καὶ 16 μέρη βάρους δξυγόνου). Ἐὰν λοιπὸν παραστήσωμεν τὸ ὕδρω διὰ τοῦ HO, ἡ ἀναλογία αὕτη δὲν τηρεῖται, διότι τὸ μὲν O παριστᾷ **βάρος** δξυγόνου ἴσον πρὸς 16, τὸ δὲ H **βάρος** ὕδρογόνου ἴσον μόνον πρὸς 1, ἦτοι τὸ HO παριστᾷ **βάρος** δξυγόνου 16πλάσιον τοῦ βάρους τοῦ ὕδρογόνου καὶ οὐχὶ 8πλάσιον. Ἐὰν ὅμοιως παραστήσωμεν τὸ ὕδρω διὰ τοῦ



ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΒΑΡΩΝ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Όνομα	Σύμβολον	Ατομικὸν βάρος	Όνομα	Σύμβολον	Ατομικὸν βάρος
* Αξωτον	N	14,01	Μαγγάνιον	Mn	54,93
* Αιθραξ	C	12,00	Μαγνήσιον	Mg	24,3
* Αντιμόνιον	Sb	120,2	Μολυβδαίνιον	Mo	71,9
* Αργύλλιον	Al	27,1	Μολυβδος	Pb	207,20
* Αργόν	Ar	39,88	Νάτριον	Na	23,00
* Αργυρος	Ag	107,88	Νευδύμιον	Nd	144,3
* Αρσενικόν	As	74,06	Νέον	Ne	20,2
* Ασβέστιον	Ca	40,07	Νικέλιον	Ni	58,68
Βανάδιον	V	51,0	Νιόβιον	Nb	93,1
Βάριον	Ba	137,37	Νιτόν	Nt	222,4
Βηρύλλιον	Be	9,1	Ξένον	X	130,2
Βισμούθειον	Bi	208,0 +	* Οξυγόνον	O	16,00
Βολφράμιον	W	184,0	* Οσμιον	Os	190,9
Βόριον	B	11,0	Ουράνιον	O	238,2
Βρώμιον	Br	79,92	Παλλάδιον	Pd	106,7
Γαδολίνιον	Gd	157,3	Προμυνοδύμιον	Pr	140,9
Γάλλιον	Ga	69,9	Πυρίτιον	Si	28,2
Γερμάνιον	Ge	72,5	Ράδιον	Ra	226,0
Δημήτριον	Ce	140,25	Ρόδιον	Rh	102,09
Δυσπρόσιον	Dy	162,5	Ρουβίδιον	Rb	85,45
* Ερβιον	Ei	467,7	Ρουθήνιον...	Ru	101,7
Ευρόπιον	Eu	152,0	Σαμάριον	Sm	150,4
Ζιρκόνιον	Zr	90,6	Σελήνιον...	Se	79,2
* Ήλιον	He	3,99	Σδηρος	Fe	55,8
Θάλλιον	Tl	204,0	Σκάνδιον...	Sc	44,1
Θεῖον	S	32,07	Στρόντιον	S	87,63
Θόριον	Th	232,4	Ταντάλιον...	Ta	181,5
Θαύριον	Tn	168,5	Τελουρίον	Te	127,5
* Ίνδιον	In	114,8	Τέρβιον	Tb	159,2
* Ιορίδιον	Ir	193,1	Τιτάνιον	Ti	48,1
* Ιώδιον	JK	126,92	* Υδράργυρος	Hg	200,6
Κάδμιον	Cd	112,40 +	* Υδρογόνον	H	1,008
Καίσσιον	Cs	132,81	* Υτέριον	Yb	173,5
Κάλιον	K	39,10	* Υττριον	Y	88,7
Κασσίτερος	Sn	118,7	Φθόριον...	F	19,0
Κοβάλτιον...	Co	58,97	Φωσφόρος	P	31,04
Κρυπτόν	Kr	82,9	Χαλκός	Cu	63,57
Λανθάνιον	La	139,0	Χλώριον	Cl	35,46
Λευκόχρυσος	Pt	195,2	Χρυσός	Au	197,2
Λίθιον	Li	9,94	Χρώμιον	Cr	52,0
Λουτήτιον	Lu	175,0	Ψευδάργυρος	Zn	65,37

θα ἔχωμεν **βάρος** δξυγόνου 8πλάσιον τοῦ τοῦ ὕδρογόνου, διότι τὸ H ἔπαναλαμβάνεται **δύς**. Τὸ HOH, χάριν συντομίας, γράφομεν



ἦτοι ἀντὶ νὰ ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ σύμβολον, δίδομεν εἰς αὐτὸ ἀριθμητικὸν δείκτην, δηλοῦντα πόσας τὸ σύμβολον τοῦτον πρέπει νὰ

επαναληφθῆ. Τὸ H₂O ὀνομάζεται **τύπος τοῦ ὕδατος**.

41. Μοριακὸν βίρος.—Κατὰ τὰ προηγούμενα, ὁ τύπος H₂O παριστᾷ τὸ ὕδωρ καὶ δηλοῖ βίρος τούτου ἴσον πρὸς 18 φορὰς (16+2,0+2H) τὸ βάρους τοῦ ὑδρογόνου H. Ὁ ὀλικὸς ἀριθμὸς 18 ὀνομάζεται **μοριακὸν βάρους** τοῦ ὕδατος. Ἐπίσης, τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, τὸ ὁποῖον παρίσταται διὰ τοῦ CO₂, τὸ μοριακὸν βάρους εἶνε 12+(2×16)=44. Καὶ, ἐν γένει, καλοῦμεν **μοριακὸν βάρους** ἐνὸς συνθέτου σώματος **τὸ ἄθροισμα τῶν ἀτομικῶν βαρῶν τῶν συνιστῶντων τὸ σῶμα τοῦτο στοιχείων, ἀφοῦ πρῶτον πολλαπλασιασθῶν τὰ βάρη ταῦτα ἐπὶ τοὺς σχετικοὺς δείκτας, συμφώνως πρὸς τὸν τύπον τοῦ σώματος.**

Ἄτομον καὶ μόριον.—Εἰς τὰ ἐπόμενα, ἀντὶ τὰ λέγωμεν ὅτι λαμβάνομεν βάρους ἴσον πρὸς τὸ ἀτομικὸν βάρους σώματός τινος, θὰ λέγωμεν ὅτι λαμβάνομεν **ἐν ἄτομον** τοῦ σώματος τούτου. Ὅμοίως θὰ λέγωμεν ὅτι λαμβάνομεν **ἐν μόριον** σώματός τινος, ἀντὶ τὰ λέγωμεν ὅτι λαμβάνομεν βάρους ἴσον πρὸς τὸ μοριακὸν βάρους τοῦ σώματος τούτου. Οὕτω, λέγοντες ὅτι λαμβάνομεν **ἐν μόριον** ὕδατος, ἐννοοῦμεν βάρους ὕδατος ἴσον πρὸς 18. Ἀναλόγως λέγωμεν ὅτι εἰς ἐν μόριον τοῦ ὕδατος ὑπάρχουν 2 ἄτομα ὑδρογόνου καὶ 1 ἄτομον ὀξυγόνου.

42. Ἀσκήσεις.—Εὗρεῖν τὰ μοριακὰ βάρη τῶν ἐπομένων σωμάτων, τῶν ὁποίων δίδεται ὁ χημικὸς τύπος.

- 1) Ἀμμωνία NH₃.
- 2) Χλωριούχον νάτριον NaCl.
- 3) Χλωρικὸν κάλιον KClO₃.
- 4) Οἰνόπνευμα C₂H₆O.
- 5) Νιτρικὸν ὀξύ HNO₃.
- 6) Θεϊκὸν ὀξύ H₂SO₄.

Ποῖον δὲ εἶναι τὸ βάρους ἐκάστου τῶν χημικῶν στοιχείων, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται ἕκαστον τῶν προηγουμένων σωμάτων, ἐὰν τὸ βάρους τούτων εἶνε π. χ. 100 γράμμα;

Λάβωμεν ὡς παράδειγμα τὸ οἰνόπνευμα. Ὁ τύπος τοῦ σώματος τούτου εἶνε C₂H₆O. Εἰς τὸν προηγούμενον πίνακα τῶν ἀτομικῶν βαρῶν εὗρίσκομεν ὅτι τὸ ἀτομικὸν βάρους τοῦ ἀνθρακος εἶνε 12, τὸ τοῦ ὑδρογόνου 1 καὶ τὸ τοῦ ὀξυγόνου 16. Ἔστω:

$$\begin{aligned} C_2 &= 2 \times 12 = 24 \\ H_6 &= 6 \times 1 = 6 \\ O &= 1 \times 16 = 16 \\ \hline C_2H_6O &= 46 \end{aligned}$$

Τὸ μοριακὸν βάρους τοῦ οἰνοπνεύματος εἶνε λοιπὸν 46,

Διὰ τὰ εὗρωμεν νῦν πόσον βάρους ἐξ ἐκάστου τῶν στοιχείων, ἀνθρακος, ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου περιέχεται εἰς 100 γράμμα οἰνοπνεύματος σκεπτόμεθα ὡς ἑξῆς. Εἰς 46 γράμμα οἰνοπνεύματος ὑπάρχουν 24 γράμμα ἀνθρακος, 6 γράμμα ὑδρογόνου καὶ 16 γράμμα ὀξυγόνου. Ἐὰν λοιπὸν εἰς 46 γρ. οἰνοπνεύματος, περιέχοντος 24 γρ. ἀνθρακος, τὸ εἰς 100 γρ. οἰνοπνεύματος περιεχόμενον ἄγνωστον ποσὸν ἀνθρακος X εὗρίσκεται διὰ τῆς ἀναλογίας:

$$\frac{24}{46} = \frac{X}{100} \quad \text{καὶ} \quad X = 100 \frac{24}{46} = 52,2 \text{ γρ.}$$

Ὅμοίως εὗρίσκομεν καὶ τὸ ποσὸν τοῦ ὑδρογόνου ὡς καὶ τὸ τοῦ ὀξυγόνου.

ΣΧΕΣΕΙΣ ΟΓΚΩΝ ΚΑΙ ΒΑΡΩΝ

43. Πυκνότης ἀερίων.— Καλεῖται **σχετικὴ πυκνότης** ἢ ἀπλῶς **πυκνότης** ἀερίου τινὸς τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως τοῦ βάρους B ὄγκου τινὸς τοῦ ἀερίου τούτου εἰς θερμοκρασίαν 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76 ἑκατοστῶν διὰ τοῦ βάρους β ἴσου ὄγκου ἀέρος ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις. Ἔστω

$$\text{πυκνότης } \delta = \frac{B}{\beta} \quad (1)$$

Ὅθεν ἡ πυκνότης δ σημαίνει ποσάκις ἀερίον τι εἶνε βαρύτερον ἴσου ὄγκου ἀέρος (εἰς θερμοκρασίαν 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76 ἑκ.), Αἱ πυκνότητες διαφόρων ἀερίων εἶνε αἱ ἑξῆς:

Ἐξυγόνου	0,06947	Ἀμμωνία (NH ₃)	0,596
Ἄζωτον	1,1052	Ἐπιξείδιον τοῦ ἀζώτου (N ₂ O)	1,53
Χλωρίον	0,907	Φωταέριον	0,399
Φθόριον	2,49	Ἀσετυλήνη (C ₂ H ₂)	0,92
Μονοξείδιον τοῦ ἀνθρακος	1,265	Διοξείδιον τοῦ θείου	2,234
Διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος	0,967	Ἐξυγόνου (H ₂ S)	1,19
	1,529	Ἐξυγόνου	0,622

44. Ἐπιλογισμὸς τοῦ βάρους τῶν ἀερίων.—Ἐκ τῆς προηγούσης σχέσεως (1), δυνάμεθα τὰ εὗρωμεν τὸ βάρους B ἀερίου τινὸς (εἰς 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76 ἑκατ.), ὅταν γνωρίζωμεν τὴν πυκνότητα αὐτοῦ δ καὶ τὸ βάρους β ἴσου ὄγκου ἀέρος ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις. Πράγματι, ἐκ τῆς σχέσεως (1) βλέπομεν ὅτι εἶνε

$$B = \beta \times \delta \quad (2)$$

Τὸ βάρος ὁμοῦ ἐνὸς λίτρου (κυβ. ὑποδεκαμέτρου) ἀέρος εἰς τὴν θερμοκρασίαν 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76 ἐκατ. εὐρέθη ἦν εἶναι ἴσον πρὸς 1,293 γράμμα. Ἄρα, τὸ βάρος οἰουδήποτε ὄγκου O τοιοῦτου ἀέρος θὰ εἶναι $O \times 1,293$, τὸ δὲ βάρος B ἴσου ὄγκου ἐκ τοῦ ἀερίου εἶναι

$$B = \delta \times 1,293 \times O \quad (3)$$

ὑποθέσωμεν π.χ. ὅτι ζητεῖται τὸ βάρος 3 λίτρων ὑδρογόνου εἰς τὴν θερμοκρασίαν 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76 ἐκ. Τὸ βάρος 3 λίτρων ἀέρος εἶναι $3 \times 1,293$, ἦτοι 3,879 γράμμα, ἡ δὲ πυκνότης τοῦ ὑδρογόνου εἶναι 0,06947 καὶ επομένως τὸ βάρος τῶν 3 λίτρων ὑδρογόνου θὰ εἶναι

$$3,879 \times 0,06947 = 0,271 \text{ γράμμα}$$

Ἐπίσης, τὸ βάρος 1 λίτρου ὀξυγόνου εἰς 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76 ἐκ. εἶναι

$$1,293 \times 1,1052 = 1,429 \text{ γράμμα.}$$

45. Ὅγκος ἀντιστοιχῶν εἰς τὸ ἀτομικὸν θῆρος σώματος ἀπλοῦ ἀερώδους.—Ἐξετάσωμεν τὰ ἀτομικὰ βάρη καὶ τοὺς ὄγους τῶν ἀπλῶν ἀερωδῶν σωμάτων. Τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ ὑδρογόνου εἶναι 1, τὸ τοῦ ὀξυγόνου 16, τὸ τοῦ ἀζώτου 14, τὸ τοῦ χλωρίου 35,5 κλπ. Ἐὰν λάβωμεν ἐκ τῶν ἀερίων τούτων βάρη ἴσα κατ' ἀριθμὸν πρὸς τὰ ἀτομικὰ βάρη των, ἦτοι: 1 γραμ. ὑδρογόνου, 16 γραμ. ὀξυγόνου, 14 γραμ. ἀζώτου, 35,5 γράμ. χλωρίου κλπ. καὶ ζητήσωμεν νὰ ἴδωμεν, *ποῶς εἶναι ὁ ὄγκος τῶν ἀερίων τούτων*, εὐρίσκομεν ὅτι *πάντα ἔχουν τὸν αὐτὸν ὄγκον* 11,2 λίτρα εἰς θερμο. 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76 ἐκ. Πράγματι, ὁ ὄγκος O π.χ. 16 γραμ. τοῦ ὀξυγόνου εἶναι, ὡς δεικνύει ὁ τύπος (3),

$$O = \frac{16}{\delta \times 1,293} = \frac{16}{1,1052 \times 1,293} = 11,2 \text{ λίτρα}$$

Οὕτως, ἔχομεν τὸν ἐξῆς νόμον.

Οἱ ὄγκοι τῶν ἀπλῶν ἀερίων, ὧν τὸ βάρος εἰς γράμμα εἶναι ἴσον πρὸς τὸ ἀτομικὸν βάρος των, εἶναι ὅλοι ἴσοι πρὸς 11,2 λίτρα, εἰς θερμοκρ. 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76 ἐκατ. (1).

Ἐκ τοῦ νόμου τούτου συνάγομεν ὅτι, πρὸς εὐρεσιν τοῦ βάρους 1 λίτρου ἀπλοῦ ἀερίου εἰς 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76 ἐκ. ἀρκεῖ νὰ διαιρέσωμεν τὸ ἀτομικὸν βάρος του διὰ τοῦ 11,2. Τὸ εὐρεθησόμενον πηλίκον θὰ παριστᾷ τὸ ζητούμενον βάρος εἰς γράμμα.

(1) Ὁ νόμος οὗτος δὲν ἐφαρμόζεται ἐπὶ τινῶν σωμάτων, ὡς τὸ ἀργόν, ὁ ὑδράργυρος, ὁ φωσφόρος κλπ.

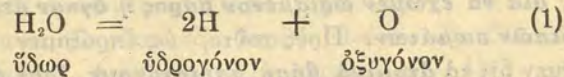
46. Ὅγκος ἀντιστοιχῶν εἰς τὸ μοριακὸν θῆρος συνθέτου σώματος ἀερώδους.—Ἐὰν ἐξετάσωμεν τὰ μοριακὰ βάρη καὶ τοὺς ὄγκους συνθέτων σωμάτων ἀερωδῶν, εὐρίσκομεν, ὡς καὶ προηγουμένως, ὅτι *βάρη* (εἰς γράμμα) *ἴσα πρὸς τὰ μοριακὰ βάρη τοιοῦτων σωμάτων ἔχουν τὸν αὐτὸν ὄγκον, ὅστις ἴσούται πρὸς 22,4 λίτρα* (θερμο. 0° καὶ πίεσις 76 ἐκ). () Οὕτω τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ ὕδατος εἶναι 18, τὸ τοῦ οἰνοπνεύματος 46. Ἐὰν λάβωμεν 18 γράμμα ἀτμῶν ὕδατος καὶ 46 γράμ. ἀτμῶν οἰνοπνεύματος, ὁ ὄγκος ἀμφοτέρων θὰ εἶναι ὁ αὐτὸς καὶ ἴσος πρὸς 22,4 λίτρα.

ΧΗΜΙΚΑΙ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

47. Ἐξισώσεις τῶν ἀντιδράσεων.—Εἶδομεν ὅτι, διὰ τῆς ἀποσυνθέσεως 18 γρ. ὕδατος, λαμβάνομεν 2 γρ. ὑδρογόνου καὶ 16 γρ. ὀξυγόνου, ἦτοι

$$18 \text{ γρ. ὕδατος} = 2 \text{ γρ. ὑδρογόνου} + 16 \text{ γρ. ὀξυγόνου.}$$

Ἀντὶ ὁμοῦ τῆς ἐξίσωσεως ταύτης, δυνάμεθα νὰ γράψωμεν τὴν ἐπομένην.

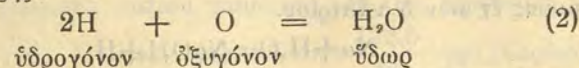


διότι, ὡς εἶδομεν, H=1, O=16, H₂=2 καὶ H₂O=2+16=18.

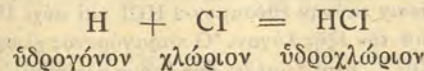
Καί, ἀντιστρόφως, ἡ ἐνώσις 16 γρ. ὀξυγόνου καὶ 2 γρ. ὑδρογόνου πρὸς σχηματισμὸν 18 γρ. ὕδατος, ἠμπορεῖ νὰ γραφῇ οὐχὶ διὰ τῆς ἐξισώσεως.

$$2 \text{ γρ. ὑδρογόνου} + 16 \text{ γρ. ὀξυγόνου} = 18 \text{ γρ. ὕδατος.}$$

ἀλλὰ διὰ τῆς ἐξῆς:



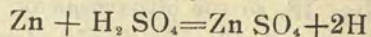
Ὅμοιως, διὰ τῆς ἐνώσεως τοῦ ὑδρογόνου H καὶ τοῦ χλωρίου Cl παράγεται τὸ ὑδροχλώριον, τοῦ ὁποῦ το μῶριον ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓν ἄτομον ὑδρογόνου καὶ ἓν ἄτομον χλωρίου καὶ παρίσταται διὰ τοῦ HCl, ὁ δὲ σχηματισμὸς του, διὰ τῆς ἐνώσεως τοῦ ὑδρογόνου μετὰ τοῦ χλωρίου, γράφεται



(1) Τοῦτο δὲν ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῶν σωμάτων, τῶν ἀποσυντιθεμένων ἐν ὄλῳ ἢ ἐν μέρει ὑπὸ τῆς θερμοτήτος.

Και η εξίσωσις αὕτη ἔχει συγχρόνως τὴν *ποσοτικὴν* σημασίαν, ὅτι 1 γρ. ὑδρογόνου ἐνοῦται πρὸς 35,5 γρ. χλωρίου, πρὸς πικραγωγὴν 36,5 γρ. ὑδροχλωρίου.

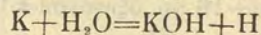
Τὴν ἀντίδρασιν (§ 7), μεταξὺ ψευδαργύρου (σύμβολον Zn) καὶ θειικοῦ ὀξέος (τύπος H₂SO₄), κατὰ τὴν ὁποίαν παράγεται θειικὸς ψευδάργυρος (τύπος Zn SO₄) καὶ ὑδρογόνον, παριστῶμεν ὡς ἐξῆς :



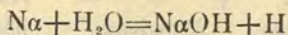
ἤτοι ψευδάργυρος + θειικὸν ὄξύ = θειικὸς ψευδάργυρος + ὑδρογόνον. Τὴν ποσοτικὴν σημασίαν τῆς ἐξισώσεως εὐρίσκομεν, ἀντικαθιστῶντες τὰ σύμβολα διὰ τῶν ἀτομικῶν βαρῶν, ἤτοι Zn = 65,4 H = 1, S = 32,1 καὶ O = 16. Οὕτω βλέπομεν ὅτι 65,4 γράμμα ψευδαργύρου μετὰ 98,1 γράμμων θειικοῦ ὀξέος παρέχουν 2 γράμμα ὑδρογόνου ἢ κατ' ὄγκον 22,4 λίτρα ὑδρογόνου.

Ὅσονδήποτε πολὺπλοκος καὶ ἂν εἶνε μία χημικὴ ἀντίδρασις, εἶνε δυνατόν νὰ παρασταθῇ διὰ παρομοίας ἀξιώσεως. Βλέπομεν δὲ ὅτι, διὰ τοιαύτης ἐξισώσεως, εἶνε δυνατόν νὰ ὑπολογίσωμεν *τὸ βάρος ἢ τὸν ἀερώδη ὄγκον, τὰ ὁποῖα πρέπει νὰ λάβωμεν ἐκ τοῦ ἑνὸς τῶν σωμάτων, διὰ νὰ ἔχωμεν ὀρισμένον βάρος ἢ ὄγκον ἀερώδη ἑνὸς ἐκ τῶν λοιπῶν σωμάτων*. Πρὸς τοῦτο, ὡς ἐπράξαμεν προηγουμένως, θεωροῦμεν ὅτι *τὰ ἀτομικὰ βάρη παριστάνουν ἴσον ἀριθμὸν γράμμων*.

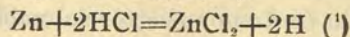
Ἐξισώσεις ἀντιδράσεων τινων.—Ἡ ἀντίδρασις μεταξὺ τοῦ καλίου K καὶ τοῦ ὕδατος H₂O, καθ' ἣν παράγεται καυστικὸν κάλι KOH καὶ ὑδρογόνον H, παρίσταται ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως



Ὅμοιως ἔχουμεν διὰ νατρίου

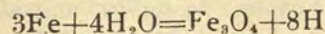


Παρασκευὴ τοῦ ὑδρογόνου δι' ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος HCl παρίσταται ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως (διὰ ψευδαργύρου).

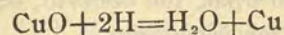


(1) Εἰς τὴν ἐξίσωσιν ταύτην εἰθέσαμεν 2 HCl καὶ οὐχὶ HCl, ἤτοι ἐλήφθησαν δύο μόρια HCl διὰ τὸν ἐξῆς λόγον. Ὁ παραγόμενος χλωριόχθος ψευδάργυρος ἔχει τὸν τόπον Zn₁, ἤτοι περιέχει *δύο ἄτομα χλωρίου*. Ἀλλὰ τὸ ὑδροχλωρικὸν ὄξύ HCl περιέχει *ἓν μόνον ἄτομον χλωρίου*. Ἐνεκα τούτου λαμβάνομεν δύο μόρια HCl, ὥστε νὰ ἔχωμεν τὰ ἀπαιτούμενα δύο ἄτομα Cl διὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ ZnCl₂. Ἐάν ἐλαμβάνομεν τὸ HCl ἅπαξ, θὰ εἴχομεν ὑπάρχοντα

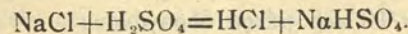
Ἐπίδρασις τοῦ ἐρυθροπυρωθέντος σιδήρου ἐπὶ τοῦ ὕδατιμου :



Ἀναγωγὴ τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ δι' ὑδρογόνου :

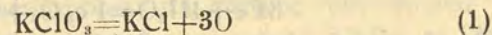


Παρασκευὴ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος HCl διὰ χλωριούχου νατρίου NaCl καὶ θειικοῦ ὀξέος H₂SO₄ :



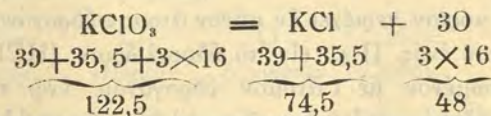
Ἀσκήσεις.—1. Δοθέντος τοῦ τύπου τοῦ χλωρικοῦ καλίου KClO₃, καὶ γνωστοῦ ὄντος, ὅτι ὅταν τὸ σῶμα τοῦτο θερμανθῇ ἀρκούντως ἀφήνει ὄλον τὸ ὀξυγόνον του, νὰ εὐρεθῇ πόση ποσότης χλωρικοῦ καλίου ἀπαιτεῖται, ἵνα ληφθοῦν α'.) 100 γρ. ὀξυγόνου, β'.) 100 λίτρα ὀξυγόνου.

Ἡ ἐξίσωσις τοῦ φαινομένου εἶνε



ἤτοι διὰ θερμάνσεως τοῦ χλωρικοῦ καλίου KClO₃ παράγεται τὸ σῶμα KCl καὶ ἐμφανίζεται ὀξυγόνον 3O. Ἡμᾶς ὁμως ἐνδιαφέρει νῦν μόνον τὸ ὅτι ἐκ τοῦ KClO₃ ἔχομεν ποσότητα ὀξυγόνου 3O.

Ἐκ τοῦ πίνακος τῶν ἀτομικῶν βαρῶν εἶνε K = 39, Cl = 35,5 καὶ O = 16 καὶ ἐπομένως ἡ ἐξίσωσις (1) παριστᾷ τὴν ἐξῆς ποσοτικὴν σχέσιν :



ἤτοι 122,5 γρ. χλωρικοῦ καλίου παρέχουν 48 γρ. ὀξυγόνου. Διὰ νὰ ἔχωμεν λοιπὸν 1 γρ. ὀξυγόνου ἀπαιτοῦνται $\frac{122,5}{48}$ γρ. χλωρικοῦ καλίου καὶ ἐπομένως διὰ τὰ 100 γρ. ὀξυγόνου χρειάζονται $\frac{122,5}{48} \times 100 = 255,2$ γρ. χλωρικοῦ καλίου.

Τὰ 100 λίτρα ὀξυγόνου εἰς θερμοκρ. 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν 76⁷ ἐκατ. ἔχουν βάρος 142,87 γρ. Ἐκ τούτου εὐρίσκομεν δι' ἀπλῆς ἀναλογίας,

εἰς μὲν τὸ πρῶτον μέλος τῆς ἐξισώσεως ἐν ἄτομον χλωρίου, εἰς δὲ τὸ δευτέρον μέλος αὐτῆς δύο ἄτομα χλωρίου καὶ ἐπομένως ἡ ἐξίσωσις δὲν θάῃτο *ποσοτικῶς* ἀκριβῆς. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ἐτέθησαν συντελεσταὶ καὶ εἰς τοὺς τύπους τῶν σωμάτων καὶ εἰς ἄλλας τῶν προηγουμένων ἐξισώσεων.

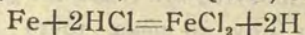
ὅτι διὰ τὰ 100 λίτρα ὀξυγόνου ἀπαιτοῦνται 365 γραμ. περίπου χλωρίου καλίου.

2. Εἰς 10 γρ. ὀξυγόνου πόσον ὑδρογόνον ἀπαιτεῖται πρὸς σχηματισμὸν ὕδατος; Ἐὰν δὲ ὁ ὄγκος τοῦ δοθέντος ὀξυγόνου εἶνε 100 κυβ. ἐκ. ποῖος εἶνε ὁ ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου;

(Ἀπ. 1,25 γρ. ὑδρογόνου. Ὅγκος=200 κυβ. ἐκ.)

3. Πόσος σιδήρου πρέπει νὰ ληφθῆ, ἵνα δ' ἐπιδράσεως ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ληφθῶν 10 κυβ. μέτρα ὑδρογόνου;

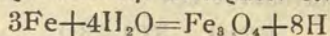
Ἡ ἐξίσωσις, ἢ παριστώσα τὴν ἀντίδρασιν, εἶνε



(Ἀπ. 25 χιλιογράμμα σιδήρου)

4. Πόσον βάρος σιδήρου πρέπει νὰ ἐνεργήσῃ ἐπὶ ἀτμοῦ ὕδατος, ἵνα ληφθῶν 100 γρ. ὑδρογόνου.

Ἡ ἐξίσωσις, ἢ παριστώσα τὴν ἀντίδρασιν εἶνε



Θὰ εὑρωμεν ὅτι ἀπαιτοῦνται 2100 γρ. σιδήρου καὶ 900 γραμμάρια ὕδατος.

ΣΘΕΝΟΣ

48. Σθένος τῶν ἀτόμων.—Ἐὰν ἐξετάσωμεν τὰς διαφόρους ἐνώσεις τοῦ ὑδρογόνου μετ' ἄλλων στοιχείων, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι εἰς ἄλλας μὲν τὸ μόριον περιέχει ἓν μόνον ἄτομον ὑδρογόνου, εἰς ἄλλας δὲ περισσότερα τοῦ ἐνός. Π.χ. εἰς τὸ ὑδροχλωρίον (HCl) 1 ἄτομον χλωρίου εἶνε ἠνωμένον μετ' 1 ἄτομον ὑδρογόνου, ἐνῶ εἰς τὸ ὕδωρ (H₂O) 1 ἄτομον ὀξυγόνου εἶνε ἠνωμένον μετ' δύο ἄτομα ὑδρογόνου. Τὸ ἄζωτον σχηματίζει ἐνωσιν μετὰ τοῦ ὑδρογόνου (NH₃), εἰς τὴν ὁποίαν 1 ἄτομον ἄζωτου ἐνοῦται μετ' 3 ἄτομα τοῦ ὑδρογόνου. Ὁ ἀνθραξ σχηματίζει ἐνωσιν μετ' τὸ ὑδρογόνον (CH₄) εἰς τὴν ὁποίαν 1 ἄτομον ἀνθρακος ἐνοῦται μετ' 4 ἄτομα ὑδρογόνου.

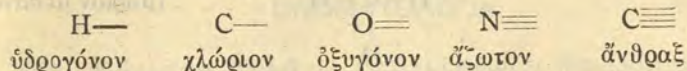
Τὰ ἄτομα λοιπὸν τοῦ χλωρίου, τοῦ ὀξυγόνου, τοῦ ἄζωτου, τοῦ ἀνθρακος, συγκρατοῦν ἄτομα ὑδρογόνου διάφορα τὸν ἀριθμὸν. Καὶ τὸ μὲν ἄτομον τοῦ ἀνθρακος, ἐπειδὴ συγκρατεῖ 4 ἄτομα ὑδρογόνου, λέγομεν ὅτι ἔχει σθένος ἢ δύνάμιν τετραπλάσιαν τῆς τοῦ χλωρίου, τὸ ὁποῖον συγκρατεῖ 1 μόνον ἄτομον ὑδρογόνου, τὸ δὲ ἄτομον τοῦ ὀξυγόνου ὅτι ἔχει σθένος ἢ δύνάμιν διπλάσιαν τῆς τοῦ χλωρίου, διότι συγκρατεῖ 2 ἄτομα ὑδρογόνου.

Ἐὰν ζητήσωμεν νὰ ἐνώσωμεν 1 ἄτομον χλωρίου μετ' 2 ἢ περισσό-

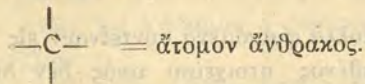
τερα ἄτομα ὑδρογόνου, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο εἶνε ἀδύνατον νὰ γίνῃ. Πάντοτε 1 ἄτομον χλωρίου ἐνοῦται μετ' 1 ἄτομον ὑδρογόνου. Τοῦτο ἐκφράζομεν, λέγοντες ὅτι ἡ ἐνωσις 1 ἀτόμου χλωρίου καὶ 1 ἀτόμου ὑδρογόνου εἶνε κεκορησμένη. Τοῦναντίον, 1 ἄτομον ὀξυγόνου καὶ 1 ἄτομον ὑδρογόνου, ἦτοι τὸ HO, δὲν εἶνε ἐνωσις κεκορησμένη, διότι δύναμεθα εἰς αὐτὴν νὰ προσθέσωμεν καὶ ἄλλο ἄτομον ὑδρογόνου καὶ νὰ ἔχωμεν H₂O=ὕδωρ, τὸ ὁποῖον εἶνε ἐνωσις κεκορησμένη.

Γενικῶς, τὰ ἀπλᾶ σώματα, τὰ ἐνούμενα μετ' 1 ἄτομον ὑδρογόνου καὶ ἀποτελοῦντα τοιουτοτρόπως κεκορησμένας ἐνώσεις, ὀνομάζονται **μονοδύναμα**. Καλοῦνται δὲ **διδύναμα**, **τριδύναμα**, **τετραδύναμα** τὰ ἀπλᾶ σώματα, ὅταν ἐνοῦνται μετ' 2, 3, 4 ἄτομα ὑδρογόνου, πρὸς σχηματισμὸν κεκορησμένων ἐνώσεων. Π.χ. τὸ χλωρίον εἶνε μονοδύναμον, τὸ ὀξυγόνον διδύναμον, τὸ ἄζωτον τριδύναμον καὶ ὁ ἀνθραξ τετραδύναμος. Τὸ ὑδρογόνον αὐτὸ τοῦτο εἶνε μονοδύναμον.

Πρὸς ζωηροτέραν ἀναπαράστασιν τοῦ σθένους τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων, θὰ φαντασθῶμεν ταῦτα ἔχοντα **χεῖρας**. Ὅλα τὰ ἄτομα ἔχουν χεῖρας, αἱ ὁποῖαι εἶνε **ὄλαι τῆς αὐτῆς δυνάμεως**. Ἀλλὰ τὸ μὲν μονοδύναμον ἄτομον τοῦ χλωρίου ἔχει **μίαν** χεῖρα, τὸ διδύναμον ἄτομον τοῦ ὀξυγόνου ἔχει **δύο** χεῖρας, τὸ τοῦ ἄζωτου **τρεις**, τὸ τοῦ ἀνθρακος **τέσσαρας**· τὸ τοῦ ὑδρογόνου ἔχει **μίαν** χεῖρα. Ἐὰν ἐκάστην χεῖρα παραστήσωμεν διὰ μιᾶς γραμμῆς, ἀρχομένης ἀπὸ τοῦ συμβόλου ἐκάστου ἀτόμου, τὰ προηγούμενα ἄτομα θὰ παρασταθοῦν ὡς ἐξῆς:



Πᾶσαι αἱ χεῖρες ὄλων τῶν ἀτόμων εἶνε ἴσης δυνάμεως εἴτε ἀνήκουν εἰς τὸ αὐτὸ ἄτομον, εἴτε μῆ. Τὰς γραμμάς, αἱ ὁποῖαι δεικνύουν τὴν δύναμιν τοῦ ἀτόμου, δύναμεθα νὰ γράψωμεν καθ' οἵανδήποτε διεύθυνσιν περὶ τὸ σύμβολον ἀδιαφόρως. Π.χ. τὰς χεῖρας τοῦ ἀνθρακος ἔμποροῦμεν νὰ γράψωμεν ὡς ἐξῆς:



Τὴν αὐτὴν ιδιότητα τοῦ ἀνθρακος ἐκφράζομεν, λέγοντες ὅτι ἔχει 4 **μονάδας συγγενείας**. Ὁμοίως λέγομεν ὅτι τὰ μονοδύναμα ἔχουν μίαν μονάδα συγγενείας, τὰ διδύναμα δύο κλπ.

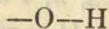
Παράστασις τῆς ἐνώσεως τῶν στοιχείων.—Τὴν ἐνωσιν ἐνός

ατόμου χλωρίου με έν άτομον ύδρογόνου δυνάμεθα να παραστήσωμεν δια της ένώσεως τών χειρών των ως έξής:

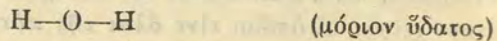


ήτοι το χλώριον συγκρατεί δια της μόνης χειρός του την μόνην χειρα του ύδρογόνου. Τοιουτοτρόπως, έξουδετεροῦται ή χειρ του ένός ατόμου δια της χειρός του έτέρου. **Ούδεμία χειρ υπάρχει έλευθέρα** και το προηγούμενον σύμπλεγμα HCl είνε ένωσις κεκορεσμένη

Τούναντίον, ας υποθέσωμεν ότι το δξυγόνον, το όποιον είχε δύο χειρας (διδύναμον), συγκρατεί δια της μιās έξ αυτών την μόνην χειρα ένός ατόμου ύδρογόνου, τουθ' όπερ παριστῶμεν ως έξής:

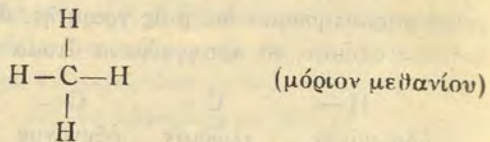


Είς το παράδειγμα τούτο, μία χειρ του δξυγόνου μένει έλευθέρα, ήτοι δέν έχομεν ένωσιν κεκορεσμένην. Έάν όμως το δξυγόνον δια της έλευθέρας χειρός του συγκρατήση και δεύτερον άτομον ύδρογόνου, θα έχομεν

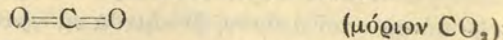


το όποιον είνε πάλιν ένωσις κεκορεσμένη.

Έν τή περιπτώσει του άνθρακος, προς κορεσμόν απαιτούνται 4 άτομα ύδρογόνου, ήτοι :



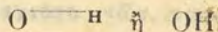
Έπίσης όμως αι 4 χειρες του άνθρακος, είνε δυνατόν να έξουδετερωθοῦν δια τών τεσσάρων χειρών δύο ατόμων δξυγόνου, ήτοι:



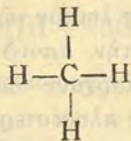
Όσάκις στοιχειόν τι δέν σχηματίζει ένωσιν μετά του ύδρογόνου, το σθένος του εξάγεται εκ τών ένώσεών του προς άλλα στοιχειά γνωστοῦ σθένους.

Σημειώτέον ότι πολλά φαινόμενα συντείνουν εις το να δεχθῶμεν ότι ή δύναμις ή το σθένος στοιχείου τινός δέν δύναται πάντοτε να θεωρηθῆ ως σταθερόν, άλλ' ότι εξαρτάται εκ της φύσεως τών στοιχείων, μεθ' όν ένοῦται, και άλλων όρων.

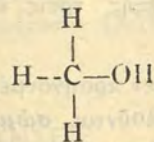
49. Ρίζαι και σθένος αὐτῶν.—Εἶδομεν ήδη ότι το σύμπλεγμα



έχει μίαν μονάδα συγγενείας έλευθέραν. Δια της μονάδος ταύτης το OH δύναται να κορέση μίαν μονάδα συγγενείας έλευθέραν π. χ. του άνθρακος. Δηλαδή εάν έχομεν



είνε δυνατόν, κατά τās αντιδράσεις, το έν άτομον του ύδρογόνου να απέλθη (ότε μία μονάς συγγενείας καθίσταται έλευθέρα) και την θέσιν του να καταλάβη το OH, ήτοι να γίνη



Το σύμπλεγμα OH, όπερ παρουσιάζει τοιαύτην ιδιότητα μονοδύναμου στοιχείου, καλεῖται **ρίζα**.

Έν γένει, καλεῖται **ρίζα** σύμπλεγμα ατόμων, δυνάμενον, κατά τās αντιδράσεις, είτε να αντικαταστήση ισοδύναμον στοιχείον, είτε να αντικατασταθῆ υπ' αυτού, χωρίς να υποστῆ μεταβολήν τινά, ως εάν ήτο άτομον. Η ρίζα HO κλιεῖται **ύδροξύλιον**.

ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

50. Σώματα άπλά.—Τα άπλά σώματα διαιρούνται, ως εκ τών φυσικῶν και τών χημικῶν ιδιοτήτων αυτών, εις δύο μεγάλας τάξεις ήτοι εις **μέταλλα** και εις **μεταλλοειδή** ή **άμέταλλα**. Καί μέταλλα μέν καλοῦνται τα σώματα, ως ο σίδηρος, ο χαλκός, το νάτριον, τα όποια είνε καλοί άγωγοί του ήλεκτρισμοῦ και της θερμότητος. Τα μέταλλα, άφοῦ υποστοῦν σιλβωσιν, έχουν ιδιάζουσαν λάμψιν, καλουμένην **μεταλλικην** (χρυσός, χαλκός), ήτις είνε όλως διάφορος της **υαλώδους** λάμψεως σωμάτων τινῶν, ως ο άδάμας, ο φωσφόρος, της δευιέρας τάξεως, της τών άμετάλλων.

Τούναντίον, **άμέταλλα** ή **μεταλλοειδή** καλοῦνται τα επίλοιπα τών άπλῶν σωμάτων, ως το θειον, το δξυγόνον ο άνθραξ, το χλώριον, άτινα δέν έχουν μεταλλικην λάμψιν και είνε κακοί άγωγοί του ήλεκτρισμοῦ και της θερμότητος.

Αν όμως στοιχειά τινά κατατάσσονται λίαν εύκρινῶς εις την μίαν

ἢ τὴν ἑτέραν τῶν δύο τάξεων, ἐν τούτοις ὑφ'στάνται ἄλλα στοιχεῖα, δι' αὐτὸ δὲν συμβαίνει. Οὕτω τὸ ἀρσενικὸν ἀφ' ἐνὸς ἔχει λάμπριν μεταλλικὴν καὶ ἀφ' ἑτέρου ὁμοιάζει πρὸς τὸν φωσφόρον, ὅστις εἶνε στοιχεῖον ἀμέταλλον. Ἡ διαίρεσις λοιπὸν τῶν στοιχείων εἰς μέταλλα καὶ μεταλλοειδῆ διευκολύνει μὲν τὴν σπουδὴν τῶν στοιχείων, δὲν εἶνε ὁμῶς ἀπόλυτος, καθόσον ὑπάρχουν σώματα ἐπαμφοτερίζοντα. Ἐν τοῖς ἐπομένοις, θὰ ἐξετάσωμεν πληρέστερον τὰς διαφορὰς τῶν ιδιοτήτων τῶν δύο τάξεων.

§ 1. Σώματα σύνθετα.—Τὰ διάφορα σύνθετα σώματα εἶνε δυνατὸν, ὡς ἐκ τῆς ὁμοιότητος ιδιοτήτων τινῶν αὐτῶν, νὰ διαιρεθοῦν εἰς τάξεις τοιαῦται εἶνε αἱ ἐξῆς τρεῖς: τὰ *ὀξέα*, αἱ *βάσεις* καὶ τὰ *ἄλατα*.

