

Α. Α. ΜΑΝΩΛΚΙΔΗ

Manoussides (K.M.)

Ε 4 Χ Η Μ

ΤΟΙΧΕΙΑ

ΑΝΟΡΓΑΝΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ

90

ΕΚΔΟΣΙΣ

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ ΓΡΗΓΟΡΟΠΟΥΛΟΥ

ίς

Ε 4 ΧΗΜ
Μανωλακίδη (Κ.Α.)
Κ. Α. ΜΑΝΩΛΚΙΔΗ //

Σ Τ Ο Ι Χ Ε Ι Α
ΑΝΟΡΓΑΝΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ

Γ' ΕΚΔΟΣΙΣ

(Διὰ τοὺς μαθητὰς τῶν τελευταίων τάξεων τοῦ Γυμνασίου
καὶ τοὺς ὑποψηφίους τῶν Ἀνωτάτων Σχολῶν.)



Κυκλοφορήσθη ἐν τῇ βιβλίῳ τῶν προμηθευτῶν
ἐπ' αἰθ. ἀριθ. 2762 τοῦ 1964

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ Τ. ΓΡΗΓΟΡΟΠΟΥΛΟΥ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ 15
ΑΘΗΝΑΙ 1963

002
κλε
ετ3
66

ΕΠΙΧΕΙΡΗ
ΑΝΟΡΤΑΝΟΥ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗ

ΕΠΙΧΕΙΡΗ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ Α' ΕΚΔΟΣΕΩΣ

Τὸ ἀνὰ χεῖρας βιβλίον ἀπευθύνεται πρὸς τοὺς μαθητὰς τῶν τελευταίων τάξεων τῶν Γυμνασίων πρακτικῆς κατευθύνσεως, τοὺς μέλλοντας σπουδαστὰς τῶν Θετικῶν Ἐπιστημῶν. Σκοπὸς του εἶναι νὰ δώσῃ εἰς αὐτοὺς τὰς ἀπαραίτητους ἐπὶ τῆς Χημείας γνώσεις, ὥστε νὰ ἀντιμετωπίσουν ἐπιτυχῶς τὰς εἰσαγωγικὰς ἐξετάσεις τῶν Ἀνωτάτων Σχολῶν, ἀλλὰ καὶ νὰ ἀποκτήσουν εἰς τὸ μάθημα τοῦτο σταθερὰς βάσεις διὰ τὰς μετέπειτα σπουδὰς των. Εἰς τὴν συγγραφὴν του μᾶς ἐνεθάρρυνε καὶ ἡ εὐμενὴς ὑποδοχὴ τῶν δύο πρώτων βιβλίων μας — «Ἀσκήσεις Χημείας» (1956) καὶ «Ὄργανικὴ Χημεία» (1958)—τόσον ἐκ μέρους τῶν ὑποψηφίων σπουδαστῶν, ὅσον καὶ ἐκ μέρους τῶν κ. κ. συναδέλφων.

Τὸ βιβλίον τοῦτο δὲν ἀποτελεῖ συνοπτικὰς φροντιστηριακὰς σημειώσεις. Κυκλοφορεῖ ἄλλωστε τόσον μεγάλος ἀριθμὸς ἐξ αὐτῶν, ὥστε δὲν θὰ ἐδικαιολογεῖτο καὶ ἡ παροῦσα ἔκδοσις. Αὕτη ἀποτελεῖ, ἀντιθέτως, ἐν πλήρει βιβλίον Ἀνοργάνου Χημείας, τὸ ὁποῖον δὲν περιέχει ἀπλῶς τὰς ἀπαραίτητους πρὸς ἀπομνημόνευσιν γνώσεις, ἀλλὰ καὶ ὅλα, ὅσα ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν πλήρη κατανόησιν καὶ σύνδεσιν αὐτῶν εἰς ἐνιαῖον σύνολον. Καὶ τοῦτο, διότι πιστεύομεν, ὅτι μόνον ἡ πλήρης κατανόησις ἐξασφαλίζει τὴν ὀρθὴν ἐκμάθησιν τῆς ὕλης καὶ τὴν ἀναγκαίαν διὰ τὰς ἐξετάσεις ἀπομνημόνευσιν ταύτης. Ἔνεκα τούτου ἐδόθη μεγάλη ἔκτασις εἰς τὴν ἀνάπτυξιν τοῦ Γενικοῦ Μέρους, ἡ συστηματικὴ μελέτη τοῦ ὁποίου ἐπιτρέπει τὴν κατανόησιν καὶ ἄκροτον ἐκμάθησιν τῆς ὑπολοίπου ὕλης.

Ὅντω, πλὴν τῶν πρώτων ἐννοιῶν, τῶν νόμων καὶ τῶν θεωριῶν, τῶν περιλαμβανομένων συνήθως εἰς τὸ Γενικὸν Μέρος, ἐν ἐκτάσει ἀνεπτύχθησαν εἰς τοῦτο ἡ μέθοδος τῆς χημικῆς ὀνοματολογίας καὶ ἡ τεχνικὴ τῆς γραφῆς τῶν χημικῶν ἐξισώσεων. Ἰδιαιτέρᾳ προσοχῇ ἐδόθη ἐπίσης εἰς τὴν ἐξέτασιν τῶν γενικῶν ιδιοτήτων τῶν κυριωτέρων τάξεων τῶν χημικῶν ἐνώσεων, εἰς τρόπον ὥστε νὰ καθίσταται δυνατὴ ἡ ἐξαγωγή συμπερασμάτων, δυναμένων νὰ ἐφαρμοσθοῦν κατὰ τὴν ἐξέτασιν ἐκάστης ἐξ αὐτῶν.

Ἐξ ἄλλου, κατὰ τὴν ἐξέτασιν τῶν διαφορῶν στοιχείων κατεβλήθη προσπάθεια νὰ ἀποδοθῇ ἡ σχέσις μεταξὺ τῆς ἠλεκτρονικῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου ἐκάστου ἐξ αὐτῶν — ὡς αὕτη συνάγεται ἐκ τῆς θέσεως τὴν ὁποίαν κατέχει εἰς τὸ Περιοδικὸν σύστημα — καὶ τῆς χημικῆς του συμπεριφορᾶς. Ὑπογραμμίζονται ἐπίσης αἱ ἀναλογίαι, τὰς ὁποίας παρουσιάζουν αἱ ιδιότητες τῶν στοιχείων ἐκάστης ομάδος τοῦ Περιοδικοῦ συστήματος, ὡς καὶ αἱ κανονικότητες, αἱ ἐμφανιζόμεναι εἰς τὴν μεταβολὴν αὐτῶν ἀπὸ στοιχείου εἰς στοιχεῖον. Τοιοῦτοτρόπως, τὸ Περιοδικὸν σύστημα, ἐρμηνεύον τὰς ιδιότητας τῶν στοιχείων, καθίσταται συγχρόνως ὁ συνοπτικὸς πίναξ τῶν ιδιοτήτων αὐτῶν.