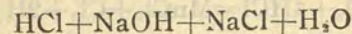
Ὀξέα.—Ἐξ ὅσων εἶδομεν προηγουμένως (§ 27) κατανοεῖται ὁ ἐξῆς ὁρισμὸς τῶν ὀξέων: *ὀξέα* καλοῦνται *σώματα σύνθετα, περιέχοντα ὑδρογόνον, δυνάμενον νὰ ἀντικατασταθῇ καθόλου ἢ ἐν μέρει ὑπὸ μετάλλου τινός*, ὅτε ἐκ τῶν ὀξέων λαμβάνονται τὰ ἄλατα. Τὰ διαλύματα τῶν ὀξέων ἔχουν συνήθως γεῦσιν ὀξινὴν καὶ ἐρυθραίνουσι τὸν κυανοῦν χάρτην τοῦ ἠλιοτροπίου. Τὸ τελευταῖον τοῦτο φαινόμενον καλοῦμεν *ὀξινὸν ἀντίδρασιν*. Ὀξέα εἶνε π. χ. τὸ νιτρικὸν ὀξύ, τὸ θεικὸν ὀξύ κ. λ.

Βάσεις.—Καλοῦνται *βάσεις* τὰ σώματα, *τὰ προερχόμενα ἐκ τῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ ἡμίσεως τοῦ ἐν τῷ ὕδατι ὑδρογόνου διὰ μετάλλου*. Βάσις εἶνε π.χ. τὸ καυστικὸν νάτριον NaOH , τὸ καυστικὸν κάλι KOH κλπ. Αἱ ἐν τῷ ὕδατι διαλυταὶ βάσεις ἔχουσι γεῦσιν σαπυνοειδῆ. Ὁ ἐρυθρανθεὶς δ. ὀξέος χάρτης τοῦ ἠλιοτροπίου, τιθέμενος ἐν διαλύματι βάσεως, μετατρέπεται, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, εἰς κυανοῦν.

Τὰς διαφορὰς βάσεις διακρίνομεν διὰ τοῦ ὀνόματος τοῦ περιεχομένου μετάλλου καὶ τῆς ὀνομασίας *ὕδροξειδίου*. Π. χ. τὸ καυστικὸν νάτριον καλεῖται καὶ *ὕδροξειδίου τοῦ νατρίου*. Ὅμοίως ἔχομεν ὕδροξειδίου τοῦ καλίου κλπ.

Ἄλατα.—Καλοῦνται *ἄλατα* τὰ σύνθετα σώματα, *τὰ προκύπτοντα ἐκ τῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ ὑδρογόνου τῶν ὀξέων ὑπὸ μετάλλου ἢ ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ὀξέων μετὰ τῶν βάσεων, ἐκ τῆς ὁποίας σχηματίζεται συγχρόνως καὶ ὕδωρ*. Διὰ τῆς ἀντικαταστάσεως π.χ. τοῦ ὑδρογόνου τοῦ θεικοῦ ὀξέος διὰ ψευδαργύρου παρήχθη τὸ ἄλας ZnSO_4 (θεικὸς ψευδάργυρος).

Ἐπίσης, ἄλας παράγεται, ἐὰν ἐπιδράσῃ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ HCl ἐπὶ τῆς βάσεως NaOH , ὅτε λαμβάνομεν χλωριούχον νάτριον NaCl καὶ ὕδωρ, ἦτοι



Ἄλατα εἶνε ἐπίσης τὸ χλωρικὸν κάλιον KClO_3 , τὸ ἀνθρακικὸν νάτριον Na_2CO_3 κλπ.

Τὰ ἄλατα, ὡς τὰ ὀξέα καὶ αἱ βάσεις, διαλυόμενα ἐν ὕδατι ἢ τηκόμενα, ἀποσυνθιένται κατὰ τὴν δι' αὐτῶν δίοδον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Τὰ ἄλατα ὀνομάζονται *οξείδερα* μὲν ὅταν δὲν ἐνέχουν ὑδρογόνον ἀννικαταστήσιμον (Na_2CO_3 —οξείδερον ἀνθρακικὸν νάτριον), *ὀξίνα* δὲ ὅταν ἐνέχουν τοιοῦτον (NaHCO_3 —ὀξίνον ἀνθρακικὸν νάτριον).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Πόσος ψευδάργυρος καὶ πόσον θεικὸν ὀξύ ἀπαιτοῦνται, πρὸς πλήρωσιν ἀεροστάτου χωρητικότητος 1000 κυβ. μέτρων. Ὡς γνωστὸν 1 κυβ. μέτρον ὑδρογόνου ζυγίζει 89 γρ.

2. Ποῖος εἶνε ὁ ὄγκος τοῦ μίγματος τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ὑδρογόνου, τὰ ὁποῖα λομβίνονται ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως 20 γρ. ὕδατος;

3. Ποῖον βάρος χαλκοῦ ἀπαιτεῖται, διὰ νὰ συγκρατηθῇ τελείως τὸ ὀξυγόνον, τὸ περιεχόμενον εἰς 1 κυβ. μέτρον ἀέρος ὑπὸ πίεσιν 76 ἐκ;

4. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ σύστασις τῶν ἐξῆς σωμάτων: ὀξειδίου τοῦ μολύβδου PbO , τοῦ ὑδραργύρου HgO , τοῦ κασσιτέρου SnO , τοῦ νατρίου Na_2O , τοῦ ἀσβεστίου CaO , τοῦ σιδήρου Fe_2C_3 , τοῦ διοξειδίου τοῦ θείου SO_2 καὶ τοῦ SO_3 .

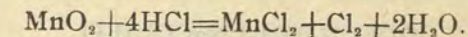
5. Νὰ ὑπολογισθῇ: 1ον τὸ βάρος τοῦ ὀξυγόνου, τοῦ περιεχομένου εἰς τὸν ἀέρα δωματίου διαστάσεων 5μ.×5μ., 2ον τὸ βάρος τοῦ ἀνθρακος, ὅπερ θὰ ἐξηφάνιζεν 20% ἐκ τοῦ ὀξυγόνου τούτου.

6. Πόσον νάτριον ἀπαιτεῖται πρὸς ἀποσύνθεσιν 100 γραμ. ὕδατος; Πόσον δὲ ὑδρογόνον λαμβάνεται τοιοῦτοτρόπως;

7. Πρόκειται νὰ παρασκευασθοῦν 100 λίτρα χλωρίου δι' ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, περιέχοντος 3% τοῦ βάρους τοῦ HCl , καὶ διοξειδίου τοῦ μαγγανίου. Ποῖον βάρος ἐξ ἐκάστου τῶν δύο τούτων σωμάτων πρέ-

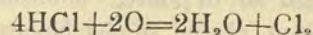
πει να ληφθῆ, εἰν τὸ διοξειδίου Ιον εἶνε καθαρὸν καὶ Ζον περιέχῃ προσμίξεις, μὴ ἐπιδρώσας ἐπὶ τοῦ ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος.

Ἡ ἀντίδρασις παρίσταται ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως:



ὑπεροξ. μαγγ.

9. Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τὸ HCl ἀποσυντίθεται ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον μετὰ τοῦ ὕδρογόνου τοῦ HCl σχηματίζει ὕδωρ, ἥτοι



Ποῖος ὄγκος ἀέρος πρέπει νὰ ἀναμιχθῆ μετὰ 100 κυβ. μ. HCl διὰ νὰ ἀποσυντεθῆ τοῦτο; Ποῖος θὰ ἦτο ὁ ὄγκος τῶν ἀερίων, τῶν προερχομένων ἐκ τῆς τελείας ἀποσυνθέσεως, εἰν ὑποτεθῆ δι τὰ ἀέρια ταῦτα εἶνε εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν;

10. Ποῖον βάρος καυστικοῦ νάτρου πρέπει νὰ διαλυθῆ ἐντὸς ὕδατος πρὸς ἐξουδετέρωσιν 50 κυβ. ἐκ. διαλύματος ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος, περιέχοντος 73 γρ. κατὰ λίτρον;

11. Ἐπὶ χλωριούχου νατρίου, περιέχοντος 5% προσμίξεις, ἐπιδρῶ θεικὸν ὀξὺ περιέχον 80% τοῦ βάρους του ὀξὺ πραγματικὸν H₂SO₄. Ποῖον βάρος χλωριούχου νατρίου ἀπαιτεῖται διὰ 100 χιλ. ὀξέος;

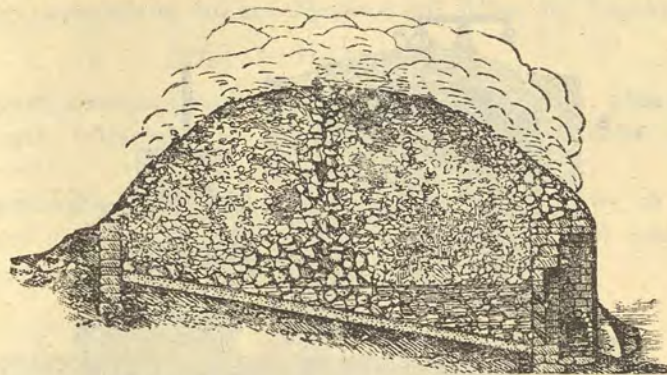
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΘΕΙΟΝ S=32.06

§2. Θεῖον.—Τὸ θεῖον (κ. θειάφι) εὐρίσκεται ἐν τῇ φύσει ἐλεύθερον εἰς ἠφαιστειογενῆ μέρη, ὡς ἐν Θήρᾳ, Μήλῳ, Σουσακίῳ κλπ. Ἦνωμένον μετὰ πολλῶν μετάλλων παρέχει θειούχους ἐνώσεις, αἵτινες εὐρίσκονται εἰς ὄρυκτά, ὡς ὁ *σιδηροπυρίτης* FeS₂, ὁ *θειοῦχος μόλυβδος* (γαληνίτης) PbS, ὁ ἐκ τοῦ θειούχου χαλκοῦ καὶ θειούχου σιδήρου *χαλκοπυρίτης* FeCuS₂ κλπ. Ὑπὸ μορφήν ἀλάτων εὑρηνται ἐπίσης εἰς τὸ *θεικὸν ἀσβέστιον* CaSO₄ (*γύψος*), τὸ *θεικὸν βάριον* BaSO₄ κλπ.

Ἐξαγωγή.—Τὸ θεῖον ἐξάγεται ἐκ τῶν θειοχωμάτων τῶν ἠφαιστειογενῶν μερῶν. Καὶ ἂν μὲν τὰ θειοχώματα εἶνε πλούσια εἰς θεῖον, θερμαίνονται ἐντὸς κεκλιμένης δεξαμενῆς (σχ. 25) διὰ καταλλήλου καύσεως μάλιστα μέρους θεῖου ἐπὶ τῆς ἄνω ἐπιφανείας τῶν θειοχωμάτων. Ἐκ τῆς θερμάνσεως, τήκεται τὸ θεῖον τούτων καὶ ῥεῖ ἐκ τινος ὀπῆς. Ἄν ὅμως τὰ θειοχώματα εἶνε πτωχὰ εἰς θεῖον, τίθεν-

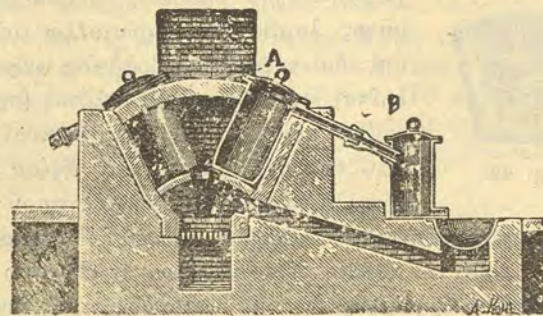
καὶ ἐντὸς δοχείων A (σχ. 26) ἐκ πυρμαίου γῆς ἢ χυτοσιδήρου, συγκοινωνούντων διὰ σωλῆνων πρὸς ἕτερα τοιαῦτα B κενὰ καὶ εὐρισκόμενα ἐκτὸς τῆς καμίνου. Τὰ δοχεῖα A θερμαίνονται, ὅτε σχηματίζον-



Σχ. 25

τα ἀτμοὶ θεῖου, οἵτινες διοχετεύονται εἰς τὰ δοχεῖα B καὶ ἐκεῖ συμπυκνοῦνται.

Τὸ τοιοῦτοτρόπως λαμβανόμενον θεῖον (ἀγορπιόν) ἔχει ἀνάγκην **καθαρισμοῦ**. Ὁ καθαρισμὸς γίνεται δι' ἀποστάξεως. Πρὸς τοῦτο τὸ

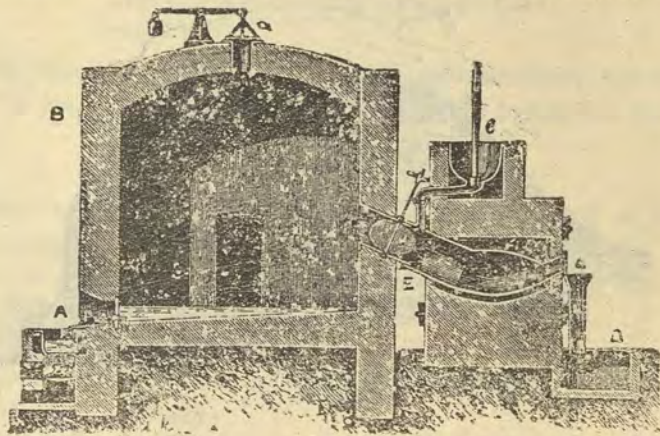


Σχ. 26

θεῖον θερμαίνεται ἐντὸς χυτοσιδηρῶν κυλίνδρων E (σχ. 27) καὶ ὁ ἀτμὸς αὐτοῦ διοχετεύεται ἐντὸς μεγάλου λιθοκίστου θαλάμου B. Ἐὰν ἡ συμπύκνωσις γίνεται ἀποτόμως κατὰ τὴν ἐπαφήν τῶν ἀτμῶν μετὰ τοῦ ψυχροῦ ἀέρος ἢ τῶν ψυχρῶν παρειῶν τοῦ θαλάμου, λαμβάνεται τὸ θεῖον ὑπὸ μορφήν λεπτῆς κόνεως, γνωστῆς ὑπὸ τὸ ὄνομα *ἀνθη τοῦ*

θειου. Ἐάν ἡ θερμοκρασία τοῦ θαλάμου ὑπερβῇ τὴν τῆς τήξεως τοῦ θείου, τότε τοῦτο ρεῖ καὶ συλλέγεται εἰς κυλινδρικοὺς τύπους.

Ἰδιότητες.—τὸ θεῖον εἶνε στερεόν, κίτρινον, εὐθραστόν, κακὸς



Σχ. 27

ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἀδιάλυτον ἐν ὕδατι καὶ τήκεται μεταξὺ 110° καὶ 120°.

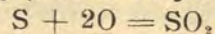
Διαλύεται εἰς τὸν θειοῦχον ἀνθράκα (CS₂) καὶ διὰ βραδείας ἐξατμίσεως τοῦ διαλύματος λαμβάνονται κρυσταλλοὶ τοῦ θείου. Ἐπίσης, διὰ τήξεως καὶ βραδείας ψύξεως, κρυσταλλοῦται εἰς πρισματικὰς βελόνης (σχ. 28). Καίεται εἰς τὸν ἀέρα μετὰ φλογὸς κυανῆς, ὅτε σχηματίζεται **διοξειδίου τοῦ θείου** SO₂. Πολλὰ μέταλλα, θερμαινόμενα ἐντὸς ἀτμοῦ θείου, ἐνοῦνται μετὰ τούτου σχηματίζοντα θειούχους ἐνώσεις· τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶνε ἀνάλογον πρὸς τὴν καύσιν τῶν σωμάτων ἐν ὀξυγόνῳ (ὀξειδωσις).



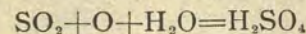
Σχ. 28

Ἐφαρμογή.—Χρησιμεύει εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς πυρίτιδος, τῶν βεγγαλικῶν φώτων, τῶν πυρρείων, πρὸς θείωσιν τῶν ἀμπέλων καὶ προφύλαξιν αὐτῶν ἀπὸ τῆς ἀσθενείας τῆς καλουμένης ὄιδιον καὶ προκαλουμένης ὑπὸ μύκητός τινας. Ἐπίσης, χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν διαφόρων ἐνώσεων τοῦ (θεικοῦ ὀξέος, θεικῶν ἀλάτων κλπ.) καὶ τοῦ καουτσούκ.

§3. Διοξειδίου τοῦ θείου. SO₂=64.—Διὰ τῆς καύσεως τοῦ θείου ἐν τῷ ἀέρι, παράγεται τὸ **διοξειδίου τοῦ θείου**.

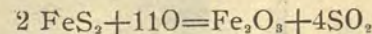


ὅπερ εἶνε ἀέριον ἄχρουν, ὀσμῆς ὀξυτάτης, προκαλεῖ τὸν βήχα. Ὑγροποιεῖται εὐκόλως διὰ συμπίεσεως εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ εἶνε λίαν διαλυτὸν ἐν ὕδατι. Δὲν συντηρεῖ τὴν καύσιν καὶ παρουσία ὕδατος μετατρέπεται διὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος εἰς θεικὸν ὀξύ:



Ἀποχρωματίζει πολλὰς ζωϊκὰς καὶ φυτικὰς οὐσίας· π. γ. ἴα, ρόδα ἀποχρωματίζονται, τιθέμενα ἐντὸς αὐτοῦ (ἀρκεῖ νὰ τεθοῦν ἄνωθεν καιόμενον θεῖον).

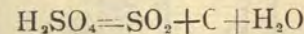
Παρασκευή.—Ἐπειδὴ τὸ θεῖον δὲν εἶνε λίαν εὐθνήγον, τὸ διοξειδίου τοῦ θείου παρασκευάζεται ὑπὸ τῆς βιομηχανίας διὰ καύσεως τοῦ ὀρυκτοῦ **σιδηροπυρίτου ἢ πυρίτου** FeS₂, ἐν τῷ ἀέρι:



Χρήσις.—Αἱ ἐφαρμογαὶ τοῦ εἶνε πολυάριθμοι. Χρησιμεύει πρὸς παραγωγὴν θεικοῦ ὀξέος, ἔνεκα δὲ τῶν ἀποχρωστικῶν ἰδιοτήτων τοῦ πρὸς λεύκανσιν τοῦ ἐρίου, τῆς μετὰξης, τῶν πετρῶν κλπ. καὶ ὡς ἀπολυμαντικόν. Τὸ ὑγρὸν διοξειδίου τοῦ θείου χρησιμοποιοῦται πρὸς κατασκευὴν πάγου, καθόσον ἐξαερούμενον ψύχεται κάτωθεν τοῦ 0°.

§4. Θεικὸν ὀξύ. H₂SO₄.—Τὸ θεικὸν ὀξύ (κ. σπέρτο τοῦ βιτριολίου) εἶνε ὑγρὸν ἄχρουν, ὄσμον, πυκνότερον, πυκνότητος 1,842 (99%). Χημικῶς καθαρὸν εἶνε στερεὸν κάτωθεν τῶν +10°, 5. Μετὰ τοῦ ὕδατος μίγνυται εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν. Κατὰ τὴν ἀνάμειξιν ταύτην **δέον νὰ χέηται τὸ ὀξύ ἐν τῷ ὕδατι** καὶ δὴ **κατὰ μικρὰ ποσὰ** καὶ νὰ ἀνακινῆται τὸ μίγμα δ' ὑαλίνης ράβδου. Τὸ πυκνὸν καὶ ψυχρὸν θεικὸν ὀξύ ἀπορροφᾷ τοὺς ὑδατομοὺς καὶ χρησιμεύει πρὸς ἀποξήρανσιν ἀερίων κλπ. Αἱ ὀργανικαὶ οὐσίαι, ὡς ὁ χάρτης, τὸ ξύλον, τιθέμενα ἐντὸς αὐτοῦ, ἀπανθρακοῦνται.

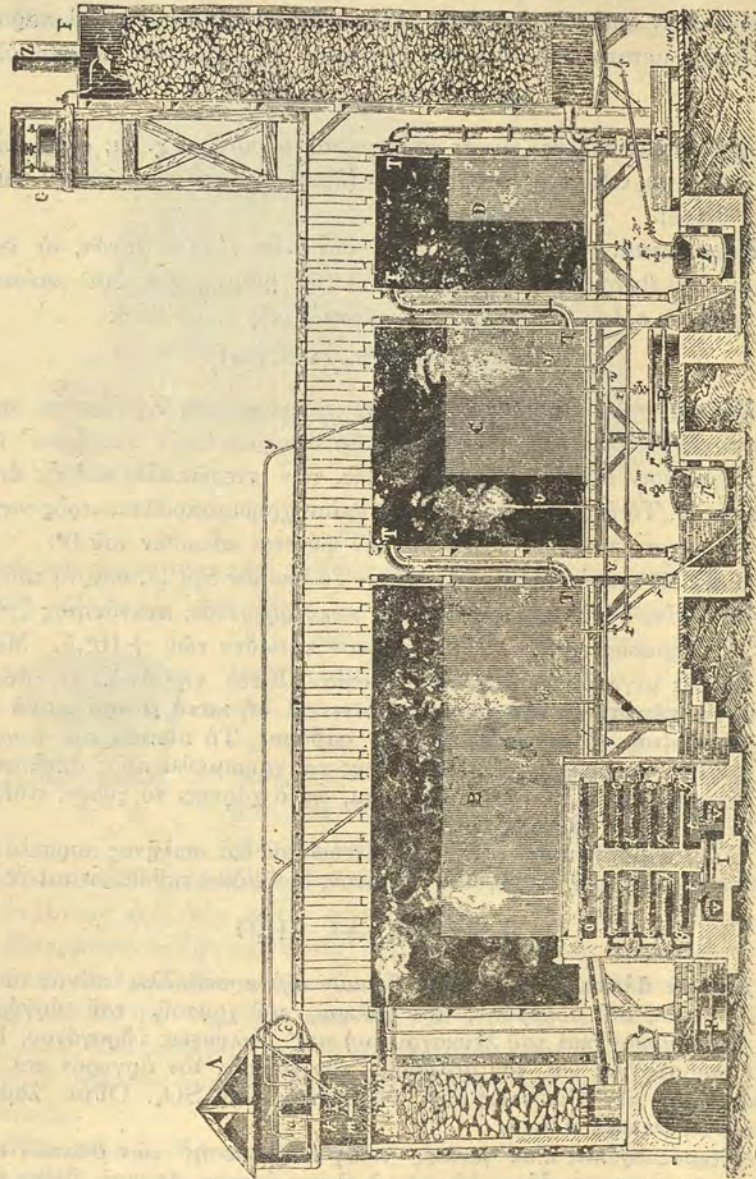
Ὅταν ἀτμοὶ θεικοῦ ὀξέος διοχετεύονται διὰ σωλῆνος πορσελάνης ἐρυθροπυρωθέντος, παράγεται ὀξυγόνον, διοξειδίου τοῦ θείου καὶ ὕδωρ:



Θεικὰ ἄλατα.—Τὸ ἀραιὸν θεικὸν ὀξύ προσβάλλει πάντα τὰ μέταλλα (ἐκτὸς τοῦ μόλυβδου, τοῦ χαλκοῦ, τοῦ χρυσοῦ, τοῦ ἀργύρου, τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ λευκοχρῦσου) μετ' ἐκλύσεως ὑδρογόνου. Πυκνὸν προσβάλλει καὶ τὸν μόλυβδον, τὸν χαλκόν, τὸν ἀργυρον καὶ τὸν ὑδραργυρον μετ' ἐκλύσεως οὐχὶ ὑδρογόνου ἀλλὰ SO₂. Οὕτω λαμβάνονται τὰ **θεικὰ ἄλατα**.

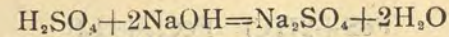
Ἄλλος τρόπος λίαν γενικὸς πρὸς παρασκευὴν τῶν θεικῶν εἶνε ὁ διὰ τῶν βάσεων. Π. γ. ἐὰν εἰς διάλυμα ἀραιὸν θεικοῦ ὀξέος ἐρυθρανθὲν διὰ βάρματος ἡλιοτροπίου προστεθῇ καυστικὸν νάτρον μέ-

χρῆς ὅτου τὸ διάλυμα καταστῆ κρυστῶν καὶ εἶτα τοῦτο ἐξατμισθῆ λαμ-

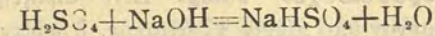


Σχ. 29

βάνεται **θεικὸν νάτριον** οὐδέτερον Na_2SO_4 ἤτοι



Διὰ ποσότητος καυστικῆς νάτρου δις μικροτέρας, λαμβάνεται ἕτερον θεικὸν ἄλας NaHSO_4 τὸ καλούμενον **ὄξιον θεικὸν νάτριον**:

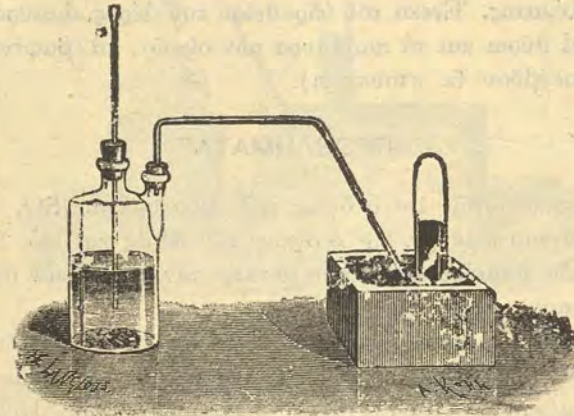


Παρασκευὴ.—Τὸ θεικὸν ὄξυ παρασκευάζεται βιομηχανικῶς ἐκ τοῦ διοξειδίου τοῦ θείου τοῦ λαμβανομένου διὰ καύσεως πυρίτου. Τὸ ἀέριον ὀξειδοῦται τότε διὰ μίαν τῶν ἐπομένων δύο μεθόδων.

1ον Εἰσάγεται ἀέριον μετ' ἀέρος καὶ ὕδατος καὶ νιτρικοῦ ὀξέος ἐντὸς μολυβδίνων θαλάμων B.C.D. (σχ. 29).

2ον Παρουσία σπόγγου ἐκ λευκοχρύσου τὸ SO_2 , τὸ ὁποῖον συλλέγεται ἐντὸς θεικοῦ ὀξέος καὶ εἶτα διὰ προσθήκης ὕδατος μετατρέπεται εἰς θεικὸν ὄξύ.

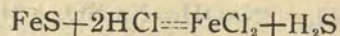
Χρῆσις.—Τὸ θεικὸν ὄξυ εἶνε ἐκ τῶν σπουδαιότερων χημικῶν



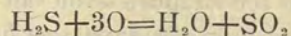
Σχ. 30

προϊόντων. Δὲν ὑπάρχει σχεδὸν βιομηχανία, μὴ χρησιμοποιοῦσα ἀμέσως ἢ ἐμμέσως τοῦτο. Τὰ πλεῖστα τῶν ὀξέων (νιτρικόν, φωσφορικόν, ἀνθρακικόν), λαμβάνονται ἐκ τῶν ἀλάτων των διὰ θεικοῦ ὀξέος. Χρησιμεύει εἰς τὴν παρασκευὴν θεικῶν ἀλάτων, τῆς σόδας, τοῦ αἰθέρος, τῶν λιπασμάτων, τὴν βαφικὴν, τὸν καθαρισμὸν τῶν ἐλαίων κλπ.

ΒΒ. Ὑδροθειον H_2S —Ὅταν χύνεται ἀραιὸν ὑδροχλωρικὸν ὄξυ ἐπὶ θειοῦχοι οἰδήρου (σχ. 30), ἐκλύεται ἀερίον τι λίαν δύσσομον καὶ ὑπομνησκον ὄζοντα ὡς ἢ τὰ μεταλλικὰ ὕδατα, τὰ καλούμενα **θειοῦχα**. Τὸ ἀέριον τοῦτο καλεῖται **ὕδροθειον**. Ἡ ἀντίδρασις εἶνε:



Εἶνε ἀέριον ἄχρουν λίαν χαρακτηριστικῆς ὁσμῆς, διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ, παρέχον τὸ *ὕδροθειοῦχον ὕδωρ*. Εἶνε δηλητηριῶδες, εἶδ. βάρ. 1,18, ὑγροποιούμενον ὑπὸ πίεσιν 17 ἀτμοσφ. ἢ ψῦξιν 74°. Καίεται ἐν τῷ ἀέρι μετὰ κτανῆς φλογός, ὅτε παράγεται SO₂ καὶ ὕδωρ.



Ἐὰν ἡ ποσότης τοῦ ὀξυγόνου δὲν εἶνε ἀρκετή, ἐκ τῆς καύσεως σχηματίζεται ὕδωρ καὶ ἀποτίθεται θειόν. Ἐνοῦται εἰς κατάλληλον θερμοκρασίαν μετὰ πλείστων μετάλλων, ὡς ὁ χαλκός, ὁ ἄργυρος. Παρουσία ὑγρασίας, ὁ ἄργυρος προσβάλλεται εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ καθίσταται μελανός ἐκ θειοῦχου ἀργύρου. Ἐπιδρᾷ ἐπὶ διαλυμάτων τινῶν μεταλλικῶν ἀλάτων καὶ παρέχει ἀδιάλυτα θειοῦχα διαφόρων χρωμάτων, δι' ὧν πολλάκις ἀνευρίσκεται τὸ εἶδος τοῦ μεταλλοῦ τοῦ διαλύματος. Ἐνεκα τοῦ ὕδροθειοῦ τοῦ ἀέρος, ἀμαυροῦνται σὺν τῷ χρόνῳ αἱ θύραι καὶ τὰ παράθυρα τῶν οἰκῶν, τὰ βαφέντα δι' ἀνθρακικοῦ μολύβδου (κ. στουπέτσι).

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Νὰ ὑπολογισθῇ 1ον ὁ ὄγκος τοῦ παραγομένου SO₂ διὰ φρύξεως ἐνὸς τόννου πυρίτου. 2ον ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος καὶ τὸ βάρος τοῦ ὕδρατμοῦ, τῶν ἀπαιτουμένων πρὸς μετατροπὴν εἰς θεικὸν ὀξύ, 3ον τὸ βάρος τοῦ παραγομένου ὀξέος.

2. Ποῖος ὄγκος διαλύματος κανστικοῦ νάτρου ἀπαιτεῖται (περιεκτικότης 80 γρ. κατὰ λίτρον), πρὸς ἐξουδετέρωσιν τοῦ θεικοῦ ὀξέος, τοῦ περιεχομένου εἰς 250 γρ. ὀξέος τοῦ ἔμπορίου τῶν 15% πραγματικοῦ ὀξέος;

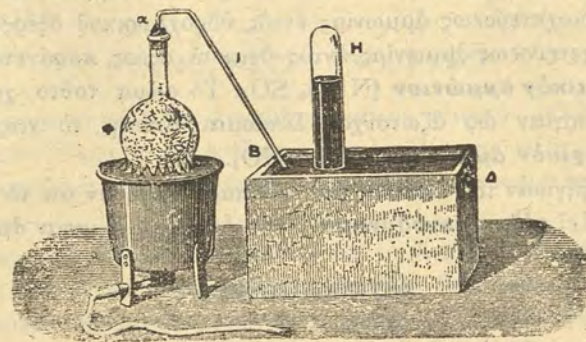
3. Πόσον ὕδροθειον λαμβάνεται δι' ἐπιδράσεως θεικοῦ ὀξέος ἐπὶ 44 γρ. θειοῦχου σιδήρου; Πόσον θεικὸν ὀξύ τῶν 25% πραγματικῶν ἀπαιτεῖται πρὸς τοῦτο; Ποῖος ὄγκος ἀέρος πρέπει νὰ ἀναμιχθῇ μετὰ τοῦ παραχθέντος ἀερίου πρὸς τελείαν καῦσιν τοῦτου;

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΑΜΜΩΝΙΑ NH₃=17

§6. Προέλευσις καὶ ἰδιότητες τῆς ἀμμωνίας.—Διάφοροι οὐσίαι ἐκ τοῦ ἐνοργάνου κόσμου, ὡς τὰ οὐρα, ἢ κόπρος, ἐκτιθέμεναι εἰς τὸν ἀέρα, σήπονται. Κατὰ τὴν σήψιν ταύτην, παράγεται ἀέριόν τι, τὸ καλούμενον *ἀμμωνία*, τὸ ὁποῖον εἶνε ἔνωσις τοῦ ἀζώτου μετὰ τοῦ ὕδρογόνου, ἤτοι NH₃.

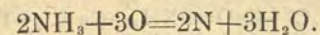
Ἡ ἀμμωνία ἔχει ὁσμὴν ὀξεῖαν, προκαλοῦσαν τὰ δάκρυα καὶ ἀποπνιγμόν, εἶνε ἄχρως καὶ ὑγροποιεῖται εἰς 15° ὑπὸ πίεσιν 7 ἀτμοσφαι-



Σγ. 31

ρῶν περίπου. Ἐχει πυκνότητα 0,596, εἶνε λίαν διαλυτὴ εἰς τὸ ὕδωρ (εἰς 0° τὸ ὕδωρ ἀπορροφᾷ χιλιάκις τὸν ὄγκον του) καὶ ἰσχυρὰ βάσις. Δι' ἐπιδράσεως ἠλεκτρικῶν σπινθήρων ἀποσυντίθεται εἰς ἀζωτον καὶ ὕδρογόνον.

Τὸ ὀξυγόνον δὲν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς ἀμμωνίας εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Ἡλεκτρικὸς ὅμως σπινθήρ, παραγόμενος ἐντὸς μίγματος 4 ὀγκων ἀμμωνίας καὶ 3 ὀγκων ὀξυγόνου, προκαλεῖ ἔκρηξιν ἢ ἀμμωνία ἀποσυντετέθη καὶ τὸ ὕδρογόνον τῆς ἠνώθη μετὰ τοῦ ὀξυγόνου εἰς ὕδωρ, ἐνῶ τὸ ἀζωτον ἠλευθερώθη, ἤτοι



Ἡ ἀμμωνία ἀναφλέγεται ἐντὸς τοῦ ὀξυγόνου μετὰ κίτρινης φλογός. **Παρασκευή.** Διὰ θερμάνσεως *ἀμμωνιακοῦ ἀλατος* (κ. νισαντήρι)

καὶ ἀσβέστου, παράγεται ἀμμωνία (σχ. 31), ἣτις συλλέγεται εἰς δοχεῖα Ἡ κενὰ ἢ πλήρη ὕδραργύρου καὶ οὐχὶ ὕδατος (1).

Χρῆσις.—Ἡ ἀμμωνία χρησιμεύει, εἰς μεγάλα ποσά, πρὸς παρασκευὴν τῆς σόδας καὶ διαφόρων ἀμμωνιακῶν ἀλάτων, ἐν ὕγρα δὲ καταστάσει, πρὸς παρασκευὴν πάγου δι' ἐξατμίσεώς της.

57. Ἀμμωνιακὰ ἄλατα.—Ἐκ τῆς ἐπιδράσεως ὀξέος ἐπὶ ἀμμωνίας, παράγεται σῶμα στερεόν, κρυσταλλικόν, διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ καὶ παρόμοιον ὑπὸ πᾶσαν ἐποψιν πρὸς τὰ μεταλλικὰ ἄλατα, τὰ προερχόμενα ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὀξέος. Π. χ. ἐκ τῆς ἐπιδράσεως ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ ἀμμωνίας, παράγεται τὸ *χλωριοῦχον ἀμμώνιον* NH_4Cl (ἀμμωνιακὸν ἄλας). Δι' ἀπλῆς προσεγγίσεως φιάλης ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος εἰς πυκνὸν διάλυμα ἀμμωνίας, παράγονται πυκνοὶ καπνοὶ λευκοὶ ἐκ χλωριούχου ἀμμωνίου. Τὸ ἄλας τοῦτο λαμβάνεται βιομηχανικῶς, διὰ διοχετεύσεως ἀμμωνίας ἐντὸς ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος.

Διὰ διοχετεύσεως ἀμμωνίας ἐντὸς θειικοῦ ὀξέος, παράγεται ἕτερον ἄλας, τὸ *θειικὸν ἀμμώνιον* $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Τὸ σῶμα τοῦτο χρησιμεύει εἰς τὴν γεωργίαν ὡς ἄζωτοῦχον λίπασμα. Ἐπίσης, τὸ νιτρικὸν ὀξύθιδριον τὸ *νιτρικὸν ἀμμώνιον* $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$.

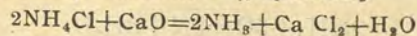
Πρὸς ἐξηγήσιν τῶν ἀλάτων τούτων, παρεδέχθησαν ὅτι τὸ σύνολον NH_4 ἀποτελεῖ *ριζαν μονοδύναμον*, τὴν ὁποίαν ὠνόμασαν *ἀμμώνιον*.

ΝΙΤΡΙΚΑ ΑΛΑΤΑ

58. Νιτρικὸν νάτριον καὶ νιτρικὸν κάλιον.—Εἰς τὸ ἔδαφος μερῶν τινῶν τῆς Χιλιῆς, εἰς βάθος 0,5 ἕως 3 μέτρων, εὐρίσκονται εἰς μεγάλας ποσότητας *νιτρικὸν νάτριον* NaNO_3 μεμιγμένον μετ' ἄλλων ἀλάτων, κατὰ στρώματα πάχους μέχρι 5 μέτρων. Ἐκ τῶν στρωμάτων τούτων, ἀποτέμνονται ὄγκοι μεγάλοι, οἱ ὁποῖοι, ἀφοῦ θραυσθοῦν, ρίπτονται εἰς θερμὸν ὕδωρ. Διὰ ψύξεως τοῦ σχηματιζομένου διαλύματος, λαμβάνεται τὸ νιτρικὸν νάτριον εἰς κρυστάλλους.

Εἰς τὴν Αἴγυπτον καὶ τὰς Ἰνδίας, μετὰ τὴν ἐποχὴν τῶν βροχῶν, παρατηροῦνται εἰς τὸ ἔδαφος λευκοὶ κρύσταλλοι ἐκ *νιτρικοῦ καλίου*

(1) Ἡ ὀξείδρασις παρίσταται ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως

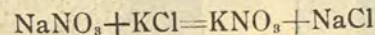


Ἐπίσης, ἡ ἀμμωνία λαμβάνεται δι' ἠπίας θερμάνσεως τοῦ ἐντὸς τοῦ ὕδατος διαλύματός της. Ἡ βιομηχανία λαμβάνει τὴν ἀμμωνίαν εἰς μεγάλα ποσά ἐκ τῶν κατὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ φωταερίου προερχομένων ὑδάτων.

KNO_3 , τὸ ὁποῖον καλεῖται *νίτρον*. Πιχρόμοια ἐξανθήματα παρατηροῦνται καὶ ἐπὶ τῶν τοίχων σταύλων, ἀπαχωρητηρίων κλπ. ἀποτελούμενα ἐκ νιτρικῶν ἀλάτων καλίου, νατρίου καὶ ἰδίως ἀσβεστίου. Διὰ τῶν εἰς τὸ ἔδαφος σχηματιζομένων τοιούτων νιτρικῶν ἀλάτων, τρέφονται τὰ φυτὰ.

Σχηματισμὸς τῶν νιτρικῶν ἀλάτων.—Διὰ σήψεως ἄζωτοῦχων οὐσιῶν, ζωϊκῶν ἢ φυτικῶν, τοῦ ἐδάφους ὀφειλομένης εἰς μικροοργανισμούς, παράγεται *ἀμμωνία*, ἡ ὁποία ὀξειδοῦται καὶ τοιουτρόπως παράγεται *νιτρικὸν ὀξύθιδριον*. Τοῦτο ἐπιδρῶν ἐπὶ τῶν ἀλάτων τοῦ ἐδάφους (χλωριοῦχον νάτριον, ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον, κλπ.) παράγει τὰ νιτρικὰ ἄλατα.

Νῦν τὸ πλεῖστον τοῦ νιτρικοῦ καλίου τοῦ ἐμπορίου παρασκευάζεται διὰ διπλῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ φυσικοῦ νιτρικοῦ νατρίου καὶ τοῦ χλωριούχου καλίου.

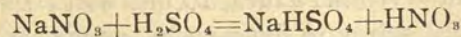


Ἡτοι νιτρικὸν νάτριον, χλωριοῦχον κάλιον, νιτρικὸν κάλιον, χλωριοῦχον νάτριον. Δηλαδή εἰς διάλυμα ζέον NaNO_3 προστίθεται KCl , τὸ ὑγρὸν ἐξατμίζεται καὶ τὸ βαθμηδὸν ἀποσυντιθέμενον μαγειρικὸν ἄλας ἀφαιρεῖται

Ἰδιότητες.—Τὸ νιτρικὸν κάλιον καὶ τὸ νιτρικὸν νάτριον εἶνε διαλυτὰ εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἀποσυντιθενται διὰ τῆς θερμάνσεως, παρέχοντα τότε ὀξυγόνον. Μίγμα ἐξ αὐτῶν μετὰ σώματος, ὡς ὁ ἀνθραξ, τὸ θεῖον σχηματίζει σῶμα εὐφλεκτον διὰ θερμάνσεως, ἔστω καὶ ἀπουσία ἀέρος.

Χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν κατασκευὴν πυριτίδων, βεγγαλικῶν φώτων κλπ.

59. Νιτρικὸν ὀξύθιδριον.—**Παρασκευὴ.**—Ἡ βιομηχανία παράγει τὸ νιτρικὸν ὀξύθιδριον, διὰ θερμάνσεως ἠπίας νιτρικοῦ νατρίου μετὰ θειικοῦ ὀξέος ἐντὸς κυλίνδρων χυτοσιδηρῶν (σχ. 32). Παράγεται τότε *νιτρικὸν ὀξύθιδριον* καὶ *ὀξινον θειικὸν νάτριον*.



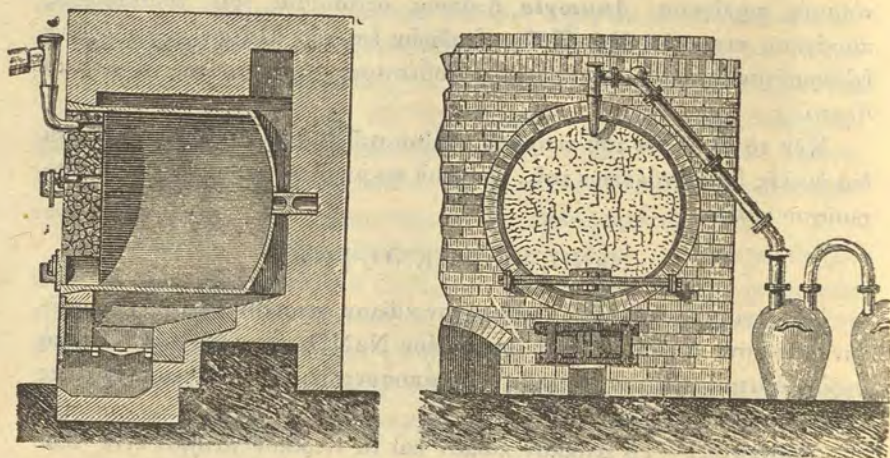
Οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὀξέος συμπυκνώνονται καὶ συλλέγονται εἰς δοχεῖα περιεχοντα ὕδωρ.

Κατὰ τελευταίαν μέθοδον, τὸ νιτρικὸν ὀξύθιδριον παρασκευάζεται ἢ βιομηχανία δι' ἀμέσου ἐνώσεως τοῦ ἄζωτου μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ τῶξου, ὅτε παράγεται *ὀξειδίου τοῦ ἄζωτου* NO , τὸ ὁποῖον, ἐνούμενον μετὰ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος, μετατρέπεται εἰς *διο-*

ξείδιον τοῦ ἀζώτου NO₂. Διὰ διοχετεύσεως τούτου ἐντὸς ὕδατος, παράγεται τὸ νιτρικὸν ὀξύ.