Εἰς τινὰ κεφάλαια προσετέθησαν καὶ θέματα μὴ περιλαμβανόμενα, μέχρι στιγμῆς τουλάχιστον, εἰς τὰς ἀπαραίτητους γνώσεις διὰ τὰς εἰσαγωγικὰς ἐξετάσεις τῶν Ἀνωτάτων Σχολῶν, ὡς π. χ. ὁ νόμος δράσεως τῶν μαζῶν. Ταῦτα προσετέθησαν, ἀφ' ἑνὸς μὲν διότι ἐκρίθησαν ἀπαραίτητα διὰ τὴν κατανόησιν τῆς ὕλης Χημείας, ἀφ' ἑτέρου δὲ διότι περιλαμβάνονται εἰς τὴν διδακτικὰν ἕλην τῶν Γυμνασίων τῶν περισσότερων εὐρωπαϊκῶν χωρῶν καὶ ὄντω ἡ μελέτη των καθίσταται ἀναγκαία διὰ τοὺς πολυαριθμοὺς ὑποψηφίους σπουδαστὰς τῶν ξένων Πανεπιστημίων.

Με τὸ ἀνωτέρω περιεχόμενον ἐξ ἄλλου, τὸ βιβλίον τοῦτο δὲν ἀποκλείεται νὰ ἀποβῆ χρήσιμον καὶ διὰ τοὺς ἀρχαίους σπουδαστὰς τῶν Ἀνωτάτων μας Σχολῶν.

Τέλος, θὰ ἦτο παράλειψις, ἐὰν δὲν ἀνεφέρετο, ὅτι διὰ τὴν συγγραφὴν τοῦ παρόντος βιβλίου — ὅπως καὶ τῶν δύο προηγουμένων — πολῦτιμος ὑπῆρξεν ἡ συνεργασία τοῦ ἐκλεκτοῦ συναδέλφου κ. Ν. Παγκάλου, τὸν ὁποῖον εὐχαριστοῦμεν καὶ ἐντεῦθεν.

Ἀθῆναι, Ἰούnius 1959

Κ. Α. ΜΑΝΩΛΑΚΙΑΗΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ Β' ΕΚΔΟΣΕΩΣ

Εἰς τὴν Β' ἔκδοσιν, καίτοι διειρηθῆ γενικῶς ἡ ἰδία ταξινόμησις τῆς ὕλης, ἐπεξητήθη γενικῶς ὁ περιορισμὸς καὶ ἡ συντόμευσις μερικῶν κεφαλαίων. Τοῦτο ἐγένετο κατόπιν ὑποδείξεων πολλῶν συναδέλφων, καθηγητῶν τῶν Γυμνασίων, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ χρησιμοποιηθῆ τοῦτο εὐχερέστερον ὑπ' αὐτῶν, διὰ τὴν διδασκαλίαν τῆς Χημείας εἰς τὰ Γυμνάσια, ἐντὸς τῶν ὥρῶν, αἱ ὁποῖαι διατίθενται ὑπὸ τοῦ προγράμματος.

Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον χρησιμοποιοῦνται εἰς πολλὰς παραγράφους διαφορετικὰ τυπογραφικὰ στοιχεῖα, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ παραλειφθῶν ταῦτα κατὰ τὴν διδασκαλίαν, χωρὶς διακοπὴν τῆς συνεχείας τοῦ ἀντιστοιχοῦ κεφαλαίου.

Με τὴν νέαν ταύτην συγκρότησιν, ἐλπίζομεν ὅτι τὸ ἀνὰ χεῖρας βιβλίον, τὸ ὁποῖον ἐπεβλήθη ὡς τὸ πληρέστερον βοήθημα διὰ τὰς εἰσαγωγικὰς ἐξετάσεις τῶν Ἀνωτάτων Σχολῶν, θὰ ἀποβῆ ἐξ ἴσου χρήσιμον καὶ εἰς τοὺς μαθητὰς τῶν Γυμνασίων, οἱ ὁποῖοι θὰ εἶναι δυνατὸν νὰ γνωρίσουν εὐθὺς ἐξ ἀρχῆς τὰς πρώτας ἐννοίας τῆς Χημείας κατὰ τρόπον ὀρθὸν καὶ διεξοδικόν.

Ἀθῆναι, Σεπτέμβριος 1961

Κ. Α. ΜΑΝΩΛΑΚΙΑΗΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ Γ' ΕΚΔΟΣΕΩΣ

Εἰς τὴν Γ' ἔκδοσιν τῶν «Στοιχείων Ἀνοργάνου Χημείας» διειρηθῆ ἡ ἰδία ταξινόμησις τῆς ὕλης μὲ μικρὰς μόνον ἀλλαγὰς εἰς τινὰ κεφάλαια, εἰς τὰ ὁποῖα ἐγένοντο βελτιώσεις εἰς τὴν διατύπωσιν.

Ἡ πλέον σημαντικὴ διαφορὰ εἰς τὴν ἔκδοσιν ταύτην εἶναι ἡ ἀφαίρεσις τῶν πινάκων τοῦ εἰδικοῦ μέρους, οἱ ὁποῖοι ἀπὸ τοῦδε θὰ κυκλοφοροῦν εἰς χωριστὴν ἔκδοσιν. Ἡ μεταβολὴ αὕτη ἐκρίθη ἀναγκαία διὰ νὰ καταστῆ δυνατὴ ἡ μείωσις τῆς τιμῆς τοῦ βιβλίου, ὥστε νὰ δύνανται νὰ τὸ προμηθεύωνται εὐχερέστερον οἱ μαθηταὶ τῶν Γυμνασίων, ἐνῶ συγχρόνως νὰ δύνανται οἱ ἐξ αὐτῶν ὑποψήφιοι τῶν Ἀνωτάτων Σχολῶν νὰ προμηθεύωνται χωριστὰ τοὺς πίνακας, οἱ ὁποῖοι τόσον χρήσιμοι τοὺς εἶναι διὰ τὴν καλύτεραν ἀπομνημόνευσιν τῆς ὕλης.

Ἀθῆναι, Ἰούnius 1963

Κ. Α. ΜΑΝΩΛΑΚΙΑΗΣ

Π Ι Ν Α Ξ Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Ω Ν

Ε Ι Σ Α Γ Ω Γ Η

Ἡ Χημεία εἰς τὴν σύγχρονον ζωὴν σ. 1.—Ἱστορικὴ ἐξέλιξις τῆς Χημείας σ. 2.