Ἰδιότητες.—Τὸ καθαρὸν νιτρικὸν ὀξύ εἶνε ὑγρὸν ἄχρουν, πυκνότητος 1,52, ζέον εἰς 86° καὶ στερεοποιούμενον εἰς -47°. Ἀναδίδει ἀτμούς εἰς τὸν ἀέρα, οἱ ὅποιοι μετὰ τῶν ὑδατιῶν τούτου σχηματίζουν λευκοὺς καπνοὺς, λίαν ἐπικινδύνους ἐὰν εἰσπνέωνται.

Τὸ σύνηθες τοῦ ἐμπορίου καθαρὸν νιτρικὸν ὀξύ εἶνε ἄχρουν, περιέ-



Σχ. 32

χει 32% ὕδωρ, ἔχει πυκνότητα 1,42 καὶ βράζει εἰς 123°. Ἐκτὸς τούτου τὸ ἐμπόριον παρέχει καὶ ἀκάθαρτον ἀτμίζον νιτρικὸν ὀξύ, τὸ ὁποῖον εἶνε ἐρυθρὸν καὶ περιέχει ἀτμούς NO₂. Τὸ πυκνὸν νιτρικὸν ὀξύ, ἀποσυντίθεται εὐκόλως διὰ τῆς θερμότητος ἢ τοῦ ἡλιακοῦ φωτός εἰς NO₂, ὀξυγόνον καὶ ὕδωρ.

Τὸ νιτρικὸν ὀξύ **προσβάλλει πάντα τὰ μέταλλα**, ἐκτὸς τοῦ χρυσοῦ καὶ τοῦ λευκοχρύσου, ἤτοι εἶνε **ἰσχυρὸν διαλυτικὸν**. Τοιοῦτοτρόπως, σχηματίζονται τὰ **νιτρικὰ ἄλατα**, ἀλλ' οὐδέποτε ἐκλύεται ὑδρογόνον.

Τὸ νιτρικὸν ὀξύ, τείνον νὰ ἀποσυντεθῆ, **παραχωρεῖ εὐκόλως τὸ ὀξυγόνον** του εἰς **πολλὰ σώματα**, ἤτοι εἶνε **δραστήριον ὀξειδωτικὸν**. Π. χ. ὀξειδοῖ τὸ θειὸν πρὸς σχηματισμὸν θειικοῦ ὀξέος, τὸν φωσφόρον πρὸς σχηματισμὸν φωσφορικοῦ ὀξέος κλπ.

Προσβάλλει καὶ ὀξειδοῖ τὰς ὀργανικὰς οὐσίας. Κατατρώγει τὸ δέρμα, (προκαλοῦν δυσιάτους πληγὰς) καὶ τὰ ἐνδύματα.

Ἐφαρμογαί.—Χρησιμεύει εἰς τὴν παρασκευὴν τοῦ θειικοῦ ὀξέος.

νιτρικῶν ἀλάτων καὶ ἐνώσεων εἴτε ἐκρηκτικῶν (βροντώδης ὑδράργυρος, βαμβακοπυρίτις κλπ.) εἴτε ἐχουσῶν ἐφαρμογὴν ἐν τῇ παρασκευῇ τῶν χρωμάτων. Ἐπίσης, πρὸς διάλυσιν τῶν μετάλλων καὶ χωρισμὸν αὐτῶν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Ἐπὶ πόσου ἀμμωνιακοῦ ἄλατος πρέπει νὰ ἐπιδράσῃ ἄσβεστος ἵνα ἔχωμεν 100 λίτρα ἀμμωνίας;

2. Ἐντὸς εὐδιομέτρου εἰσάγομεν 20 κυβ. ἐκ. ἀερίου, τὸ ὁποῖον προέρχεται ἐκ παρατεταμένης ἐνεργείας ἠλεκτρικῶν σπινθήρων ἐπὶ ἀμμωνίας, καὶ 20 κυβ. ἐκ. ὀξυγόνον. Κατόπιν προκαλοῦμεν σπινθήρα ἠλεκτρικὸν ὅτε παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τὴν ἐκρηξιν παραμένουν 17, 5 κυβ. ἐκ. ἀερίου. Εἰς τὸ εὐδιόμετρον εἰσάγομεν τεμάχιον φωσφόρου καὶ παρατηροῦμεν, μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου, ὅτι μένουν 5 κυβ. ἐκ. ἀερίου. Ποῖον εἶνε τὸ ἀέριον τοῦτο; Ποία ἡ σύστασις τῆς ἀμμωνίας.

3. Τεμάχιον φυτικῆς γῆς περιέχει ποσότητά τινα νιτρικῶν ἀλάτων ἀντιστοιχοῦσαν εἰς 0,189 γρ. νιτρικοῦ ὀξέος. Νὰ ὑπολογισθῇ ἴον τὸ βάρος τοῦ NH₄OH, τοῦ ὁποῖου ἡ ὀξειδωσις παρέσχε τὴν ποσότητα ταύτην τοῦ ὀξέος. 2ον τὰ βάρη τοῦ νιτρικοῦ καλίου καὶ τοῦ νιτρικοῦ ἄσβεστιοῦ, ἅτινα θὰ περιεῖχον τὸ προηγούμενον ὀξύ.

4. Νὰ παραβληθοῦν τὰ βάρη τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, ἅτινα λαμβάνονται δι' ἀποσυνθέσεως 1 χιλιογρ. νιτρικοῦ νατρίου καὶ 1 χιλιογρ. νιτρικοῦ καλίου διὰ τοῦ θειικοῦ ὀξέος. Ποῖα εἶνε τὰ ἀντιστοιχοῦντα βάρη τοῦ ἀναγκαίου θειικοῦ ὀξέος, δοθέντος ὅτι τὸ χρησιμοποιούμενον ὀξύ περιέχει 22% τοῦ βάρους του ὕδωρ;

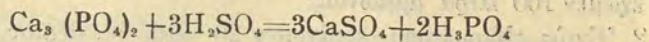
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η΄.

ΦΩΣΦΟΡΙΚΟΝ ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ

60. Φωσφορικὸν ἄσβεστιον.—Τὰ ὅσα περιέχουν, κατὰ τὸ τρίτον τοῦ βάρους των, οὐσίαν τινα ὀργανικὴν. Τὸ ἐπίλοιπον μέρος εἶνε μίγμα ἀλάτων τοῦ ἄσβεστιοῦ, **φωσφορικοῦ** κατὰ τὰ $\frac{1}{6}$, **ἀνθρακικοῦ** κατὰ τὸ $\frac{1}{6}$. Διὰ θερμάνσεως τῶν ὁσῶν εἰς τὸν ἀέρα, αἱ ὀργανικαὶ οὐδαὶ καίονται καὶ ἀπομονοῦται τὸ ἐπίλοιπον μεταλλικὸν μέρος.

Τὸ φωσφορικὸν ἀσβέστιον εὐρίσκεται, ὡς φυσικόν, εἰς τὸ ἔδαφος μερῶν τινῶν τῆς Γαλλίας καὶ τοῦ Ἀλγερίου, μίμικμένον μετ' ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου καὶ χρησιμεύει ὡς *λίπασμα* εἰς τὴν γεωργίαν καὶ πρὸς παρασκευὴν *φωσφορικοῦ ὀξέος* καὶ *φωσφόρου*.

61 Φωσφορικὸν ὀξύ.— $H_3PO_4=98$.—Τὰ ἀποτεφρωθέντα ὅστ' ἢ τὸ φυσικὸν φωσφορικὸν ἀσβέστιον μίγνυνται μετ' ἀρκουῦ θειικοῦ ὀξέος, ὅτε παράγεται *θεικὸν ἀσβέστιον* καὶ *φωσφορικὸν ὀξύ*.



Τὸ ἀποτιθέμενον ἀδιάλυτον θεικὸν ἀσβέστιον ἀποχωρίζεται, τὸ δὲ ἀπομένον διάλυμα τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος, συμπυκνούμενον διὰ θερμάνσεως, κρυσταλλοῦται. Τὸ φωσφορικὸν ὀξύ λαμβάνεται εἰς κρυστάλλους εὐδιάλυτους ἐν ὕδατι. Μετὰ βάσεων παρέχει τὰ *φωσφορικὰ ἅλατα*.

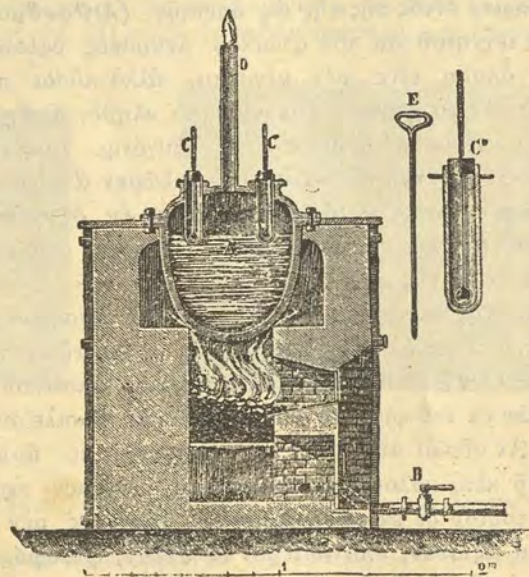
62. Φωσφόρος.—Ὁ *φωσφόρος*, κληθεὶς οὕτω διότι λάμπει εἰς τὸ σκότος (φωσφορίζει), ἐξάγεται ἐκ τῶν ὀστῶν τῶν ζώων. Τὰ ἐκ φωσφορικοῦ ἀσβεστίου κυρίως συνιστάμενα ὅστ' ἀποτεφροῦνται, ἢ τέφρα αὐτῶν μίγνυνται μετὰ θειικοῦ ὀξέος καὶ τὸ ἐκ τῆς ἀναμίξεως ταύτης παραγόμενον ὄξιον φωσφορικὸν ἀσβέστιον πυροῦται μετ' ἀνθρακος, δι' οὗ μέρος τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος ἀνάγεται, παρέχον τὸν *φωσφόρον* αὐτοῦ. Ἡ πύρωσις γίνεται ἐντὸς κερατινῶν, τῶν ὁποίων τὸ ἄκρον ἐμβαπίζεται ἐν ἀγγεῖῳ, περιέχοντι ὕδωρ ψυχρόν. Ὁ παραγόμενος ἀτμὸς τοῦ φωσφόρου, μόλις φθάσῃ εἰς τὸ ψυχρὸν ὕδωρ, πηγνυται καὶ συλλέγεται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ἀγγείου.

Ἰδιότητες.—Ὁ *φωσφόρος* εἶνε σῶμα στερεὸν καὶ παρουσιάζεται ὑπὸ δύο ἀλλοτροπικὰς μορφάς, ὡς *κίτρινος φωσφόρος* καὶ ὡς *ἐρυθρὸς φωσφόρος*. Ὁ κίτρινος φωσφόρος εἶνε μαλακός, κόπτεται ὡς ὁ κηρὸς καὶ ἔχει εἶδ. βίω. 1, 83. τηκόμενος εἰς $44^{\circ},5$ καὶ ζέων εἰς $28,7^{\circ}$ ἔχει μεγάλην τάσιν πρὸς ἔνωσιν μετὰ τοῦ ὀξυγόνου καὶ φυλάσσεται ὑπὸ τὸ ὕδωρ. Εἶνε εὐανάφλεκτον σῶμα καὶ δέον νὰ λαμβάνεται διὰ λαβίδος καὶ οὐχι διὰ τῆς χειρὸς. Διαλύεται εἰς θειοῦχον ἀνθρακα. Εἶνε δηλητηριώδης, ὁσμῆς σκοροδῶδους, φωσφορίζει, ἐνῶ ὁ ἐρυθρὸς δὲν εἶνε δηλητηριώδης καὶ εἶνε ἄοσμος.

Ὁ ἐρυθρὸς *φωσφόρος* παράγεται διὰ θερμάνσεως τοῦ κίτρινου *φωσφόρου* μέχρι 250° ἐν ἀτμοσφαίρᾳ ἐστερημένῃ ὀξυγόνου (σχ. 33). Εἶνε κόνις ἐρυθρᾶ, ἄοσμος καὶ διαφέρει τοῦ κίτρινου *φωσφόρου*, καθόσον δὲν ἀλλοιοῦται ὡς ἐκεῖνος ἐν τῷ ἀέρι, δὲν φωτοβολεῖ εἰς τὸ σκό-

τος, εἶνε δύστηκτος σχετικῶς καὶ δύσφλεκτος καὶ ἀδιάλυτος εἰς θειοῦχον ἀνθρακα.

63. Πυρεῖα.—Ἡ κυριώτερα χρῆσις τοῦ *φωσφόρου* εἶνε ἐν τῇ κατασκευῇ τῶν *πυρείων*. Πρὸς τοῦτο κόπτονται μικρὰ ξυλάρια διὰ καταλλήλου μηχανῆς καὶ τὰ ἄκρα αὐτῶν ἐμβαπίζονται ἐντὸς τετηκό-
τος θείου, ἀφοῦ δὲ ξηρανθοῦν, βυθίζονται ἐντὸς μάζης, περιεχοῦσης



Σχ. 33

κίτρινον *φωσφόρον*, ἀναμειγμένον μετὰ κόμμεως ἢ κόλλας καὶ μικρᾶς ποσότητος νίτρου ἢ μινίου (*κοινὰ πυρεῖα ἀναφλεγόμενα* διὰ προστριβῆς ἐπὶ ἀνωμάλου ἐπιφανείας).

Ἄτερον εἶδος *πυρείων* εἶνε τὰ *ἀκίνδυνα* ἢ *σουηδικά*, μὴ περιέχοντα *φωσφόρον*, ἀλλὰ μόνον *χλωρικὸν κάλιο* καὶ *θειοῦχον ἀντιμόνιον* καὶ ἅτινα ἀναφλέγονται, προστριβόμενα ἐπὶ τῶν πλευρῶν τοῦ ἰδίου τῶν *πυρείων* κυτίου, αἱ ὁποῖαι φέρουν τὸ περιέχον *φωσφόρον* ἐρυθρὸν ἐπίχρισμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ΄.

ΑΝΘΡΑΞ C = 12

64. Ἄνθραξ.—Εἶνε γνωστὸν εἰς πάντας τὸ σῶμα, τὸ καλούμενον *ἄνθραξ* καὶ χρησιμεῖον συνήθως ὡς καύσιμος ὕλη. Τὸν ἄνθρακα τοῦτον εἶτε παρασκευάζομεν τεχνικῶς π.χ. ἐκ ξύλων (*ξύλάνθραξ*), εἶτε ἀνευρίσκομεν ἐντὸς τῆς γῆς ὡς ὄρυκτον (*λιθάνθραξ*, *λιγνίτης* κλπ.) Τοῦ τε τεχνητοῦ καὶ τοῦ φυσικοῦ ἄνθρακος ὑφίστανται πολλαὶ ποικιλίαι, αἱ ὁποῖαι εἶνε μὲν μίγματα, ἀλλὰ πᾶσαι περιέχουν ὡς κύριον συστατικὸν τὸ χημικὸν στοιχεῖον, τὸ κληθὲν *ἄνθραξ*. Ὡς εἶδομεν, κατὰ τὴν καῦσιν τοῦ ἄνθρακος ἐν ὀξυγόνῳ, λαμβάνεται ἀέριον ἄχρον, τὸ διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος. Θὰ καλῶμεν ἄνθρακα *πᾶν σῶμα μὴ ὀξυγονοῦχον, ὅπερ, καιόμενον τελείως ἐν ὀξυγόνῳ, παρέχει διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος*. Σῶμά τι οἰονδήποτε ἀναγνωρίζομεν ὅτι περιέχει ἄεθρακα ἐκ τῆς παρουσίας διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος μεταξὺ τῶν προϊόντων τῆς καύσεως τοῦ σώματος. Ὁ *γραφίτης*, ὁ *ἀδάμας* εἶνε ἄνθρακες, διότι καιόμενοι τελείως παρέχουν διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος.

Ὁ ἄνθραξ εἶνε λίαν διαδεδομένον στοιχεῖον, ἀποτελοῦν τὸ κύριον συστατικὸν τῶν ἐκ τοῦ φυτικοῦ καὶ τοῦ ζωικοῦ βασιλείου προερχομένων οὐσιῶν. Αἱ οὐσίαι αὗται, ὡς τὸ σάκχαρον, τὸ ἄμυλον, τὸ λεύκωμα τοῦ ὄου κλπ. καλούμεναι *ὀργανικαί*, ἐνέχουν πρωτίστως ἄνθρακα, πλὴν τούτου δὲ ἐκ τῶν στοιχείων συνήθως μὲν *ὕδρογονον, ὀξυγόνον* καὶ *ἄζωτον*, σπανιώτερον δὲ *θεῖον, φωσφόρον, χλώριον* κλπ. Ἄλλὰ καὶ εἰς τὸν ἀνόργανον κόσμον ἀνευρίσκεται ὁ ἄνθραξ εἶτε ἐλεύθερος (*ἀδάμας, γραφίτης*), εἶτε ἠνωμένος, ὡς ἄνθρακικὸν ἄλας (μάρμαρον, ἀσβεστόλιθος, κιμαλία), διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος εἰς τὸν ἀέρα κλπ. Αἱ ἐνώσεις τοῦ ἄνθρακος, ἕνεκα τοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ των, σπουδάζονται ἰδιαιτέρως εἰς τὴν *ὀργανικὴν χημίαν*.

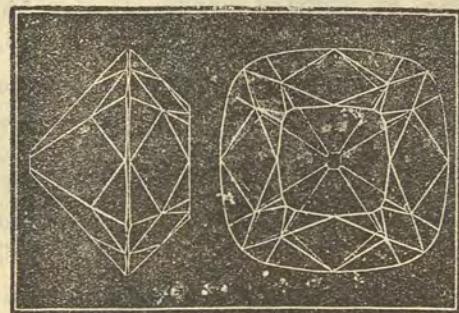
Ὁ ἀδάμας καὶ ὁ γραφίτης εἶνε κρυσταλλικαὶ μορφαὶ τοῦ ἄνθρακος. Ἄν ὑφίσταται ὅμως ὁ ἄνθραξ καὶ ὑπὸ ἄλλας ποικιλίας ἀμόρφους, αἱ κυριώτεραι ποικιλίαι αὐτοῦ εἶνε αἱ ἐξῆς.

65. Ἀδάμας.—Ὁ ἀδάμας εἶνε ἄνθραξ κρυσταλλικὸς καὶ σχεδὸν καθαρὸς. Θερμαινόμενος ἐν κλειστῷ χώρῳ ἀπουσία ἀέρος μέχρι 3500° οὐδεμίαν ὑφίσταται μεταβολήν· μετὰ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην μετατρέπεται εἰς γραφίτην. Ἔχει πυκνότητα 3,4—3,6, ἥτις εἶνε μεγαλύτερα τῆς τῶν λοιπῶν εἰδῶν τοῦ ἄνθρακος. Εἶνε μὲν σῶμα εὐθραστον, ἀλλὰ καὶ τὸ σκληρότερον τῶν σωμάτων, διὸ χαράσσει πάσας τὰς οὐ-

σίας (ὑαλον κλπ.) Ἡ ἐπεξεργασία του γίνεται διὰ τῆς ἰδίας του κόψεως μιγνυμένης μετ' ἐλαίου. Εὔρηται ἐν Ἰνδία, Βραζιλίᾳ, Τρανσβαλ, Αὐστραλίᾳ καὶ Νοτίῳ Ἀμερικῇ. Θλᾶ τὸ φῶς ἰσχυρῶς καὶ ἔχει μεγάλην λάμψιν καὶ διαφάνειαν, ἥτις καταφαίνεται ἰδίως μετὰ τὴν κατεργασίαν του, καθόσον οἱ ἀνευρισκόμενοι ἀδάμαντες συνήθως ἔχουν τὴν ἐπιφανείαν των ἀδιαφανῆ. Τοὺς ἀδάμαντας τούτους ἀποξέουν (τέμνουσι) καὶ σχηματίζουν τοὺς κοσμητικοὺς λίθους, τοὺς ὁποίους, ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ καὶ τοῦ εἶδους τῶν ἐδρῶν, τῶν παρασκευασθεισῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας των διακρίνουν εἰς τὸ ἐμπόριον α' εἰς *ροδά* (κ. ροζέταις) ἢ ἀπλῶς *ἀδάμαντας* (σχ. 34) καὶ β' εἰς *ἐκλάμπρους* (κ. μπριλάντια) (σχ. 35).



Σχ. 34



Σχ. 35

Τὰ ρόδα ἔχουν βάσιν ἐπίπεδον, ἐκ τῆς ὁποίας ἄρχονται αἱ ἔδραι καὶ ἀπολήγουν ἄνω εἰς αἰχμηρὰν κορυφήν. Οἱ ἐκλάμπροι ἔχουν σχῆμα δύο πυραμίδων προσκεκολλημένων διὰ τῶν βάσεων των καὶ ἀπολήγουν ἄνω εἰς ἐπίπεδόν τι μέρος, τὸ ὁποῖον καλεῖται *τράπεζα*. Ὁ βαθμὸς λάμψεως τῶν ἀδαμάντων ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐδρῶν των.

66. Γραφίτης.—Οὗτος ἀνευρίσκεται ἐν Σιβηρίᾳ, Ἀγγλίᾳ κλπ. συνήθως κρυσταλλικὸς. Εἶνε μέλας ἀδιαφανῆς, λάμψεως μεταλλικῆς, πυκνότητος 2, 55, Τριβόμενος ἐπὶ τοῦ χάρτου ἀφήνει ἴχνη μελανὰ, διὸ χρησιμεύει πρὸς κατασκευὴν μολυβδοκοινυλίων.

Ὁ γραφίτης εἶνε καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τῆς θερμότητος, διὸ ὑπὸ μορφήν κόνεως ἐφαρμόζεται ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν μητρῶν τῆς γαλβανοπλαστικῆς. Διὰ γραφίτου ἐπαλείφονται σιδηρὰ ἀντικείμενα (θερμάστρα κλπ.), ἵνα μὴ ὀξειδωθοῦν.

67. Γαιάνθρακες.—Οὔτοι ἀνευρίσκονται εἰς τὸ ἔδαφος ὡς ὄρυκτὰ καὶ προέρχονται ἐξ ἀποσυνθέσεως φυτῶν καταχωσθέντων κατὰ γεωλογικὰς περιόδους ἀρχαιοτάτας. Ὅσον δὲ ἀρχαιότερος εἶνε ὁ γαιάνθραξ, τόσο πλουσιώτερος εἰς ἄνθρακα, συμπαγέστερος καὶ πυκνότερος εἶνε οὗτος.

Εἶδη γαιάνθρακος εἶνε ὁ *ἄνθρακίτης*, ὁ *λιθάνθραξ*, ὁ *λιγνίτης* καὶ ἡ *τύρφη*. Καὶ ὁ μὲν ἄνθρακίτης εἶνε συμπαγῆς, μέλας καὶ

σιλπνός και περιέχει 90—99% άνθρακα. Αποτελεῖ λαμπράν καύσιμον ὕλην.

Ὁ *λιθάνθραξ* εἶνε ὀλιγότερον ἀρχαῖος ἢ ὁ ἀνθρακίτης, περιέχει 74—94% άνθρακα, λάμπει και παρουσιάζει ἐνίοτε ἀποτυπώματα φύλλων ἢ κορυμῶν δένδρων (σχ. 36), δι' ὧν ἀναγνωρίζεται ἡ φύσις τῶν καταστραφέντων φυτῶν.



Σχ. 36

Ὁ *λιγνίτης* (ἐξορυσσόμενος παρ' ἡμῶν ἐν Κύμῃ, Ἀλιβερίῳ, Ὠρωπῷ και ἀλλαχοῦ) εἶνε νεώτερος τῶν προηγουμένων, περιέχει 55—79% άνθρακα και ἀποτελεῖ καύσιμον ὕλην μετρίως ἀξίας.

Ὁ *τύρφη* ἢ *τελματάνθραξ* εἶνε νεώτατον εἶδος, παραχθὲν και παραγόμενον ἔτι διὰ τῆς σήψεως φυτῶν, βλαστησάντων ἰδίως ἐν τέλμασι. Περιέχει 53—58% άνθρακα και χρησιμεύει ἐν ἀνάγκῃ ὡς καύσιμος ὕλη.

68. Τεχνητὸς άνθραξ.—Ὁ άνθραξ ἀποτελεῖ τὸ κύριον συστατικὸν τῶν οὐσιῶν τοῦ ζωικοῦ και τοῦ φυτικοῦ κόσμου. Ὅταν θερμαίνονται αἱ οὐσίαι αὗται ἐν κλειστῷ χώρῳ, παράγονται πητικὰ σώματα και ἀπομένει άνθραξ. Ὁ άνθραξ οὗτος θὰ εἶνε καθαρὸς, ἐὰν αἱ ληφθεῖσαι οὐσίαι δὲν περιέχουν σώματα, ὡς τὰ μέταλλα, τὸ πυρίτιον και τὸ βόριον.

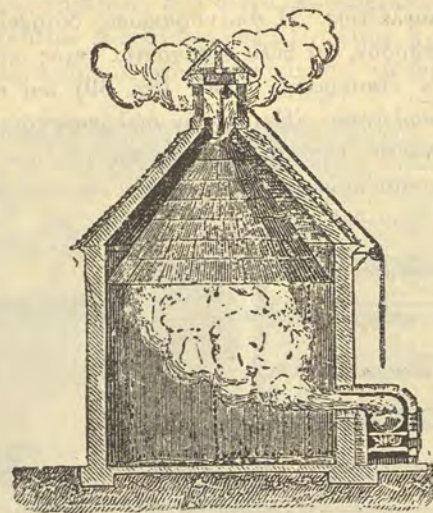
Ἄνθραξ τοῦ σακχάρου.—Ὅταν π.χ. θερμαίνεται σάκχαρον ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλήνος, ἐκλύονται ἀτμοὶ και ἀπομένει άνθραξ μέλας, λίαν σιλπνός και εὐθραυστος, ὅστις εἶνε καθαρὸς.

Αἰθάλη (κ. φοῦμο).—Τὰ ἔλαια, τὰ λίπη και ἄλλαι ρητινώδεις οὐσίαι, καιόμεναι εἰς ἐλευθέρου ἀέρα, ἀναδίδουν φλόγα μετὰ καπνοῦ, ὅστις διοχετευόμενος ἐντὸς θαλάμου (σχ. 37) ἀποτίθεται ἐπὶ τῶν παρειῶν του και συλλέγεται. Ἡ συλλεγομένη αὕτη αἰθάλη εἶνε λεπτὸς άνθραξ και χρησιμεύει εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς τυπογραφικῆς μελάνης.

Ζωϊκὸς άνθραξ.—Δι' ἀπανθρακώσεως ζωϊκῶν οὐσιῶν (ὀστέων, αἵματος κλπ.) ἐντὸς κλειστῶν χώρων, λαμβάνεται ὁ ζωϊκὸς άνθραξ (ὀστεάνθραξ, αἱματάνθραξ κλπ.), χρησιμεύων πρὸς ἀπόχρωσιν διαφόρων οὐσιῶν, π.χ. σιροπίων σταφίδος, σακχάρου κλπ.

Ὀπιάνθραξ (κ. κόκ).—Οὗτος εἶνε τὸ ὑπόλειμμα τῆς ἀποστά-

ξως τῶν λιθανθράκων ἢ τοῦ ἀνθρακίτου ἐντὸς τῶν κεράτων τῆς παρασκευῆς τοῦ φωταερίου και χρησιμεύει ὡς καύσιμος ὕλη.



Σχ. 37

Ξυλάνθραξ.—Δι ἐπιδράσεως τῆς θερμότητος ἐπὶ ξύλων, παραμένει ὑπόλειμμα, ἐξ άνθρακος κυρίως ἀποιοελούμενον και τὸ ὁποῖον καλεῖται *ξυλάνθραξ*. Ἡ παρασκευὴ τῶν ξυλανθράκων γίνεται κατὰ δύο

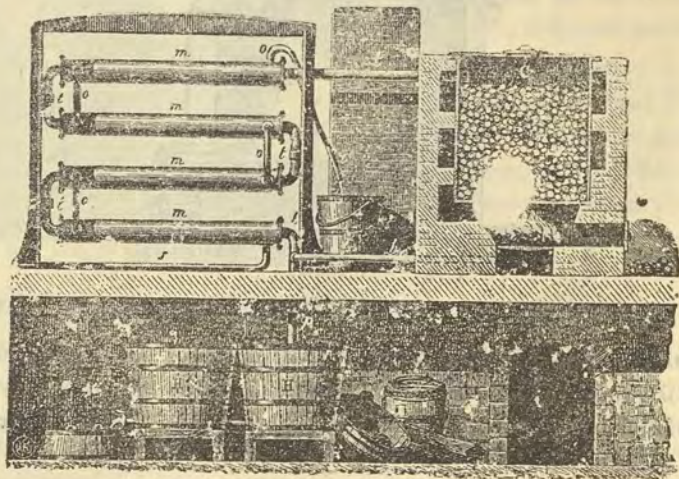


Σχ. 38

μεθόδους. Κατὰ τὴν συνήθη και παρ' ἡμῶν, τὰ ξύλα διατίθενται κατὰ στρώματα εἰς σωρούς κωνικοὺς (σχ. 38), οἱ ὁποῖοι καλύπτονται διὰ πηλοῦ και ἔχουν εἰς τὸ μέσον των κενὸν ἐν εἴδει καπνοδόχου. Εἰς τὸ

κενόν τοῦτο ρίπτονται ἄνθρακες ἀνημμένοι, δι' ὧν ὁ σωρὸς ἀναφλέγεται. Δι' ὁπῶν, ἠνεωγμένων εἰς διάφορα μέρη τοῦ σωροῦ, ρυθμίζεται ἡ διάδοσις τῆς ἀναφλέξεως. Ἡ ἀπανθράκωσις διαρκεῖ 8—10 ἡμέρας.

Κατ' ἄλλην μέθοδον, τὰ ξύλα εἰσάγονται ἐντὸς κυλίνδρων σιδηρῶν, θερμαινομένων δι' ἐξωτερικῆς πυρᾶς (σχ. 39) καὶ συγκοινωνούντων μετὰ ψυχομένων σωλήνων. Ἐντὸς τῶν σωλήνων τούτων συμπυκνοῦνται τὰ ὑγρὰ προϊόντα τῆς ἀποστάξεως τῶν ξύλων, ἐνῶ τὰ ἀέρια προϊόντα διειρύνονται πρὸς τὴν πυρᾶν, τὴν ὁποίαν καὶ ἐνισχύουν. Ὁ



Σχ. 39

ξύλάνθραξ χρησιμεύει ὡς καύσιμος ὕλη, πρὸς διύλισιν τοῦ ὕδατος, εἰς τὴν πυριτιδοποιίαν καὶ εἰς τὴν μεταλλουργίαν κλπ.

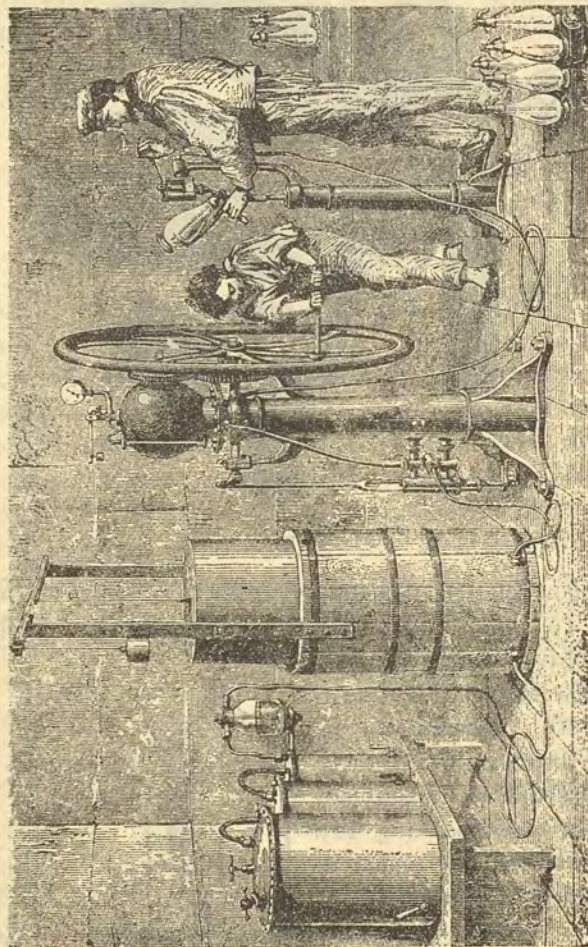
Μεταλλικὸς ἄνθραξ.—Εἶνε ἄνθραξ ἀποτιθέμενος ἐντὸς τῶν κερμάτων τῆς ἀποστάξεως τῶν λιθανθράκων πρὸς παρασκευὴν φωταερίου. Εἶνε εὐηλεκτραγωγὸς καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὰς ἠλεκτρικὰς στήλας, τὸ βολταϊκὸν τόξον κλπ.

Σημ. Διὰ καύσεως ἴσων ποσῶν ἀδάμαντος, γραφίτου καὶ ἄνθρακος ἐντὸς ὀξυγόνου, παράγεται ἡ αὐτὴ ποσότης διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος. Καὶ αἱ τρεῖς ἄλλοτροπικαὶ μορφαὶ τοῦ ἄνθρακος ἐν οὐδενὶ διαλυτικῷ ὑγρῷ διαλύονται· μόνον ὁ τετηκὼς σίδηρος διαλύει ὀλίγον ἄνθρακα.

ΕΝΩΣΕΙΣ

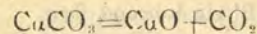
68. Διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος. $\text{CO}_2=44$. Παρασκευή. — Διὰ

καύσεως τοῦ ἄνθρακος δύνανται νὰ παραχθοῦν, ἀναλόγως τῆς ποσότητος τοῦ ἐπιδρωῶτος ὀξυγόνου, δύο ἀέρια: τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος CO_2 καὶ τὰ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος CO . Ὅταν ἡ καύσις γίνεται εἰς τὸν ἄερα ἢ ἐν περισσεῖᾳ ὀξυγόνου, πορίζεται τὸ διοξειδίου. Ἐπίσης

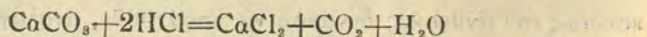


Σχ. 40

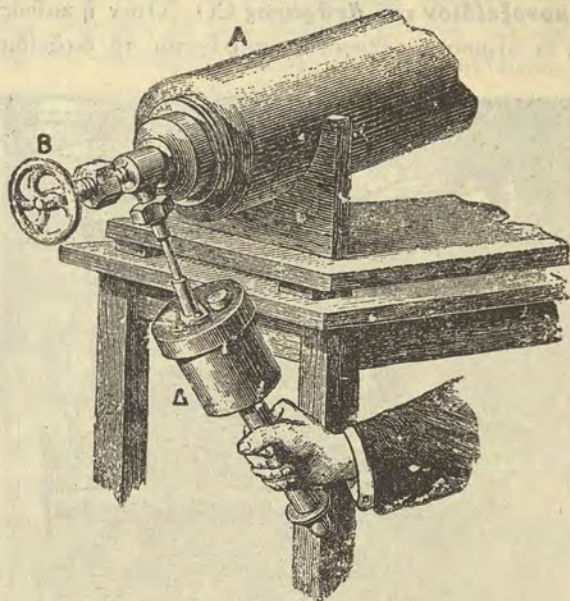
τοῦτο παράγεται κατὰ τὴν διὰ θερμάνσεως ἀποσύνθεσιν ἀνθρακικοῦ τινος καὶ ἰδίως τοῦ ἀνθρακικοῦ ἄσβεστιοῦ (ἰσοβεστοκάμινος)



Δι' ἐπιδράσεως HCl ἐπὶ μαρμάρου παράγεται τὸ CO_2 ἐν τοῖς χημείοις:

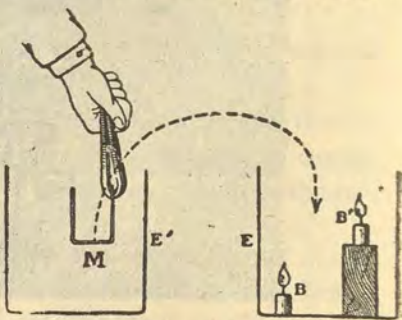


Ιδιότητες.—Τὸ CO_2 εἶνε ἀχρουν, γεύσεως ὑλοξίνου, δις περι-



Σχ. 41

που πυκνότερον τοῦ ἀέρος, διὸ μεταγγίζεται ἐν εἴδει ὑγροῦ ἀπὸ δοχείου εἰς δοχεῖον. Τὸ ὕδωρ διαλύει εἰς 15' ἴσον ὄγκον CO_2 καὶ ἡ διαλυτότης αὕτη αὐξάνεται μετὰ τῆς πίεσεως (ὕδωρ Seltz, ζῦθος, κομπανίτης κλπ. σχ. 40). Ὑγροποιεῖται εὐκόλως διὰ συμπίεσεως (50 ἀτμοσφ. εἰς 15°) καὶ φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ἐντὸς σιδηρῶν κυλίνδρων (σχ. 41). Δὲν συνιερῆ τὴν καυσίν κηρίον ἀνημμένον σβέννυται ἐν αὐτῷ (1). Αἱ



Σχ. 42

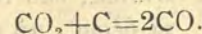
Πείραμα.—Λαμβάνομεν δύο δοχεῖα ὑάλινα E καὶ E' (σχ. 42), ἐξ ὧν τὸ μὲν E' πληροῦμεν διὰ CO_2 ἐντὸς δὲ τοῦ E θέτομεν δύο κηρία B καὶ B' εἰς διάφορα ὕψη

Διὰ ποτηρίου M μεταφέρομεν τὸ CO_2 ἐκ τοῦ E' εἰς τὸ E. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι σβέννυται πρῶτον τὸ κηρίον B καὶ κατόπιν τὸ B'.

φλόγες, αἱ χρησιμοποιούμεναι συνήθως πρὸς φωτισμὸν καὶ θέρμανσιν, σβέννυται εἰς ἀέρα, περ ἔχοντα 13—20% διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Ὁ ἀνθρωπος καὶ τὰ ζῷα ἐν τῷ CO_2 ὑφίστανται τὸν ἐξ ἀσφυξίας θάνατον. Διὰ τοῦτο ἐπιβάλλεται ὁ ἀερισμὸς δωματίων, εἰς ἃ παραμένουν πολλὰ ἄτομα.

Τὸ CO_2 ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῶν βάσεων σχηματίζον ἀνθρακικὰ ἄλατα, ὧν τὸ σπουδαιότερον εἶνε τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον. Ἀσβέστιον ὕδωρ, χεόμενον ἐντὸς σωλῆνος περιέχοντος CO_2 , θολοῦται ἐκ τοῦ σχηματιζομένου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου, τὸ ὁποῖον εἶνε ἀδιάλυτον καὶ καταπίπτει.

Διὰ τῆς θερμότητος τὸ CO_2 ἀνάγεται ὑπὸ τοῦ ἀνθρακος καὶ χάνει τὸ ἥμισυ τοῦ ὀξυγόνου του· σχηματίζει τότε τὸ CO , ἥτοι:

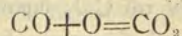


Ὑπαρξίς.—Τὸ CO_2 ὑφίσταται εἰς τὸν ἀέρα κατὰ μικρὰ ποσά, προερχόμενον ἐκ τῆς ζωηρᾶς καύσεως ἀνθρακούχων οὐσιῶν, ἐκ τῆς ἀναπνοῆς τῶν ζῶων κλπ. Ἐὰν διὰ σωλῆνος ἐμφυσήσωμεν ἐντὸς ἀσβεστίου ὕδατος (σχ. 6), θὰ ἴδωμεν ὅτι τοῦτο θολοῦται, καθόσον ὁ ἐκπιεόμενος ἀήρ περιέχει CO_2 . Εἰς τινας ἡφαιστειογενεῖς τόπους ἀναφωρᾶται τὸ CO_2 ἐκ τῆς γῆς κατὰ μεγάλα ποσά (π.χ. σπήλαιον τοῦ κυνὸς ἐν Νεαπόλει τῆς Ἰταλίας, παρ' ἡμῖν ἐν Σουσακίῳ), περιέχεται δὲ εἰς τινὰ μεταλλικὰ ὕδατα (Ὑπάτης, Τσαγγεζι). Εἶνε κυριῶδες συστατικὸν τοῦ ἀσβεστόλιθου, τοῦ μαρμάρου, τῆς κρηίδος, τῶν δολομιτῶν καὶ τοῦ λευκολίθου. Παράγεται δὲ κατὰ τὴν ζύμωσιν τοῦ γλεύκους (οἶναποθῆκαι) καὶ τὴν σῆψιν τῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν· ἔνεκα τούτου ἡ εἴσοδος καὶ παραμονὴ ἐν ἀποθήκῃ κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ζυμώσεως εἶνε ἐπικίνδυνος.

69. Μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. $\text{CO} = 28$.—**Παρασκευή.**—Τοῦτο παράγεται ὅταν τὸ προσφερόμενον διὰ τὴν καΐσιν ὀξυγόνον εἶνε ὀλίγον ἢ **διὰν διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος** (προερχόμενον π.χ. ἐκ καύσεως ἀνθράκων) **διέρχεται δι' ἀνθράκων ἐρυθροπυρωμένων.** Τοιοῦτόν τι συμβαίνει εἰς πύραυλα (κ. μαγγίλι), ὅταν ὑπεράνω τῶν ἀνημμένων ἀνθράκων ὑπάρχει δεύτερον στρώμα ἀνθράκων μὴ ἀνημμένων. Ἐν τῇ Βιομηχανίᾳ παράγεται δι' ἀναλόγου τρόπου.

Ιδιότητες καὶ χρῆσις.—Εἶνε ἀέριον ἀχρουν, ἄοσμον καὶ ἄγευστον, δὲν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ βίμματος τοῦ ἠλιοτροπίου καὶ δὲν θολώνει

τὸ ἀσβέστιον ὕδωρ. Καίεται εἰς τὸν ἀέρα μετὰ κυανῆς φλογός καὶ παράγει τὸ διοξειδίον



Εἶνε μέσον ἀναγωγικὸν καὶ ὡς τοιοῦτον χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν μεταλλουργίαν. Π. χ. ὀξειδίον χαλκοῦ, θερμαινόμενον ἐντὸς σωλῆνος διαρροεμένου ὑπὸ CO, μετατρέπεται εἰς χαλκόν.

Τὸ μονοξειδίον τοῦ ἀνθρακος εἶνε λίαν δηλητηριῶδες καὶ ἐκ τούτου προέρχονται συνήθως αἱ ἐκ πυραύνων δηλητηριάσεις καὶ οὐχὶ ἐκ τοῦ διοξειδίου. Θερμάστρα, ἄνευ ἀπαγωγῆς διὰ τὴν ἐξόδον τῶν ἐκ τῆς καύσεως ἀερίων ἢ μὴ σχηματίζουσα ἀρκετὸν ρεῦμα πρὸς τὰ ἔξω, θὰ παρέχῃ ἀναγκαίως μονοξειδίον εἰς τὸ δωμάτιον. Διὰ τοῦτο ἡ θερμάστρα δὲν πρέπει νὰ κλείηται τελείως, ὑπὸ τὴν πρῶφασιν ἐπιβραδύνσεως τῆς καύσεως, καθόσον τὰ ἀέρια, μὴ εὐρίσκοντα διέξοδον, διαχέονται εἰς τὰ δωμάτια. Τὸ φωταέριον περιέχει 8% περίπου μονοξειδίον.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Διαβιβάζεται ὕδρατμός ἐπὶ ἀνθρακος ἐρυθροπυρωθέντος. Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου, τοῦ προερχομένου ἐξ ἀποσυνθέσεως 1000 χιλιογρ. ὕδατος, ἐὰν ὑποτεθῇ: 1ον ὅτι παράγεται μόνον CO καὶ ὕδρῳγονον, 2ον ὅτι τὸ συλλεγόμενον ἀέριον περιέχει κατ' ὄγκον 2 φορὰς περισσότερον CO παρὰ CO₂.