Ι. Γ Ε Ν Ι Κ Ο Ν Μ Ε Ρ Ο Σ

Α'. Ὑλῆ—Ἐνέργεια—Φαινόμενα.

Ὑλῆ καὶ ἐνέργεια σ. 5.—Φυσικά, χημικά καὶ πυρηνικά φαινόμενα σ. 6.—Ἰδιότητες τῶν σωμάτων σ. 8.—Ἀντικείμενον τῆς Χημείας σ. 8.

Β'. Μορφαὶ τῆς ὕλης: Στοιχεῖα, χημικὰ ἐνώσεις, μίγματα.

Στοιχεῖα ἢ ἀπλὰ σώματα σ. 9.—Μίγματα καὶ χημικὰ ἐνώσεις σ. 10.—Ταξινομήσις καὶ συμβολισμὸς τῶν χημικῶν ἐνώσεων σ. 11.—Ταξινομήσις καὶ διαχωρισμὸς τῶν μιγμάτων σ. 12.

Γ'. Νόμοι τῆς Χημείας: Σχέσεις βαρῶν καὶ ὄγκων κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις.

Νόμοι, ὑποθέσεις καὶ θεωρίαι σ. 15.—Νόμος τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης σ. 16.—Νόμος τῶν σταθερῶν λόγων σ. 17.—Νόμος τῶν ἀπλῶν πολλαπλασίων σ. 17.—Νόμος τῶν ἀερίων ὄγκων σ. 18.—Νόμος τῶν ἰσοδύναμων βαρῶν σ. 18.—Ἴσοδύναμα βάρη, χημικὰ ἰσοδύναμα σ. 19.

Δ'. Ἀτομικὴ καὶ μοριακὴ θεωρία—Ἐξήγησις τῶν νόμων τῆς Χημείας.

Αἱ πρῶται θεωρίαι τῆς Χημείας σ. 21.—Κλασσικὴ ἀτομικὴ θεωρία σ. 21.—Ὑπόθεσις τοῦ Avogadro σ. 22.—Ἄτομα καὶ μόρια σ. 24.—Ἀτομικὰ καὶ μοριακὰ βάρη σ. 25.—Γραμμοῦτομα καὶ γραμμομόρια σ. 26.—Ἀριθμὸς τοῦ Avogadro, σταθερὰ τοῦ Loschmidt σ. 27.—Μοριακὸς ἢ γραμμομοριακὸς ὄγκος σ. 27.—Σθένος σ. 28.—Ρίζαι σ. 29.

Ε'. Χημικὸς συμβολισμὸς, χημικὴ ὀνοματολογία καὶ ὑπολογισμοί.

Σκοπὸς τοῦ χημικοῦ συμβολισμοῦ σ. 31.—Τὰ χημικὰ σύμβολα σ. 31.—Χημικοὶ τύποι σ. 32.—Γραφὴ τῶν χημικῶν τύπων σ. 36.—Χημικὴ ὀνοματολογία σ. 39.—Χημικὰ ἐξισώσεις σ. 42.—Εὗρεσις τῶν συντελεστῶν μιᾶς χημικῆς ἐξισώσεως σ. 43.—Στοιχειομετρικοὶ ὑπολογισμοὶ σ. 45.

ΣΤ'. Αἱ φυσικαὶ καταστάσεις τῆς ὕλης.

Αἱ τρεῖς φυσικαὶ καταστάσεις τῆς ὕλης σ. 50.—Ἀέρια σ. 52.—Υγρὰ σ. 56.—Στερεὰ σ. 56.—Ἀλλότροπα στοιχεῖα καὶ πολύμορφα σώματα σ. 57.

Ζ'. Δομὴ τῆς ὕλης—Σύγχρονος ἀτομικὴ θεωρία.

Σύγχρονος ἀτομικὴ θεωρία σ. 59.—Ἰσότοπα, ἰσοβαρῆ, ἔλλειμμα μάζης σ. 62.—Ἡλεκτρονικὴ θεωρία τοῦ σθένους.—Σχηματισμὸς τῶν χημικῶν ἐνώσεων σ. 63.—Χημικὴ συγγένεια σ. 66.—Περιοδικὸν σύστημα τῶν στοιχείων σ. 67.

Η'. Ἡ χημικὴ ἀντίδρασις.

Ταξινομήσις τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων σ. 72.—Ἐνδόθερμοι καὶ ἐξώθερμοι ἀντιδράσεις—Θερμοχημικαὶ ἐξισώσεις σ. 72.—Παράγοντες ἐπηρεάζοντες τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις σ. 73.—Ἀμφίδρομοι ἀντιδράσεις—Χημικὴ ἰσορροπία σ. 74.—Περὶ καταλυτῶν σ. 75.

Θ'. Περὶ διαλυμάτων.

Γενικὰ περὶ διαλυμάτων σ. 77.—Ἀθροιστικαὶ ἰδιότητες τῶν διαλυμάτων σ. 79.

Ι'. Μέθοδοι εὕρεσεως ἀτομικῶν καὶ μοριακῶν βαρῶν.

Εὗρεσις μοριακῶν βαρῶν σ. 83.—Προσδιορισμὸς τῶν ἀτομικῶν βαρῶν σ. 85.

ΙΑ'. Περὶ ἠλεκτρολυτῶν.

Γενικά περὶ ἠλεκτρολυτῶν καὶ ἠλεκτρολύσεως—Θεωρία τῆς ἠλεκτρολυτικῆς διαστάσεως σ. 87.—Περὶ τῶν ἰόντων σ. 89.—'Αντιδράσεις εἰς τὴν περιοχὴν τῶν ἠλεκτροδίων κατὰ τὴν ἠλεκτρολύσιν σ. 90.—'Εφαρμογαὶ τῆς ἠλεκτρολύσεως σ. 92.—'Νόμοι τῆς ἠλεκτρολύσεως σ. 92.

ΙΒ'. 'Οξέα — Βάσεις — Ἄλατα.

Γενικά περὶ ὀξέων, βάσεων καὶ ἀλάτων σ. 94.—'Ανυδρίται ὀξέων καὶ βάσεων σ. 96.—'Ισχύς τῶν ὀξέων καὶ βάσεων—'Ασθενεῖς καὶ ἰσχυροὶ ἠλεκτρολύται σ. 97.—'Συγκέντρωσις ἰόντων ὑδρογόνου, ἐνεργὸς ὀξύτης, Ρη σ. 98.—'Εξουδετέρωσις—'Υδρόλυσις σ. 100.—'Αντιδράσεις ἰόντων σ. 102.—'Γραμμοῖσοδύναμον ἠλεκτρολύτου—Κανονικὰ διαλύματα σ. 104.—'Σύγχρονοι ἀπόψεις περὶ ὀξέων καὶ βάσεων—Πρωτολυτικαὶ ἀντιδράσεις σ. 105.