2. Δι' ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ καθαροῦ καὶ 3,95 γρ. ἀνθρακος ἐλήφθη ἀέριον, ὅπερ, συλλεγὲν ἐντὸς σωλῆνος μετὰ καυστικοῦ κάλεως, ἠῦξησε τὸ βάρος τούτου κατὰ 1,09 γρ. 1ον Ποία εἶνε ἡ σύνθεσις τοῦ χρησιμοποιηθέντος ὀξειδίου, 2ον ἐὰν δεχθῶμεν τὸ CuO ὡς τύπον τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ, ποῖον εἶνε τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ μετάλλου τούτου; Ἡ ἀντίδρασις ὑποτίθεται τελεία.

3. Ποῖον βῆρος ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ἀπαιτεῖται νὰ ἀποσυντεθῇ πρὸς παρασκευὴν 1 κυβ. μέτρου CO₂;

4. Πόσος ὄγκος CO₂ παράγεται διὰ καύσεως 6 χιλιογρ. ἀνθρακος; Ἐὰν ἡ καύσις γίνῃ ἐντὸς αἰθούσης, περιεχούσης 100 κυβ. μέτρα ἀέρος, ποία θὰ εἶνε ἡ σύστασις τοῦ ἀέρος;

Χάριν ἀπλοποιήσεως δεχθῶμεν ὅτι ὁ ἀῆρ περιέχει 1/6 τοῦ ὄγκου τοῦ ὀξυγόνου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΥΡΙΤΙΟΝ Si=28

70. Διοξειδίον τοῦ πυριτίου. SiO₂=60.—Τοῦτο εἶνε ἕνωσις τοῦ ὀξυγόνου μεθ' ἐνὸς στοιχείου, ὅπερ καλεῖται **πυρίτιον** καὶ εἶνε ἐν τῶν μᾶλλον διαδεδομένων ἐπὶ τῆς Γῆς.

Τὸ διοξειδίον τοῦ πυριτίου ἢ **πυριτικὸν ὀξὺ** ἀνευρίσκεται εἰς μεγίστας ποσότητας καὶ ὑπὸ ποικίλας παραλλαγὰς εἴτε ὡς κρυσταλλικόν, εἴτε ὡς ἄμορφον. Ὁ **χαλαζίας** εἶνε κρυσταλλικὸν διοξειδίον πυριτίου καὶ παρουσιάζεται ὑπὸ μορφήν κανονικῶν πρισμάτων ἑξαγωνικῶν ἀποληγόντων εἰς πυραμίδας μετὰ ἕξ ἑδρῶν (σχ. 43). Οἱ κρύσταλλοι οὗτοι εἶνε ἄχρους καὶ τελείως διαφανεῖς ἢ ἐνίοτε γαλακτόχρους. Μὴ καθαρὸν πυριτικὸν ὀξὺ εἶνε ὁ **πυρόλιθος** (τοσκαμακόπετρα), ὁ **ἀμέθυστος**, ὁ **ἀχάτης**, ὁ **ἱασπις**, ὁ **ὀπάλλιος**, ἢ **πυριτιακὴ ἄμμος**, ὁ **ψαμμίτης**, ὁ **ὄνυξ** κλπ.



Σχ. 43

Τὸ πυριτικὸν ὀξὺ εὔρηται καὶ εἰς τὰ φυτόα καὶ τὰ ζῶα εἰς ἐλαχίστην σχετικῶς ποσότητα (τρίχες, πτερά, φλοῖδες καλάμου κλπ).

Τὸ κρυσταλλικὸν SiO₂ εἶνε ἄχρουν, χαράσσει τὴν ὕαλον, εἶνε λίαν δύστηκτον (τήκεται εἰς τὸ ὀξυῦδρικόν) καὶ ἔχει πυκνότητα 2,6 περίπου.

Τὸ διοξειδίον τοῦ πυριτίου ἐπιδραῖ ἐπὶ τῶν βάσεων, ὅταν θερμαίνεται μετὰ τούτων, καὶ σχηματίζει **πυριτικὰ ἄλατα**. Αἱ ὕαλοι εἶνε τοιαῦτα ἄλατα ἀσβεστίου καὶ νατρίου: ὁ **κρύσταλλος** εἶνε πυριτικὸν ἄλας νατρίου καὶ μολύβδου.

Τὸ διοξειδίον τοῦ πυριτίου εἶνε οὐσιῶδες συστατικὸν τῶν ἀφθόνων πυριτικῶν ἀλάτων καὶ ἐν γένει τῆς ἀνοργάνου φύσεως, ὅπως κατ' ἀναλογίαν ὁ ἀνθραξ εἶνε τὸ στοιχεῖον τῆς ἀνοργάνου.

Χρῆσις.—Εἶδη τινὰ τοῦ φυσικοῦ διοξειδίου τοῦ πυριτίου, ὑπὸ διάφορα χρώματα, χρησιμοποιοῦνται ὡς κοσμητικοὶ λίθοι. Ἡ πυριτιακὴ ἄμμος χρησιμεύει εἰς τὴν οἰκοδομικὴν, τὴν ἀγγειοπλαστικὴν, τὴν ὕαλοποιαν κλπ. Ὁ χαλαζίας, χάρις εἰς τὴν ἀντοχήν του εἰς τὸ πῦρ καὶ τὴν διαφάνειαν αὐτοῦ, χρησιμοποιεῖται ὡς ἡ ὕαλος ἐξ αὐτοῦ κα-

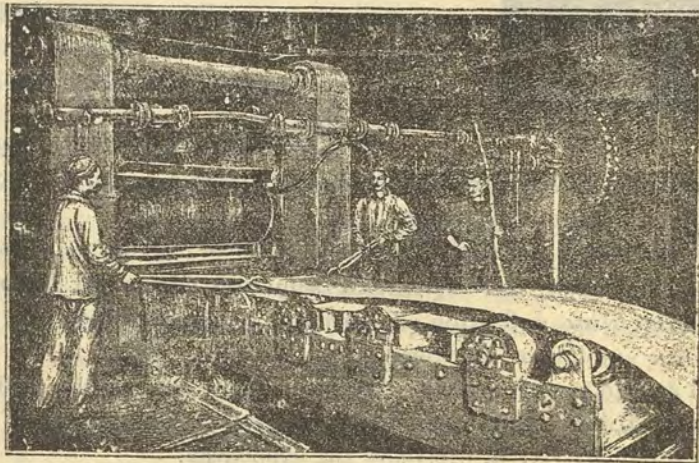
τασκευάζονται φιάλαι, σωλήνες, κάψαι κ.τ.τ. ὄργανα ὀπτικῆς (πρίσματα κλπ.)

71. Πυριτικά.—Τὰ πυριτικά ἄλατα, ἀφρονώτατα εἰς τὴν φύσιν, εἶνε ἐκτὸς τῶν τοῦ καλίου καὶ ταῦ νατρίου, ἀδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ. Τὸ πλεῖστον μέρος τοῦ σιερφεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς ἀποτελεῖται ἐκ πυριτικῶν. Τοιοῦτα πυριτικά εἶνε τὰ ἐξῆς: ἡ **ἀργίλλος** (πυριτικὸν τοῦ ἀργιλίου), ὁ **ἀμίαντος** (περιέχων πυριτικὸν ἀσβέστιον), ὁ **σμάραγδος**, τὸ **τοπάσιον**, ὁ **μαρμαρυγίας**, ὁ **γρανίτης** (μίγμα διαφόρων πυριτικῶν), ὁ **καολίνης** κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ.

ΜΕΤΑΛΛΑ

72. Ἰδιότητες τῶν μετάλλων.—Ἐκαστον μέταλλον χαρακτηρίζεται ὑπὸ συνόλου ἰδοτήτων μηχανικῶν, φυσικῶν καὶ χημικῶν,



Σχ. 44

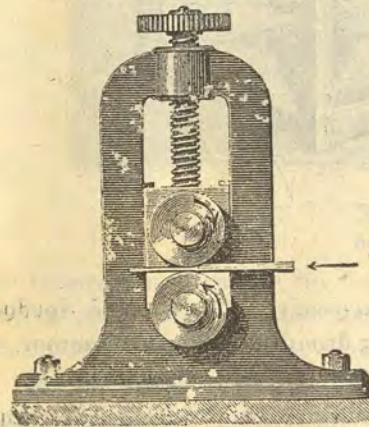
αἱ ὁποῖαι ἐξετάζονται λεπτομερῶς, πρὸς καθορισμὸν τῶν ἐφαρμογῶν, εἰς ἃς τὸ μέταλλον τοῦτο εἶνε κατάλληλον. Ἐκ τῶν διαφόρων μετάλλων ἄλλα μὲν, ὡς τὸ **ρουβίδιον**, τὸ **καίσιον**, ἀπὸ πρακτικῆς ἀπόψεως, ἔχουν

δευτερεύουσιν σημασίαν, καθόσον εἶναι λίαν δαπανηρά, σπάνια ἢ δυσχερῶς ἐξίγονται ἐκ τῶν ἐνώτεων, ὑπὸ τὰς ὁποίας εὐρίσκονται ἐν τῇ φύσει, ἄλλα δέ, ὡς ὁ σίδηρος, ὁ μόλυβδος, εἶνε σπουδαιότατα, ὡς ἐκ τῶν ἐφαρμογῶν αὐτῶν εἰς τὰς τέχνας καὶ τὴν βιομηχανίαν.

1ον. Φυσικαὶ ἰδιότητες.—**Πυκνότης.**—Τὰ διάφορα μέταλλα παρουσιάζουν πυκνότητος λίαν διαφόρους. Π. χ. ὁ λευκόχρυσος καὶ ὁ χρυσὸς εἶνε μέταλλα σχετικῶς βυρῆα, ἐνῶ τὸ ἀργίλλιον (ἀλουμίνιον) εἶνε ἐλαφρόν. Ἄλλ' ὑπάρχουν μέταλλα ὀλιγότερον κοινὰ τοῦ ἀργιλίου, ὡς τὸ μαγνήσιον, τὰ ὁποῖα εἶνε καὶ ἐλαφρότερα τοῦ ὕδατος τοιαῦτα εἶνε τὸ **νάτριον** καὶ τὸ **λίθιον**, τῶν ὁποίων αἱ πυκνότητες εἶνε 0,97 καὶ 0,59. Ὁ ἐπόμενος πίναξ περιέχει τὰς πυκνότητας τῶν διαφόρων μετάλλων.

Σημεῖον κήξεως.—Ἐν μόνον μέταλλον εἶνει ὑγρὸν εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν: ὁ **ὕδραργυρος**. Ὁ κασιότερος εἶνε ἀρκούντως εὐτηκτος, ὥστε νὰ ὑγροποιῆται θερμαινόμενος ἐπὶ φύλλον χάρτου χωρὶς τοῦτο νὰ ἀπανθρακοῦται. Μέταλλον δύστηκτον εἶνε ὁ λευκόχρυσος, ὅστις τήκεται εἰς τὸ δευδρικὸν φῶς (1700°).

Ἀγωγιμότης.—Ὁ **ἀργυρος** εἶνε μὲν τὸ μᾶλλον εὐθερμαγωγὸν ἐξ ὅλων τῶν μετάλλων, ἀλλ' εἶνε δαπανηρὸς, διὸ εἰς τὰς συνήθεις ἐφαρμογὰς γίνεται χρῆσις τοῦ χαλκοῦ (ἀποστακτικῆς, δοχεῖα θερμάνσεως κλπ.). Ἡ τάξις τῆς ἠλεκτρικῆς ἀγωγιμότητος εἶνε σχεδὸν ἡ αὐτὴ πρὸς τὴν τῆς θερμαντικῆς· οἱ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ γίνονται ἐκ **χαλκοῦ**, ἔκτὸς ἐὰν ἐπιζητεῖται μεγαλυτέρα οἰκονομία, ὅτε χρησιμοποιεῖται τὸ **ἀργίλλιον** ἢ ὁ **σίδηρος**.



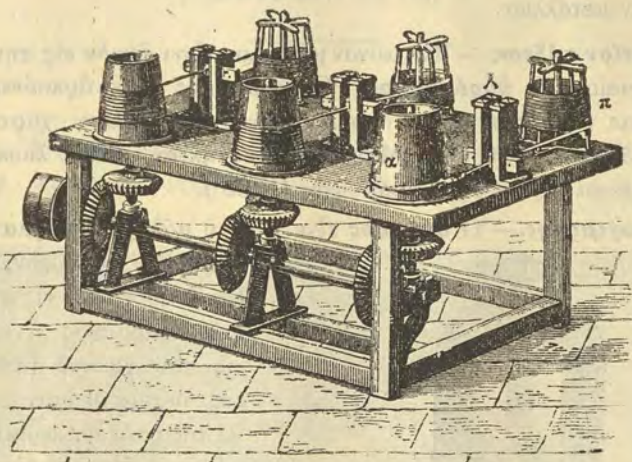
Σχ. 45

3ον. Μηχανικαὶ ἰδιότητες.—Ἐλᾶτ. τ. ὀ. ν.—Μέταλλον τι καλεῖται **ἐλατόν**, διὰν εἶνε δυνατὸν νὰ λυθῇ εἰς μικρὸν πάχος διὰ τῆς **σφύρας** ἢ τοῦ **ελάστρου** (σχ. 44), χωρὶς νὰ παρουσιάσῃ ρωγμὰς.

Τὸ ἐλαστρον (σχ. 45) ἀποτελεῖται ἐκ δύο χολυβδίων κυλίνδρων παρόλλιλων, τῶν ὁποίων ἡ ἀπόστασις ρυθμίζεται διὰ κοχλιῶν καὶ οἱ ὁποῖοι

στρέφονται κατ' ἀντιθέτους διευθύνσεις. Πλάξ ἢ ράβδος μεταλλίνη, τιθεμένη μεταξὺ τῶν περιστρεφόμενων κυλίνδρων, ἀναγκάζεται νὰ διέλθῃ μεταξὺ αὐτῶν καὶ νὰ λάβῃ πάχος ἴσον πρὸς τὴν μεταξὺ τῶν κυλίνδρων ἀπόστασιν. Ἐὰν δὲ ἡ ἀπόστασις αὕτη ἐλαττωθῇ καὶ ἡ πλόξ διέλθῃ ἐκ νέου μεταξὺ τῶν κυλίνδρων, τὸ πάχος τῆς ἐλαττοῦται.

Τὸ σχ. 44 παριστᾷ παρασκευὴν ἐλάσματος χαλυβδίνου, τὸ ὁποῖον ὀδηγεῖται πρὸς τοὺς κυλίνδρους τοῦ ἐλάστρου διὰ τῶν λαβίδων τῶν ἐργατῶν. Τὸ σχ. 47 παριστᾷ τὴν δι' ἐλάστρου κατεργασίαν τεμαχίου χάλυβος, προωρισμένου νὰ μετατραπῇ εἰς σιδηροδρομικὴν ράβδον. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, οἱ κύλινδροι τοῦ ἐλάστρου φέρουν αὐλάκια καταλλίλου σχήματος. Αἱ τοιαῦται διὰ τοῦ ἐλάστρου ἐργασίαι γίνονται,



Σχ. 46

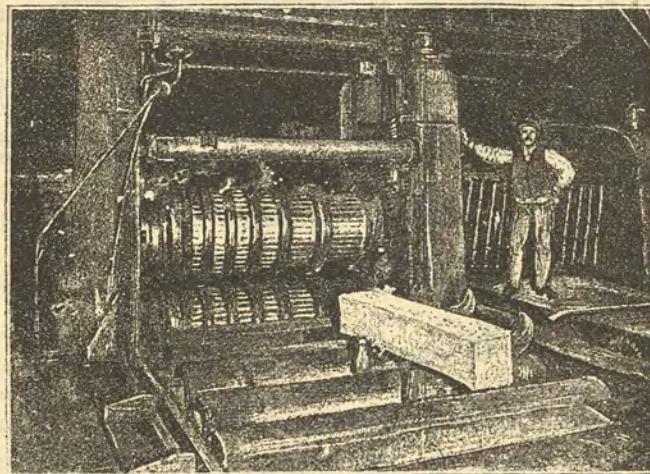
ὅταν τὸ μέταλλον εἶνε ἀκόμη ἐρυθροπυρωμένον. Ἴνα μὴ δὲ ὁ ἐρυθροπυρωμένος χάλυψ καταστρέψῃ διὰ τῆς θερμότητός του τὸ ἐλαστρον, οἱ κύλινδροι τούτου ψύχονται δι' ὕδατος.

Ὁ χρυσὸς εἶνε τὸ μᾶλλον ἐλατὸν τῶν μετάλλων διὰ κρούσεως λαμβάνονται φύλλα χρυσοῦ πάχους μικροτέρου τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου. Ὁ σίδηρος εἶνε ἐλατὸς καὶ ὑπάρχει εἰς τὸ ἐμπόριον εἰς ἐλάσματα ἀρκούντως λεπτά (λαμαρίνα), λαμβανόμενα δι' ἐλάστρου.

Ὀλκιμον. — Μέταλλον τι καλεῖται **ὄλκιμον**, ὅταν δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς σύρμα. Τὰ μέταλλα μεταβάλλονται εἰς χονδρὰ μὲν σύρματα ἢ ράβδους δι' ἐλάστρων, τῶν ὁποίων οἱ κύλινδροι φέρουν κυλιν-

δρικά αὐλάκια (σχ. 47). εἰς λεπτὰ δὲ διὰ τῆς συρματουργοῦ μηχανῆς (σχ. 46). Ἡ τελευταία ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ πηνιστήρος α, ἐφ' οὗ τυλίσσεται τὸ προλεπτυνθὲν κατὰ τὸ ἄκρον τοῦ σύρμα, ἐκ τοῦ **συρματοσύρτου λ'**, ὅστις εἶνε πλάξ ἐκ χάλυβος, φέρουσα σειρὰν ὀπῶν διαφόρων διαμέτρων καὶ δι' ὧν σύρεται ἀλληλοδιαδόχως τὸ σύρμα διὰ τοῦ ἐλκυστήρος Γ.

Μέταλλον τι, τὸ ὁποῖον διήλθε διὰ τοῦ ἐλάστρου ἢ τοῦ συρματοσύρτου ἐν ψυχρᾷ καταστάσει, γίνεται ἐν γένει σκληρόν καὶ εὐθραστόν τὸ ἐλατὸν καὶ τὸ ὄλκιμον αὐτοῦ ἐλαττοῦται. Τὰς ἀρχικὰς ιδιότητάς



Σχ. 47

τοῦ ἐπανακτᾷ τὸ μέταλλον, ἐὰν θερμανθῇ μέχρις ἐρυθροπυρώσεως. Ἄλλως τε, πρὸς ἀποφυγὴν τῆς πράξεως ταύτης, ἡ κατεργασία τοῦ σιδήρου γίνεται, ὅταν εὐρίσκεται οὗτος ἐρυθροπυρωμένος (σχ. 47).

Συνεκτικότης. — Τὸ ὄλκιμον ἑνὸς μετάλλου ἐξαρτᾶται ὄχι μόνον ἐκ τοῦ ἐλατοῦ αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς **συνεκτικότητός του**, ἧτοι ἐκ τῆς ἀντιστάσεώς του εἰς τὴν θραῦσιν. Πρὸς παραβολὴν τῆς συνεκτικότητος τῶν μετάλλων, λαμβάνονται σύρματα ἐκ τούτων καὶ ἐξαργῶνται ἐκ τοῦ ἑνὸς ἄκρου των ἐκ σταθερῶν σημείων. Ἀναζητεῖται τότε ποῖον βᾶρος πρέπει νὰ ἐξαργηθῇ ἐκ τοῦ ἄλλου ἄκρου ἐκάστου σύρματος, ὥστε νὰ θραυσθῇ τὸ σύρμα τούτο ἀμέσως. Οἱ ἀριθμοὶ τῆς σχετικῆς στήλης τοῦ ἐπομένου πίνακος δίδουν εἰς χιλιόγραμμα τὰ μικρᾶ-

τετρα βήρη, τὰ ὁποῖα προκαλοῦν τὴν ἄμεσον θραῦσιν σύρματος τομῆς 1 τετραγ. χιλιοστομ. Ὁ μόλυβδος, μέταλλον λίαν ἐλατόν, δὲν εἶνε ὄλκιμον, διότι ἔχει μικρὰν συνεκτικότητα.

Σκληρότης.—Σωμά τι λέγεται *σκληρότερον* ἄλλου, ὅταν χαράσῃ τοῦτο. Ἐκ τῶν διαφορῶν σωμάτων τὸ σκληρότερον εἶνε ὁ *ἀδάμας*. Ἡ τάξις σκληρότητος τῶν μετάλλων εἶνε ἡ ἑξῆς: τὸ *χρῶμιον* χαράσσει τὴν ὕαλον, ἡ ὁποία πάλιν χαράσσει τὸν *σίδηρον* καὶ τὸ *νικέλιον*, ἅτινα εἶνε σκληρότερα τοῦ *χαλκοῦ*, τοῦ *λευκοχρύσου*, τοῦ *χρυσοῦ* καὶ τοῦ *ἀργύρου*. Ὁ μόλυβδος χαράσσεται διὰ τοῦ ὄνυχος.

73. Κράματα.—Ὀλίγα ἐκ τῶν μετάλλων χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς ἐφαρμογὰς συνήθως μόνα· τοιαῦτα εἶνε ὁ σίδηρος, ὁ χαλκός, ὁ ψευδάργυρος, ὁ μόλυβδος, ὁ κασσίτερος καὶ τινὰ ἄλλα.

Ἄλλα δύο ἢ περισσότερα μέταλλα, τηκόμενα, ὁμοῦ, σχηματίζουν μετὰ τὴν πηξίν των ἐν ὄλον ὁμογενῆς φαινομενικῶς, τὸ ὁποῖον καλεῖται *κράμα*. Τὰ κράματα ταῦτα ἔχουν πρακτικῶς μεγάλην σπουδαιότητα, διότι ὑπὸ βιομηχανικὴν ἔποψιν χρησιμεύουν ὡς ἀληθῆ μέταλλα, διάφορα ἐκείνων, ἐξ ὧν προήλθον: διὰ μεταβολῆς τῶν ἀναλογιῶν τῶν συνιστῶντων μετάλλων, λαμβάνονται οὐσία μεταλλικαί, ἔχουσαι ιδιότητες, τὰς ὁποίας οὐδὲν γνωστόν μέταλλον ἔχει, καὶ αἱ ὁποῖαι ἠμποροῦν νὰ εἶνε αἱ ζητούμεναι δι' ὠρισμένας ἐργασίας. Οὕτω ὁ χρυσὸς καὶ ὁ ἄργυρος, ἅτινα εἶνε σχετικῶς μαλακὰ ἐν καθαρᾷ καταστάσει, διὰ νὰ ἀποκτήσουν ἰκανὴν σκληρότητα διὰ τὴν κατασκευὴν νομισμάτων, κοσμημάτων κλπ. συντήκοντα μετὰ χαλκοῦ εἰς κράματα, τὰ ὁποῖα εἶνε σκληρότερα καὶ δὲν μετασχηματίζονται εὐκόλως.

Κατ' ἐπέκτασιν καλοῦνται κράματα καὶ αἱ οὐσίαι, αἱ περιέχουσαι μέταλλον τι ἠνωμένον μετ' ἐλαχίστων ποσοτήτων διαφορῶν μεταλλοειδῶν (ἀνθρακος, πυριτίου, φωσφόρου κλπ.), ὅταν αἱ οὐσίαι αὗται, ὡς ὁ χάλυψ, παρουσιάζουν ιδιότητος ἀληθῶν μετάλλων ὑπὸ βιομηχανικὴν ἔποψιν.

Τὰ κράματα μεθ' ὕδαργύρου καλοῦνται εἰδικῶς *ἀμγάλατα*.

Τὸ σημεῖον τήξεως κράματος τινος δύναται νὰ εἶνε μεταξὺ τῶν σημείων τήξεως τῶν συνιστῶντων μετάλλων καὶ ἐνίοτε κατώτερον τούτων. Π.χ. κράμα ἐξ 8 μερῶν βισμούθιου, 5 μερῶν μολύβδου καὶ 3 κασσιτέρου (κράμα τοῦ Darcet) τήκεται εἰς 95°, ἐνῶ τὸ εὐτηκτότερον τῶν μετάλλων τούτων, ὁ κασσίτερος, τήκεται εἰς 228°. Τὸ κράμα Darcet τήκεται εἰς τοὺς ἀτμοὺς ζέοντος ὕδατος. Ὁ χαλκός εἶνε μὲν μέταλλον λίαν ἐλατόν, ἀλλ' ἔχει μικρὰν σκληρότητα. Κράμα ὅμως ἐκ

Πυκνότης	Σημεῖον τήξεως	Εἰδικὴ ἰσχύς (ἠλεκτροκίνη)	Ἄγωνιμότης (θερμοτήτος)	Ἐλατόν κατὰ τάξιν φθίνουσαν	Ὀλκιμον κατὰ τάξιν φθίνουσαν	Συνεκτικότης (1)	Παγκόσμιος παράγωγὴ εἰς τὸν χρόνον (1910) (κατὰ προσέγγισιν).
Λευκοχρυσός Pt	21,2 Pt	1710 Ag	0,0146 Ag	100 Au	Au	(χάλυψ) 71-200	Σίδηρος, χυτοσίδηρος, χάλυψ
Χρυσός Au	19,5 Fe	1575 Cu	0,0156 Cu	72 Ag	Ag	Ni 50	114,586,000
Μόλυβδος Pb	11,3 Ni	1450 Au	0,0213 Au	70 Al	Pt	Fe καθ' αὐτὸν 31	1,000,000
Υδράργυρος Hg	13,6 Au	1062 Al	0,0309 Al	34,03 Cu	Al	Cu 23	877,000
Ἀργυρὸς Ag	10,5 Cu	1085 Zn	0,0700 Zn	26,5 Sn	Fe	Pt 22	816,000
Χαλκός Cu	8,9 Ag	962 Pt	0,0109 Pt	16,6 Pt	Cu	Ag 12	100,000
Νικέλιον Ni	8,3 Al	657 Fe	0,0110 Sn	14,5 Pb	Zn	Au 11	34,000
Σίδηρος Fe	7,9 Zn	419 Pb	0,198 Fe	14 Zn	Sn	Zn 10	20,000
Κασσίτερος Sn	7,3 Pb	326 Pb	0,914 Pb	8,3 Fe	Pb	Sn 8	7,000
Ψευδάργυρος Zn	7,0 Sn	232				Pb 3	600
Ἀργίλιον Al	2,56 Na	96	(1) Ἀντίστασις εἰς ὄμ. σφ. ὁματός 1 μέτρον μήκους καὶ 1 χιλιοστ. τετρο. τμήσεως			Pt	6
Νάτριον Na	0,97 Hg	39					

ἡ χαλκοῦ καὶ $\frac{1}{3}$ ψευδαργύρου ἔχει σκληρότητα μείζονα τῆς τοῦ χαλκοῦ καὶ κατάλληλον εἰς διαφόρους βιομηχανικὰς ἐργασίας· τὸ κράμα τοῦτο καλεῖται **ορείχαλκος** καὶ εἶνε κίτρινον. Διὰ προσθήκης ὀλίγου μολύβδου, παρέχεται εἰς τὸ κράμα τοῦτο σκληρότης, ἐπιτρέπουσα τὴν διὰ ρίνης κατεργασίαν.

Τὰ κρατερῶματα (κ. μπροῦντζοι) εἶνε κράματα χαλκοῦ καὶ κασιτέρου εὐτηκτότερα μὲν τοῦ χαλκοῦ, ἀλλὰ σκληρότερα αὐτοῦ. Τὸ κρατέρωμα τῶν κωδῶνων (78 χαλκοῦ, 22 κασιτέρου) ἔχει ἦχον, τὸν ὁποῖον οὔτε ὁ Cu, οὔτε ὁ Sn ἔχουν. Τὸ κράμα ὅμως τοῦτο εἶνε εὐθραυστον, διὸ ἀνξάνεται ἢ ποσότης τοῦ Cu, ὅταν ἐπιζητεῖται ἀντοχὴ εἰς κρούσεις (παλαιὰ πυροβόλα κλπ.).

Αἷτια μεταβάλλοντα τὰς ιδιότητας μετάλλου ἢ κράματος.—Τὰ μέταλλα τοῦ ἐμπορίου οὐδέποτε εἶνε χημικῶς καθαρὰ, ἀλλ' ἀποτελοῦν ἀληθῆ κράματα. Π. χ. ὁ σίδηρος περιέχει πάντοτε Si καὶ C, τὸ νικέλιον περιέχει Cu, Fe, C κλπ. Διὰ τοῦτο αἱ ιδιότητες τῶν μετάλλων τούτων διαφέρουν τῶν ιδιοτήτων τῶν καθαρῶν μετάλλων, τὰς ὁποίας εἶδομεν προηγουμένως.

Ἄρκετ συνήθως νὰ ὑπάρχουν ἕκνη ξένης οὐσίας ἐν τινι μετάλλῳ, διὰ νὰ ἀλλοιωθοῦν οὐσιωδῶς αἱ φυσικαὶ ιδιότητες τούτων. Π. χ. χιλιοστά τινα θείου ἢ φωσφόρου καθιστοῦν τὸν σίδηρον θραυστὸν ἐν ψυχρᾷ καταστάσει· χιλιοστά δὲ τινα ἄνθρακος καὶ πυριτίου ἀνξάνουν κατὰ πολὺ τὸ σημεῖον τήξεως τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ νικελίου.

Πολλάκις μάλιστα αἱ χημικαὶ ιδιότητες μεταλλοῦ ἐξαρθῶνται ἐκ τῶν προσμίξεων του. Π.χ. ὁ καθαρὸς ψευδάργυρος ἀνθίσταται πολὺ περισσότερο εἰς τὸ ἀραιὸν θεικὸν ὀξὺ τοῦ συνήθους ψευδαργύρου, τοῦ περιέχοντος ὀλίγον μολύβδον.

Ἐκτὸς τούτου **αἱ φυσικαὶ ιδιότητες ἐνὸς μετάλλου ἢ κράματος ἐξαρθῶνται ἐκ τῆς μηχανικῆς κατεργασίας, εἰς τὴν ὁποίαν ὑπεβλήθη τοῦτο.** Ἡ διὰ τῆς σφύρας ἢ τοῦ ἐλάστρου κατεργασία ἀλλοιώνει τὰς ιδιότητας ταύτας. Ἐπίσης, ἡ θέρμανσις, ἀκολουθουμένη ὑπὸ ἀποτόμου ψύξεως, μεταβάλλει τὰς φυσικὰς ιδιότητας. Γενικῶς δὲ ἡ θερμοκρασία ἐπιδρᾷ ἐπὶ τούτων. Π. χ. ὁ ψευδάργυρος, ὅστις ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν εἶνε ὀλίγον ἐλατὸς καὶ ὀλίγον ὄγκιμος, εἰς 205° μὲν εἶνε τόσον θραυστός, ὥστε δύναται νὰ κονιοποιηθῆ ἐν ἰγδίῳ, εἰς 100—150° δὲ εὐκόλως ἐλατὸς καὶ ὄγκιμος καθίσταται.

Σύστασις.—Ἐπὶ μακρὸν τὰ κράματα ἐθεωροῦντο ὡς ἀπλᾶ μίγ-

ματα μετάλλων (στερεὰ διαλύματα). Ἐπιμελεστέρα ὅμως ἔρευνα ἐδείξεν ὅτι εἶνε πολλάκις ἐνώσεις ὑπὸ ὄρισμένης ἀναλογίας, διαλελυμένα συνήθως εἰς περίσσειαν ἐνὸς τῶν συνιστῶντων μετάλλων.

74. Ὁξειδῶσις.—Εἰς τὰς ἐφαρμογὰς τῶν μετάλλων καὶ τῶν κραμάτων ἐπιζητεῖται, ὅπως ταῦτα παραμένουν ἀναλλοίωτα ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ἀέρος καὶ τοῦ ὕδατος. Ἐξαιρέσει τοῦ Au, τοῦ Ag καὶ τοῦ Pt, τὰ λοιπὰ συνήθη μέταλλα, θερμοαινόμενα ἐντὸς ὀξυγόνου, ἐνοῦνται μετὰ τούτου (ὀξειδοῦνται, καίονται). Π. χ. ὁ Cu καλύπτεται τοιουτοτρόπως ὑπὸ ὀξειδίου του. Τὸ ὀξυγόνον ὅμως ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῶν μετάλλων πολὺ εὐκολώτερον, ὅταν συνυπάρχη ὕγρασις. Π. ὁ σίδηρος, ὁ ὁποῖος δὲν ἀλλοιοῦται ἐντὸς ξηροῦ ἀέρος ἢ ξηροῦ ὀξυγόνου εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, τοῦναντίον, ὀξειδοῦται ἐντὸς ἀέρος ἢ ὀξυγόνου περιέχοντος ὕδατιμοῦς καὶ καλύπτεται ὑπὸ στρώματος ὕδροξειδίου τοῦ σιδήρου (σκουριά). Ἐπίσης, ὁ ψευδάργυρος καὶ ὁ μολύβδος καλύπτονται ἐντὸς μὴ ξηροῦ ἀέρος ὑπὸ στρώματος λευκοῦ ἕξ ἀνθρακικῶν ἐνώσεων, προερχομένων ἐκ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος τοῦ ἀέρος.

Πρὸς προφύλαξιν τοῦ σιδήρου ἐκ τῆς ὀξειδώσεως, καλύπτουν αὐτὸν διὰ στρώματος ψευδαργύρου ἢ κασιτέρου ἢ νικελίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ΄

ΑΛΑΤΑ ΤΟΥ ΚΑΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ

75. Χλωριούχον κάλιον KCl.—Τὸ ἄλας τοῦτο καθαρὸν ἀποτελεῖται ἕξ ἀχρόων διαφανῶν κρυστάλλων κυβικῶν. Ἀνευρίσκεται καθαρὸν μὲν ὡς **σολβίνης**, μετὰ MgCl₂ δὲ ὡς **καρναλίτης** εἰς τὰ ἁλατωρυχεῖα τῆς Στασφοῦρτης. Ἐξάγεται καὶ ἐκ τῶν ὑπολειμμάτων τῆς σακχαροποιίας. Χρησιμοποιεῖται κατὰ μεγάλα ποσὰ εἰς τὴν γεωργίαν, ὡς λίπασμα πρὸς παρασκευὴν ἄλλων ἀλάτων τοῦ καλίου.

76. Χλωρικὸν κάλιον KClO₃.—Τοῦτο παράγεται διὰ διοξειδέσεως χλωρίου ἐντὸς πυκνοῦ καὶ θερμοῦ διαλύματος καυστικῆς κάλεως ἢ δι' ἠλεκτρολύσεως ὕδροδιαλύματος χλωριούχου καλίου. Εἶνε ἄλας κρυσταλλούμενον εἰς λευκὰ λέπια, διαλυτὸν ἐν ὕδατι, τηκόμενον

εις 350° και πέραν τῆς θερμοκρασίας ταύτης ἀποσυντιθέμενον και πα-
ρέχον τὸ ὀξυγόνον. Λίαν δραστήριον ὀξειδωτικὸν μέσον.

Μετὰ θείου ἢ ὀργανικῶν ἢ και θειούχων ἐνώσεων τριβόμενον ἀνα-
φλέγεται τὸ μίγμα και κροτεῖ ἰσχυρῶς. Χρησιμοποιεῖται εις τὴν πυρο-
τεχνουργίαν, τὴν κατασκευὴν πυρῶν, πυρίτιδος, ἐμπυρείων, βεγγαλι-
κῶν φώτων κλπ.

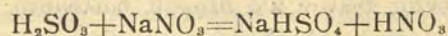
77. Ἀνθρακικὸν κάλιον K_2CO_3 .—Τὸ ἀνθρακικὸν κάλιον
(κ. ποτάσσει) ἐξήγετο ἄλλοτε ἐκ τῆς τέφρας τῶν φυτῶν τῆς ξηρᾶς. Πρὸς
τοῦτο ἢ τέφρα ἐκχυλίζεται διὰ θερμοῦ ὕδατος και δι' ἐξατμίσεως τοῦ
διαλύματος λαμβάνεται τὸ ἀκάθαρτον ἄλας (ποτάσσα κοινή) Νῦν ἐξά-
γεται ἐκ τῶν ὑπολειμμάτων τῆς σακχαροποιίας, ἐκ τοῦ ἰδρωτός τῶν
ἐρίων τῶν προβάτων και ἐκ τοῦ KCl διὰ μετατροπῆς τούτου πρῶτον
εις θεικὸν κάλιον και εἶτα διὰ πυρώσεως μετὰ μαρμάρου και ἀνθρακος
εις ἀνθρακικὸν κάλιον.

Εἶνε ἄλας ὑγροσκοπικόν, εὐδιάλυτον ἐν ὕδατι και χρησιμεύει εις
τὴν γεωργίαν ὡς λίπασμα, τὴν ὑαλοργίαν, τὴν βαφικὴν, τὴν σαπω-
νοποιάν, τὸν καθαρισμὸν τῶν ἀσπαραρρούχων κλπ.

78. Χλωριούχον νάτριον $NaCl$.—Τὸ χλωριούχον νάτριον
(μαγειρικὸν ἄλας) παρ' ἡμῖν και ἄλλαχού λαμβάνεται, ὡς εἶδομεν, δι' ἐξα-
τμίσεως τοῦ θαλασσίου ὕδατος ἐντὸς εὐρέων δεξαμενῶν (ἀλυκαί).
Ἐνεργίσκεται ὅμως ἐν Σιασφοῦρη, Βιελίσκα και ἄλλαχού ὡς ὀρυκτόν.
Τὸ μαγειρικὸν ἄλας τοῦ ἐμπορίου δὲν εἶνε μὲν καθαρὸν χλωριούχον
νάτριον, ἀποτελεῖται ὅμως ἐκ τούτου κατὰ μέγα μέρος (95% περίπου).

Τὸ χλωριούχον νάτριον κρυσταλλοῦται εις κυβικοὺς κρυστάλλους,
εἶνε εὐδιάλυτον ἐντὸς ὕδατος και ἀδιάλυτον ἐντὸς καθαροῦ οἴνοπνεύ-
ματος, τήκεται εις 790° και χρησιμεύει εις τὴν μαγειρικὴν, ὡς ἀντιση-
πικὸν πρὸς συντήρησιν τροφῶν, εις τὴν παρασκευὴν νατρίου και χλω-
ρίου, ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος και ἁλάτων τοῦ νατρίου κλπ.

79. Θεικὰ τοῦ νατρίου.—Εἰς τὸ θεικὸν ὀξύ H_2SO_4 ἀντι-
στοιχοῦν δύο ἄλατα τοῦ νατρίου: τὸ ὀξινον θεικὸν $NaHSO_4$ και τὸ
οὐδέτερον θεικὸν Na_2SO_4 . Τὸ πρῶτον λαμβάνεται ὡς ὑπόλειμμα τῆς
παρασκευῆς τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος διὰ τοῦ νιτρικοῦ νατρίου και τοῦ
θεικοῦ ὀξέος.



Τὸ βιομηχανικὸν Na_2SO_4 προέρχεται ἐκ τῆς δράσεως τοῦ θεικοῦ
ὀξέος ἐπὶ τοῦ μαγειρικοῦ ἁλάτος. Σχηματίζει κρυστάλλους διαφανεῖς

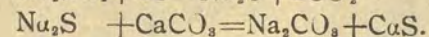
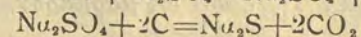
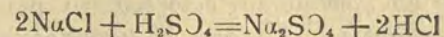
πρισματικοὺς (ἄλας τοῦ Glauber). Χρησιμεύει δὲ εις τὴν ὑαλοργίαν,
τὴν παρασκευὴν ἀνθρακικῶν ἁλάτων τοῦ νατρίου και ὡς καθαρικόν.

80. Ἀνθρακικὰ τοῦ νατρίου.—Εἶνε εγνωστά δύο ἀνθρακι-
κὰ ἄλατα τοῦ νατρίου: τὸ ὀξινον ἀνθρακικὸν $NaHCO_3$ και τὸ οὐ-
δέτερον ἀνθρακικὸν Na_2CO_3 . Τὸ μὲν πρῶτον εἶνε τὸ εις τὰ φαρμα-
κεία πωλούμενον ὑπὸ τὸ κοινὸν ὄνομα σόδα, τὸ δὲ δεύτερον εις κρυσ-
τάλλους χρησιμοποιεῖται συνήθως πρὸς καθαρισμὸν ὀθωνῶν κλπ.

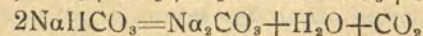
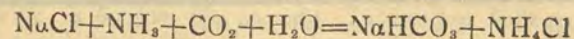
Τὸ ὀξινον ἀνθρακικὸν νάτριον εἶνε κόνις λευκὴ κρυσταλλικὴ, ὀλί-
γον διαλυτὴ ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Διὰ διοχετεύσεως CO_2 ἐντὸς διαλύμα-
τος οὐδετέρου ἀνθρακικοῦ νατρίου, παράγεται τὸ ὀξινον και, ἀντιστρό-
φως, διὰ πυρώσεως τούτου λαμβάνεται τὸ οὐδέτερον.

Ἀνθρακικὸν νάτριον οὐδέτερον Na_2CO_3 .—Τὸ ἄλας τοῦτο, κα-
λούμενον σόδα (κ. λατρόνι), εἶνε κόνις λευκὴ, διαλυομένη ἐντὸς ὕδα-
τος και κρυσταλλομένη δι' ἐξατμίσεως τοῦ διαλύματος εις μεγάλους
ἄχρους και διαφινεῖς κρυστάλλους.

Παρασκευάζεται, κατὰ μὲν τὴν πλαιάν μέθοδον Leblanc, διὰ με-
τατροπῆς τοῦ μαγειρικοῦ ἁλάτος, ἐπιδράσει θεικοῦ ὀξέος, εις θεικὸν
νάτριον και διὰ πυρώσεως τούτου μετὰ κρητίδος ἢ μαρμάρου και ἀν-
θρακος. Λαμβάνεται τότε μίγμα ἀνθρακικοῦ νατρίου, διαλυτοῦ ἐντὸς
τοῦ ὕδατος, και θειούχου ἄσβεστίου πολὺ ὀλίγον διαλυτοῦ ἐν τούτῳ.
Δι' ἐκχυλίσεως τοῦ μίγματος ἐντὸς ὕδατος ἀποχωρίζεται τὸ εὐδιάλυτον
ἀνθρακικὸν νάτριον, παραμενουσῶν σχεδὸν ἀδιαλύτων τῶν προσμιξέων.
Αἱ προηγούμεναι ἀντιδράσεις παρίστανται ὑπὸ τῶν ἐξισώσεων:



Κατὰ δὲ τὴν μέθοδον Solvay, τὸ Na_2CO_3 παρασκευάζεται διὰ διο-
χετεύσεως CO_2 ἐν διαλύματι μαγειρικοῦ ἁλάτος κεκορεσμένου δι' ἄμ-
μωνίας, ὅτε παράγεται ὀξινον ἀνθρακικὸν νάτριον $NaHCO_3$, τὸ
ὀπιῶν ὡς δυσδιάλυτον καταπίπτει, και χλωριούχον ἄμμωνιον, ὅπερ
παραμένει ἐν διαλύσει. Διὰ πυρώσεως τοῦ $NaHCO_3$ λαμβάνεται τὸ
 Na_2CO_3 ἢ Ητοι:



Τὸ Na_2CO_3 χρησιμεύει εις τὴν ὑαλοργίαν, σαπωνοποιάν, τὴν
λεύκανσιν ὀθωνῶν, τὸν καθαρισμὸν τῶν διὰ λέβητας ὕδατων (ἐὰν ταῦ-

τα έχουν άλατα Ca και Mg, ή προσθήκη του Na_2CO_3 παράγει άνθρακικά άλατα άδιάλυτα, άτινα καταπίπτουν) κλπ.