ΙΓ'. 'Οξειδώσεις καὶ ἀναγωγή.

Περὶ ὀξειδώσεως καὶ ἀναγωγῆς σ. 108.—Τὰ σπουδαιότερα ὀξειδωτικά καὶ ἀναγωγικά μέσα σ. 110.—'Η τεχνικὴ τῆς γραφῆς τῶν χημικῶν ἐξισώσεων τῶν ἀντιδράσεων ὀξειδοαναγωγῆς σ. 112.

ΙΔ'. Γενικαὶ παρατηρήσεις ἐπὶ τῶν στοιχείων καὶ τῶν κυριωτέρων τάξεων τῶν χημικῶν ἐνώσεων.

'Εξέτασις τῶν στοιχείων σ. 119.—'Εξέτασις τῶν χημικῶν ἐνώσεων σ. 124.—'Οξειδία σ. 124.—'Οξέα σ. 127.—Βάσεις σ. 130.—Ἄλατα σ. 132.

II. Α Μ Ε Τ Α Λ Λ Α

Α'. 'Οξυγόνον, ὄζον, ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ.

'Οξυγόνον σ. 135.—Βιολογικὴ σημασία τοῦ ὀξυγόνου, ἀναπνοή σ. 138.—'Οζον σ. 138.—'Ατμοσφαιρικὸς ἀήρ σ. 140.

Β'. 'Υδρογόνον, ὕδωρ, ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου.

'Υδρογόνον σ. 143.—'Υδωρ σ. 146.—'Υπεροξείδιον τοῦ ὑδρογόνου σ. 150.

Γ'. Ἐδγενῆ ἀέρια (μηδενικὴ ὁμάς τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περὶ τῶν εὐγενῶν αἰρίων σ. 153.—'Ηλιον σ. 153.—'Νέον σ. 154.—'Αργόν σ. 154.—Κρυπτόν, ξένον, ραδόνιον σ. 154.

Δ'. Ἄλογα καὶ ἐνώσεις αὐτῶν (VII ὁμάς τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περὶ τῆς VIIης ὁμάδος τοῦ Π. Σ. σ. 155.—Φθόριον σ. 156.—Χλώριον σ. 158.—Βρώμιον σ. 160.—'Ιώδιον σ. 162.—'Υδραλογόνα σ. 164.—'Υδροφθόριον σ. 165.—'Υδροχλώριον σ. 166.—'Υδροβρώμιον σ. 167.—'Υδροϊώδιον σ. 168.

Ε'. Θεῖον καὶ ἐνώσεις αὐτοῦ (VI ὁμάς τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περὶ τῆς VIης ὁμάδος τοῦ Π. Σ. σ. 170.—Θεῖον σ. 170.—'Υδροθεῖον σ. 174.—Διοξειδίου τοῦ θείου σ. 175.—Τριοξειδίου τοῦ θείου σ. 176.—Θεικὸν ὀξύ σ. 177.

ΣΤ'. Στοιχεῖα τῆς ὁμάδος τοῦ ἀζώτου καὶ ἐνώσεις αὐτῶν (V ὁμάς τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περὶ τῆς Vης κυρίας ὁμάδος τοῦ Π. Σ. σ. 181.—'Αζωτον σ. 182.—Φωσφόρος σ. 185.—'Αρσενικὸν σ. 188.—'Αντιμόνιον σ. 189.—Βισμούθιον σ. 190.—'Αμμωνία σ. 191.—'Αμμωνιακὰ ἄλατα σ. 193.—'Οξειδία ἀζώτου σ. 195.—'Νιτρικὸν ὀξύ σ. 196.—'Οξειδία τοῦ φωσφόρου σ. 198.—'Οξέα τοῦ φωσφόρου σ. 199.

Ζ'. Στοιχεῖα τῆς ὁμάδος τοῦ ἀνθρακος καὶ ἐνώσεις αὐτῶν (IV ὁμάς τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περὶ τῆς IVης ὁμάδος τοῦ Π. Σ. σ. 201.—'Ανθραξ σ. 201.—'Αδάμας σ. 203.—Γραφίτης σ. 204.—'Γαϊάνθρακες σ. 204.—Τεχνητοὶ ἀνθρακες σ. 205.—Μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος σ. 206.—Διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος σ. 208.—'Ανθρακικὸν ὀξύ, ἀνθρακικὰ ἄλατα σ. 210.—Πυρίτιον σ. 211.—Λοξειδίου τοῦ πυριτίου σ. 212.—'Υαλος σ. 213.

Η'. Βάριοι και ενώσεις αὐτοῦ (III δμάς τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περί τῆς IIIης ομάδος τοῦ Π.Σ. σ. 214. — Βόριοι σ. 214. — Βορικόν ὄξύ σ. 215. — Βόραξ σ. 215.

III. Μ Ε Τ Α Λ Λ Α

Α'. Γενικά περί μετάλλων.

Προέλευσις καὶ ἔξαγωγή τῶν μετάλλων σ. 217. — Γενικαὶ ιδιότητες τῶν μετάλλων σ. 219. — Ἡλεκτροχημικὴ σειρὰ τῶν μετάλλων σ. 221. — Κράματα σ. 222.

Β'. Μέταλλα τῶν ἀλκαλιῶν καὶ ενώσεις αὐτῶν (I δμάς τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περί μετάλλων τῶν ἀλκαλιῶν σ. 223. — Νάτριον σ. 223. — Κάλιον σ. 224. — Ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου σ. 225. — Ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου σ. 226. — Χλωριούχον νάτριον σ. 227. — Ἀνθρακικόν νάτριον σ. 228. — Ὄξιον ἀνθρακικόν νάτριον σ. 229. — Νιτρικόν νάτριον σ. 230. — Χλωριούχον κάλιον σ. 230. — Ὑδροξειδίου τοῦ καλίου σ. 230. — Ἀνθρακικόν κάλιον σ. 231. — Νιτρικόν κάλιον σ. 231. — Χλωρικόν κάλιον σ. 232.