81. Κάλιον καὶ νάτριον.—Δι' ήλεκτρολύσεως του κανστικου ήλεως KOH ή του χλωριούχου καλίου KCl λαμβάνεται τὸ μέταλλον **κάλιον**. Τὸ μέταλλον τούτο εἶνε άργυρόλευκον, μαλακόν, τήκεται εἰς 62°, εἰδιβάρ. 0, 86 ἔχει μεγάλην χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὸ ὀξυγόνον καὶ ἐν τῷ ἀέρι ὀξειδοῦται, διὸ καὶ διατηρεῖται ἐντὸς πετρελαίου. Ἐντὸς ὕδατος ἀναφλέγεται ἀποσυνθέτον συγχρόνως τούτο, εἶνε μέταλλον ἀναγωγικόν. Εἰς τὴν φύσιν εὐρίσκεται ήνωμένον (**άστριος, σελβίτης, καρναλίτης** κλπ).

Τὸ μέταλλον νάτριον λαμβάνεται δι' ήλεκτρολύσεως NaOH ή NaCl. Εἶνε άργυρόλευκον, μαλακόν, εἰδ. βάρ. 0,97. εὔτηκτον (95°6), ἔχει μεγάλην ἀναγωγικὴν ιδιότητα καὶ φυλάσσεται ὑπὸ πετρελαίου, καθόσον ἐντὸς του ἀέρος ἐνοῦται μετὰ του ὀξυγόνου εἰς NaOH,

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ΄.

ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ

82. Ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον. $\text{CaCO}_3=100$.—Τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον εἶνε μία τῶν μάλλον διαδεδομένων μεταλλικῶν οὐσιῶν ἐπὶ τῆς γῆς. Ὑφίσταται ἐν τῇ φύσει ὡς **μάρμαρον, λιθογραφικὸς**



Σχ. 48

λίθος, ασβεστόλιθος, κρητὶς κλπ. Αἱ διάφοροι αὐται ποικιλίαι του ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου καλοῦνται **ασβεστολιθικά πετρώματα**. Ἐπί-

σης, τὰ κελύφη τῶν ὠν, τὰ ὄστρακα, τὰ κοράλια κλπ. ἀποτελοῦνται ἐξ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου.

Τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον ἀπαντᾶται ἐν τῇ φύσει εἴτε **κρυσταλλικόν**, εἴτε **ἄμορφον**. Κρυσταλλικοῦ ὑπάρχουν πολλαὶ ποικιλίαι, ἐξ ὧν ἀναφέρομεν τὸν **ισλανδικὸν κρυστάλλον**, ὅστις εἶνε καθαρὸν ἀνθρακικόν



Σχ. 49

ἀσβέστιον, καὶ τὸν **άραγονίτην**. Οἱ διαφανεῖς ὄραιοι ἰσλανδικοὶ κρυσταλλοὶ ἔχουν τὴν ιδιότητα τῆς διπλῆς διαθλάσεως (σχ. 48) καὶ χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰ ὄργανα τῆς ὀπτικῆς. Τὰ ἄμορφα ἀσβεστολιθικά, ὡς ἡ κρητὶς, ὁ ἀσβεστόλιθος, ἀποτελοῦν μεγίστας ἐκτάσεις. Τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον ἀπαντᾶ κρυσταλλοφύες ὡς μάρμαρον.

Ἰδιότητες.—Τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον εἶνε **ἀδιάλυτον ἐν ὕδατι**. Διαλύεται ὅμως ἐντὸς ὕδατος περιέχοντος CO_2 , ὅτε παρίγεται

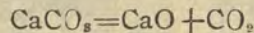
δισανθρακικόν ασβέστιον διαλυτόν εἰς τὸ ὕδωρ. Ἐὰν τὸ διάλυμα τοῦτο ἐκτεθῆ εἰς τὸν ἀέρα μετὰ μετοβολῆς πίεσεως ἢ θερμοανθῆ, τὸ ἐν αὐτῷ δισανθρακικόν ασβέστιον ἀποσυνιίθεται εἰς CO₂ καὶ ἀνθρακικόν ασβέστιον, τὸ ὁποῖον κατακρημνίζεται ὡς ἀδιάλυτον.

Πάντα τὰ ρέοντα ὕδατα, ἕνεκα τῆς παρουσίας CO₂, περιέχουν διαλελυμένον ἀνθρακικόν ασβέστιον. Πηγαὶ δὲ τινες πλούσιαι εἰς CO₂ περιέχουν διαλελυμένον μέγα ποσὸν ἀνθρακικοῦ ασβεστίου (ἕνεκα τῆς διόδου τῶν δι' ασβεστολιθικῶν πετρωμάτων), τὸ ὁποῖον ἐγκαταλείπουν ὑπὸ μορφὴν στρώματος κρυσταλλικοῦ, ὅταν φθάνουν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἀέρος. Τοιοῦτοτρόπως, σχηματίζονται ἐντὸς σπηλαίων *σταλακτῖται* καὶ *σταλαγμίται* (σχ. 49), τὰ καθιζήματα τῶν ὑδροσωλήνων, τῶν ἀτμολεβήτων (θερμανσις) κλπ.

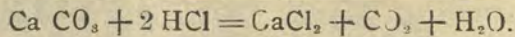
Τὸ ἀνθρακικόν ασβέστιον ἀποσυντίθεται διὰ *θερμάνσεως* εἰς *ασβεστον* καὶ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ἤτοι



Σχ. 50



Τῇ ἐπιδράσει δὲ ὀξέων παρέχει CO₂ π.χ.:

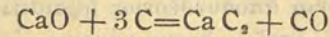


83. Ἄσβεστος CaO=56.—Ἡ ἄσβεστος παρασκευάζεται διὰ πρῶσεως ἐντὸς τῶν ασβεστοκαμίνων (σχ. 50) κοινῶν μαρμάρων ἢ ασβεστολίθων, ὅτε ἐκλύεται CO₂ καὶ παράγεται ἡ ἄσβεστος.

Ἰδιότητες.—Ἡ ἄσβεστος, *ἐρχομένη εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ὕδατος*, θερμαίνεται, ἐξογκοῦται, ὑποδιαιρεῖται εἰς μικρότερα τεμάχια καὶ τέλος μετατρέπεται εἰς *ὕδροξείδιον τοῦ ασβεστίου* Ca(OH)₂, ὅπερ καλεῖται *ἐσβεσμένη ἄσβεστος* καὶ ἀποτελεῖ *δραστηρίαν βάσιν* εὐθηγνήν. Ἡ ἐσβεσμένη ἄσβεστος μεθ' ὕδατος παρέχει τὸ *γάλα τῆς ασβεστού*, χρησιμεῖον εἰς τὸν ὑδροχρωματισμὸν τῶν τοίχων καὶ ἐκ τοῦ ὁποῖου διὰ πολλοῦ ὕδατος καὶ διηθήσεως λαμβάνεται τὸ *ασβέστιον*

ὕδωρ. Τοῦτο εἶνε ὑγρὸν ἄχρουν, θολούμενον παρουσίᾳ ἀέρος, περιέχοντος CO₂.

Εἰς τὴν ἠλεκτρικὴν κάμινον ὁ ἀνθραξ, θερμαινόμενος μετ' ἄσβεστου, ἐνοῦται μετὸ τοῦ ασβεστίου εἰς ἀνθρακασβέστιον CaC.



Τὸ ἀνθρακασβέστιον χρησιμεύει εἰς τὴν παραγωγὴν τοῦ ὀξυλενίου (*ἀστυλήνης*) C₂H₂.

Ἐφαρμογαί.—Ἡ ἄσβεστος τοῦ ἐμπορίου περιέχει πάντοτε ξένας προσμίξεις. Αἱ προσμίξεις εἶνε ὀλίγαι, ὅταν ἡ ἄσβεστος προέρογεται π.χ. ἐκ λευκοῦ μαρμάρου ἢ κρητίδος. Ἡ τοιαύτη ἄσβεστος καλεῖται *παχεῖα* καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν παρασκευὴν καυσικοῦ νάτρου καὶ καυσικοῦ κάλεως, χλωριούχων ἀποχρωστικῶν, πλείστων βιομηχανικῶν ὀργανικῶν προϊόντων, τὸν καθαρισμὸν ὑδάτων κλπ.

Εἰς τὴν οἰκοδομικὴν διακρίνουν τὰς *ἀεροπαγεῖς* (παχεῖαν ἢ ἰσχνὴν) καὶ τὰς *ὕδροπαγεῖς ἄσβεστους*. Ἐκ τούτων ἡ *παχεῖα* ἄσβεστος, περιέχουσα τοῦλάχιστον 85% CaO, μιγνυμένη μεθ' ὕδατος καὶ πυρρτικῆς ἄμμου, χρησιμεύει εἰς τὴν οἰκοδομικὴν ὡς *κονίαμα*. Τὸ μίγμα, ἀφιέμενον εἰς τὸν ἀέρα, σκληρύνεται βιαιηδόν, ἕνεκα δὲ τῆς ἄμμου εἶνε πορῶδες καὶ διευκολύνει τὴν ἐπίδρασιν τοῦ CO₂ τοῦ ἀέρος καὶ τὸν σχηματισμὸν τοῦ ἀνθρακικοῦ ασβεστίου, ὅτε ξηραίνονται οἱ τοῖχοι. Εἰς τὸ ἐσωτερικὸν κατακρημνισθέντων παλαιῶν (δύο ἢ τριῶν αἰῶνων) τειχῶν λίαν παχέων ἀνευρέθη *κονίαμα* μὴ στερεοποιηθὲν, καθόσον ὁ ἀήρ δὲν εἶχεν εἰσδύσει μέχρις αὐτοῦ.

Ἡ ἄσβεστος, ὅταν περιέχῃ τοῦλάχιστον 20% προσμίξεις ξένας, ἐρχομένη εἰς ἐπαφὴν μεθ' ὕδατος, κατ' ἀντίθεσιν πρὸς τὴν *παχεῖαν* ἄσβεστον, θερμαίνεται ὀλίγον καὶ δὲν ἐξογκοῦται· ἡ ἄσβεστος αὕτη καλεῖται *ἰσχνή* καὶ ἐφαρμοζέται, ὡς καὶ ἡ *παχεῖα*, εἰς τὴν οἰκοδομικὴν, χωρὶς νὰ παρουσιάζῃ τὰ προτερήματα ταύτης.

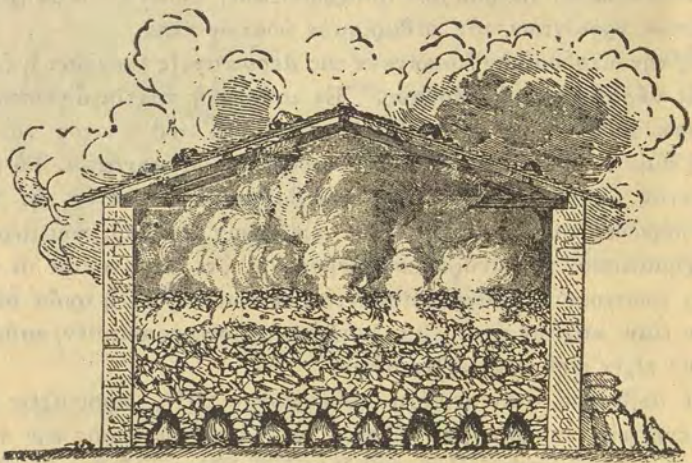
Αἱ *ὕδραυλικαὶ ἄσβεστοι* σβέννυνται, ἐρχόμεναι εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ὕδατος, καὶ διακρίνονται τῶν ἀεροπαγῶν ἐκ τοῦ ὅτι τιθέμεναι ὑπὸ τὸ ὕδωρ ἢ εἰς ὑγρὰ μέρη σκληρύνονται σὺν τῷ χρόνῳ. Χρησιμοποιοῦνται ἰδίως εἰς ὑποβρυχίους ἐργασίας καὶ παρασκευάζονται διὰ θερμάνσεως μιγμάτων (φυσικῶν ἢ τεχνητῶν) ασβεστολιθικῶν πετρωμάτων καὶ ἀργίλλων (10 ἕως 30% ἀργίλλου).

Τὰ *τσιμέντα* δὲν σβέννυνται μετὰ τοῦ ὕδατος ἀποτελοῦν οὐσίαν, στερεοποιουμένην εἰς τὸν ἀέρα ἢ τὸ ὕδωρ ἐντὸς λεπτῶν τῆς ὥρας (*τσιμέντον* *ra main*) ἢ ὥρῶν (*τσιμέντον* *Portland*). Παράγονται

δὲ διὰ πυρώσεως ἄβεστολίθων μετ' ἀργίλλου, τῆς ὁποίας ἡ ἀναλογία εἶνε μεγαλύτερα τῆς διὰ τὰς προηγηθείσας ὑδραυλικὰς (30 ἕως 60% ἀργίλλου).

Αἱ *ἡφαίστειοι γαῖαι*, αἱ ὁποῖαι εὐρίσκονται εἰς τόπους ἡφαιστειογενεῖς καὶ εἶνε προϊόντα ἀποσυνθέσεως ἡφαιστείων πετρωμάτων, εἶνε πορώδεις ἀργίλλοι, αἱ ὁποῖαι, θερμαινόμεναι ἀρκετὰ καὶ μινύμεναι μετὰ παχείας ἀσβέστου, ἀποτελοῦν ἀρίστης ὑδραυλικὰς ἀσβέστους ἰδιαζόντως καταλλήλους δι' ὑποβρυχίους ἐργασίας. Εἶδη τούτων εἶνε ἡ εἰς τὰ παρόρθια μέρη τοῦ Ρήνου εὐρισκομένη *τρασία γῆ*, ἡ ἐκ Ποτιόλης (Puzzole) *ποτιόλια γῆ* καὶ ἡ *θηραϊκὴ γῆ (πορτσελάνα)* ἡ ἐν Θήρᾳ ὑπάρχουσα.

Ἡ στερεοποίησις τῶν ὑδραυλικῶν προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι ταῦτα πε-



Σχ. 51

ριέχουν πυριτικά καὶ ἀργίλλικὰ ἄλατα, γενόμενα *ἀνυδρα* διὰ τῆς πυρώσεως καὶ τὰ ὁποῖα μεθ' ὕδατος τείνουν νὰ γίνουν *ἐνυδρα* καὶ νὰ ἐνωθῶν μετὰ τῆς ἀσβέστου (παραχθείσης ἐκ τῆς πυρώσεως τοῦ ἄβεστολιθικοῦ πετρώματος), πρὸς σχηματισμὸν ἀλάτων ἀδιαλύτων καὶ μεγάλης σκληρότητος.

84. Θερικὸν ἀσβέστιον $\text{Ca SO}_4 = 136$.—Τοῦτο εὐρηται ἐν τῇ φύσει εἴτε ἠνωμένον μεθ' ὕδατος $\text{Ca SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$, ὡς *γύψος*, εἴτε ἀνυδρον.

Ἡ γύψος εἶνε ὀλίγον διαλυτὴ ἐν ὕδατι, θερμαινόμενη δὲ ἐντὸς καμίνων (σχ. 51) παρέχει τὴν *κεκαυμένην γύψον*, ἣτις κονιοποιεῖ-

ται διὰ μύλων. Ἡ γυψόκονις, μινυμένη μεθ' ὕδατος, στερεοποιεῖται ταχέως. Χρησιμοποιεῖται δὲ εἰς τὴν οἰκοδομικὴν (γυψοκονιάματα), τὴν ἀγαματοποιεῖν, τὴν γεωργίαν ὡς λίπασμα κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΔ'.

Υ Α Λ Ο Σ

85. Σύστασις καὶ ἰδιότητες τῆς ὑάλου.—Ἡ ὑάλος εἶνε μίγμα διαφόρων πυριτικῶν ἀλάτων (ἐνώσεις τοῦ διοξειδίου τοῦ πυριτίου μετὰ διαφόρων βάσεων). Εἶνε σκληρά, θραύεται καὶ ἔχει λώμιν ἰδίαν. Τίθεται εἰς θερμοκρασίαν ἀρκετὰ ὑψηλὴν, ἀφοῦ πρῶτον καταστῆ πλαστικὴ. Τὸ χρῶμα, ἡ σκληρότης καὶ τὸ σημεῖον τήξεως ἐξαρτῶνται ἐκ τῶν ἐνωθεισῶν βάσεων καὶ τῶν ἀναλογιῶν των,

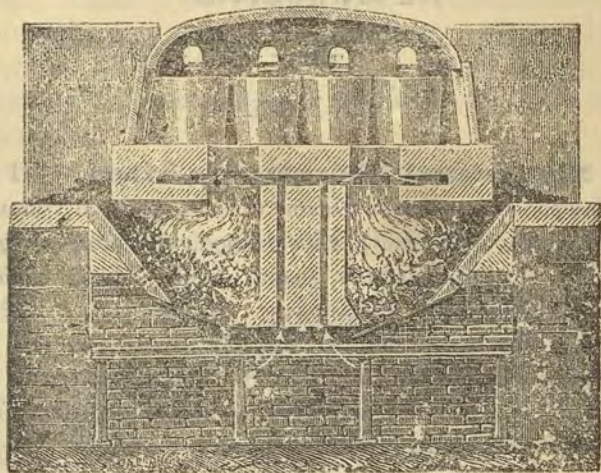
Τὰ *πυριτικά τῶν ἀλκαλίων* εἶνε τὰ μᾶλλον εὐτήκτα ὄλων τῶν πυριτικῶν (μέχρις ὀρισμένου ὁρίου ἀναλογίας τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος). Τὰ *πυριτικά τοῦ ἀσβεστίου* εἶνε ὀλιγώτερον εὐτήκτα τῶν προηγουμένων. Τοῦναντίον, τὰ *πυριτικά τοῦ μόλυβδου* εἶνε τόσον μᾶλλον εὐτήκτα, ὅσον περισσότερο ὀξείδιον τοῦ μόλυβδου περιέχουν. Ἐλὸς, δι' ἀναμίξεως διαφόρων πυριτικῶν, ἐπιτυγχάνονται πυριτικά, ἅτινα εἶνε μᾶλλον εὐτήκτα καὶ τοῦ εὐτηκτοτέρου τῶν ἀναμιχθέντων.

Ἡ ὑάλος, θερμαινόμενη καὶ εἶτα βυθιζομένη ἐν λουτρῷ ἐλαίου ἢ τετηκότος λίπους, καθίσταται σκληρά, ὀλιγώτερον εὐπαθὴς εἰς τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας καὶ τὰς κρούσεις καὶ ἐλαστικώτερα. Ἐὰν ὁμως ἡ τοιαύτη ὑάλος χαραχθῆ εἰς τι μόνον σημεῖον τῆς, ἀμέσως μεταβάλλεται εἰς μικρὰ τεμάχια.

Ἡ ὑάλος εἶνε κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ· ἀποτόμως ψυχόμενη θραύεται, διὸ κατασκευαζόμενα ὑάλινα ἀντικείμενα ψύχονται λίαν βραδέως. Πρέπει νὰ μὴ διαλύεται ἐν ὕδατι καὶ νὰ εἶνε ἀπρόσβλητος ὑπὸ τῶν ὀξέων (ἐξαιρέσει τοῦ *ὕδροφθορικοῦ*, τὸ ὁποῖον κατατρώγει τὴν ὑάλον, ἐξ οὗ καὶ χρησιμοποιεῖται τοῦτο πρὸς χάραξιν θερμομέτρων καὶ ἄλλων ὑάλινων ἀντικειμένων).

86. Εἶδη καὶ κατεργασία τῆς ὑάλου.— Διακρίνομεν τρία εἶδη ὑάλου: 1ον τὰς *ἀχρόους*, 2ον τὰς *κεχρωσμένας* καὶ 3ον τὸν *κρύσταλλον*. Ἡ ἀχρὸς ὑάλος, ἐξ' ἧς κατασκευάζονται αἱ ὑάλοι τῶν

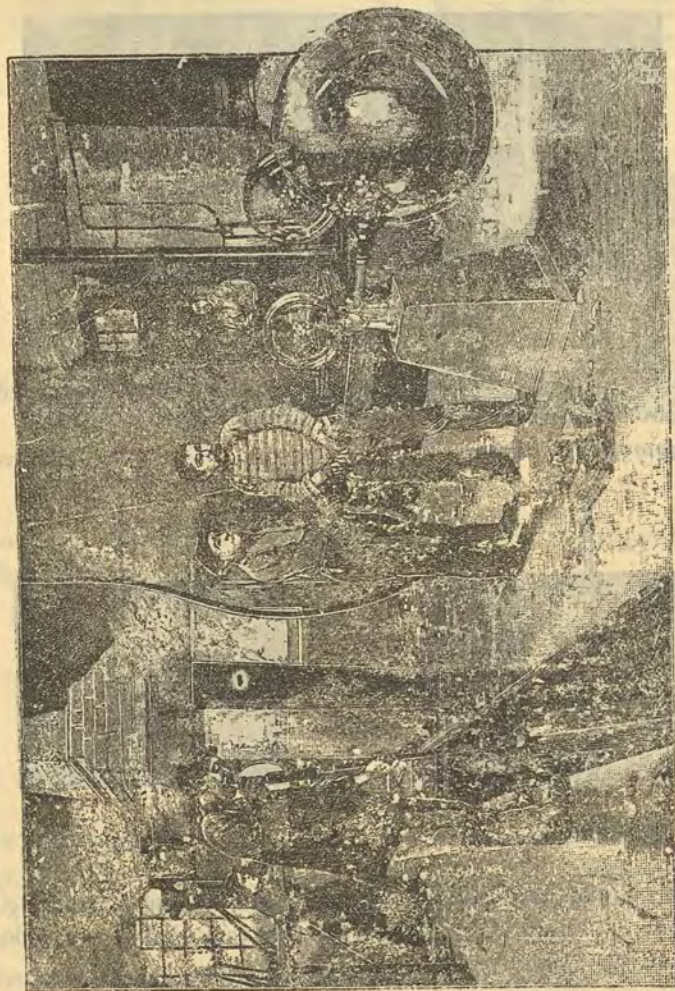
παραθύρων (τζάμια) και τῶν κατόπτρων γίνεται ἐξ ἄμμου λευκῆς χαλαζιακῆς, οὐδετέρου ἀνθρακικοῦ νατρίου, ἀσβέστου και ὑπολειμμάτων ὑάλου. Αἱ οὐσίαι αὗται, ἀφοῦ μίχθουσι καλῶς, θερμαίνονται μετρίως, ἵνα φύγη τὸ ὕδωρ και εἶτα τίθενται ἐντὸς δοχείων ἐκ δυστήκτου ἀργίλλου. Τὰ δοχεῖα ταῦτα ἐρυθροποιοῦνται ἐντὸς καμίνων (σχ. 52), διε τήκεται τὸ περιεχόμενόν των.



Σχ. 52

Τὸ πρωτεῦν ὄργανον τοῦ ὑάλουργοῦ εἶνε ὁ σιδηροῦς σωλῆν (σχ. 53) μήκους 1,50 μέτρων περίπου, ὅσους φέρει κατὰ τὸ ἐν ἄκρον του ξύλινον περίβλημα. Τὸ ἕτερον ἄκρον βυθίζεται ἐντὸς τῶν δοχείων τῆς καμίνου, τῶν περιεχόντων τὴν τετηκυῖαν ὑαλον και παραλαμβάνει μέρος ἐκ ταύτης. Ὁ ἐργάτης, ἐμφυσῶν εἴτε διὰ τοῦ στόματος, εἴτε δι' ἀέρος πεπιεσμένου διὰ μηχανῆς (σχ. 53) ἐντὸς τοῦ σωλῆνος (βοηθούμενος κατὰ τὰς περιστάσεις και ὑπὸ καταλλήλων μηρῶν) δύναται νὰ δώσῃ εἰς τὴν ὑαλον, ἣς εὐρίσκεται εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος, τὸ ποιοῦμενον σχῆμα. Π. χ. διὰ τὴν κατασκευὴν ὑάλου παραθύρων, παρασκευάζεται δι' ἐμφυσήματος κύλινδρος (σχ. 54), ὅσους κόπτεται κατὰ μήκος γεννητεῖρις τινὸς και εἶτα εἰσάγεται ἐν καμίνῳ, ἵνα, ἀφοῦ καταστῆ εὐπλαστος, ἀναπτυχθῆ ἐπὶ ἐπιπέδου ἐπιφανείας (σχ. 55—56). Ἢ οὕτω κατασκευασθεῖσα ὑαλος εἰσάγεται εἶτα ἐν καμίνῳ ὀλιγώτερον θερμῇ, ἐν ἣ ἀφίεται πρὸς βραδείαν ψύξιν.

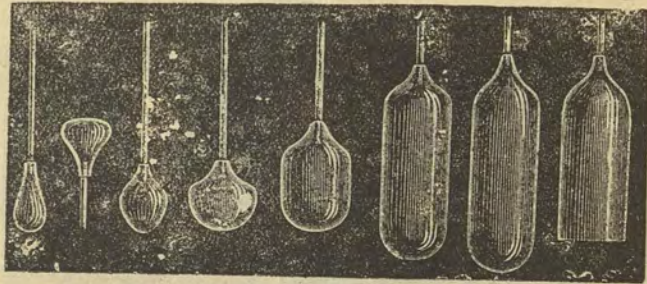
Πρὸς κατασκευὴν μεγάλων και χονδρῶν ὑάλων (κρυστάλλα), χέεται ἡ ὑαλος δοχείων τῆς καμίνου ἐπὶ τραπέζης ἐκ κρατερώματος ὀρί-



Σχ. 53

ζοντίας και καλῶς θερμαινομένης (σχ. 57) και ἐκτείνεται ἐπὶ ταύτης. Μετὰ τὴν σιερεοποίησιν, ἡ ὑαλος λειοῖται διὰ λεπτῆς ἄμμου χαλαζιακῆς πρῶτον, εἶτα διὰ σιμύιδος και ὕδατος και τέλος δι' ἀγγλικοῦ ἐρυθροῦ (ὀξειδίου τοῦ σιδήρου).

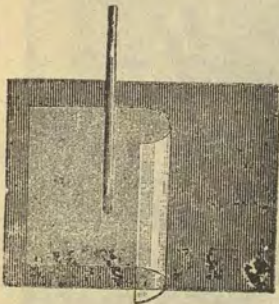
Κρύσταλλος.—Ἡ ὕαλος, ἢ καλουμένη *κρύσταλλος* καὶ χρησι-
μοποιουμένη εἰς τὴν κατασκευὴν εἰδῶν πολυτελείας, ἐπειδὴ πρέπει νὰ



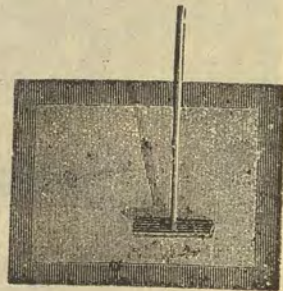
Σχ. 54

εἶνε τελείως ἄχρους, κατασκευάζεται ἐξ ἄμμου λίαν λευκῆς, ἀνθρακι-
κοῦ καλίου καὶ μιλίου.

Κεχωσμένη ὕαλος.—Ἡ χρωῖσις τῆς ὕαλου ἐπιτυγχάνεται διὰ



Σχ. 55



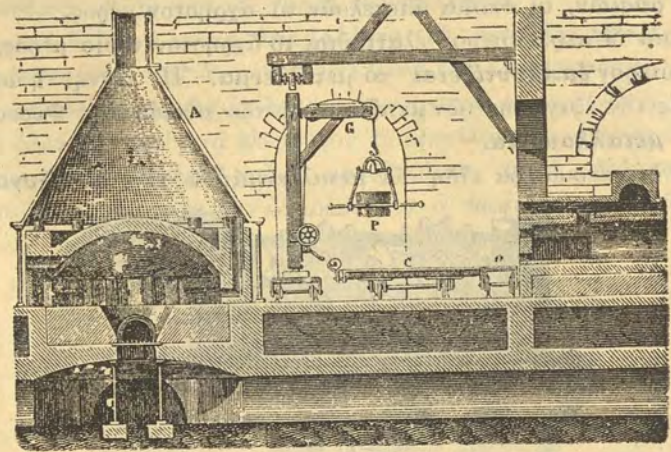
Σχ. 55

συντήξεως αὐτῆς μετὰ διαφόρων μεταλλικῶν ὀξειδίων, ἤτοι Cu_2O διὰ
τὸ ἐρυθρόν, CuO καὶ Cr_2O_3 διὰ τὸ πράσινον, ὀξείδια τοῦ κοβαλτίου
διὰ τὸ κυανοῦν κλπ.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Ποῖα βάρη ὀξίνου ἀνθρακικοῦ νατρίου καὶ θειικοῦ ὀξέος πρέπει
νὰ ἀλληλεπιδράσουν πρὸς παραγωγὴν 10 λίτρων CO_2 ;
2. Ποῖος ὄγκος CO_2 ἀπαιτεῖται πρὸς τελείαν μετατροπὴν εἰς οὐ-
δέτερον ἀνθρ. νάτριον 100 χιλιογρ. κρυστάλλων Na_2CO_3 , 10 H_2O

3. Ποῖα βάρη χλωριούχου νατρίου καὶ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ἀπαι-



Σχ. 57

τοῦνται πρὸς παραγωγὴν 1ον 10 τόννων ἀνθρακικοῦ νατρίου ἀνύδρου
καὶ 2ον 10 τόννων κρυσταλλικοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΓ'

ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ

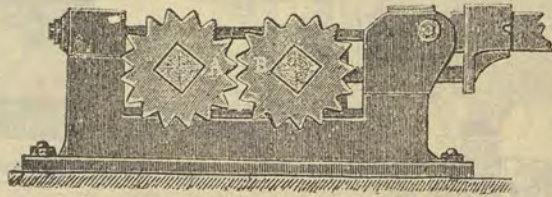
87. Ὄρυκτά.—Τὰ μέταλλα δὲν εὐρίσκονται συνήθως εἰς τὴν
Φύσιν, εἰς ἣν κατὰστασιν γνωρίζομεν αὐτὰ ἐκ τῆς καθημερινῆς πεί-
ρας, ἤτοι ἐλεύθερα (*αὐτοφυῆ*). Πολὺ ὀλίγα τῶν μειάλλων, ὡς ὁ χαλ-
κός, ὁ χρυσοῦς καὶ σπανίως ὁ μόλυβδος καὶ ὁ σίδηρος, ἀνευρίσκονται
μὴ ἠνωμένα ὡς αὐτοφυῆ. Τοῦτο δὲ διότι τὰ πλεῖστα τῶν μετάλλων
λίαν εὐκόλως ἐνοῖνται μετὰ τῶν μεταλλοειδῶν καὶ ἰδίως τοῦ ὀξυγόνου
καὶ τοῦ θείου. Τοιουτοτρόπως, τὰ μέταλλα ἀπαντῶνται εἰς τὴν
Φύσιν ὡς ἐνώσεις ὀξυγονοῦχοι, θειοῦχοι κλπ. αἱ ὁποῖαι καλοῦνται
μεταλλεύματα καὶ εἶνε ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον μεμιγμένα μετὰ γαιωδῶν
οὐσιῶν.

Τὸ μετάλλευμα ἀποτελεῖται λοιπὸν ἐκ δύο μερῶν: α.) τοῦ *χημ-*

σίμου ἢ κυρίως μεταλλεύματος, ἐκ τοῦ ὁποίου ἐξάγεται τὸ μέταλλον διὰ καταλλήλων ἐργασιῶν καὶ β'.) τῶν γαιωδῶν ἢ ἄλλων μεταλλικῶν οὐσιῶν, αἱ ὁποῖαι ἀποτελοῦν τὸ ἀχρηστον μέρος.

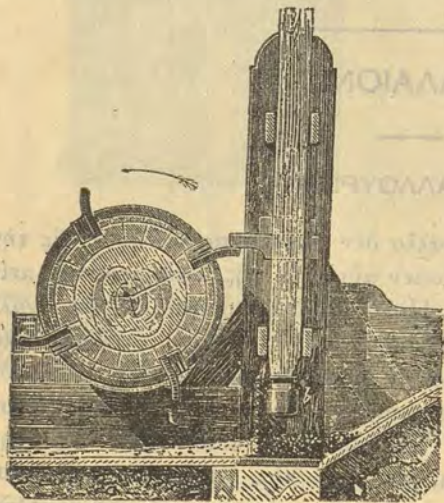
Ὅσον δὲ περισσότερον ἐλαττοῦται τὸ ἀχρηστον τοῦτο μέρος, τόσον περισσότερον ἐμπλουτίζεται τὸ μέταλλημα. Ἡ τέχνη, ἡ ἀσχολούμενη εἰς τὴν ἐξαγωγήν τῶν μετάλλων ἐκ τῶν οὐσιῶν τῆς Φύσεως, καλεῖται **μεταλλουργία**.

Τὰ δύο κυριώτερα εἶδη τῶν μεταλλευμάτων εἶνε τὰ **ὀξυγονοῦχα**



Σχ. 58

καὶ τὰ **θειοῦχα**. Τὰ πρῶτα εἶνε ὀξειδία ἢ ἄλατα (ὀξειδία τοῦ σιδήρου, τοῦ κασσιτέρου τοῦ ἀργιλίου, ἀνθρακικὰ ἄλατα τοῦ σιδήρου, τοῦ χαλκοῦ, τοῦ ψευδαργύρου κ.λ.).



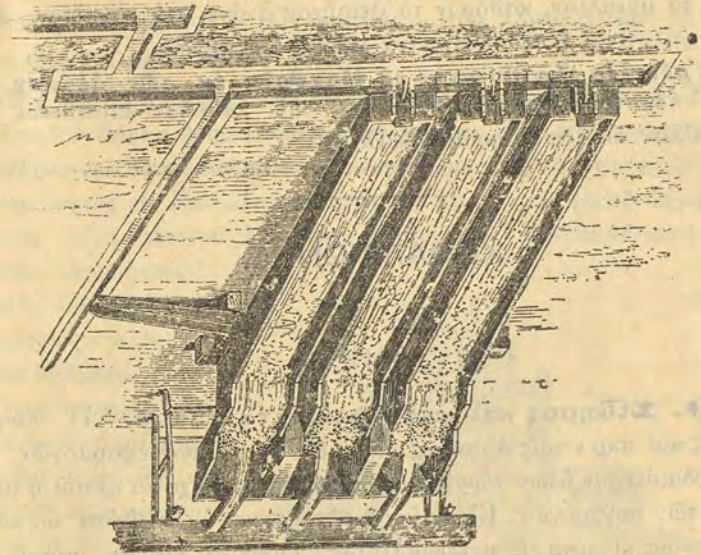
Σχ. 59

διευθύνεται ρεῦμα ὕδατος. Ἐπειδὴ τὸ χρῆσιμον μέταλλημα

88. Κατεργασία τῶν μεταλλευμάτων. — **Μηχανική.** — Συνήθως τὸ μέταλλημα πρέπει νὰ ὑποστῇ κατεργασίαν μηχανικὴν, δι' ἧς νὰ ἀφαιρεθῇ ἐξ αὐτοῦ τὸ πλεῖστον τῶν ἀχρηστων οὐσιῶν. Πρὸς τοῦτο συντριβεται τὸ μέταλλημα εἴτε διὰ χαλυβδίων κυλίνδρων (σχ. 58), εἴτε δι' ὑπέρων (σχ. 59). Πρὸς ἀποχωρισμὸν κατόπιν τῶν ἀχρηστων κόκκων ἀπὸ τῶν χρῆσιμων, τὸ συντριβὲν μέταλλημα τοποθετεῖται εἰς λεπτὸν στρώμα ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου (σχ. 60) καὶ ἐπ' αὐτοῦ

(χρήσιμα κοκκία) εἶνε συνήθως πυκνότερον τῶν ἀχρηστων προσμίξεων, τὸ ρεῖμα τοῦ ὕδατος παρασύρει τὰς ἐλαφροῦς προσμίξεις καὶ ἀφαιρεῖ τοιουτοτρόπως αὐτὰς ἀπὸ τοῦ χρῆσιμου μετάλλημα.

Χημική. — **Μετὰ τοῦτο ὑποβάλλεται τὸ μέταλλημα εἰς χημικὴν κατεργασίαν.** Καὶ ἂν μὲν τὸ μέταλλον εἶνε ἐν καταστάσει **ὀξειδίου**, ὑποβάλλεται εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἀναγωγικοῦ μέσου, ὅπερ, ἀφαιροῦν τὸ ὀξυγόνον, καθιστᾷ ἐλεύθερον τὸ μέταλλον. Τὰ συνήθη ἀναγωγικά μέσα εἶνε ὁ **ἀνθραξ** καὶ τὸ **μονοξείδιον** αὐτοῦ. Διὰ τοιαύτης μεθόδου λαμβάνονται ἐκ τῶν ὀξειδίων τῶν ὀ **κασσιτέρου**, ὁ **σίδηρος**,



Σχ. 60

τὸ **ἀργίλλιον**, ὁ μὲν πρῶτος ἐν σχετικῶς οὐκ ὑψηλῇ θερμοκρασίᾳ. τὸ δὲ τελευταῖον μόνον ἐν τῇ θερμοκρασίᾳ τῆς ἠλεκτρικῆς καμίνου.

Ἄν δὲ τὸ μέταλλον εἶνε ἐν καταστάσει **ἄλατος ἀνθρακικοῦ**, ὑποβάλλεται τοῦτο εἰς θέρμανσιν. Ἡ θερμότης ἀποσυνθέτει ὅλα τὰ ἀνθρακικὰ (τὰ K_2CO_3 καὶ Na_2CO_3 ἀνθίστανται εἰς θερμοκρασίας ἐξαιρετικῶς ὑψηλῆς) καὶ ἀφ' ἐνός μὲν ἐκλύεται δι' ὀξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ἀφ' ἐτέρου δὲ παραμένει τὸ μέταλλον ὡς ὀξειδίου. Τοιουτοτρόπως καὶ ἡ περίπτωσις αὕτη ἀνάγεται εἰς τὴν προηγουμένην τῶν ὀξειδίων.

Ἡ μέθοδος αὕτη εἶνε ἐφαρμόσιμος εἰς τὰ ἀνθρακικά τοῦ **σιδήρου** καὶ τοῦ **ψευδαργύρου**.

Ὅταν πρόκειται περὶ **ἐνώσεως τοῦ μετάλλου μετὰ τοῦ θείου** ἢ **τοῦ θείου καὶ τοῦ ἀρσενικοῦ**, τὰ δύο ταῦτα μεταλλοειδῆ ἀφαιροῦνται διὰ φρύξεως ἐν ρεύματι ἀέρος. Τὸ θεῖον μετατρέπεται τότε εἰς ἀέριον διοξειδίου τοῦ θείου, ὅπερ ἀπέρχεται, τὸ ἀρσενικὸν καθίσταται As_2O_3 (ποντικοφίμακον) στερεὸν καὶ πτητικόν, καὶ τὸ μέταλλον ὀξειδοῦται οὕτως ἀγόμεθα καὶ πάλιν εἰς τὴν πρώτην μέθοδον.

Ἐσαύτως, εἶνε δυνατὸν, διὰ καταλλήλου φρύξεως, νὰ ληφθῇ μίγμα ὀξειδίου καὶ θειοῦχου· διὰ θερμάνσεως τούτου ἀπουσία ἀέρος, ἀπομονοῦνται τὸ μέταλλον, καθόσον τὸ θειοῦχον ἀνάγει τὸ ὀξείδιον. Π. χ. ἐκ τοῦ γαληνίτου PbS δύναται νὰ ληφθῇ ὁ μόλυβδος.

Τὰ μέταλλα εἶνε δυνατὸν νὰ ἐξαχθοῦν ἐκ τῶν ἀλάτων των καὶ δι' ἠλεκτρολύσεως τούτων· εἰς τὴν κἀθοδον ἀποτίθεται τότε τὸ μέταλλον, ὡς ἔδειξε πρῶτος ὁ Davy.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΔ.

ΣΙΔΗΡΟΣ

89. Σίδηρος καὶ μεταλλεύματι αὐτοῦ.—Ὁ σίδηρος, γνωστὸς καὶ παρὰ τοῖς ἀρχαίοις, εἶνε νῦν, ὡς ἐκ τῶν ἐφαρμογῶν του, τὸ σπουδαιότερον ὄλων τῶν μετάλλων καὶ ἡ βιομηχανία αὐτοῦ ἡ μεγαλύτερα τῶν συγχρόνων. Εἶνε λίαν διαδεδομένος ἐν τῇ Φύσει· ὡς καθαρὸς σπανίως εὕρηται εἰς μετεωρολίθους. Ὅρουκαὶ ἐνώσεις αὐτοῦ, ἔξ ὧν καὶ ἐξίγεται, εἶνε ὁ **φυσικὸς μαγνήτης** Fe_3O_4 , ὁ **αιματίτης** Fe_2O_3 καὶ ὁ **σιδηρίτης** $FeCO_3$.

90. Καθαρὸς σίδηρος.—Ὁ καθαρὸς σίδηρος εἶνε λίαν ἐλατὸς, λίαν ὀλκιμος καὶ λίαν συνεκτικὸς. Τήκεται εἰς 1500° , ἀποῦ πρῶτον καταστῆ μαλακός, ὅτε δύναται καὶ νὰ μεταβληθῇ εἰς φύλλα ἢ νὰ συγκολληθῇ πρὸς ἑαυτὸν. Πρὸς συγκόλλησιν τεμαχίων σιδήρου, ἀρκεῖ ταῦτα νὰ ἐρυθροπυρωθοῦν καὶ εἶτα νὰ συμπιεσθοῦν ἰσχυρῶς εἴτε διὰ σφύρας, εἴτε ἄλλως. Ὁ καθαρὸς σίδηρος δύναται μὲν νὰ μαγνητισθῇ, ἀλλὰ χάνει τὴν μαγνητικὴν του δύναμιν εὐθὺς ὡς ἐξίφρασιθῇ ἢ μαγνητίζουσα αὐτὸν αἰτία.

91. Εἴδη τοῦ ἐμπορίου.—Ὁ εἰς τὰς τέχνας χρησιμοποιούμε-

νος σίδηρος δὲν εἶνε καθαρὸς, ἀλλὰ περιέχει καὶ ἄλλα συστατικά καὶ πρωτίστως ἀνθρακα καὶ διακρίνεται εἰς τὰ ἐξῆς εἶδη, ἀναλόγως τῆς περιεκτικότητος ἰδία εἰς ἀνθρακα.

1ον Τὸν **χυτοσίδηρον** (κ. μαντέμι), περιέχοντα τοῦλάχιστον $2,5\%$ ἀνθρακα.

2ον. Τὸν **σφυρήλατον σίδηρον**, ὅστις ἐνέχει τὸ ἐλάχιστον ποσὸν ἀνθρακος ($0,1—0,7\%$).