Γ'. Μέταλλα τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν καὶ ενώσεις αὐτῶν (II δμάς τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περί τῶν μετάλλων τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν σ. 233. — Μαγνήσιον σ. 233. — Ἀσβέστιον σ. 234. — Ὄξειδιον τοῦ μαγνησίου σ. 235. — Ἀνθρακικόν μαγνήσιον σ. 235. — Θεικόν μαγνήσιον σ. 235. — Ὄξειδιον τοῦ ασβεστίου σ. 236. — Ὑδροξειδίου τοῦ ασβεστίου σ. 236. — Κοιμίματα σ. 237. — Ἀνθρακικόν ασβέστιον σ. 237. — Θεικόν ασβέστιον σ. 238. — Χλωράσβεστος σ. 238. — Χλωριούχον ασβέστιον σ. 239. — Ἀνθρακασβέστιον σ. 239.

Δ'. Ἀργίλιον καὶ ενώσεις αὐτοῦ (III δμάς τοῦ Π. Σ.).

Ἀργίλιον σ. 240. — Στυπτηρία, ἄργιλος, κεραμευτικὴ σ. 242.

Ε'. Χαλκός, ἄργυρος, χρυσός (IV δμάς τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περί τῶν μετάλλων τῆς Iης δευτερευούσης ομάδος σ. 243. — Χαλκός σ. 243. — Ἀργυρός σ. 245. — Χρυσός σ. 247. — Θεικὸς χαλκός σ. 248. — Νιτρικὸς ἄργυρος σ. 248. — Χλωριούχος, βρωμιούχος καὶ ἰωδιούχος ἄργυρος σ. 249.

ΣΤ'. Ψευδάργυρος, ὕδραργυρος (IIδ δμάς τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περί τῶν μετάλλων τῆς IIης ομάδος τοῦ Π.Σ. σ. 250. — Ψευδάργυρος. σ. 250. — Ὑδράργυρος σ. 251. — Ἐνώσεις τοῦ ψευδαργύρου. σ. 252. — Ἐνώσεις τοῦ ὕδραργύρου σ. 253.

Ζ'. Κασσίτερος, μόλυβδος (IV δμάς τοῦ Π. Σ.).

Κασσίτερος σ. 254. — Μόλυβδος σ. 255. — Ἐνώσεις τοῦ μολύβδου σ. 256.

Η'. Χρῶμιον, μαγγάνιον (VIδ καὶ VIIδ τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περί τῶν μετάλλων τῆς VIδ καὶ VIIδ ομάδος τοῦ Π. Σ. σ. 258. — Χρῶμιον σ. 258. — Μαγγάνιον σ. 259. — Ἐνώσεις τοῦ χρωμίου καὶ μαγγανίου σ. 160.

Θ'. Σίδηρος, κοβάλτιον, νικέλιον (VIII δμάς τοῦ Π. Σ.).

Γενικά περί τῆς VIIIης ομάδος τοῦ Π.Σ. σ. 261. — Σίδηρος σ. 261. — Κοβάλτιον σ. 265. — Νικέλιον σ. 265.

Γ'. Ὅμας τοῦ λευκοχρύσου.

Λευκόχρυσος σ. 267.

ΙΑ'. Στοιχεῖα πυρηνικῆς χημείας.

Ραδιενέργεια σ. 268. — Διάσπασις, ἀγασίς, σύντηξις ἀτόμων — Ἀτομικὴ καὶ θερμοπυρηνικὴ ἐνέργεια σ. 269. — Ράδιον σ. 270. — Οὐράνιον σ. 271. — Ὑπερουράνια στοιχεῖα σ. 271.

Ἄλφαβητικὸν εὐρετήριον σ. 272.

Π Ι Ν Α Ξ Τ Ω Ν Σ Τ Ο Ι Χ Ε Ι Ω Ν

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΣΥΜΒΟΛΗ	ΑΤΟΜ. ΑΡΙΘΜΟΣ	ΑΤΟΜΙΚΗ ΒΑΡΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΣΥΜΒΟΛΗ	ΑΤΟΜ. ΑΡΙΘΜΟΣ	ΑΤΟΜΙΚΗ ΒΑΡΟΣ
*Άζωτον	N	7	14.008	Μολυβδαίνιον	Mo	42	95.95
*Αίστανιον	Es	99	(254)	Μόλυβδος	Pb	82	207.21
*Ακτίνιον	Ac	89	(227)	Μπρεζέλιον	Bk	97	(249)
*Αμερίκιον	Am	95	243				
*Άνθραξ	C	6	12.01	Νάτριον	Na	11	22.997
*Αντιμόνιον	Sb	51	121.76	Νεοδύμιον	Nd	60	144.27
*Αργίλιον	Al	13	26.97	Νέον	Ne	10	20.183
*Αργόν	A	18	39.944	Νικέλιον	Ni	28	58.69
*Αργυρος	Ag	47	107.88	Νιόβιον	Nb	41	92.91
*Αρσενικόζον	As	33	74.91	Νομπέλιον	No	102	—
*Ασβέστιον	Ca	20	40.08				
*Άστατον	At	85	(210)	Ξένον	Xe	54	131.3
*Άφνιον	Hf	72	178.6				
				*Όλιμιον	Ho	67	164.94
Βανάδιον	V	23	50.95	*Όξυγόζον	O	8	16.000
Βάριον	Ba	56	137.36	*Όσμιον	Os	76	190.2
Βηρόλλιον	Be	4	9.02	Όυράνιον	U	92	238.07
Βισμουθίον	Bi	83	209.0				
Βολφράμιον	W	74	183.92	Παλλάδιον	Pd	49	106.7
Βόριον	B	5	10.82	Πλουτωνίον	Pu	94	242
Βρώμιον	Br	35	79.916	Πολώντιον	Po	84	(210)
				Ποσειδώνιον	Np	93	237
Γαδολίνιον	Gd	64	157.26	Πρασινοδέμιον	Pr	59	140.92
Γάλλιον	Ga	31	69.72	Προμήθειον	Pm	61	(145)
Γερμάνιον	Ge	32	72.60	Πρωακτίνιον	Pa	91	231
				Πυρίτιον	Si	14	28.06
Δημήτριον	Ce	58	140.13				
Δυσπρόσιον	Dy	66	162.46	Ράδιον	Ra	88	226.05
				Ραδόνιον	Rn	86	222
*Εορβιον	Er	68	167.2	Ρήνιον	Re	75	186.31
Εύρώπιον	Eu	63	152.0	Ρόδιον	Rh	45	102.91
				Ροιβίδιον	Rb	37	85.48
Ζιρκόνιον	Zr	40	91.22	Ρουθηνιον	Ru	44	101.7
*Ήλιον	He	2	4.003	Σαμάριον	Sm	62	150.43
				Σελήνιον	Se	34	78.96
Θάλιον	Tl	81	204.39	Σίδηρος	Fe	26	55.85
Θείον	S	16	32.86	Σκάνδιον	Sc	21	45.00
Θόριον	Th	90	232.12	Στρόντιον	Sr	38	87.63
Θυλλιον	Tm	69	168.91				
				Ταντάλιον	Ta	73	180.88
*Ινδιον	In	49	114.76	Τελλούριον	Te	52	127.61
*Ιορίδιον	Ir	77	192.1	Τέρβιον	Tb	65	159.20
*Ιώδιον	I	53	126.92	Τεχνητιον	Tc	43	(99)
				Τιτάνιον	Ti	22	47.90
Κάδμιον	Cd	48	112.41				
Καίσιον	Cs	55	132.91	*Υδράργυρος	Hg	80	200.61
Κάλιον	K	19	39.095	*Υδρογόζον	H	1	1.0081
Καλιφόρμιον	Cf	98	(249)	*Υτιέριβιον	Yb	70	173.04
Κασσιόπειον	Lu	71	174.99	*Υττιον	Y	39	88.92
Κασσίτερος	Sn	50	118.70				
Κιούριον	Cm	96	245	Φέρμιον	Fm	101	(255)
Κοβάλτιον	Co	27	58.94	Φθόριον	F	9	19.000
Κρυπτόζον	Kr	36	83.7	Φράγκιον	Fr	87	(223)
				Φωσφόρος	P	15	30.98
Λανθάνιον	La	57	138.92				
Λευκόχρυσος	Pt	78	195.23	Χαλκός	Cu	29	63.67
Λίθιον	Li	3	6.940	Χλώριον	Cl	17	35.457
				Χρυσος	Au	79	197.2
Μαγγάνιον	Mn	25	54.93	Χρώμιον	Cr	24	52.01
Μαγνήσιον	Mg	12	24.32				
Μενδελέβιον	Md	101	(256)	Ψευδάργυρος	Zn	30	65.38

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἡ Φύσις εἶναι τὸ ἀπέραντον θέατρον τῶν μεταμορφώσεων τῆς ὕλης καὶ ἡ Χημεία ἡ μαγικὴ ἐπιστήμη, ἡ ὁποία ἀποκαλύπτει τὸν μυστηριώδη μηχανισμόν τῶν μεταμορφώσεων αὐτῶν.

AUGUSTE COMTE

1. Ἡ Χημεία εἰς τὴν σύγχρονον ζωὴν

Μεταξὺ τῶν ἀναριθμητῶν ὕλικῶν ἀντικειμένων, μετὰ τῶν ὁποίων ἐρχέμεθα καθημερινῶς εἰς ἐπαφήν, ὑπάρχουν πολλά, τὰ ὁποῖα, παρὰ τὴν μικρὰν ἀξίαν, τὴν ὁποῖαν ἔχουν σήμερον δι' ἡμᾶς, δὲν θὰ ἦτο δυνατόν, πρὸ ὀλίγων ἐτῶν, νὰ τὰ ἀποκτήσωμεν, ἔστω καὶ ἂν διεθέτομεν πρὸς τοῦτο ὅλους τοὺς θησαυροὺς τοῦ κόσμου. Καὶ τοῦτο διότι, ἀπλούστατα, τὰ ἀντικείμενα ταῦτα συνίστανται ἐξ ὕλικῶν, τὰ ὁποῖα δὲν ὑπῆρχον.

Τὰ περισσότερα τῶν ὕλικῶν αὐτῶν εἶναι ταπεινῆς καταγωγῆς, προερχόμενα ἀπὸ ὕλας, αἱ ὁποῖαι δὲν προσελκύουν τὴν προσοχὴν οὐδενός, καὶ αἱ ὁποῖαι δὲν παρέχουν εἰς τὴν παρατήρησιν οὐδὲ τὸν ἐλάχιστον ὑπαιγιγμόν περὶ τοῦ θαυμαστοῦ πλοῦτου, τὸν ὅποιον περικλείουν. Ταπεινὰ προϊόντα τοῦ ἀγροῦ, τῶν ὄρυχειῶν καὶ τοῦ δάσους, ἀκόμη τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ ἀέρος, μετασχηματίζονται σήμερον, κατὰ μαγικὸν τρόπον, ἀπὸ τὴν Χημείαν, εἰς ἀντικείμενα θαυμαστῆς ὁμορφιάς καὶ ἐξαιρετικῆς ὠφελιμότητος.

Ἐκ τῆς σκοτεινοχρόου καὶ δυσόσμου λιθανθρακοπίσης, προϊόντος τῆς ξηρᾶς ἀποστάξεως τῶν λιθανθράκων, παράγονται σήμερον οὐσίαι, ἐκ τῶν ὁποίων, διὰ καταλλήλου ἐπεξεργασίας, λαμβάνονται ζωηρότατα χρώματα, εὐχάριστα ἄρώματα καὶ θεραπευτικὰ φάρμακα.

Αἱ Ἴνες τοῦ βεμβακοσπόρου μετατρέπονται εἰς ἐκλεκτὰ ἐμπορεύματα ἀκτινοβόλου ὠραιότητος, ὑφάσματα, ταπετοαρίας, πλαστικὰς ὕλας ὡς καὶ ἐκρηκτικὰς ὕλας ἀπροσμετρήτου δυνάμεως.

Εὐτελεῖ ὄρυκτὰ μεταβάλλονται εἰς λεπτότατα διακεκοσμημένα σκεύη πορσελάνης.

Οἱ ἀβσεστόλιθοι καὶ τὸ κάρβουνο χρησιμοποιοῦνται ὡς πρῶται ὕλαι διὰ τὴν παρασκευὴν συνθετικοῦ καουτσούκ καὶ πολυτίμων πλαστικῶν οὐσιῶν πάσης χρήσεως.

Ὁ ἀήρ καὶ τὸ ὕδωρ χρησιμοποιοῦνται ὡς πρῶται ὕλαι διὰ τὴν παρασκευὴν λιπασμάτων, τὰ ὁποῖα πολλαπλασιάζουν τὴν γεωργικὴν παραγωγὴν, ἐκρηκτικῶν ὕλων καὶ ἄλλων χρησίμων προϊόντων.

Ἀπειρία νέων σωμάτων, ἀγνώστων εἰς τὴν Φύσιν, χρησιμοποιοῦνται σήμερον ἀπὸ τὸν ἄνθρωπον, παρασκευασθέντα συνθετικῶς. Νέα σώματα, ἐκ τῶν ὁποίων παρασκευάζονται προϊόντα ὠραιότερα καὶ εὐθηνότερα τῶν ἐν τῇ Φύσει ὑπαρχόντων, ὡς ἐάν ἐπρόκειτο περὶ προϊόντων μιᾶς νέας Δημιουργίας ἐπιθυμούσης νὰ προσαρμοσθῇ πρὸς τὰς ὁλονὲν αὐξανομένης ἀπαιτήσεις, διὰ μίαν καλυτέραν ζωὴν.