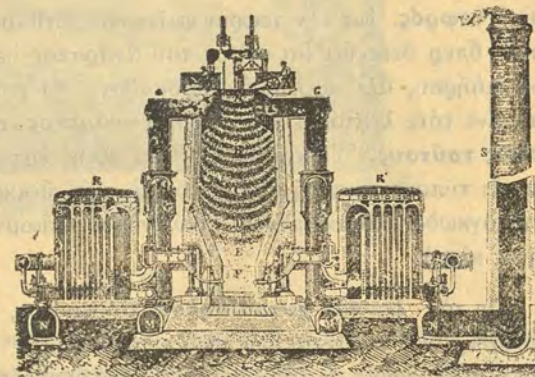
3ον. Τὸ **χάλυβα** (κ. ἀτσάλι), ὅστις ἐνέχει μέσον ποσὸν ἀνθρακος (συνήθως $0,4—1,35\%$).

Ἴδωμεν τίνι τρόπῳ ἐκ τῶν μεταλλευμάτων λαμβάνονται τὰ εἶδη ταῦτα καὶ ποῖαι αἱ ιδιότητές των.

92. Ἀρχὴ τῆς μεταλλουργίας τοῦ σιδήρου.—**Τὰ ὀξείδια τοῦ σιδήρου θερμινόμενα ἀνάγονται διὰ τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.** Ὁ δὲ ἀνθρακικὸς σίδηρος, μετατρέπομενος πρῶτον διὰ τῆς θερμότητος εἰς ὀξείδιον, ἀνάγεται εἶτα ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ ἀερίου. Ἡ ἀναγωγὴ αὕτη γίνεται διὰ τῶν καλουμένων **ὕψικαμίνων** (σχ 61) αἱ ὁποῖαι πληροῦνται ἄνωθεν δι' ἄλλεπαλλήλων στρωμάτων μεταλλεύματος καὶ ἀνθρακος.

Ὁ ἀναγκαῖος διὰ τὴν καῖσιν ἀῆρ ἐμφυσᾶται διὰ μηχανῶν εἰς τὴν βίασιν τῆς καμίνου, παράγεται δὲ ἐκ τῆς καύσεως ταύτης διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, τὸ ὁποῖον ἀνερχόμενον συναντᾷ ἀνθρακα ἐρυθροπυρωμένον καὶ μετατρέπεται εἰς μονοξείδιον (σελ. 309). Τὸ οὕτω παραγόμενον CO ἀνάγει τὸ ὀξείδιον καὶ μετατρέπεται πάλιν εἰς CO_2 . Ἀλλὰ καὶ ὁ ἀνθραξ χρησιμεύει πρὸς ἀναγωγὴν τῶν ὀξειδίων τοῦ σιδήρου εἰς τὰ θερμότερα μέρη τῆς ὕψικαμίνου.

Τὰ μεταλλεύματα τοῦ σιδήρου περιέχουν ὅμως δυστήκτους προσμίξεις (ἀργίλλου καὶ πυριτικοῦ ὀξέος), αἱ ὁποῖαι πρέπει νὰ ἀφαιρεθοῦν



Σχ. 61

Πρὸς τοῦτο, ἐὰν τὰ μεταλλεύματα εἶνε ἀργιλλοῦχα, προστίθενται εἰς αὐτὰ ἀσβεστολιθικά πετρώματα· διὰ τῆς θερμότητος τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον γίνει τὸ CO_2 καὶ ἡ ἀσβεστός του σχηματίζει μετὰ τῆς ἀργίλλου πυριτικὸν ἄλλας ὀλιγώτερον δύστηκτον ἀπὸ τὰς προσμίξεις καὶ τὸ ὁποῖον κολεῖται **σκωρία**. Εἰς τὰς ὑψηλὰς ὅμως ταύτας θερμοκρασίας τῆς τήξεως τῶν προσμίξεων, ὁ σίδηρος ἐνούται μετὰ τοῦ ἀνθρακος καὶ οὕτω λαμβάνεται ὁ καλούμενος **χυτοσίδηρος** (κ.μαντέμι).

Οὕτω διὰ τῶν ὑψικαμίνων δὲν λαμβάνομεν σίδηρον, ἀλλὰ χυτοσίδηρον, ὅστις ρέει ἐκ στομίου τῆς βίσεως τῆς ὑψικαμίνου (ἐν καιρῷ ἀνοιγομένου) ἐντὸς αὐλάκων τοῦ ἐδάφους τοῦ ἐργοστασίου, ἔνθα καὶ στερεοποιεῖται.

93. Χυτοσίδηρος.—*Ἰδιότητες.*—Ὁ συνήθης χυτοσίδηρος περιέχει τοῦλάχιστον 2,5% ἀνθρακα, ὀλίγον πυρίτιον (0,5—3%) καὶ ἐλαχίστας ποσότητας ἄλλων στοιχείων, ὡς θείου καὶ φωσφόρου. Ὑπὸ πρακτικὴν ἔποψιν, ὁ χυτοσίδηρος διακρίνεται τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ χάλυβος, ὡς τηκόμενος εἰς θερμοκρασίαν μικροτέραν καὶ μὴ σφυρηλατούμενος. Ὁ χυτοσίδηρος οὔτε συγκολλᾶται, οὔτε εἶνε ἐλατός.

Εἴδη χυτοσιδήρου φέρονται εἰς τὸ ἐμπόριον κυρίως δύο: ὁ **λευκός** καὶ ὁ **τεφρός**. Εἰς τὸν τεφρὸν φαίνονται καθαρῶς πέταλλα γραφίτου, τοῖθ' ὅπερ δεικνύει ὅτι μέρος τοῦ ἀνθρακος δὲν εἶνε ἠνωμένον μετὰ τοῦ σιδήρου, ἀλλ' ἀλλῶς ἐν προσμίξει. Ὁ τεφρός τήκεται εἰς 1200° καὶ εἶνε τότε λεπτόρρευστος, διὸ **χυνόμενος εἰς τύπους πληροῖ ἐντελῶς τούτους**. Ὑφίσταται τὴν διὰ ρίνης κατεργασίαν εὐκόλως. Χέεται εἰς τύπους ἅμα τῇ ἐξόδῳ του ἐκ τῆς ὑψικαμίνου, ὅταν πρόκειται περὶ ὀγκωδῶν ἀντικειμένων (κύλινδροι ἀτμομηχανῶν, ὑδραγωγοὶ σωλῆνες κλπ.)

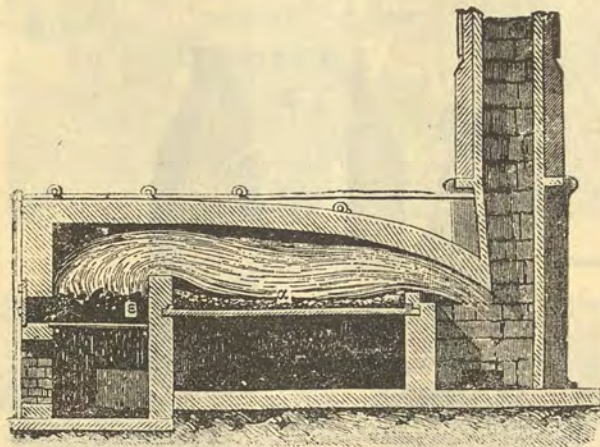
Εἰς τὸν **λευκὸν χυτοσίδηρον**, τοῦναντίον, ἀνθραξ ἐλεύθερος δὲν ὑπάρχει, οὐδὲ φαίνεται διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ὁ λευκός τήκεται περὶ τοὺς 1100°, χωρὶς νὰ λάβῃ ποτὲ μεγάλην ρευστότητα· ἐπομένως εἶνε ἀκατάλληλος εἰς τὴν διὰ τύπων παραγωγὴν ἀντικειμένων. Εἶνε σκληρὸς καὶ θραυστός, διὸ δὲν δύναται νὰ ὑποστῇ μηχανικὴν κατεργασίαν (ρίνη, σφύρα κλπ). **Χρησιμεύει εἰς τὴν παρασκευὴν τῶν ἄλλων εἰδῶν τοῦ σιδήρου** (σφυρηλάτου καὶ χάλυβος.)

Ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς ψύχεται ὁ ὑγρὸς χυτοσίδηρος, ἔχει μεγάλην σπουδαιότητα· τὸ αὐτὸ ὑγρὸν, ὅπερ διὰ βραδείας στερεοποίησεως θὰ παρεῖχε **τεφρὸν** χυτοσίδηρον, ἀποτόμως ψυχόμενον παρέχει **λευκόν**.

Ἡ παρουσία τοῦ πυριτίου διευκολύνει τὴν παραγωγὴν τοῦ τεφροῦ.

Ἐκτὸς ὅμως τοῦ τεφροῦ καὶ τοῦ λευκοῦ, ἡ βιομηχανία παράγει καὶ ἄλλα εἰδικὰ εἶδη, περιέχοντα ὑπὸ μεγάλην ἀναλογίαν διάφορα στοιχεία (μαγγάνιον, χρώμιον, νικέλιον κλπ.), τὰ ὁποῖα ἐν γένει προστίθενται εἰς τὸν συνήθη χυτοσίδηρον πρὸς ἐπιτυχίαν ὀρισμένων ἰδιοτήτων. Οὕτω παράγονται ὁ **νικελιοῦχος χάλυψ**, ὁ **μαγγανιοῦχος χάλυψ** κλπ.

Χημικαὶ ἰδιότητες.—Ὁ σίδηρος δύναται νὰ διατηρηθῇ ἄνευ ἀλλοιώσεως ἐντὸς ἀέρος ἢ ὀξυγόνου ξηρῶν. Ἐρυθροπυρούμενος ὀξειδοῦται, καίεται δὲ ἐντὸς τοῦ ὀξυγόνου μετὰ μεγάλης λάμψεως. Ἀνθίσταται εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ὕδατος ἔστω καὶ ζέοντος. Ἐντὸς δὲ τοῦ ὑγροῦ ἀέρος καλύπτεται ὑπὸ στρώματος ἐξ ἐνύδρου ὀξειδίου τοῦ σιδήρου. Ἐκ



Σχ. 62

τῆς ὀξειδώσεως ταύτης προφυλάσσομεν τὸν σίδηρον καλύπτοντες αὐτὸν διὰ στρώματος κασιτέρου (**λευκοσίδηρος** κ. τενεκῆς) ἢ ψευδαργύρου (λαμαρίνα γαλβανισμένη) ἢ χρωστικῆς οὐσίας.

Θερμαινόμενος μετὰ θείου σχηματίζει τὸν θειοῦχον σίδηρον FeS . Τὰς χημικὰς ταύτας ἰδιότητας τοῦ σιδήρου ἔχουν ἐπίσης ὁ χάλυψ καὶ ὁ καθαρὸς σίδηρος.

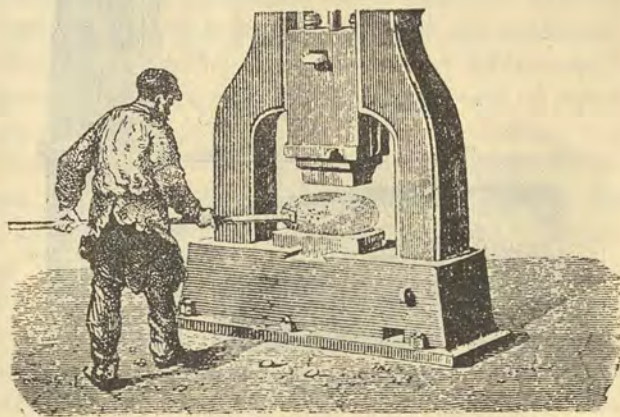
94. Σφυρήλατος σίδηρος.—Οὗτος κατασκευάζεται ἐκ τοῦ χυτοσιδήρου, δι' ὀξειδώσεως τοῦ ἀνθρακος (ὡς καὶ τοῦ πυριτίου καὶ τοῦ φωσφόρου) τούτου ὑπὸ ρεύματος ἀέρος.

Ἡ ὀξειδῶσις αὕτη γίνεται εἴτε ἐντὸς καμίνων ὁμοίων πρὸς τὰς συ-

νήθεις καμίνοους τῶν σιδηρουργῶν (γερμανικὴ μέθοδος), εἴτε ἐντὸς φλογοκαμίνων (σχ. 62), εἰς τὰς ὁποίας μόνον αἱ φλόγες τῆς καυσίμου ὕλης, ἀναμεμιγμένα μετ' αἵρου, προσπίπτουν ἐπὶ τοῦ τετηγμένου χυτοσιδήρου (ἀγγλικὴ μέθοδος).

Ἡ ὀξειδωσις τοῦ ἀνθρακος τοῦ χυτοσιδήρου εἶνε ἔμμεσοι, διότι τὸ ὀξυγόνον τοῦ αἵρου δὲν ὀξειδοῖ ἀπ' εὐθείας τὸν ἀνθρακα τοῦ χυτοσιδήρου, ἀλλὰ μέρος τι τοῦ σιδήρου καὶ παρέχει μαγνητικὸν ὀξειδιον τοῦ σιδήρου, τούτου δὲ τὸ ὀξυγόνον ἐπιφέρει ὀξειδωσιν τοῦ ἀνθρακος καὶ τὴν μετατροπὴν τοῦ χυτοσιδήρου εἰς σφυρήλατον σίδηρον.

Ὁ μετὰ τὴν τοιαύτην ἐργασίαν λαμβανόμενος σπογγώδης καὶ μετὰ σκωριῶν σίδηρος συλλέγεται καὶ φέρεται διάπτωρος ἔτι κάτωθεν ἀτμο-



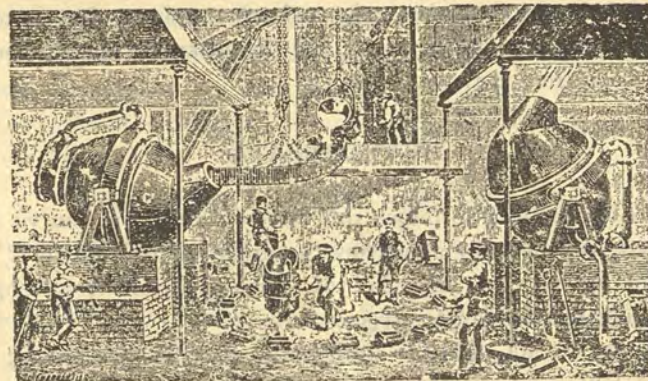
Σχ. 63

κινήτων σφυρῶν (σχ. 63), ὅπου σφυροκοπεῖται, ἵνα ἀπαλλαγῇ τῶν ἐν αὐτῷ ἐγκεκλεισμένων καὶ ἐν ὑγρῷ καταστάσει σκωριῶν. Τριουτοτρόπως λαμβάνεται ὁ σφυρήλατος σίδηρος, ὅστις κατόπιν μετατρέπεται δι' ἐλάστρων εἰς ράβδους ἢ φύλλα καὶ διὰ συρματοσύρτου (τραφίλια) εἰς σύρματα.

Ἰδιότητες.—Ὁ σφυρήλατος συγκολλᾶται πρὸς ἑαυτόν, εἶνε λίαν δύστηκτος (1500°—1600°) καὶ ἐλατός. Χρησιμεύει πρὸς κατασκευὴν ἀλύσεων, ἐργαλείων διαφόρων, λεβήτων ἀτμομηχανῶν καὶ ἐν γένει ἀντικειμένων ἀνθισταμένων εἰς βάρος καὶ κρούσεις. Ἐξ αὐτοῦ κατασκευάζονται φύλλα διὰ διαφόρους χρήσεις (λευκοσίδηρος, γαλβανισμένη

λαλαρίνα κλπ.), σύρματα ἐπιψευδαργυρωμένα διὰ τὴν τηλεγραφίαν καὶ πρὸς κατασκευὴν ἰσχυρῶν καλωδίων (ἀντὶ σχοινίω).

95. Χάλυψ.—Ὁ χάλυψ δύναται νὰ παρασκευασθῇ εἴτε δι' ἀφαιρέσεως ἀνθρακος ἐκ τοῦ χυτοσιδήρου, εἴτε διὰ προσθήκης ἀνθρακος εἰς τὸν σφυρήλατον. Κατὰ τὴν μέθοδον Bessemer, ἐνὶ ὧσιν ἀπιοειδοῦς αἰωρητοῦ ἀγγείου (σχ. 64) ἐκ σφυρηλάτου σιδήρου καὶ χυτοσι-



Σχ. 64

δήρου ἐπενδεδυμένου ἐσωτερικῶς διὰ πλίνθων πυριμάχων, ρίπτεται χυτὸς σίδηρος τετηκὼς, διὰ πολλῶν δὲ ὀπῶν κάτωθεν ἐμφυσᾶται ἰσχυρὸν ρεῖμα πεπιεσμένου αἵρου, δι' οὗ καίονται αἱ ξένοι προσμίξεις, ὡς ὁ ἀνθραξ, τὸ πυρίτιον, τὸ μαγγάνιον, ὁ φωσφόρος. Ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται ταχύτατα (15'—25' τῆς ὥρας) καὶ ἐν τέλει ὁ **χυτοσίδηρος** μεταβάλλεται εἰς **χάλυβα**. Δι' ἔτι μείζονος ἀφαιρέσεως τοῦ ἀνθρακος δύναται νὰ ληφθῇ **σφυρήλατος** σίδηρος, ἔξ οὗ διὰ προσθήκης ἀνθρακος σχηματίζεται ὁ χάλυψ.

Ἰδιότητες.—Ὁ χάλυψ εἶνε ἐλατός, τρητός, ἐλαστικός, σφυρηλατεῖται καὶ συγκολλᾶται καὶ εἶνε εὐτηκτότερος (1300°—1400°), σκληρότερος καὶ ἀνθεκτικώτερος τοῦ σφυρηλάτου σιδήρου. Διαπυρούμενος δὲ καὶ εἴτα ψυχόμενος ἀποτόμως δι' ἐμβαπίσεως εἰς ψυχρὸν ὑγρὸν (ὔδωρ, διαλύματα ἀλάτων, ὑδράργυρος) καθίσταται εἰς μέγαν βαθμὸν σκληρὸς καὶ εὐθραυστος (**βαφῆ** ἢ **στύμωσις** τοῦ χάλυβος). Διὰ βαφῆς ὁ χάλυψ χαράττει τὴν ὕαλον, δὲν ρινεῖται, δὲν σμιλεύεται καὶ δὲν τρυπᾶται. Δι' ἀναθερμάνσεως δὲ δύναται νὰ δοθῇ αὐτῷ βαθμὸς μικρότερος σκληρότητος.

Χρησιμεύει πρὸς κατασκευὴν ξιφῶν, μαχαίρῶν, ὅπλων, βελονῶν,

έλατηρίων κλπ. Ὁ χάλυψ τοῦ Bessemer ἀντικατέστησε τὸν σφυρήλατον εἰς τὰς πλείστας αὐτοῦ ἐφαρμογὰς, κατασκευάζονται δὲ ἐξ αὐτοῦ τροχιαί, ἄξονες ἀμαξῶν, διάφορα χυτὰ μέρη μηχανῶν, ἐλάσματα, κἀναι ὄπλων καὶ πυροβόλων.

96. Θεϊκὸς σιδήρος $FeSO_4$.—Τὸ ἄλας τοῦτο τοῦ σιδήρου (κ. βιτριόλιον πράσινον, καραμπογιὰ) παρασκευάζεται δι' ἐπιδράσεως θεϊκοῦ ὀξέος ἐπὶ σιδήρου καὶ σχηματίζει κρυστάλλους πρασίνοους. Χρησιμεύει εἰς τὴν βαφικὴν πρὸς μελανὴν χρῶσιν τῶν ὑφασμάτων, εἰς τὴν κατασκευὴν μελάνης, εἰς τὴν βυρσοδεψίαν πρὸς παρασκευὴν μελανῶν δερμάτων κλπ.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1) Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ βάρος τοῦ σιδήρου, ὅπερ δύναται νὰ ἐξαχθῇ: 1ον ἐξ ἑνὸς τόννου τῶν ἐπομένων καθαρῶν μεταλλευμάτων: Fe_2O_4 , Fe_2O_4 καὶ $FeCO_3$ καὶ 2ον ἐκ τοῦ βάρους ὀξειδίου, προερχομένου ἐκ τῆς φρύξεως ἑνὸς τόννου πυρίτου.

2) Πόσος $FeSO_4$, $7H_2O$ λαμβάνεται ἐκ τῆς ἐπιδράσεως ἀραιοῦ ὀξέος ἐπὶ 100 χιλιογρ. σιδήρου, ἐὰν δεχθῶμεν ὅτι εἶνε δυνατὸν νὰ συλλεγῇ μόνον 93% τοῦ βάρους τοῦ σχηματισθέντος ἄλατος:

3) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ σχετικὴ αὔξις τοῦ βάρους τεμαχίου σιδήρου, οὕτινος τὸ ἥμισυ ὑπέστη σκωρίασιν (δεχόμεθα ὅτι ἡ σκωρία ἔχει τὸν τύπον Fe_2O_3 , H_2O).

ΧΑΛΚΟΣ $Cu=63$

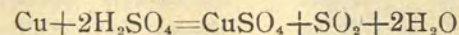
97. Χαλκός.—Τὸ μέταλλον τοῦτο εὔρηται συνήθως ἠνωμένον καὶ ἐνίοτε ἐλεύθερον. Τὰ σπουδαιότερα τῶν ὄρυκτῶν αὐτοῦ, ἐξ ὧν καὶ ἐξάγεται διὰ πολυπλόκων μεθόδων, εἶνε ὁ *κνυρήτης* Cu_2O , ὁ *μαλαχίτης* $CuCO_3 + Cu(OH)_2$, ὁ *χαλκοπυρίτης* $Cu_2S + Fe_2S_3$, ὁ *χαλκολαμπρίτης* Cu_2S , ὁ *ἄζουρίτης* $2CuCO_3 + Cu(OH)_2$.

Ἰδιότητες.—Ὁ χαλκὸς εἶνε ἐρυθρὸς, συνεκτικὸς καί, μετὰ τὸν ἄργυρον καὶ τὸν χρυσόν, τὸ μᾶλλον ἐλατὸν καὶ ὀλκιμον τῶς μετάλλων. Ἔχει πυκνότητα μεταξὺ 8,85 καὶ 8,95, τήκεται εἰς 1100° περίπου καὶ ἐρυθροπυρούμενος ἐκπέμπει ἀτμούς, καιομένους ἐν τῷ ἀέρι μετὰ φλογὸς κυανῆς.

Εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν δὲν ὀξειδοῦται ἐντὸς ξηροῦ ἀέρος, ἐνῶ ἐν ἀέρι περιέχοντι ὕδατιμους καὶ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος καλύ-

πτεται ὑπὸ πρασίνου στρώματος σκωρίας (ιοῦ τοῦ χαλκοῦ). Θερμιανόμενος μέχρις ἐρυθροπυρώσεως καλύπτεται ὑπὸ στρώματος μελανοῦ ἐξ ὀξειδίου CuO , ὅπερ εὐκόλως ἀνάγεται καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς ὀξειδωτικόν (σελ. 253) Ὁ χαλκὸς καίεται ἐντὸς ἀτμῶν θείου καὶ παράγει Cu_2S .

Ὁ χαλκὸς δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τῶν ὀξέων HCl καὶ H_2SO_4 ὅταν ταῦτα εἶνε ἠραιωμένα δι' ὕδατος. Εἰς τὰ ὀξέα διαλύεται τὸ ἐν τῷ ἀέρι σχηματιζόμενον ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ πράσινον στρώμα. Οὕτως ἐξηγεῖται ἡ ὑπὸ τῶν ἀσθενῶν ὀξέων προσβολὴ τοῦ χαλκοῦ καὶ ὁ σχηματισμὸς ἁλάτων αὐτοῦ. Τὸ πυκνὸν καὶ ζέον H_2SO_2 προσβάλλει τὸν χαλκόν, ὅτε σχηματίζεται *θεϊκὸς χαλκός* (κ. γαλαζόπετρα ἢ ἄλογόπετρα) καὶ διοξειδίον τοῦ θείου, ἦτοι



Τὸ *νιτρικὸν ὀξύ* διαλύει τὸν χαλκόν, ὅτε παράγεται *νιτρικὸς χαλκός* καὶ ἀτμοὶ NO .

Χρήσις.—Ὁ χαλκός, ὡς καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, χρησιμοποιεῖται εἰς ἠλεκτρικὰς ἐργασίας· ἐπίσης, ὡς εὐθερμαγωγός, χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν μαγειρικῶν σκευῶν, ἀποστακτῆρων κτλ. Ἐπειδὴ ὁμως εἶνε ἐπικίνδυνος ἡ παραμονὴ τροφίμων ἐπὶ μακρὸν ἐν δοχείοις ἐκ χαλκοῦ (καθόσον δυνατόν, ὡς εἶδομεν, νὰ σχηματισθοῦν ἄλατα χαλκοῦ, τὰ ὅποια εἶνε ἐπικίνδυνα ὡς δηλητηριώδη), τὰ δοχεῖα ταῦτα καλύπτονται ἐσωτερικῶς διὰ στρώματος κασιτέρου. Χρησιμεύει ὁ χαλκὸς εἰς τὴν κατασκευὴν νομισμάτων καὶ διαφόρων ἰδίως κρημάτων.

Κράματα.—Τὰ σπουδαιότερα τῶν κρημάτων τοῦ χαλκοῦ εἶνε: 1ον ὁ *ὀρειχαλκος*, ἀποτελούμενος ἐκ χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου καὶ ὀλίγου μολύβδου καὶ κασιτέρου. Τὸ χρῶμα του μεταβάλλεται ἀπὸ τοῦ λευκοῦ μέχρι τοῦ κιτρίνου καὶ τοῦ ἐρυθροῦ. Ἐξ αὐτοῦ κατασκευάζονται ὄργανα καὶ σκεύη ποικίλων ἐφαρμογῶν.

2ον Τὸ *βροντήσιον κρημα* ἢ *χαλκοκασσίτερος*, ἐκ χαλκοῦ καὶ κασιτέρου, ὧν αἱ ἀναλογίαι μεταβάλλονται ἀναλόγως τοῦ προορισμοῦ τοῦ κρηματος. Διὰ τοῦ κρηματος τούτου κατασκευάζονται ἀντικείμενα τέχνης (μετάλλια, ἀγαλμάτια), κώδωνες, κύμβαλα κάτοπτρα τηλεσκοπίων κλπ.

3ον Ὁ *ἀργιλλιοχαλκος*, ἐξ 90 μερῶν χαλκοῦ καὶ 20 μερῶν ἀργιλίου, λίαν συνεκτικός.

Ὁ χαλκὸς σχηματίζει κράματα καὶ μετὰ τοῦ **νικελίου** καὶ τοῦ **ψευδαργύρου**, χρησιμοποιούμενα εἰς τὴν κατασκευὴν εἰδῶν τραπέζης καὶ γνωστὰ ὑπὸ διάφορα ὀνόματα (argentaυ, christoffle κλπ.). Μετὰ δὲ μόνον τοῦ νικελίου παρέχει κράμα, χρησιμεῦον εἰς τὴν κατασκευὴν νομισμάτων.

98. Θεϊκὸς χαλκός. CuSO_4 .— Διὰ θερμάνσεως χαλκοῦ μετὰ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος λαμβάνεται ὁ **θεικὸς χαλκός**. Ἡ βιομηχανία παράγει μεγάλα ποσὰ ἐκ τούτου δι' ὀξειδώσεως (φρύξεως ἐν ρεύματι ἀέρος) θειούχου χαλκοῦ φυσικοῦ ἢ τεχνητοῦ. Κατὰ τὴν φρύξιν ταύτην σχηματίζεται μίγμα θειικοῦ χαλκοῦ καὶ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ διὰ τὴν μετατραπὴν καὶ τὸ ὀξειδίων εἰς θεικόν, ῥίπτεται ὅλον τὸ μίγμα ἐντὸς ὕδατος, περιέχοντος θεικόν ὀξύ. Ἀποτελεῖται ἐκ μεγάλων κυανῶν κρυστάλλων (').

Χρήσις.—Χρησιμεῖει ὡς ἀντισηπτικὸν καὶ ἀντιμιασματικόν, πρὸς προφύλαξιν τῶν ἀμπέλων ἀπὸ τοῦ περονόσπυρου (ψεκασμὸς τῶν ἀμπέλων διὰ διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ), πρὸς ἐμποτισμὸν τῶν τηλεγραφικῶν στύλων, ὅπως διατηρῶνται. Ἡ ἀποσύνθεσις ὑδροδιαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος παρέχει χαλκὸν ἐπὶ τῆς καθόδου ἢ ἰδιότης αὐτῆ ἔχει πλείστας σπουδαίας ἐφαρμογὰς (γαλιβανοπλαστική, καθαρισμὸς τοῦ χαλκοῦ).

ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Νὰ προσδιορισθῇ ἡ αὔξησις τοῦ βάρους ἐλάσματος σιδήρου, χρησιμοποιηθέντος πρὸς τελείαν ἀποσύνθεσιν διαλύματος, ὅπερ περιείχεν 50 γραμμ. θειικοῦ χαλκοῦ CuSO_4 , $5\text{H}_2\text{O}$.

ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ Zn —65.

99. Ψευδάργυρος.—Οὗτος εὐρίσκεται ἐν τῇ φύσει κυρίως ὡς ἀνθρακικὸς ZnCO_3 (**καλαμίνα**) καὶ ὡς θειοῦχος ZnS (**σφαλερίτης**).

(1) Ἐάν ἐμβαπτίσωμεν ἔλασμα σιδηροῦ ἐντὸς διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ, τὸ διάλυμα τοῦτο ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἀποχρωματίζεται, ἐνφ' συγχρόνως ἐρυθρὸν στρώμα ἐκ χαλκοῦ σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος, ὁ δὲ σίδηρος διαλύεται. Μετὰ τὴν ἀντίδρασιν, εὐρίσκομεν ὅτι ὁ σίδηρος ἀντικατέστησε τὸν χαλκὸν ὑπὸ τῆς ἀναλογίαν 56 γραμ. σιδήρου πρὸς 63,3 γρ. χαλκοῦ: $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$, ὁ δὲ χαλκὸς κατέστη ἐλεύθερος καὶ ἐσχημάτισε τὸ ἐρυθρὸν στρώμα.

Διὰ πυρώσεως τῆς καλαμίνας ἢ διὰ φρύξεως τοῦ σφαλερίτου, λαμβάνεται ὀξειδίων τοῦ ψευδαργύρου ZnO ($\text{ZnCO}_3 = \text{ZnO} + \text{CO}_2$, ἢ $\text{ZnS} + 3\text{O} = \text{ZnO} + \text{SO}_2$), τὸ ὁποῖον κοινοποιούμενον καὶ πυρούμενον μετ' ἀνθρακος, ἀνάγεται καὶ παρέχει τὸν ψευδάργυρον ($\text{ZnO} + \text{C} = \text{Zn} + \text{CO}$) ἐν καταστάσει ἀτμοῦ, συμπυκνουμένου ἐντὸς ψυχρομένων δοχείων. Ἐν Βελγίῳ ἡ πύρωσις τοῦ μίγματος ἀνθρακος καὶ ὀξειδίου ἐκτελεῖται ἐντὸς κυλίνδρων χυτοσιδηρῶν μήκους 1 μέτρου, (σχ. 65) θερμαινομένων ἐν κοινῇ καμίνῳ. Εἰς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον ἐκάστου κυλίνδρου ἐφαρμόζεται σιδηροῦν δοχεῖον, ἐν ᾧ συμπυκνοῦται ὁ ψευδάργυρος.

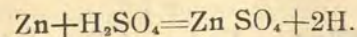
Ἰδιότητες.—Ὁ ψευδάργυρος εἶνε λευκὸς ὑποκίανος, τήνεται εἰς 419° καὶ ζέει εἰς 390° , ἔχει πυκνότητα μεταξὺ 6, 86 (τακεῖς) καὶ 7,2 (σφουρηλατηθεῖς). Ὁ τοῦ ἐμπορίου περιέχει 1—2% ξένας προσμίξεις καὶ ἰδίως μόλυβδον. Ὁ ψευδάργυρος οὗτος εἶνε εὐθραυστος ἐν ψυχρᾷ θερμοκρασίᾳ, ἐλατὸς καὶ ὄγκιμος περὶ τοὺς 150° (ὅτε μετατρέπεται εἰς ἐλάσματα καὶ σύρματα) καὶ γίνεται πάλιν εὐθραυστος περὶ τοὺς 200° , ὅτε δύναται νὰ κοινοποιηθῇ ἐν ἰγδίῳ. Εἶνε τὸ μᾶλλον διασταλτὸν τῶν μετάλλων.



σχ. 65

Τὸ ὄξυγόνον καὶ ὁ ἀῆρ ξηρὰ δὲν ἐπιδροῦν ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Ἐάν ὅμως θερμανθῇ ὁ ψευδάργυρος μέχρι βρασμοῦ, οἱ ἀτμοὶ του καίονται μετὰ ζωηρᾷ λάμπφως καὶ μετατρέπονται εἰς λευκὴν κόνιν λίαν ἐλαφρὰν ἐξ ὀξειδίου τοῦ ψευδαργύρου ZnO . Ἐν ἀέρι περιέχοντι ὑδρατμούς, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ψευδαργύρου καλύπτεται ὑπὸ τοῦ σχηματιζομένου τεφροχοροῦ στρώματος ἐξ ἀνθρακικοῦ ἐνύδρου, προστατεῦοντος εἰτα τὸ κάτωθεν του μέταλλον.

Τὰ ὀξέα HCl καὶ H_2SO_4 ἀραιὰ προσβάλλουν ζωηρῶς τὸν ψευδάργυρον τοῦ ἐμπορίου, ὅτε ἐκλύεται ὑδρογόνον καὶ παραμένουν ἐν διαλύσει ὁ χλωριοῦχος ἢ ὁ θεικὸς ψευδάργυρος:



Ὁ καθαρὸς ψευδάργυρος δυσκόλως προσβάλλεται ὑπὸ τῶν ὀξέων

τούτων, όταν τὸ πείραμα γίνεται ἐντὸς δοχείων ἢ παρουσία ὅμως ἐν τῷ ὑγρῷ καὶ μικρᾷ ποσότητος διαλύματος μεταλλικῶν τινῶν ἀλάτων (Pb, Cu, Pt, Au), τῶν ὁποίων τὸ μέταλλον δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ τοῦ ψευδαργύρου, προκαλεῖ ἀντίδρασιν ζωηράν.

Χρήσις.—Χρησιμεύει πρὸς κατασκευὴν τῶν κυματοειδῶν ἐλασμάτων τῶν στεγῶν, πολυειδῶν δοχείων (λουτήρων, ὑδροδοχείων κλπ.), εἰς τὴν ψευδαργυρογραφίαν, πρὸς ἐπιψευδαργύρωσιν τοῦ σιδήρου, κατασκευὴν κραμάτων (ὄρειχαλκος) κλπ.

Τὰ ἄλατα αὐτοῦ εἶνε **δηλητηριώδη**, διὸ καὶ τὰ ἐκ ψευδαργύρου ἀγγεῖα εἶνε ἀκατάλληλα πρὸς παρασκευὴν καὶ διατήρησιν τροφίμων.

100. Ὁξειδίου τοῦ ψευδαργύρου. ZnO—Τὸ σῶμα τοῦτο παράγεται διὰ καύσεως τοῦ ψευδαργύρου ἐν τῷ ἀέρι. Εἶνε ἐλαφρὸν καὶ λευκὸν εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ κτριρίζει θερμαινόμενον, ἀναλαμβάνον τὸ λευκὸν χρῶμα του ὅταν ψυχθῇ. Θερμαινόμενον μετ' ἀνθρακος ἀνάγεται.

Τὸ ὄξειδιον τοῦ ψευδαργύρου, καλούμενον **λευκὸν τοῦ ψευδαργύρου**, χρησιμοποιεῖται ὡς λευκὸν χρῶμα εἰς τοὺς ἐλαιοχρωματισμοὺς (θυρῶν, παραθύρων κλπ.) καὶ πλεονεκτεῖ μὲν τοῦ συνήθους πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον χρησιμεύοντος **λευκοῦ τοῦ μολύβδου**, ἐπειδὴ δὲν μελανοῦται ὑπὸ ἀναθυμιάσεων ὑδροθειούχων, (διότι ὁ τυχὸν παραγόμενος θειοῦχος ψευδάργυρος εἶνε λευκός), ἀλλὰ μειονεκτεῖ τούτου, διότι μίγνυται δυσκολώτερον μετὰ τῶν ξηραντικῶν ἐλαίων καὶ δυσκολώτερον ἐπιστρώννυται τὸ ἐξ αὐτοῦ ἐλαιόχρωμα διὰ τοῦ χρωστήρος ἐπὶ τῆς ἐπαλειφομένης ἐπιφανείας.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

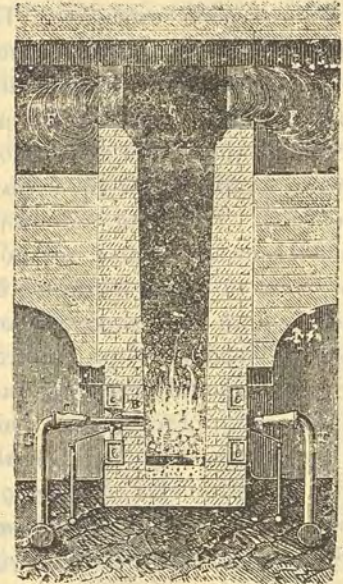
1) Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ βάρος τοῦ λευκοῦ τοῦ ψευδαργύρου, ὅπερ δύναται νὰ παραχθῇ διὰ τελείας ὀξειδώσεως 100 χιλιογρ. ψευδαργύρου.

2) Ποῖον βάρος θεικοῦ ὀξέος ἀπαιτεῖται πρὸς μετασχηματισμὸν τοῦ ὀξειδίου τούτου εἰς θεικόν; Νὰ γραφῇ ἡ ἀντίδρασις.

ΜΟΛΥΒΔΟΣ Pb = 206

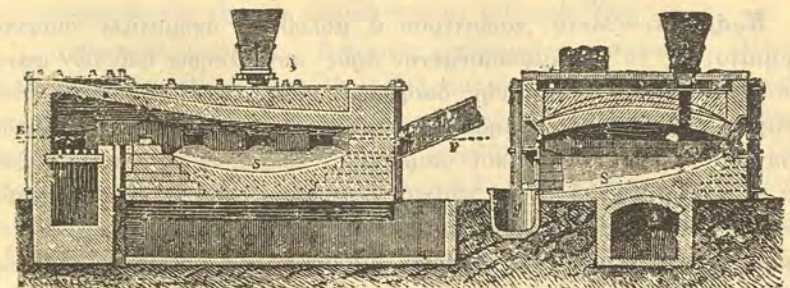
101. Μόλυβδος.—Τὰ ὄρυκτά, ἐξ ὧν ἐξάγεται συνήθως ὁ μόλυβος, εἶνε ὁ **γαλνίτης**, (θειοῦχος μόλυβδος PbS), ὅστις εὑρίσκεται καὶ

παρ' ἡμῖν ἐν Λαυρεΐῳ καὶ ὁ **ψιμμυθίτης** (ἀνθρακικὸς μόλυβδος). Καὶ ὁ μὲν ψιμμυθίτης θερμαίνεται μετ' ἀνθρακος ἐν κατακοφύφῳ καμίνῳ, ὁ δὲ γαλνίτης εἶτε συνθερμαίνεται μετὰ σιδήρου ἐντὸς καμίνου (σχ. 66), εἶτε ὑποβάλλεται εἰς φρῦξιν ἐπὶ τοῦ τηγάνου φλογοβόλου καμίνου (σχ. 67). Παρ' ἡμῖν ἐν Λαυρεΐῳ ἐξάγεται μεγάλη ποσότης μολύβδου καὶ ἐκ τῶν ἀπορριμάτων τῶν ἀρχαίων μεταλλείων καὶ μεταλλοπλυσίων, ἧτοι τῶν **ἐκβολάδων**, καὶ ἐκ τῶν λειψάνων τῶν ἀρχαίων μεταλλουργείων, ἧτοι τῶν ἀρχαίων μολυβδούχων **σκωριῶν** διὰ συντήξεως αὐτῶν ἐντὸς φρεατωδῶν καμίνων μετὰ συλλιπασμάτων ἐκ σιδηρούχων ὄρυκτῶν καὶ ὀπτανθράκων. Ὁ γαλνίτης εἶνε συνήθως **ἀργυροῦχος** ὁ ἀργυρος ἀνευρίσκεται ἐν τῷ λαμβανομένῳ μολύβδῳ καί, ὡς θὰ ἴδωμεν, ἐξάγεται διὰ τῆς καλουμένης **κυπελώσεως**.



Σχ. 66

Ἰδιότητες.—Ὁ μόλυβδος, προσφάτως τμηθεὶς, εἶνε κυανότερος καὶ λάμπει ζωηρῶς, ἔχει πυκνότητα 11,3 καὶ τήκεται εἰς 326° περίπου. Εἶνε λίαν μαλακός, χαράσσεται ὑπὸ τοῦ ὄνυχος, καὶ ἀποβάφει συρόμενος ἐπὶ χίρτου, εἶνε ἐλατὸς



Σχ. 67

καὶ δύναται νὰ σχηματισθῇ εἰς σύματα λίαν εὐκαμπτα' ἐν τούτοις, ὡς ἐκ τῆς μικρᾷς συνεκτικότητός του, δὲν δύναται νὰ ἀναχθῇ εἰς τόσον

λεπτά σύρματα, ὅσον τὰ ἐκ Fe καὶ ἐκ Cu. Κρυσταλλοῦνται κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα.

Εἰς τὸν ἀέρα ὁ μόλυβδος ὀξειδοῦται καὶ καλύπτεται ταχέως ὑπὸ λεπτοῦ τεφροχρόου στρώματος. Ἐν ἀέρι περιέχοντι ὑδρατιμούς καὶ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος καλύπτεται ὑπὸ ὀξίνου ἀνθρακικοῦ μολύβδου. Τὸ αὐτὸ φαινόμενον παράγεται, ὅταν ὁ μόλυβδος εὑρίσκεται ἐν καθαρῷ ὕδατι (βρόχινον, ἀπεσταγμένον), ὅτε τὸ ὕδωρ τοῦτο διαλύει μικρὰν ποσότητα ἐκ τοῦ σχηματιζομένου ἐπιστρώματος καὶ ἐπομένως καθίσταται ἐπιβλαβὲς εἰς τὴν ὑγείαν (αἱ ἐνώσεις τοῦ μολύβδου εἶνε δηλητηριώδεις). Τὰ ὕδατα τῶν πηγῶν, τῶν φρεατίων καὶ τῶν ποταμῶν προσβάλλουν ἐπιπολαίως τὸν μόλυβδον, ἀλλ' ἡ προσβολὴ σταματᾷ ταχέως, διότι τὰ θεικὰ ἄλατα, τὰ διαλελυμένα ἐν τοῖς ὕδασι τούτοις, σχηματίζουν μετὰ τῶν παραγομένων ἐνώσεων τοῦ μολύβδου ἀδιάλυτον θεικὸν μόλυβδον: Οὗτος, ἀποτιθέμενος ἐπὶ τοῦ μετάλλου, σχηματίζει ἐπίστρωμα προστατεύον αὐτὸ ἀπὸ τῆς περαιτέρω προσβολῆς τοῦ ὕδατος. Διὰ τοῦτο οἱ μολύβδινοι σωλήνες χρησιμοποιοῦνται ἀκινδύνως διὰ τὴν διοχέτευσιν πηγαίων, φρεατίων καὶ ποταμίων ὑδάτων.