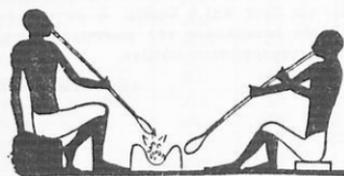
Ἀφ' ἐτέρου, ἡ Χημεία, ἐπιζητοῦσα τὴν ἔρευναν τῶν μεταβολῶν τῆς ὕλης καὶ ἰδιαιτέρως ἐκείνων, αἱ ὁποῖαι συνέτειναν εἰς τὴν ἐξῆψωσιν τῆς ζωῆς τοῦ ἀνθρώπου, ἀπεκάλυψε τὸν μηχανισμόν τῶν μεταμορφώσεων αὐτῶν καὶ εἰσέδυσεν εἰς τὸ μυστικόν τῆς συστάσεως τῆς ὕλης, τὸ ὅποιον ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων ἐπεζητήσε νὰ ἐξιχνύσῃ ὁ ἄνθρωπος.

Εἰς τὴν ἐπομένην παράγραφον θὰ παρακολουθήσωμεν τὴν ἱστορικὴν ἐξέλιξιν τῆς ἐπιστήμης τῆς Χημείας ἀπὸ τῶν πρώτων ἱστορικῶν πηγῶν μέχρι τῆς ἐποχῆς μας.

2. Ίστορική εξέλιξις τῆς Χημείας

1. Ἡ Χημεία κατὰ τὴν ἀρχαίαν ἐποχὴν. Καίτοι ἡ Χημεία ὡς ἐπιστὴμη εἶναι νεωτάτη, δημιουργηθεῖσα κατὰ τοὺς δύο τελευταίους αἰῶνας, ἡ ἐμφάνισις τῆς χρονολογεῖται ἀπὸ χιλιετηρίδων καὶ ἀνάγεται εἰς τὰς προσαυθείας τοῦ πρωτογόνου ἐνθρόπου νὰ μεταβάλλῃ διάφορα ὕλικά σώματα μὲ σκοπὸν νὰ βελτιώσῃ τὸν τρόπον τῆς ζωῆς του.

Οὕτω οἱ λαοὶ τῆς ἀρχαίας Αἰγύπτου καὶ τῆς Μέσης Ἀνατολῆς κατὰ τὰ πρῶτα ἱστορικά ἔτη, καὶ κατόπιν οἱ Ἕλληνες καὶ οἱ Ῥωμαῖοι, κατεῖχον σημαντικὰς πρακτικὰς χημικὰς γνώσεις: Ἐργάζοντο νὰ παραλαμβάνουν διάφορα μέταλλα ἐκ τῶν ὀρυκτῶν τῶν, νὰ παρασκευάζουν τὴν ὕαλον, νὰ βάφουν καὶ νὰ διακοσμοῦν τοῖχους, ἀγγεῖα καὶ ἐνδύματα, νὰ παρασκευάζουν ἀλκοολοῦχα ποτὰ κλπ.

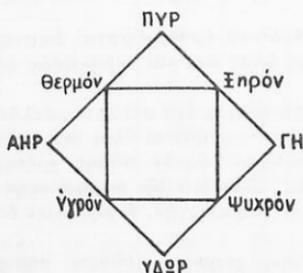


Σχ. 1. Ἀρχαῖοι Αἰγύπτιοι κατεργαζόμενοι χαλκόν.
(Τοιχογραφία τῆς ἐποχῆς)

σικῆς ἐποχῆς, δὲν ἠδύνατο νὰ ἀποτελέσῃ τὰ θεμέλια ἀληθοῦς ἐπιστήμης, ὡς μὴ στηριζομένη ἐπὶ τῆς παρατηρήσεως καὶ τοῦ πειράματος, ἀλλὰ εἰς τὴν φιλοσοφικὴν ἔρευναν τῶν φαινομένων. Ὑπὸ τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων εἶχον ἀναπτυχθῆ τρία κυρίως θέματα: Ἡ ἀφθαρσία τῆς ὕλης, ἡ ἀσυνέχεια ταύτης καὶ ἡ ἀναγωγή τῆς ἀπείρου ποικιλίας τῶν μορφῶν τῆς ὕλης εἰς ὀλίγας ἀπλᾶς, τὰ στοιχεῖα.

Κατὰ τὴν καλουμένην ἑλληνιστικὴν περιόδον, εἰς τὴν Αἰγυπτῶν τῶν Πτολεμαίων, ἡ Χημεία ἐμφανίζεται ὡς ἰδιαιτέρα ἐπιστήμη, διὰ συνδυασμοῦ τῶν ἐμπειρικῶν γνώσεων τῶν ἀρχαίων Αἰγυπτίων ἱερέων καὶ τεχνιτῶν, τῶν ἀναμειγμένων διὰ διαφορῶν μαγικῶν καὶ ἀστροικῶν ἑννοιῶν, μετὰ τῶν περὶ ὕλης καὶ Φύσεως θεωριῶν τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων.

Κεντρικὴ ἰδέα τῆς Ἀλεξανδρινῆς Σχολῆς, ἦτο ἡ μετατροπὴ τῶν ἀγενῶν μετάλλων εἰς ἄλλα εὐγενέστερα, ἥτις ἐστηρίζετο ἐπὶ τῆς Ἀριστοτελικῆς ἀρχῆς ὅτι μία εἶναι ἡ πρώτη ἄλη, διὰ μεταμορφώσεως τῆς ὁποίας προέρχονται τὰ πάντα (ἐν τῷ πᾶν). Οὕτως ἐγεννήθη ἡ τέχνη τῆς χρυσοποιίας, ἡ ὁποία ἐπειδὴ ἠσκέιτο κατ' ἀρχὰς ὑπὸ τῶν Αἰγυπτίων ἱερέων, ἐκλήθη **λερὰ τέχνη**.



Σχ. 2. Τὰ τέσσαρα στοιχεῖα τοῦ Ἀριστοτέλους.