Ὁ μόλυβδος εἶνε ἀδιάλυτος ἐν HCl καὶ μὴ πυκνῷ H₂SO₄. Ἐν ζέοντι πυκνῷ HCl προσβάλλεται βραδέως. Ἐν πυκνῷ δὲ καὶ ζέοντι H₂SO₄ προσβάλλεται (παραγωγή θεικοῦ μολύβδου PbSO₄). Τὸ νιτρικὸν ὄξυ διαλύει μόλυβδον καὶ σχηματίζει *νιτρικὸν μόλυβδον*.

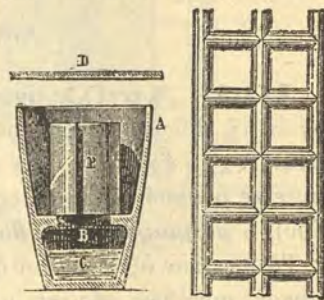
Ἐφαρμογαί.— Διὰ μόλυβδου εἰς φύλλα καλύπτονται στέγαι καὶ τὰ τοιχώματα τῶν θαλάμων κατασκευῆς τοῦ θεικοῦ ὀξέος. Ὁ μόλυβδος χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν σωλήνων διοχετεύσεως τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ φωταερίου, συσσωρευτῶν κλπ.

Κράματα.— Μετὰ κασσιτέρου ὁ μόλυβδος σχηματίζει διάφορα κράματα, ὡς τὸ χρησιμοποιούμενον πρὸς συγκόλλησιν ὑπὸ τῶν φανοποιῶν καὶ πρὸς κατασκευὴν διαφόρων εἰδῶν κοινῆς χρήσεως. Μετ' ἀντιμονίου ὁ μόλυβδος χρησιμεύει διὰ τὴν κατασκευὴν τυπογραφικῶν στοιχείων καὶ μετ' ἀρσενικοῦ παρέχει τὸ κράμα, ἐξ οὗ κατασκευάζονται οἱ *μολυβδόχονδροι* (κ. σκάγια) ριπτομένου τοῦ τετηκότος κράματος ἐπὶ πλακὸς μεταλλίνης διατρύτου· αἱ σχηματιζόμεναι σταγόνες τοῦ κράματος, πίπτουσαι ἐκ μεγάλου ὕψους ἐν δεξαμενῇ μεθ' ὕδατος, στερεοποιοῦνται εἰς σχῆμα σφαιρικόν. Ὁ μόλυβδος μετὰ κασσιτέρου, βισμούθιου καὶ καθμίου παρέχει κράματά τινα λιαν εὔτηκτα (μέταλλα Rose καὶ Wood).

102. Ὁξείδια τοῦ μολύβδου.— *Τὸ κίτρινον ὀξειδίου τοῦ*

μολύβδου PbO (massicot) εἶνε κόνις κίτρινη ἄμορφος, παραγόμενον δι' ἀπλῆς θερμάνσεως τοῦ μετάλλου ἐντὸς τοῦ ἀέρος εἰς θερμοκρασίαν κατωτέρα τῆς βαθμοῦ τήξεως τοῦ ὀξειδίου τούτου. Χρησιμεύει ἀποκλειστικῶς εἰς τὴν παρασκευὴν ἐτέρου ὀξειδίου τοῦ μολύβδου Pb₃O₄, ὅπερ καλεῖται *μίνιον*. Ὁ ἐρυθροκίτρινος *λιθάργυρος* PbO παράγεται ὁμοίως διὰ θερμάνσεως τοῦ μολύβδου ἐν τῷ ἀέρι, μέχρις ὅμως ἐρυθροπυρώσεως, ὅτε τήκεται τὸ παραγόμενον ὀξειδίου. Κρυσταλλοῦται ὑπὸ μορφῆν λεπίων κίτρινων ἢ ὑπερύθρων (ἀναλόγως τῆς ταχύτητος, μεθ' ἧς ἐγένετο ἢ ψύξις), καὶ χρησιμεύει εἰς τὴν παρασκευὴν ἀλάτων τοῦ μολύβδου, τὴν ἑταουργίαν καὶ τὴν ἀγγειοπλαστικὴν (βερνίκωμα).

Τὸ *μίνιον* Pb₂O₄ λαμβάνεται διὰ θερμάνσεως εἰς 300° τοῦ κίτρινου ὀξειδίου ἐντὸς τοῦ ἀέρος. Εἶνε κόνις ἐρυθρὰ, ἥτις, θερμαινόμενη εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέρα τῶν 300°, ἀποδίδει ὀξυγόνον καὶ μετατρέπεται εἰς κίτρινον ὀξειδίου PbO. Χρησιμεύει πρὸς χρῶσιν τοῦ σιδήρου, κατασκευὴν τοῦ ἰσπανικοῦ κηροῦ, τοῦ κρυστάλλου κλπ. Ἐκ τοῦ μίνιου διὰ κατεργασίας μετὰ νιτρικοῦ ὀξέος, παράγεται σοκολατόχρους ἀδιάλυτος κόνις, *τὸ ὑπεξείδιον τοῦ μολύβδου*, ὅπερ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν συσσωρευτῶν.



Σχ. 68

103. Ἀνθρακικὸς μόλυβδος.— Ὁ οὐδέτερος ἀνθρακικὸς μόλυβδος PbCO₃ (ψιμμυθίτης) ἀπανιᾷ ἐν τῇ Φύσει εἰς κρυστάλλους καὶ χρησιμεύει εἰς τὴν μεταλλουργίαν τοῦ μολύβδου.

Ὁ ἀνθρακικὸς μόλυβδος, ὁ κοινῶς καλούμενος *σιουπέτσι*, ὀλίγον ἀπέχει τοῦ τύπου 2PbCO₃ + Pb(OH)₂ καὶ περιέχει συνήθως περισσεύσαν οὐδέτερου ἀνθρακικοῦ μολύβδου. Διαλύεται ἐν ὕδατι, ὅταν τοῦτο περιέχει CO₂. Χρησιμεύει, μιγνύμενος συνήθως μετὰ λινελαίου, ὡς *ἐλαϊόχρωμα* λευκόν, ὅπερ ὅμως μελανοῦται ἐξ ἀναθυμιάσεων θειούχων.

Παρασκευάζεται κατὰ τὴν *ὀλλανδικὴν μέθοδον* καὶ *ἠλεκτρολυτικῶς*. Ἡ πρώτη συνίσταται εἰς τὴν σύγχρονον ἐπίδρασιν ἀτμῶν ὀξικοῦ ὀξέος, ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος καὶ CO₂ ἐπὶ μολύβδου. Πρὸς τοῦτο σπεῖραι ἐκ ταινιῶν μολύβδου (σχ. 68) τοποθετοῦνται ἐντὸς δοχείων λιθοκεράμου, τὰ ὅποια φέρουν εἰς τὸν πυθμένα των μικρὰν ποσότητα ὄξους καὶ καλύπτονται ἀτελῶς διὰ δίσκων μολυβδίνων. Τὰ δοχεῖα

ταῦτα τοποθετοῦνται ἐντὸς θαλάμων μετὰ κόπρου αὐτῶς, ὥστε νὰ σχηματίζονται ἀλλεπάλληλα στρώματα μέχρις ὕψους 5—6 μέτρων, χωριζόμενα ὑπὸ ξυλίνων δικτύων (σχ. 68). Μετὰ 2—3 μῆνας ὁ μόλυβδος μετατρέπεται κατὰ μέγα μέρος τοῦ πάχους του εἰς ἀνθρακικόν.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1ον) Ποῖα βάρη λιθαργύρου PbO καὶ μινίου Pb_3O_4 δύναται νὰ ληφθοῦν δι' 100 χλιογρ. Pb ;

2ον). Ἐπὶ πόσου ὀξεικοῦ μολύβδου ($C_2H_3O_4$)₂ Pb πρέπει νὰ ἐπιδράσῃ CO_2 ἵνα ληφθῇ 1χιλιόγρ. ἀνθρακικοῦ μολύβδου; Ποῖος δὲ θὰ ἦτο ὁ ὄγκος τοῦ ἀναγκαίου διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος;

ΑΡΓΙΛΛΙΟΝ $Al=27$

104. Ἀργίλλιον.—Τὸ μέταλλον τοῦτο εὐρίσκεται ἀφθόως ἐν τῇ Φύσει ὡς ὀξειδιον ἢ ἐνώσεις τούτου μετὰ τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος. Π. χ. ἡ **ἀργίλλος** εἶνε πυριτικὸν ἀργίλλιον. Ἐπίσης, ὀρυκτὰ ἀργιλίου εἶνε ὁ **κροκόλιθος** (φθοριοῦχον ἄλας τοῦ ἀργιλίου καὶ τοῦ νατρίου), ὁ **μαρμαρυγίας**, ὁ **βωξίτης**, ὁ **ἄστριος** κλπ.

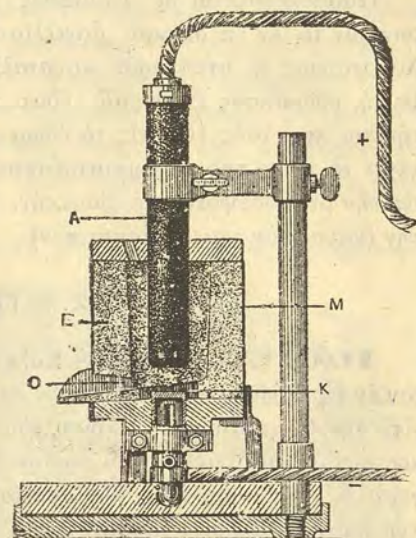
Τὸ φυσικὸν ὀξειδιον τοῦ ἀργιλίου καθαρὸν καὶ κρυσταλλικὸν εἶνε σπάνιον· συνήθως περιέχει μικρὰς ποσότητας ξένων ὀξειδίων, αἵτινα δίδουν εἰς αὐτὸ διάφορα χρώματα. Ἐκ τῆς μεγάλης σκληρότητός του καὶ τῆς λάμψεώς του χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κοσμηματοποιίαν ὡς πολύτιμος λίθος ὑπὸ διάφορα ὀνόματα καὶ χρώματα (ἀναλόγως τῶν προσμίξεών του), ὡς τὸ **κορούνδιον** (ἄχρουν), **ρουβίνιον** (ἐρυθρὸν), **τοπάξιον** (κίτρινον), **σάπφειρος** (κυανοῦς), **ἀμέθυστος** (κόκκινος), **σμάραγδος** (πράσινος). Ἐν Νάξῳ δὲ εὐρηται τὸ ὀξειδιον τοῦ ἀργιλίου μετὰ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου ὡς **σμύρις**, ἣτις, οὔσα σκληροτάτη, χρησιμοποιεῖται ἐν καταστάσει κόνεως πρὸς λέανσιν τῶν μετάλλων, τῆς ὑάλου καὶ ἄλλων σωμάτων.

Τὸ μέταλλον ἀργίλλιον ἐξάγεται δι' ἠλεκτρολύσεως φυσικῶν ἐνώσεών του, ὡς ὁ **κροκόλιθος**, (φθοριοῦχου τοῦ ἀργιλίου καὶ τοῦ νατρίου) Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν ταύτην (σχ. 69) χρησιμοποιεῖται ὡς ἄνοδος ῥάβδος ἕξ ἀνθρακος καὶ ὡς κάθοδος πλάξ σιδηρᾶ, ἐπὶ τῆς ὁποίας τὸ ὑγρὸν ἀργίλλιον συναθροίζεται.

Ἰδιότητες.—Τὸ ἀργίλλιον εἶνε λευκὸν ὑποκίανον, ἐλαφρὸν (πυκνότητες 2,56), λίαν ἐλατόν, ὄγκιμον, συνεκτικόν, (μεταβάλλεται) εἰς

λεπτότατα φύλλα καὶ σύματα), εὐηλεκτραγωγὸν καὶ εὐθερμαγωγὸν καὶ εὐήχον· τήκεται δὲ περὶ τοὺς 660° καὶ ἐξαεροῦται εἰς τὴν ἠλεκτρικὴν κάμινον.

Τὸ ἀργίλλιον πρακτικῶς μένει ἀναλλοίωτον εἰς τὸν ἀέρα καὶ εἰς τὸ ὕδωρ· περὶ τοὺς 1000° καίεται, παραγομένου τοῦ ὀξειδίου ($2Al+3O=Al_2O_3$). Εἶνε μέσον λίαν ἀναγωγικόν, ἀδιάλυτον ἐν ψυχρῷ νιτρικῷ ἢ θεικῷ ὀξεῖ καὶ διαλύεται ἐν ὑδροχλωρικῷ ὀξεῖ. Τὰ ὄργανα καὶ ὀξέα προσβάλλουν βραδέως τὸ ἀργίλλιον, ἀλλ' ἐπειδὴ αἱ ἐνώσεις τοῦ μετάλλου τούτου δὲν εἶνε δηλητηριώδεις, ἢ προσβολὴ αὕτη δὲν ἐμποδίζει τὴν χρῆσιν τοῦ ἀργιλίου ἐν τῇ οἰκιακῇ οἰκονομίᾳ. Καὶ ἐν τοῖς διαλύμασι τῶν ἀλκαλίων διαλύεται εὐκόλως τὸ ἀργίλλιον μετ' ἐκλύσεως ὑδρογόνου, δὲν ἀμαυροῦται δὲ ὑπὸ θειούχων ἀναθυμιάσεων.



Σχ. 69

Χρῆσις.—Χρησιμεῖ εἰς τὴν κατασκευὴν εἰδῶν τῆς οἰκιακῆς οἰκονομίας (μαγειρικὰ σκεύη κλπ), κομποτεχνημάτων, διαφόρων ὀργάνων, ὡς ἀναγωγικὸν μέσον ἐν τῇ μεταλλουργίᾳ (παρασκευὴ χλωρίου μαγγανίου κλπ).

Κράματα.—Τὸ ἀργίλλιον μετὰ τοῦ χαλκοῦ παρέχει διάφορα κράματα· τοιοῦτον κράμα, περιέχον 10% Al , εἶνε λίαν σκληρόν, λίαν ὄγκιμον καὶ δύναται νὰ ὑποστῇ ὥραϊαν λείανσιν. Διὰ προσθήκης καὶ ψευδαργύρου παράγεται **ἀργίλλιοσφαιχάλκος**, ὅστις εὐκόλως δύναται νὰ ὑποστῇ κατεργασίαν καὶ νὰ χυθῇ εἰς τύπους, εἶνε ἐλαφρὸς καὶ ἀνθίσταται κάλλιον τοῦ κοινοῦ ὀρειχάλκου εἰς τὰς ἀτμοσφαιρικὰς ἐπιδράσεις.

105. Στυπτηρία.—Ἡ κοινὴ **στυπτηρία** (κ. στύψη) εἶνε ἄλας

θεικού άργιλίου (') και θεικού καλίου, κρυσταλλούμενον κατά τὸ κυβικὸν σύστημα μετὰ 24 μορίων ὕδατος και ἔχον τὸν τύπον $K^2OS_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24H_2O$.

Παρασκευάζεται δι' ἀναμίξεως δύο πυκνῶν και θερμῶν διαλυμάτων, ὧν τὸ ἓν ἔκ θεικού άργιλίου και τὸ ἕτερον ἔκ θεικού καλίου. Διὰ ψύξεως ἢ στυπτηρία κρυσταλλοῦται εἰς κανονικά ὀκτάεδρα. Εἶνε λευκή, εὐδιάλυτος ἐν θερμῷ ὕδατι και ὀλιγώτερον διαλυτὴ ἐν ψυχρῷ, τήκεται περὶ τοὺς 100° εἰς τὸ ὕδωρ της και διὰ περαιτέρω θερμάνσεως χάνει τὸ ὕδωρ της και μετατρέπεται εἰς πορώδη μάζαν. Χρησιμεύει εἰς τὴν βυρσοδειψίαν, τὴν βαφικὴν, τὴν χαρτοποιίαν και τὴν Ἱατρικὴν (καυστικὸν και ἀντισηπτικόν).

ΑΡΓΙΛΛΟΣ. ΑΓΓΕΙΟΠΛΑΣΤΙΚΗ.

106. Ἄργιλλος.—Καλεῖται *ἀργίλλος* ὀρυκτὸν ἀφθονώτατον ἐν τῇ Φύσει συνιστάμενον ἔκ πυριτικοῦ άργιλίου εἴτε καθαροῦ, εἴτε συνοδευμένου ὑπὸ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου, ἀνθρακικοῦ ἄσβεστιου, μαγνησίας και ὀξειδίων τοῦ καλίου ἢ τοῦ νατρίου. Ἡ ἀργίλλος παράγεται δι' ἀποσαθρώσεως τῶν ἀστρίων ὑπὸ τοῦ ὕδατος, ἣς παρέχει πυριτικὸν άργίλλιον ἀδιάλυτον και πυριτικὸν κάλιον διαλυτόν, χρήσιμον δὲ εἰς τὰ φυτά.

Ὅταν ἡ ἀργίλλος εἶνε καθαρά (καθαρὸν πυριτικὸν άργίλλιον) καλεῖται *καολίνης* ἢ *γῆ πορσελάνης*. Ὅσάκις δὲ ἐνέχει και μεγάλα ποσὰ ἀνθρακικοῦ ἄσβεστιου καλεῖται *μόργα*.

Ἡ καθαρά ἀργίλλος ἔχει τὴν ιδιότητα, ἀναδευομένη μεθ' ὕδατος, νὰ ἀπορροφᾷ τοῦτο και νὰ σχηματίζῃ μάζαν πλαστικὴν, δυναμένην νὰ λάβῃ διὰ τῆς χειρὸς ἢ ὀργάνων διάφορα σχήματα· εἶτα δὲ πυρουμενή ἀποβάλλει τὸ ὕδωρ, συστέλλεται και γίνεται σκληρὰ και ἤχηρά. Ἐπὶ τῆς ιδιότητος ταύτης βασίζεται ἡ *ἀγγειοπλαστική*.

Ἡ ἀργίλλος, ὅταν εἶνε καθαρά, δὲν τήκεται και εἰς τὰς μᾶλλον ὑψηλὰς θερμοκρασίας τῶν καμίνων. Τήκεται ὅμως ὅταν περιέχῃ πυριτικὸν ὀξύ, ὀξειδία τοῦ σιδήρου, ἄσβεστον κλπ

Ἡ μὴ καθαρά ἀργίλλος ἔχει διάφορα χρώματα (κίτρινον, ἐρυθρόν, πράσινον κλπ).

107. Ἀγγειοπλαστική.—Αἱ ἀργίλλοι χρησιμοποιοῦνται πρὸς

(') Τὸ θεικὸν άργίλλιον λαμβάνεται συνήθως δι' ἐπιδράσεως H_2SO_4 ἐπὶ άργίλλου, ὅσον τὸ δυνατὸν πτωχῆς εἰς σίδηρον (π. χ. καολίνου).

κατασκευὴν διαφόρων ἀγγείων και ἄλλων σκευῶν, τῶν άργιλλοπλάστων, ἅτινα διαιροῦνται εἰς *πορώδη*, ὡς τὰ φαγεντιανά, και *μὴ πορώδη*, ὡς τὰ ἐκ πορσελάνης.

Πορσελάνη.—Ἡ πρὸς κατασκευὴν πορσελάνης χρησιμοποιουμένη ἀργίλλος εἶνε ὁ κονιοποιηθεὶς *καολίνης*. Ἡ καθαρά ἀργίλλος εἶνε πλαστικὴ και σχηματίζει ζύμην εὐκατέργαστον, σκληρυνομένην δι' ὀπτήσεως, ἀλλὰ κατά τὴν ὀπτησιν ὑφίσταται συστολήν, δι' ἣς μεταμορφοῦνται τὰ ἔξ αὐτῆς σκευή. Πρὸς ἀποφυγὴν τῆς μεταμορφώσεως ταύτης, ἡ ἀργίλλος μίγνυται μετ' ἄλλων οὐσιῶν, π.χ. κιμωλίας, ἄμμου χαλαζιακῆς λίαν καθαρᾶς κλπ.

Ἐκ τῆς ζύμης διὰ μητρῶν ἢ διὰ τῶν χειρῶν (σχ. 70) παρασκευάζονται τὰ σκευή, ἅτινα κατόπιν, τοποθετούμενα ἐν θήκαις ἔκ πυριμάχου άργίλλου (σχ. 71) ὑφίστανται πρῶτην ὀπτησιν ὑπὸ μικρὰν θερμοκρασίαν ἐν καμίνῳ (σχ. 72), ἵνα ἔξηρανθοῦν.



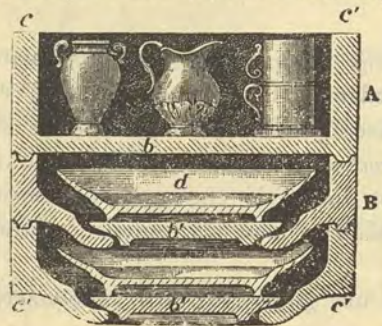
Σχ. 70

Μετὰ τὴν ὀπτησιν ταύτην, τὰ σκευή εἶνε πορώδη, ἔξάγονται τῶν θηκῶν και ἐμβαπτίζονται ἐν ὕδατι, ἐν ᾧ αἰωρεῖται κόκκις ἀστρίου, ἄμμου και γύψου, ὅτε καλύπτονται ὑπὸ λεπτοῦ στρώματος ἔκ τοῦ μίγματος τούτου και ἀπορροφοῦν ὕδωρ. Εἶτα τίθενται ἔκ νέου ἐν τῇ καμίνῳ και ὑφίστανται δευτέραν και ἰσχυρὰν ὀπτησιν (1400°), δι' ἣς ἡ ζύμη ὑφίσταται σχεδὸν τῆξιν ἰδίως ἐξωτερικῶς και οὕτω σχηματίζεται ἐπιφάνεια ὑαλώδης και στιλπνὴ (*μὴ πορώδης*).

Ἡ χρῶσις τῶν σκευῶν γίνεται δι' ἀνοργάνων χρωμάτων, ἅτινα τίθενται μετὰ τὴν πρῶτην ὀπτησιν.

Σκευὴ ἔξ ἀμμώδους άργίλλου (grés).—Ἡ ζύμη τούτων γίνεται ἔξ ἀκαθάρτου άργίλλου, εὐτηκτοτέρας τοῦ καολίνου, ἔνεκα τοῦ περιεχομένου ὀξειδίου τοῦ σιδήρου, ὅπερ παρέχει χρῶμα ἐρυθρόν ἢ καστανόν. Τὰ ἀντικείμενα ὑποβάλλονται εἰς ἰσχυρὰν ὀπτησιν (1200°) πε-

περίπου). Συνήθως δὲ ρίπτεται ἐν καμίνῳ, καθ' ἣν στιγμὴν ἡ θερμοκρασία τῶν ἀντικειμένων εἶναι ὑψηλή, μαγειρικὸν ἄλας, ἵνα σχηματισθῇ ἐπ' αὐτῶν τὸ ἐπίστρωμα (βερίνι).



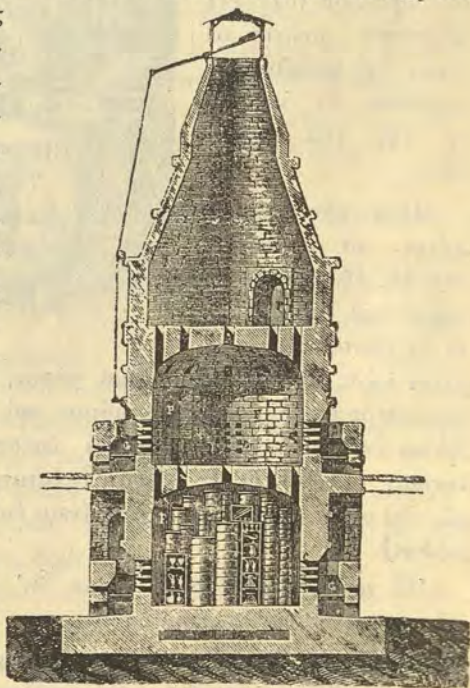
Σχ. 71

ἀδιαφανοῦς δὲ ἐν ἐναντία περιπτώσει. Τὸ ἐπίστρωμα τῶν καλῆς ποιότητος φαγεντιανῶν εἶνε ὕαλος ὀξειδίου τοῦ μολύβδου. Ἡ ἀδιαφάνεια παράγεται διὰ προσθήκης μίγματος πυρρικοῦ ὀξέος ὀλίγου ὀξειδίου τοῦ κασιτέρου, μινίου καὶ ἀλκάλειως.

Κοινὰ πῆλινα σκευή.

Ταῦτα (ἀνθοδοχεῖα, ὑδροδοχεῖα κλπ.) κατασκευάζονται ἐξ ἀργίλλων ἀκαθάρτων, ἡ ὀπτησίς των γίνεται εἰς θερμοκρασίαν οὐχὶ ὑψηλὴν καὶ εἴτε εἶνε ἄνευ ἐπιχρίσματος εἴτε μετ' ἐπιχρίσματος ἐξ ὀξειδίου τοῦ μολύβδου (λιθαργύρου) καὶ ἄμμου.

Οἱ κέραμοι καὶ ὀπτόπλινθοι (τοῦβλα) γίνονται ἐξ ἀργίλλου κοινῆς σιδηρομιγοῦς. Οἱ εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας ἀνθιστάμενοι ὀπτόπλινθοι (πυρρίμαχοι) κατασκευάζονται ἐξ ἀργίλλου μὴ περιεχοῦσης μεγάλης ποσότητος ὀξειδίου τοῦ σι-



Σχ. 72

μεγάλης ποσότητος ὀξειδίου τοῦ σι-

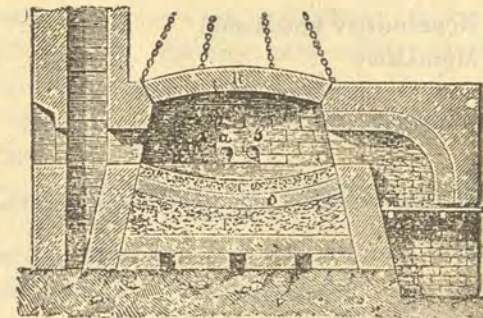
τοῦ σιδήρου καὶ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου καὶ μεμιγμένος μετ' ἄμμου χαλαζιακῆς.

ΑΡΓΥΡΟΣ

108. Ἄργυρος.— $Ag=108$.—Εὐρίσκεται ἐν τῇ φύσει ἐλεύθερος καὶ ἰδίως ἠνωμένος καὶ δὴ μετὰ θείου ὡς *ἀργυρίτης* Ag_2S , ὡς *κεραργυρίτης* $AgCl$ (χλωριοῦχος ἄργυρος), ὡς *ερυθραργυρίτης* Ag_3SbS_3 , κλπ. Συνοδεύει πάντοτε τὸν γαληνίτην (θειοῦχον μόλυβδον) ὡς παρ' ἡμῖν ἐν Λαυρείῳ καὶ ἄλλαχοῦ.

Ὁ ἄργυρος ἀποχωρίζεται τοῦ μολύβδου δι' ὀξειδώσεως τούτου ἐντὸς καμίνων, τῶν καλουμένων *κυπελλωτικῶν* (σχ. 173). Ὁ μολύβδος τήκεται ὑπὸ τῶν φλογῶν παραπλεύρου ἐστίας, δύο δὲ φυσητήρες ἐμφυσοῦν ἄερα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ μετάλλου, τὸ ὁποῖον τοιοῦτοτρόπως ὀξειδοῦται πρὸς λιθάργυρον. Ὅταν ἡ ὀξειδωσις τελειώσῃ, ὁ ἄργυρος παραμένει εἰς μεταλλικὴν κατάστασιν.

Ἡ ἐξαγωγή τοῦ ἄργυρου ἐκ τῶν ὀρυκτῶν γίνεται ὡς ἐξῆς. Ὁ ἄργυρος τοῦ ὀρυκτοῦ μετατρέπεται εἰς χλωριοῦχον, ὁ ὁποῖος διαλύεται εἰς διάλυμα χλωριοῦχου νατρίου καὶ τέλος καθιζάνεται ὁ ἄργυρος ἐκ τοῦ διαλύματος τούτου διὰ μετάλλου τινός.



Σχ. 73

Ὁ ἄργυρος εἶνε λευκὸς καὶ σπιρνότητος ἀμεταβλήτου ἐν τῷ ἀέρι (ἐκτὸς ἐὰν οὗτος περιέχῃ ὁ δρόθειον), λίαν ἐλατὸς καὶ ὀλκιμος, πυκνότητος 10,5, τήκεται εἰς 962° καὶ ἐξαεροῦται εἰς τὸ ὀξυδρικόν φῶς. Διαλύεται εἰς τὸ νιτρικὸν ὀξὺν σχηματιζομένου *νιτρικοῦ ἀργύρου* τὸ ἄλας τοῦτο εἶνε λευκὸν κρυσταλλικὸν καὶ χρησιμεύει εἰς τὴν Ἰατρικὴν, εἰς ἐπαργυρώσεις τῆς ὑάλου κλπ.

ΧΡΥΣΟΣ

109. Χρυσός.— $Au=196,2$.—Εὐρίσκεται σχεδὸν πάντοτε αὐτοφνῆς εἰς τὴν ἄμμου τῶν ποταμῶν, τὴν προελθοῦσαν ἐξ ἀποσαθρώσεως χρυσοφόρων βράχων, καὶ ἐξ ἧς λαμβάνεται. Αἱ κυριώτεραι χρυσοφό-

ροι χῶραι εἶνε ἡ Αὐστραλία, ἡ Καλλιφορνία, τὸ Τράνσβαλ κλπ. Παρ' ἡμῖν εὐρεται εἰς τὸ Παγγαῖον.

Ἐο χρυσὸς ἔχει ὄμοιον κίτρινον χροῶμα, πυκνότητα 19,5, εἶνε τὸ μᾶλλον ἔλατον καὶ ὄλιμον τῶν μετάλλων καὶ τήκεται εἰς 1062°. Τὸ ὀξυγόνον δὲν ἐπιδρῶ ἐπὶ τοῦ χρυσοῦ. Τὰ ὀξέα HCl, HNO₃ καὶ H₂SO₄ δὲν διαλύουν τὸν χρυσόν. Μίγμα ὅμως HCl καὶ HNO₃, καλούμενον **βασιλικὸν ὕδωρ**, διαλύει αὐτόν, σχηματιζομένου γλωριούχου χρυσοῦ AuCl₃. Ἐπίσης τὸ χλώριον διαλύει τὸν χρυσόν.

Χράματα.—Ἐο χρυσὸς δὲν χρησιμοποιεῖται καθαρὸς, ἀλλὰ μίγνυται συνήθως μετὰ τοῦ χαλκοῦ καὶ ἐνίοτε μετ' ἀργύρου. Τὰ κράματα χρυσοῦ καὶ χαλκοῦ παρέχουν τὸν **ερυθρὸν χρυσόν** τὸ μετ' ἀργύρου κράμα τοῦ χρυσοῦ εἶνε ὁ **πράσινος χρυσός**. Διὰ συνδιασμοῦ τῶν τριῶν μετάλλων, χρυσοῦ, ἀργύρου καὶ χαλκοῦ ἐπιτυγχάνονται τὰ ἐνδιάμεσα χρώματα.

Χρησιμοποιούμενα κράματα εἶνε:

	Χρυσός	Χαλκός
Νομισμάτων (γαλλικῶν)	900	100
Μεταλλίων	916	84
Κοσμημάτων	920	80
	840	160
	750	240

Ἐο περιεκτικότης εἰς χρυσόν καθορίζεται ὑπὸ τῶν χρυσοχῶν εἰς **μαράτια**, ἕκαστον τῶν ὁποίων εἶνε τὸ $\frac{1}{24}$ Π. χ. χρυσός 18 καρατίων ἀποτελεῖται ἐκ $\frac{18}{24}$ χρυσοῦ.

ΛΕΥΚΟΧΡΥΣΟΣ Pt=195.

110. Λευκόχρυσος.—Τὸ σπάνιον τοῦτο μέταλλον εὐρεται αὐτοφυές ὡς καὶ ὁ χρυσός, μετ' ἄμμου, ἐξ ἧς ἐξάγεται διὰ πλύσεως. Εἶνε ἀργυρόλευκον καὶ λίαν στιλπνόν, ἔλατόν, ὄλιμον καὶ συνεκτικτὸν ὅσον σχεδὸν καὶ ὁ σίδηρος, πυκνότητος 21,2, τήκεται εἰς 1175°.

Εἶνε ἀναλλοίωτον ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἀδιάλυτον ἐν τοῖς ὀξέσι καὶ διαλυτὸν εἰς βασιλικὸν ὕδωρ μετὰ σχηματισμοῦ **τετραχλωριούχου λευκοχρήσου** PtCl₄. Χρησιμεύει πρὸς κατασκευὴν ὀργάνων ἐπιστημονικῶν, κεράτων ἀποστάκτους τοῦ θεικοῦ ὀξέος, προτύπων μέτρων, κοσμημάτων κλπ.

ΝΙΚΕΛΙΟΝ. Νι 58,6.

111. Νικέλιον.—Ἐν τῇ φύσει εὐρεται τὸ μέταλλον ταῦτο ἠνωμένον μετ' ἀρσενικοῦ καὶ θείου. Εἶνε ἀργυρόλευκον, ἰσχυρᾶς λάμψεως καὶ ὀξειδοῦται δυσκόλως ἐν τῷ ἀέρι ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Διαλύεται ἐν HCl, H₂SO₄ καὶ HNO₃.

Χρησιμεύει εἰς τὴν κατασκευὴν ἐπιτραπεζίων εἰδῶν, νομισμάτων κομποτεχνιμάτων εἰς ἐπινητελώσεις, εἰς τὴν παρασκευὴν κραμάτων κλπ.

ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ Hg=200.

112. Ὑδράργυρος.—Οὗτος εὐρεται ἐν τῇ φύσει ἰδίως ὡς θειοῦχος HgS, ὅστις εἶνε ἐρυθρὸς καὶ καλεῖται **κινάβαρι**. Ἐο ὕδραργυρος εἶνε τὸ μόνον ὑγρὸν μέταλλον ἐν συνήθει θερμοκρασίᾳ, ἰσχυρᾶς λάμψεως, εὐκίνητος, πυκνότητος 13,596 καὶ στερεοποιεῖται περὶ τοὺς -40° Ζέει εἰς 360° ἐκπέμπων ἀτμοὺς δηλητηριώδεις.

Ἐο ὕδραργυρος ὀξειδοῦται ἐν τῷ ἀέρι ἢ τῷ ὀξυγόνῳ βραδέως μὲν ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ, ταχύτερον περὶ τὸ σημεῖον ζέσεως, ὅτε σχηματίζεται ἐρυθρὸν ὀξειδῖον HgO. Ἐνοῦται μετὰ πολλῶν μετάλλων σχηματίζων τὰ ἀμαγάλματα, κράματα ἐν γένει ἀσταθῆ, ἐξ ὧν ὁ ὕδραργυρος ἀποχωρίζεται ἐξερούμενος διὰ θερμάνσεως. Προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ HNO₃ καὶ ἐν θερμῷ ὑπὸ τοῦ H² SO₄.

Χρησιμεύει εἰς τὴν κατασκευὴν ὀργάνων τῆς Φυσικῆς (θερμόμετρα, βαρόμετρα κλπ), τὴν ἐκτέλεσιν διαφόρων πειραμάτων δι' ἀερίων (καθόσον δὲν ἀπορροφᾷ ταῦτα) κλπ.

Χλωριούχα τοῦ ὕδραργύρου.—Ἐο ὕδραργυρος προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ χλωρίου, σχηματιζομένου εἴτε **χλωριούχου ὕδραργύρου** HgCl (καομέλας), εἴτε **διχλωριούχου ὕδραργύρου** HgCl² (**ἄχνη τοῦ ὕδραργύρου**, σουμπλιμέ), ἀναλόγως τῆς ποσότητος τῶν ἀλληλεπιδρώντων σωμάτων.

Ἐο διχλωριούχος εἶνε λευκὸς κρυσταλλικὸς, πυκνότητος 5,32 καὶ διαλύεται ἐν ὕδατι. Εἶνε ἰσχυρὸν ἀντισηπτικὸν καὶ δηλητηριώδες.

ΠΡΟΣΘΗΚΗ

ΣΥΜΠΙΕΣΤΙΚΟΤΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

1. Ἐπέκτασις τοῦ νόμου τῶν Mariotte-Boyle.—Ὡς εἶδομεν, ὅταν ἀερίου τινὸς ἐλαττοῦται ὁ ὄγκος, ἢ πίεσις αὐτοῦ αὐξάνει συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τῶν Mariotte Boyle, τῆς θερμοκρασίας διατηρουμένης σταθερᾶς. Τὸν νόμον τοῦτον ἐσπουδάσαμεν ἐν τῇ μερικῇ περιπτώσει τῶν ἀερίων ὑπὸ ὠρισμένην θερμοκρασίαν καὶ δὴ τὴν συνήθη. Εἶδομεν δ' ὅτι οἱ ἀτμοί, οἱ μὴ ἔχοντες τὴν μεγίστην τάσιν των, ἀκολουθοῦν τὸν νόμον αὐτόν. Ἐὰν ὅμως ἀτμός τις εἶνε κεκορεσμένος, ἤτοι συνοδεύεται ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ του, ἢ συμπίεσις δὲν αὐξάνει τὴν τάσιν τοῦ ἀτμοῦ τούτου, ἀλλὰ προκαλεῖ τὴν ὑγροποίησίν του.

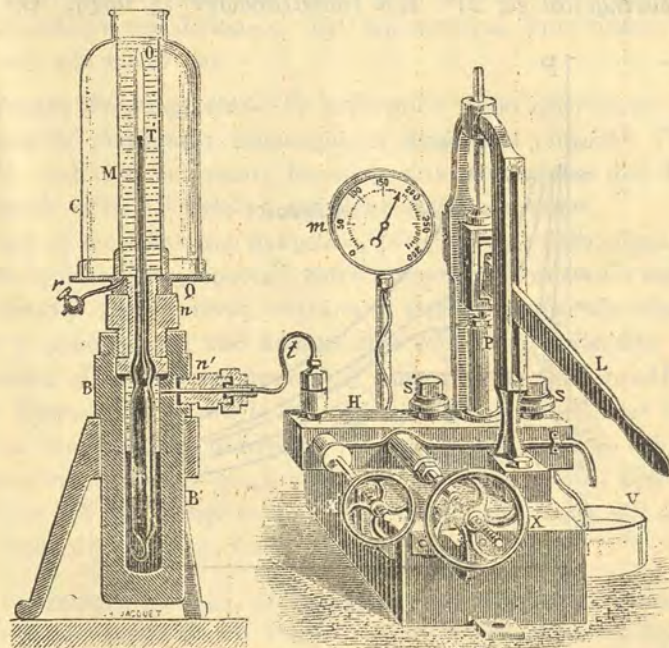
Ὁ νόμος ὅμως τῶν Mariotte-Boyle, ὃν εὗρομεν ὑπὸ θερμοκρασίαν σταθεράν, εἶνε ἄραγε ὁ αὐτός, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ σταθερὰ θερμοκρασία τοῦ ἀερίου ἢ τοῦ ἀτμοῦ; Πρὸς σπουδὴν τοῦ ζητήματος τούτου καὶ, ἐν γένει, τῆς συμπεστικότητος τῶν ρευστῶν, ὁ Andrews ἐξέτελεσε κατὰ τὸ 1870 πειράματα ἐπὶ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ ἔφθασεν εἰς σπουδαιότατα ἐξαγόμενα.

2. Πειράματα τοῦ Andrews—Τὸ ὄργανον, τὸ ὁποῖον μετεχειρίσθη ὁ Andrews καὶ ἐτελειοποιήθη κανόπιν ὑπὸ τοῦ Cailletet, παρίσταται εἰς τὸ ἐπόμενον σχῆμα. Ποσότης τις ἐκ τοῦ ὑπὸ σπουδὴν ἀερίου τίθεται ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος T, κλειστοῦ κατὰ τὸ ἄνω ἄκρον καὶ ἀνοικτοῦ κάτω. Ὁ σωλὴν βυθίζεται ἐντὸς βαθείας λεκάνης μεθ' ὑδραργύρου, ὅστις δύναται νὰ πιεσθῇ δι' ἀντλίας XH. Τὸ ἀέριον εὐρίσκεται εἰς τὸ ἄνω μέρος TO τοῦ σωλῆνος, τὸ ὁποῖον περιβάλλεται ὑπὸ ὑαλίνου κυλίνδρου M, ἐν ᾧ τίθεται ὑγρὸν ὠρισμένης θερμοκρασίας. Ὁ ὄγκος τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀερίου εὐρίσκεται δι' ἀναγνώσεως τῶν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος κεκαραγμένων ὑποδιαρέσεων. Ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου παρέχεται ὑπὸ τοῦ μανομέτρου m τῆς ἀντλίας, καὶ ἡ θερμοκρασία του εἶνε ἡ αὐτὴ πρὸς τὴν τοῦ ἐν τῷ ὑαλίνῳ κυλίνδρῳ ὑγροῦ.

Τὰ ἀποτελέσματα, εἰς ἃ ἔφθασεν ὁ Andrews, ἐν τῇ περιπτώσει τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, εἶνε τὰ ἑξῆς. Ὑποθέσωμεν πρῶτον, ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀερίου διατηρεῖται σταθερὰ εἰς 13°. Ἐὰν αὐξάνωμεν βαθμιαίως τὴν πίεσιν ἐπὶ τοῦ ἀερίου, ἀρχόμενοι ἐκ τῆς τιμῆς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἄρχεται ἐλαττούμενος ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ δὴ συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τῶν Ma-

riotte-Boyle. Κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον ὑγροποίησις τοῦ ἀερίου δὲν παρατηρεῖται.

Ἐὰν ἐξακολουθήσωμεν ἐλαττοῦντες διὰ συμπίεσεως τὸν ὄγκον τοῦ ἀερίου, παρατηροῦμεν ὅτι διὰ τινὰ τιμὴν τῆς πίεσεως, τὸ ἀέριον ἄρχεται ὑγροποιούμενον καὶ ποσότης τις ὑγροῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐμφανίζεται ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ T. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης, ἐὰν ἐξακολουθήσῃ ἡ ἀντλία ἐργαζομένη, νέαι ποσότητες τοῦ ἀερίου ὑγροποιοῦνται, *χωρὶς νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ αὐξηθῇ ἡ τάσις αὐτοῦ.* Ἦτοι



Σχ. 1

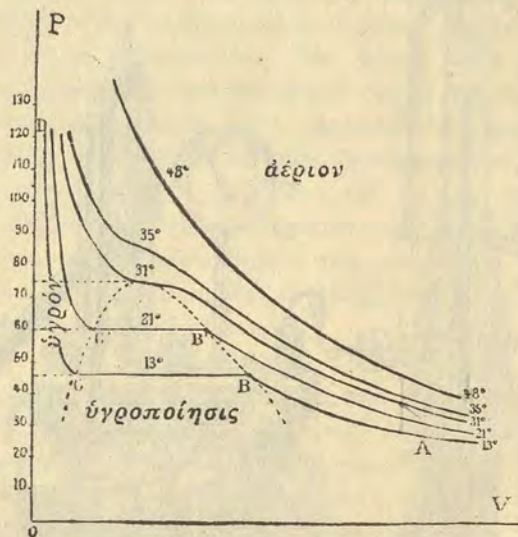
κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ὑγροποίησεως τοῦ ἀερίου, ἡ πίεσις διατηρεῖται σταθερὰ καὶ ἴση πρὸς 47 ἀτμοσφαίρας, ἂν καὶ ἡ ἀντλία ἐργάζεται συνεχῶς. *Ἡ πίεσις αὕτη εἶνε ἡ μεγίστη τάσις τοῦ ἀτμοῦ εἰς 13°.*

Τέλος, τῆς ἀντλίας ἐργαζομένης συνεχῶς, τὸ ἀέριον ὑγροποιεῖται δλόκληρον. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης ἡ πίεσις ἄρχεται ἐκ νέου αὐξανόμενη ἢ πίεσις αὕτη πλέον συμπίεζι ἐν τῷ ὑαλίνῳ σωλῆνι τὸ ὑγρὸν διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

Τὰ ἀποτελέσματα ταῦτα παρίστανται γραφικῶς ὑπὸ τῆς καμπύλης ABCD

(σχ. 2), ἥτις καλεῖται *ισόθερμος*, διότι αἱ μεταβολαὶ τοῦ αερίου γίνονται ὑπὸ θερμοκρασίαν στοθεράν (13°). Ἐλαττωμένο· ἐν ἀρχῇ τοῦ ὄγκου τοῦ αερίου, ἔνεκεν αὐξήσεως τῆς πίεσεως, τὸ σημεῖον Α βαδίζει ἐκ τῆς θέσεως ταύτης πρὸς τὴν Β. Εἰς τὸ σημεῖον Β ἄρχεται ἡ ὑγροποίησης καὶ ἡ πίεσις διατηρεῖται σταθερὰ καὶ ἴση πρὸς 47 ἀτμοσφαιρας, διὸ καὶ τὸ τμήμα BC τῆς καμπύλης εἶναι εὐθεῖα παράλληλος τῷ ἄξονι οx. Ὄταν τελείως ὑγροποιηθῇ τὸ αέριον, ὅτε ἔχομεν τὸ σημεῖον C, ἡ πίεσις ἄρχεται ἐκ νέου αὐξανόμενη καὶ λαμβάνομεν τὸ τμήμα CD τῆς καμπύλης.

Ἴδωμεν νῦν τὰ παραγόμενα φαινόμενα, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ αερίου διατηρεῖται εἰς 21°. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν ἐξ ἀρχῆς τὴν αὐτὴν



Σχ. 2

σειρὰν τῶν πειραμάτων θὰ ἴδωμεν, ὅτι πάλιν ἐν ἀρχῇ, αὐξανόμενη τῆς πίεσεως, ὁ ὄγκος τοῦ αερίου ἐλαττοῦται καὶ τέλος ἄρχεται ὑγροποιούμενον. Ἡ τιμὴ ὁμοίως τῆς πίεσεως δι' ἣν ἄρχεται ἡ ὑγροποίησης, δὲν εἶναι 47 ἀτμ. ἀλλὰ *ἄλλη μεγαλύτερα* καὶ ἴση πρὸς 60 ἀτμ. Ἡ πίεσις αὕτη διατηρεῖται σταθερὰ (ἂν καὶ ἡ ἀντλία ἐργάζεται συνεχῶς), μέχρις ὅτου ὀλόκληρον τὸ αέριον ὑγροποιηθῇ, ὅτε ἄρχεται ἐκ νέου αὐξανόμενη.

Ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ ἡ καμπύλη 21° παριστᾷ τὰ φαινόμενα. Τὸ τμήμα B'C' εἶναι ἐπίσης εὐθεῖα παράλληλος τῇ Ox καὶ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ὑγροποίησην τοῦ αερίου, εἶναι δὲ μικρότερον τοῦ BC.

Ἐὰν ἐπαναληφθοῦν παρόμοια πειράματα διὰ θερμοκρασίας ἀνωτέρας τῶν 21°, εὐρίσκομεν, δι' ἐκάστην θερμοκρασίαν, ἑξαγόμενα ἀνάλογα πρὸς τὰ προηγούμενα, *ἐφόσον ἡ θερμοκρασία εἶνε κατωτέρα τῶν 31°*. Ἐὰν ὅμως ἡ θερμοκρασία τοῦ αερίου γίνῃ ἀνωτέρα τῶν 31°, π. χ. 40°, τὰ φαινόμενα εἶνε ὅλως διάφορα. Ἐὰν εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 40° συμπιεσθῇ τὸ αέριον βαθμιαίως, ὁ ὄγκος τούτου ἐλαττοῦται ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ ἡ πίεσις του αὐξάνεται διαρκῶς. *Ὅσονδήποτε ὅμως καὶ ἂν αὐξήσωμεν τὴν πίεσιν ἐπὶ τοῦ αερίου, ὑγροποίησης τούτου δὲν παρατηρεῖται*. Ἦτοι εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 40° τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος δὲν ὑγροποιεῖται, ὅσονδήποτε καὶ ἂν αὐξήσωμεν τὴν πίεσιν του

Κρίσιμος θερμοκρασία.—Τὸ τελευταῖον τοῦτο φαινόμενον παρατηρεῖται δι' οἰανδήποτε θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 31°. Τὸ ἀντίθετον δὲ συμβαίνει διὰ πᾶσαν θερμοκρασίαν κατωτέραν τῶν 31°. Ἡ θερμοκρασία αὕτη 31° καλεῖται *κρίσιμος θερμοκρασία*.

Ὅπως τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, οὕτω καὶ πᾶν ἄλλο σῶμα αέριον ἔχει μίαν κρίσιμον θερμοκρασίαν. Κατὰ τὰ προηγηθέντα λοιπὸν *κρίσιμος θερμοκρασία αερίου τινὸς καλεῖται ἡ θερμοκρασία, ἀνωθεν τῆς ὁποίας ἡ ὑγροποίησης τοῦ αερίου εἶνε ἀδύνατος, κάτωθεν ὁμοίως τῆς ὁποίας εἶνε πάντοτε δυνατὴ ἡ ὑγροποίησης ὑπὸ κατάλληλον πίεσιν*. Σημειωτέον δέ, ὅτι ἐκ τῶν προηγουμένων πειραμάτων ἐπὶ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος συνάγεται, ὅτι ὅσον ἡ θερμοκρασία τοῦ αερίου εἶνε χαμηλοτέρα, τόσο καὶ ἡ πίεσις, δι' ἣν ὑγροποιεῖται, εἶνε μικρότερα. Οὕτω εἰς 13° ἡ ὑγροποίησης συμβαίνει ὑπὸ πίεσιν 47 ἀτμ. εἰς 21° ἡ ὑγροποίησης γίνεται ὑπὸ πίεσιν 60 ἀτμοσφ. κ.λ.π.

Εἰς τὸ σχῆμα 2 βλέπομεν, ὅτι ἔχομεν τμήματα παραλλήλων εὐθειῶν BC, B'C', ..., ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὴν ὑγροποίησιν τοῦ αερίου, μέχρι τῆς θερμοκρασίας 31°. Τὸ μήκος δὲ τῶν εὐθειῶν τούτων ἐλαττοῦται πρὸς τὰ ἄνω ἐπὶ μᾶλλον. Διὰ θερμοκρασίαν ὅμως ἀνωτέραν τῶν 31°, π.χ. 48°, ἡ καμπύλη, ἡ παριστώσα τὸ φαινόμενον, δὲν παρουσιάζει πλέον τμήμα εὐθείας παραλλήλου τῷ ἄξονι οx.

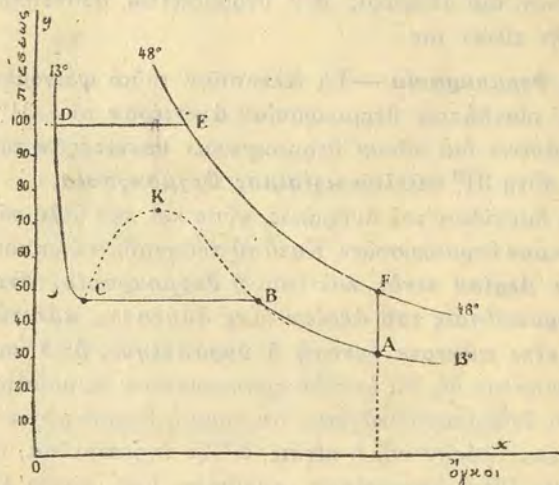
Θεωρήσωμεν τὴν καμπύλην, τὴν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὴν κρίσιμον θερμοκρασίαν 31°. Τὸ σημεῖον K (σχ. 2 καὶ 3) τῆς καμπύλης ταύτης, εἰς τὸ ὅποιον καταλήγουσιν αἱ σμικρονόμενα διαρκῶς παράλληλοι εὐθεῖαι BC, B'C', ..., καλεῖται *κρίσιμον σημεῖον*. Ἡ πίεσις καὶ ὁ ὄγκος τοῦ αερίου εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο καλοῦνται *κρίσιμος πίεσις* καὶ *κρίσιμος ὄγκος*.

Ἐὰν ἐνώσωμεν τὰ σημεῖα B B' K C C' διὰ ἡ γραμμῆς, ἡ σχηματιζομένη οὕτως καμπύλη ἐφάπτεται τῆς ἰσοθέμου 31° εἰς τὸ σημεῖον K.

Εἰς τὸ διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος ἡ κρίσιμος θερμοκρασία εἶναι 31°, ὁ κρίσιμος ὄγκος 2,17 κυβ. ἐκ. καὶ ἡ κρίσιμος πίεσις 73 ἀτμοσφ.

Κρίσιμον σημεῖον.—Τὸ κρίσιμον σημεῖον ἐνέχει μεγάλην σπουδαιότητα, καθόσον εἰς αὐτὸ αἱ ιδιότητες τοῦ ὑγροῦ καὶ τοῦ ἀερίου συμπύκνουν. Οὕτω εἰς τὸ κρίσιμον σημεῖον, ὡς δείκνυται ἐκ τῶν ἰσοθέρμων καμπύλων, αἱ πικνότητες τοῦ ὑγροῦ καὶ τοῦ κεκορεσμένου ἀτμοῦ εἶναι ἴσαι. Ἐπίσης, αἱ συμπιεστικότητες, οἱ συντελεσταὶ διαστολῆς, οἱ δείκται διαθλάσεως κλπ. καθίστανται ἴσα. Ἡ ὑγρὰ καὶ ἡ ἀέριος κατάστασις, αἵτινες ἦσαν διακεκριμένοι, εἰς τὸ σημεῖον K ταυτοποιοῦνται.

Συνέχεια τῆς ὑγρᾶς καὶ τῆς ἀερίου καταστάσεως.—Εἰς τὰ πρηγηθέντα πειράματα ἐπὶ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος διὰ θερμοκρασίας κατωτέρας τῶν 31°,



Σχ. 3

π. χ 13° ἔχομεν ὑγροποίησιν τοῦ ὑγροῦ ἀρχομένην εἰς τὸ σημεῖον B (σχ. 3) καὶ λήγονσαν εἰς τὸ C. Ἡ ὑγροποίησις αὕτη εἶνε καταφανής, καθόσον τὸ ἀέριον μεταπίπτει ἀπατόμως ἀπὸ τῆς ἀερίου καταστάσεως εἰς τὴν ὑγρὰν, ἤτοι χωρὶς νὰ λάβῃ ἄλλας ἐνδιαμέσους καταστάσεις.

Ἐκ τούτου θὰ ἐνόμιζέ τις, διὰ τὸ σῶμα δὲν δύναται νὰ λάβῃ ἄλλας ἐνδιαμέσους καταστάσεις καὶ ὅτι συνέχεια τῶν δύο καταστάσεων, ὑγρᾶς καὶ ἀερίου, δὲν ὑφίσταται. Τοῦτο ὅμως δὲν εἶται ἀκριβές, διότι εἶνε δυνατὸν νὰ διέλθῃ τὸ σῶμα ἐκ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ἀέριον, ἀφοῦ λάβῃ ἐνδιαμέσους συνεχεῖς καταστάσεις. Πράγματι, θεωρήσωμεν τὸ σῶμα ἐν ὑγρᾷ καταστάσει εἰς 13° καὶ ὑπὸ πίεσιν 100 ἀτμ. ὅτε ἔχομεν τὸ σημεῖον D (σχ. 3). Ἐὰν νῦν θερμάνωμεν τὸ ρευστὸν μέχρι π. χ. 48°, διατηροῦντες τὴν πίεσιν σταθερὰν καὶ ἴσιν πρὸς 100 ἀτμ., ὁ ὄγκος τοῦ ἀξάνεται καὶ ἔχομεν τὴν εὐθείαν DE παράλληλον τῷ ἄξονι Ox. Νῦν ἐλαττοῦμεν τὴν πίεσιν, διατηροῦντες σταθερὰν τὴν θερμοκρασίαν εἰς 48°, καὶ λαμβάνομεν τὴν ἰσόθερμον EF, Τέλος ψύχομεν τὸ ρευστὸν μέχρι τῶν 13° ὑπὸ ὄγκον σταθερὸν καὶ ἔχομεν τὴν εὐθείαν FA.

Οὕτω ἐφθάσαμεν ἐκ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως D εἰς τὴν ἀρχικὴν ἀέριον κατάστασιν A, χωρὶς νὰ διατρέξωμεν εὐθείαν τινὰ CB, ἤτοι χωρὶς νὰ εὐρεθῶμεν εἰς μίγμα, ἀποτελούμενον ἐξ ὑγροῦ καὶ ἀερίου, ὡς εἰς τὰ πρῶτα πειράματα. Νῦν, ἐξετάζοντες τὸ ἐν τῷ ὑαλίῳ σωλήνῳ ρευστὸν, βλέπομεν ὅτι εἶναι ὁμοιομερὲς καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος καὶ ὅτι οὐδεμία μεταβολὴ εἶναι ὁρατὴ ἐν οὗτῳ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο διατυποῦμεν, λέγοντες, ὅτι *ὑπάρχει συνέχεια μεταξύ τῆς ὑγρᾶς καὶ τῆς ἀερίου καταστάσεως.*

3. Ὑγροποιήσις τῶν ἀερίων. Κατὰ τὴν πειραματικὴν σπουδὴν τῆς συμπιεστικότητος τῶν ρευστῶν ὑπὸ διαφόρους πίεσεις καὶ θερμοκρασίας ἀπεδείχθη, ὅτι τὰ ἀέρια, δι' ὠρισμένης τιμᾶς τῆς πίεσεως καὶ τῆς θερμοκρασίας, ὑγροποιοῦνται. Ἡ ὑγροποίησις ὁμως δὲν γίνεται, ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀερίου εἶνε ἀνωτέρα ὠρισμένης τιμῆς θερμοκρασίας, ἣν ἐκαλέσαμεν *κρίσιμον θερμοκρασίαν*. Ἐὰν π. χ. ἡ θερμοκρασία τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος εἶνε ἀνωτέρα τῶν 31°, ἡ ὑγροποίησις του εἶνε ἀδύνατος, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ πίεσις, ἣν ὑφίσταται. Ἐπίσης, τὸ ὀξυγόγον δὲν ὑγροποιεῖται εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῆς—118°.

Ὅροι τῆς ὑγροποιήσεως.—Ὅθεν, διὰ νὰ ὑγροποιηθῇ ἀερίον τι, πρέπει καὶ ἀρκεῖ νὰ ὑφίστανται οἱ ἐξῆς δύο ὅροι:

1ον. *Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀερίου νὰ κατέλθῃ κάτωθεν τῆς κρίσιμου.*

2ον. *Τοῦ ὄρου τούτου πληρουμένου, ἡ ὑγροποίησις ἐπιτυγχάνεται διὰ συμπίεσεως τοῦ ἀερίου.*

Ἀερίον τι λοιπὸν δύναται νὰ ὑγροποιηθῇ διὰ πίεσεως καὶ ψύξεως. Δυνατὸν ὅμως ἡ θερμοκρασία του νὰ εἶνε κατωτέρα τῆς κρίσιμου καὶ ἐπομένως ἡ ψύξις νὰ εἶνε περιττή. Ἐπίσης, δυνατὸν διὰ μόνης τῆς ψύξεως νὰ εἶνε δυνατὴ ἡ ὑγροποίησις του, καθόσον διὰ ταύτης ἐπιτυγχάνεται θερμοκρασία, εἰς ἣν ἡ μεγίστη τάσις του εἶνε ἴση πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἣν ὑφίσταται, ὅτε διὰ μόνης τῆς συνεχοῦς ψύξεως ἐπιτυγχάνεται ἡ ὑγροποίησις.

4. Μέθοδοι ψύξεως.—1ον. *Ψυκτικὰ μέσα συνήθη.* Εἰς τὰ ἐπιστημονικὰ ἐργαστήρια ἢ μᾶλλον συνήθης μέθοδος εἶνε, εἴτε διὰ ρεύματος ψυχροῦ ὕδατος, περιβάλλοντος τὰ δοχεῖα, ἐν οἷς ὑφίσταται τὸ πρὸς ὑγροποίησιν ἀέριον, εἴτε διὰ πάγου μίγνυμένου ἐνίοτε καὶ μετὰ ἄλατος, ὅτε ἡ ψύξις εἶναι ἀνωτέρα. Καὶ ἐν γένει γίνεται χρῆσις ψυκτικῶν μιγμάτων

2ον. *Ἐκτόνωσις.*—Ἡ ἐκτόνωσις ἀποτελεῖ ἀληθῶς τὸ σπουδαιότερον καὶ ἐντονότερον ψυκτικὸν μέσον. Λέγομεν δέ, ὅτι ἀερίον τι ἐκτονοῦται, ὅταν μεταβαίνει ἐκ τινος πίεσεως εἰς ἄλλην μικροτέραν. Πᾶν

αέριον, τὸ ὁποῖον ἐκτονοῦται, ψύχεται, ὡς καταδεικνύουν τὰ γενομένα πειράματα. Οὕτω ἐὰν ἐντὸς τοῦ δοχείου Α (σχ. 4) εὐρίσκειται συμπιεσμένον διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ὑπὸ πίεσιν 350 ἀτμοσφαιρῶν καὶ εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, καὶ ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα Β τοῦ δοχείου, ἡ πίεσις τοῦ αέριου καταπίπτει ἀποτόμως καὶ παρατηροῦμεν ὅτι σχηματίζεται εἰς τὸν ἀέρα νέφος, ἀποτελούμενον ἐξ ὑγροῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ διὰ τῶν μᾶλλον ὑγροποιησίμων αέριων. Ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ αέρος εἶνε—140° καὶ ὑγροποιεῖται οὗτος δι' ἐκτονώσεως εἰς—191°.

ΚΡΥΟΣΚΟΠΙΑ

5. Ὑφεις τοῦ σημείου πήξεως τῶν ἀραιῶν διαλυμάτων.—Εἶδομεν ἤδη, ὅτι τὸ καθαρὸν ὕδωρ πήγνυται εἰς 0°. Δὲν συμβαίνει ὁμως τὸ αὐτὸ διὰ τὸ ὕδωρ τῆς θαλάσσης καὶ ἐν γένει τὸ περιέχον ἄλατα διαλυμένα. Ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ, τὸ ὕδωρ πήγνυται εἰς θερμοκρασίαν κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον κατωτέραν τοῦ 0°, π. χ.—1°,—2°,—3°. Τὸ θαλάσσιον ὕδωρ πήγνυται εἰς—1,88 περίπου καὶ οἱ λαμβανόμενοι κρυσταλλοὶ τοῦ πάγου δὲν περιέχουν ἄλατα.

Ἐν γένει, ἡ διάλυσις σώματός τινος ἐν τινι διαλύτῃ ὑποβιβάζει τὸ σημεῖον τῆς πήξεως τούτου, καὶ οἱ λαμβανόμενοι κρυσταλλοὶ ἀποτελοῦνται ἐκ καθαροῦ διαλύτου. Ἐφόσον δὲ προχωρεῖ ἡ πήξις, ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀπομένοντος διαλύματος αὐξάνει καὶ εἰς ἐκάστην θερμοκρασίαν τὸ ἐκ τῆς πήξεως στερεὸν εὐρίσκειται ἐν ἰσορροπίᾳ μετὰ τοῦ διαλύματος. Ἡ θερμοκρασία τῆς πήξεως ὑποβιβάζεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, αὐξανομένης τῆς περιεκτικότητος. Ἐὰν θ εἶναι ἡ θερμοκρασία τῆς πήξεως δι' ὠρισμένην περιεκτικότητα τοῦ διαλύματος καὶ θ' ἡ θερμοκρασία τῆς πήξεως τοῦ καθαροῦ διαλύτου, ἡ διαφορὰ θ'—θ καλεῖται ὑφεις τοῦ σημείου πήξεως διὰ τὴν ἀντιστοιχοῦσαν περιεκτικότητα.

Κατὰ τὰ γενομένα πειράματα τοῦ Raoult, μεταξὺ τῆς ὑφέσεως τοῦ σημείου πήξεως, τῆς περιεκτικότητος καὶ τοῦ μοριακοῦ βάρους τοῦ διαλυμένου σώματος ὑφίσταται σχέσις τις ὠρισμένη. Διὰ τῶν πειραμάτων τούτων ὁ Raoult διετύπωσε διὰ τὰ μὴ ἠλεκτρολύμενα σώματα (μὴ ἠκετρολύται) τοὺς ἐπομένους νόμους, τοὺς ἀποτελοῦντας τὴν ὑπ' αὐτοῦ κληθεῖσαν *κρυοσκοπίαν*.

6. Κρυοσκοπία.—*Νόμοι τοῦ Raoult.* 1ον. Ἡ ὑφεις τοῦ σημείου πήξεως ἀραιοῦ τινος διαλύματος εἶναι ἀνάλογος τῆς περιεκτικότητός του.

2ον. Ἡ διάλυσις 1 γραμμορίου ὀσμῆς τινὸς 1 γράμμου διαλύτου ὑποβιβάζει τὸ σημεῖον πήξεως κατὰ ποσότητα σταθεράν, ἣτις καλεῖται *μοριακὴ ὑφεις*.

Ἐὰν C εἶναι ἡ περιεκτικότης τοῦ διαλύματος, M τὸ μοριακὸν βᾶρος τοῦ διαλυμένου σώματος (ὅπερ δὲν εἶναι ἠλεκτρολύτης) καὶ K ἡ σταθερὰ (μοριακὴ ὑφεις), μεταξὺ τούτων καὶ τῆς παρατηρηθείσης ὑφέσεως θ'—θ=Θ τοῦ σημείου πήξεως τοῦ διαλύματος ὑφίσταται ἡ σχέσις:

$$\Theta = K \frac{C}{M} \quad (1)$$

ἣτις περιλαμβάνει τοὺς νόμους τοῦ Raoult. Κατὰ τὸν τύπον τούτον, ἡ ὑφεις Θ τῆς θερμοκρασίας τῆς πήξεως εἶναι ἀνάλογος τῆς περιεκτικότητος C καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ μοριακοῦ βάρους M τοῦ διαλυμένου σώματος. Ἐπομένως, διαλύματα ἰσομοριακὰ ἐν τῷ αὐτῷ διαλύτῃ, ἔχουν τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν πήξεως.

Ἐὰν π. χ. ἐντὸς 100 γράμμων βενζίνης καθαρᾶς, ἡ ὁποία πήγνυται εἰς 5°, διαλύσωμεν 1 ἢ 2 ἢ 3 γράμματα ναυθαλίνης (C₁₀H₈=128) ἢ πῆξις τῶν διαλυμάτων γίνεται εἰς 4°,61 ἢ 4°,22 ἢ 3°,83.

0,39	0,78	1,17
1	2	3

ἦτοι ἡ ὑφεις τοῦ σημείου πήξεως εἶναι ἀνάλογος τῆς περιεκτικότητος.

1
Τὴν σταθερὰν K δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν ὡς ἑξῆς: Διὰ περιεκτικότητα

100 ἡ ὑφεις τῆς θερμοκρασίας πήξεως εἶναι 0,39; τοῦθ' ὅπερ ἀντιστοιχεῖ εἰς

1
γραμμομόριον ἐντὸς 1 γράμμου διαλύτου, καὶ ἐπομένως K
100 × 128
=0,86 × 100 × 58=5000 περίπου.

Αἱ σταθεραὶ K, αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς διαφόρους διαλύτας, εὐρέθησαν πειραματικῶς, ὅτι εἶναι αἱ ἑξῆς:

1. Καλεῖται *γραμμομόριον* βᾶρος εἰς γράμμα ἴσον, κατ' ἀριθμὸν, πρὸς τὸ μοριακὸν βᾶρος τοῦ σώματος.

Διὰ τὸ ὕδωρ	K = 1850
Διὰ τὴν βενζόλην	K = 5000
Διὰ τὸ δεξικὸν ὄξύ	K = 3900
Διὰ τὴν φενόλην	K = 7600
Διὰ τὴν νιτροβενζόλην	K = 7070 κλπ.

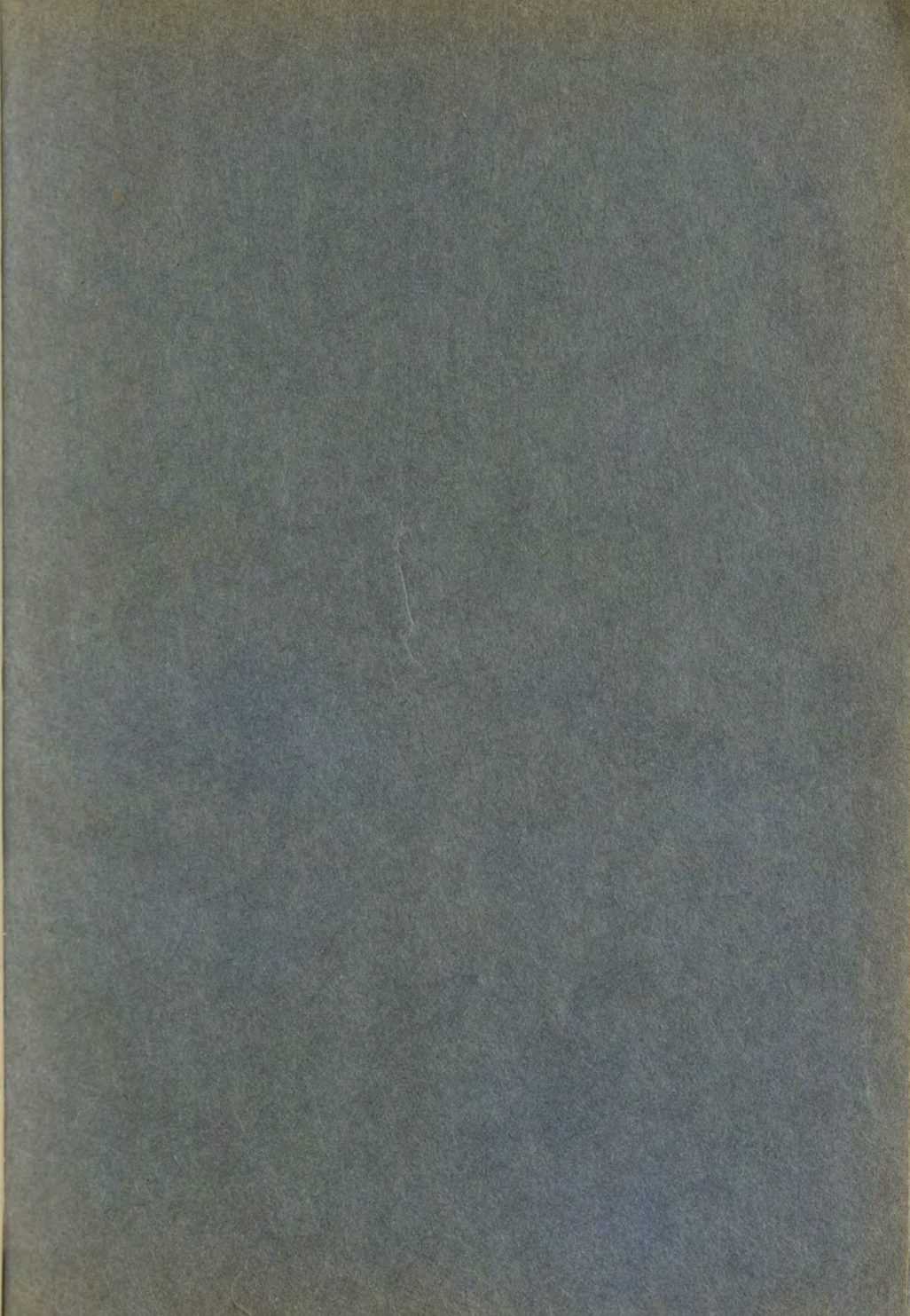
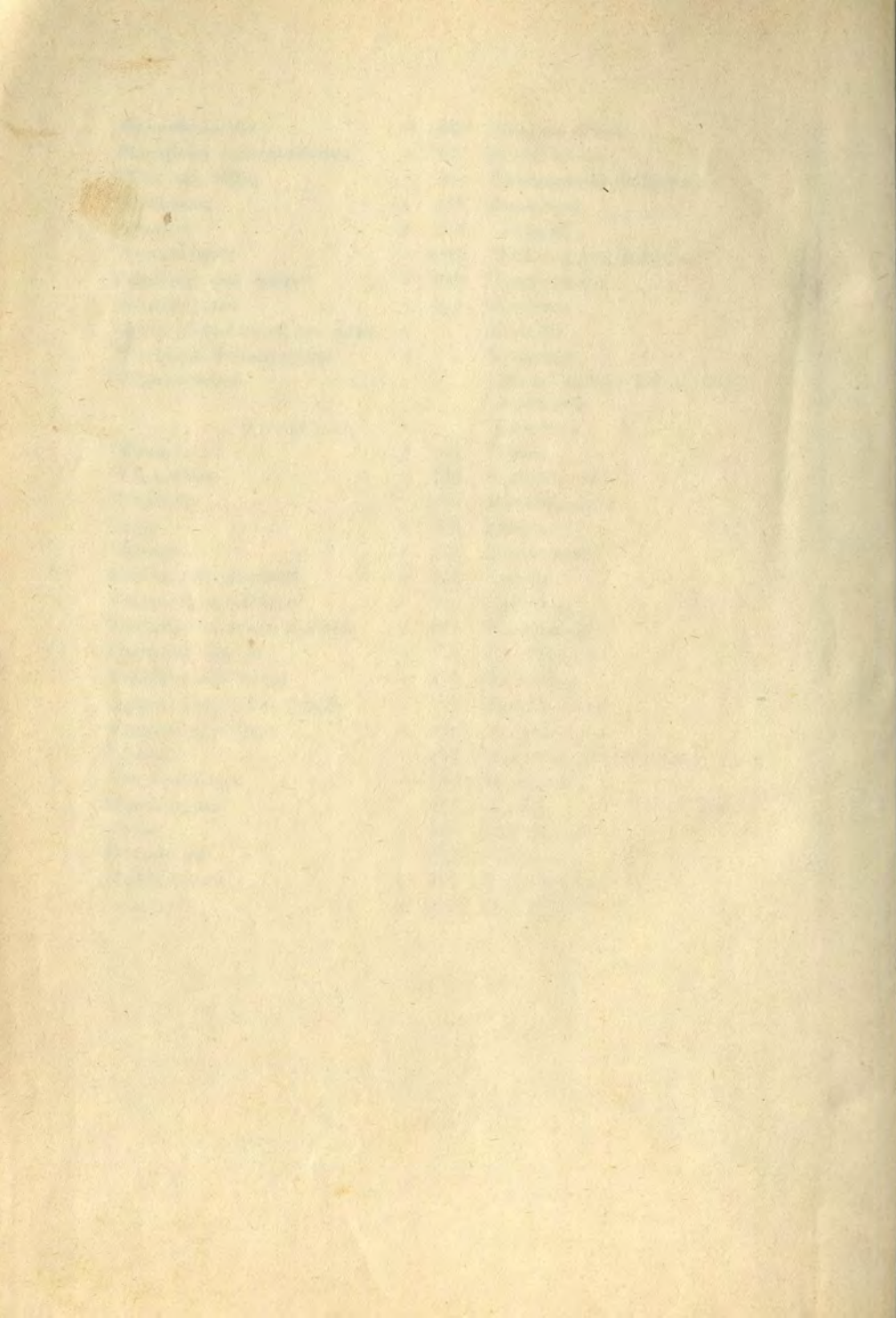
7. Προσδιορισμὸς τοῦ μοριακοῦ βάρους.—Διὰ τοῦ τύπου (1) δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ μοριακὸν βάρους M σώματος τινος, ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν τὰ K , Θ καὶ C . Πρὸ τοῦτο σχηματίζομεν διάλυμα γνωστῆς περιεκτικότητος C ἐντὸς διαλύτου, τοῦ ὁποίου ἔχει προσδιορισθῆ ἡ σταθερὰ K , καὶ διὰ τοῦ θερμομέτρου εὐρίσκομεν τὴν ὑφασιν Θ τῆς θερμοκρασίας τῆς πῆξεως τοῦ διαλύματος.

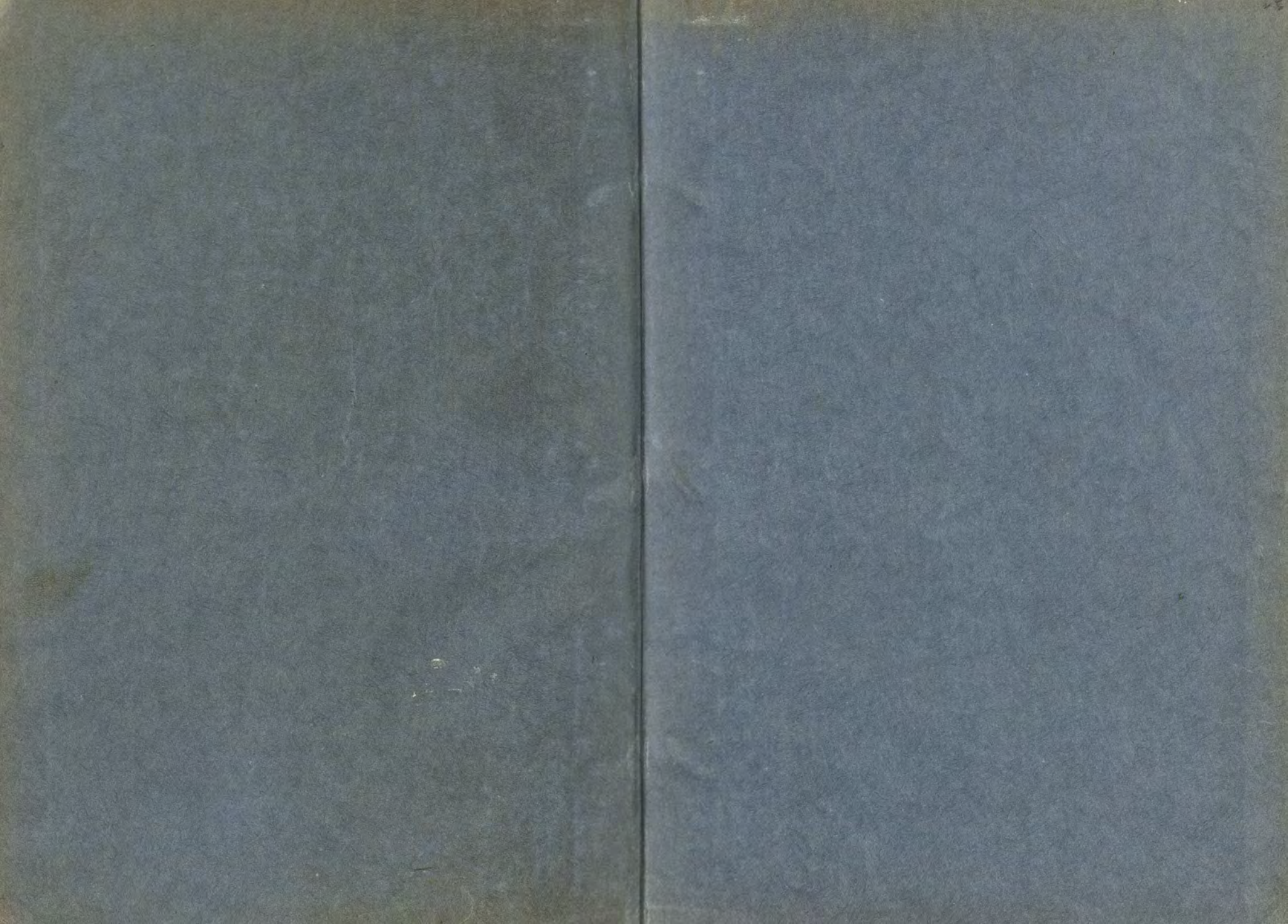
<i>Πρόλογος</i>	σελ. 3
<i>Εἰσαγωγή</i>	> 5
<i>Φαινόμενα</i>	> 5
<i>Καταστάσεις τῶν σωμάτων</i>	> 7
<i>Γενικαὶ ιδιότητες τῶν σωμάτων</i>	> 10
<i>Ἄδράνεια. Δυνάμεις</i>	> 13
<i>Κίνησις</i>	> 13
<i>Ἀρχὴ τῆς ἀδρανείας</i>	> 13
<i>Ἴσορροπία δυνάμεων</i>	> 16
<i>Στατικὴ</i>	> 17
<i>Χημικηριστικὰ δυνάμεις</i>	> 17
<i>Διεύθυνσις καὶ σημεῖον ἐφαρμογῆς τοῦ βάρους</i>	> 23
<i>Σύνθεσις καὶ ἀνάλυσις δυνάμεων</i>	> 29
<i>Ἄπλαϊ μηχαναί</i>	> 37
<i>Μέτρησις τοῦ βάρους</i>	> 45
<i>Πιέσεις</i>	> 51
<i>Δυναμικὴ</i>	> 53
<i>Κίνησις ὁμαλή</i>	> 53
<i>Σπουδὴ τῆς πτώσεως τῶν σωμ.</i>	> 57
<i>Μηχανὴ τοῦ Morin</i>	> 58
<i>Κεκλιμένον ἐπίπεδον</i>	> 63
<i>Μηχανὴ τοῦ Atwood</i>	> 65
<i>Ἀποτελέσματα</i>	> 70
<i>Μᾶζα. Θεμελιώδης σχέσις</i>	> 72
<i>Κίνησις βημάτων</i>	> 75
<i>Παγκόσμιος ἔλξις</i>	> 77
<i>Ἐκκρεμές</i>	> 79
<i>Ἀρχαὶ τῆς Μηχανικῆς</i>	> 83

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

<i>Κίνησις κυκλική</i>	σελ. 85
<i>Φυγόκεντρος δύναμις</i>	> 88
<i>Ἔργον, Ἴσχύς, Ἐνέργεια</i>	> 94
<i>Μονάδες</i>	> 101
<i>Προβλήματα</i>	> 107
<i>Ἐξοσμωτικὴ</i>	> 110
<i>Πιέσεις τῶν ὑγρῶν</i>	> 110
<i>Θεμελιώδες θεώρημα</i>	> 116
<i>Φαινόμενα ἰσορροποῦντων ὑγρῶν</i>	> 119
<i>Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους</i>	> 122
<i>Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ βάρους</i>	> 127
<i>Τριχοειδῆ φαινόμενα</i>	> 131
<i>Διάχυσις, Διαπίδυσις</i>	> 133
<i>Προβλήματα</i>	> 134
<i>Πιέσεις τῶν ἀερίων</i>	> 138
<i>Ἀτμόσφαιρα</i>	> 139
<i>Βαρόμετρο</i>	> 144
<i>Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους</i>	> 150
<i>Ἀεροπλοία</i>	> 152
<i>Τάσις τῶν ἀερίων</i>	> 155
<i>Μανόμετρα</i>	> 159
<i>Πνευματικαὶ μηχαναί</i>	> 160
<i>Ἐξοσμωτικαί, Σίφων</i>	> 165
<i>Προβλήματα</i>	> 170
<i>Θερμότης</i>	> 174
<i>Διαστολὴ τῶν σωμάτων</i>	> 175
<i>Θερμοκρασία</i>	> 182
<i>Μέτρησις τῆς διαστολῆς</i>	> 187
<i>Διάδοσις τῆς θερμότητος</i>	> 192
<i>Ἀγωγή τῆς θερμότητος</i>	> 192
<i>Ἀκτινοβολία θερμότητος</i>	> 196

Θερμιδομετρία	> 199	Νιτρικά έλαια	> 296
Μεταβολή καταστάσεως	> 202	Προβλήματα	> 299
Τήξεις και πήξεις	> 202	Φωσφορικόν άσβέστιον	> 299
Έξσέρωσις	> 210	Φωσφόρος	> 200
Βρασμός	> 213	Άνθραξ	> 302
Υγροποίησις	> 215	Ένώσεις του άνθρακος	> 306
Θερμότης και έργον	> 219	Προβλήματα	> 310
Άτμομηχαναί	> 219	Πυρίτιον	> 311
Σχέσις θερμότητος και έργου >		Μέταλλα	> 312
Υδρατμοί άτμοσφαιρος	>	Κράματα	> 317
Υδρομετέωρα	>	Άλατα καλίου και νατρίου	> 319
		Άσβέστιον	> 322
		Άσβεστος	> 324
		Υαλος	> 327
		Προβλήματα	> 330
		Μεταλλουργία	> 331
		Σίδηρος	> 334
		Προβλήματα	> 340
		Χαλκός	> 340
		Πρόβλημα	> 342
		Ψευδάργυρος	> 342
		Προβλήματα	> 344
		Μόλυβδος	> 344
		Προβλήματα	> 348
		Άργίλιον	> 348
		Άργίλλος. Άγγειοπλαστική	> 350
		Άργυρος	> 353
		Χρυσός	> 353
		Λευκόχρυσος	> 354
		Νικέλιον	> 355
		Υδράργυρος	> 355
		Προσθήκη	> 356
ΧΗΜΕΙΑ			
Υδωρ	> 241		
Υδρογόνον	> 248		
Οξυγόνον	> 255		
Άηρ	> 258		
Άζωτον	> 260		
Καύσις και άναπνοή	> 261		
Χλωριούχον νάτριον	> 263		
Σώματα άτλά και σύνθετα	> 266		
Ποσοτική έρευνα	> 271		
Σύμβολα και τύποι	> 273		
Σχέσεις όγκων και βαρών	> 277		
Χημικαί έξιτώσεις	> 279		
Σθένος	> 282		
Όναματολογία	> 285		
Προβλήματα	> 287		
Θείον	> 288		
Θεικόν όξύ	> 291		
Προβλήματα	> 294		
Άμμωνία	> 295		





ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΝ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

12
Ἐν Ἀθήναις τῇ 20 Ἰουλίου 1928

Ἀριθ. Πρωτ. 21714

Πρὸς

Τὸν κ. Ἰωάννην Ν. Σιδέρην βιβλιοεκδότην

Ἐχοντες ὑπ' ὄψει τὸ ἄρθρον 8 τοῦ Νόμου 3438 περὶ διδακτικῶν βιβλίων καὶ τὴν ἀπὸ 31 Μαΐου 1928 πράξιν τῆς οἰκείας ἐπιτροπῆς ἀναθεωρήσεως τῶν ἐγκεκριμένων διδακτικῶν βιβλίων ἐπιτροπῆς, ἐγκρίνομεν διὰ τὸ ἀπὸ σήμερον μέχρι τέλους τοῦ σχολικοῦ ἔτους 1930—1931 χρονικὸν διάστημα, τὸ ὑφ' ὑμῶν ἐκδοθὲν καὶ ὑπὸ Βασιλείου Λιγνίτου συγγραφέν διδακτικὸν βιβλίον ὑπὸ τὸν τίτλον «Προτεινόμενα Φυσικῆς καὶ Χημείας, Τόμος Α' διὰ τὴν Γ' τάξιν τῶν Γυμνασίων» ὑπὸ τὸν ὄρον ὅπως ἐν μελλούσῃ ἐκδόσει τοῦ βιβλίου ἐπιφέρητε τὰς ὑπὸ τῆς ἐπιτροπῆς ὑποδεικνυμένας τροποποιήσεις.

Ὁ Ὑπουργὸς

Κ. Γόντιμας