Ἀνάδοχος τῆς νέας ἐπιστήμης ὑπῆρξεν ὁ Ζώσιμος, ὁ ὁποῖος πρῶτος τὴν ὠνόμασεν **Χημείαν**. Ἡ λέξις αὕτη προέρχεται κατ' ἄλλους μὲν ἐκ τῆς Ἑλληνικῆς λέξεως χυμὸς — ἐξ οὗ καὶ χυμα, χυμενταὶ καὶ χυμεντική — καὶ πρέπει νὰ γράφεται χυμεία, κατ' ἄλλους δὲ ἐκ τῆς Αἰγυπτιακῆς λέξεως **Χέμ**, ἡ ὁποία ἐσήμαινε μαύρη γῆ.

Ἀπὸ τὴν Αἰγυπτῶν ἡ Χημεία μετεδόθη ἀπ' ἑνὸς μὲν εἰς τὸ Βυζάντιον, ἀπ' ἑτέρου δὲ διὰ τῶν Ἀράβων εἰς Ἰσπανίαν καὶ διὰ ταύτης εἰς τὴν Δυτικὴν Εὐρώπην.

2. Ἡ Χημεία κατὰ τὸν μεσαίωνα. Οἱ Ἀραβες προσέθεσαν εἰς τὴν λέξιν Χημεία τὸ Ἀραβικὸν ἄρθρον **αλ** καὶ οὕτω προέκυψεν ἡ λέξις **ἀλχημεία** (= ἡ Χημεία), ἡ ὁποία διετηρήθη καθ' ὅλην τὴν διάρκεια τοῦ μεσαίωνος χαρακτηριζόουσα πᾶσαν Χημικὴν ἔρευναν.

Κατὰ τὴν ἐποχὴν ταύτην ἡ Χημεία μετέπεσεν εἰς ἀπόκρυφον ἐπιστήμην, κύριον πρόβλημα τῆς ὁποίας ἦτο ἡ μετουσίωσις τῶν μετάλλων, ἥτις θὰ ἐπετυγχάνετο μὲ τὴν βοήθειαν τῆς μυστηριώδους **φιλοσοφικῆς λίθου**. Πρέπει ὁμως νὰ σημειωθῇ ὅτι οἱ Ἀλχημ-

αταί, εις τήν ματαίαν προσπάθειάν των διά τήν άνεύρεσιν τής φιλοσοφικής λίθου και τόν έξευγενισμόν τόν μετάλλων, έπέτυχον πλείστας άνακαλύψεις, εις τρόπον ώστε ή Άλχημεία νά δύναται νά θεωρηθή ή πρόδρομος τής σημερινής Χημείας.

Οι σπουδαιότεροι τών άλχημιστών ήσαν εκ τών Άραβών ο Geber (8ος αϊών μ.Χ.), ο Άρβικέννας και ο Άβερρόης και εκ τών Άλχημιστών τής Δύσεως ο Γερμανός Albertus Magnus (1193—1280), ο Άγγλος Roger Bacon (1214—1294) και ο Ισπανός Raymondus Lullus (1295—1315).

3. Η Χημεία από τήν Άναγέννησιν μέχρι του 18ου αϊώνος. Προϊόντος του χρόνου, συνέλεγει υπό τών Άλχημιστών τό απαραίτητον έπιστημονικόν υλικόν, τό όποιον συνετέλεσεν ώστε, κατά τήν μετάβασιν εκ του μεσαίονος εις τήν Άναγέννησιν, νά καταπέση άφ' έαυτής ή ούτοια του έξευγενισμού τών μετάλλων και τής φιλοσοφικής λίθου και νά δημιουργηθή ή δυνατότης εξέλιξως τής Χημείας εις έπιστήμη.

Κατά τήν έποχην ταύτην παρεσκευάσθησαν πλείστα χημικά ούσια διά θεραπευτικούς σκοπούς και έδημιουργήθη ή τάσις προς συγχώνευσιν τής Χημείας μετά τής Ιατρικής, ένεκα τής όποιας ή περίοδος ταύτη ένομόασθη περίοδος τής **Ίατροχημείας**. Κριώτερος αντιπρόσωπος τής περιόδου ταύτης ήτο ο Παράκελσος (1493—1541).

Η νεώτερα όμως περίοδος τής Χημείας αρχίζει με τόν μεγάλον έρευνητήν Robert Boyle (1627—1691). Ούτος ύπεστήριξεν ότι τό πείραμα πρέπει νά είναι μοναδική πηγή πάσης χημικής γνώσεως και διετύπωσε πρώτος τήν έννοιαν του χημικού στοιχείου.

4. Η Χημεία κατά τόν 18ον αϊώνα. Κατά τας αρχάς του 18ου αϊώνος δημιουργείται ή πρώτη έπιστημονική θεωρία τής Χημείας, διά τής όποιας έπεξητήθη ή ερμηνεία τών φαινομένων τής καύσεως και όξειδώσεως. Αύτη διετυπώθη υπό του G. Stahl (1660—1734) και εκλήθη **φλογιστική θεωρία**, διότι έδέχετο ότι ή καύσις ενός σώματος, κατά τήν θέρμανσιν αυτού παρουσιάζει άερος, όφείλεται εις τήν έξοδον εκ τής μάξης του μιάς ύποθετικής ούσιας, του **φλογιστού**. Παρά τήν σφαλεράν βίασιν τής φλογιστικής θεωρίας, όπαδοί της ήσαν οι διασημότεροι χημικοί τής έποχής, οι όποιοι άνεκάλυψαν πλείστα σώματα και διά τών έρευνών των ήνοιξαν τήν όδόν εις τόν Lavoisier. Ούτω, κατά τό δεύτερον ήμισυ του 18ου αϊώνος ο Cavendish (1731—1810) άνακαλύπτει τό ύδρογόνον, ο Priestley (1734—1804) τό όξυγόνον και ο Scheele (1742—1786) τό χλώριον και πληθος χημικών ένώσεων.

Η σύγχρονος περίοδος τής Χημείας δύναται νά θεωρηθή, ότι αρχεται από του έτους 1774, ότε ο Γάλλος χημικός A. Lavoisier εισήγαγε τήν χρήση του ζυγού εις τήν μελέτην τών χημικών αντιδράσεων. Δι' αυτού απέδειξεν ότι τά σώματα καιόμενα καθίστανται βαρύτερα, διότι έν συστατικόν του άτμοσφαιρικού άέρος, τό όξυγόνον, ένούται χημικός μετ' αυτών. Η άνακάλυψις αύτη ώδήγησεν τόν Lavoisier εις τήν διατύπωσιν **του νόμου τής άφθαρσίας τής ύλης**, ο όποιος απέτέλεσεν τόν άρχογονιαίον λίθον του έπιστημονικού οικοδομήματος τής Χημείας και συνετέλεσεν εις τήν άλματικήν πλέον εξέλιξιν αύτης.

5. Η Χημεία κατά τόν 19ον αϊώνα. Τό σύστημα τής διά του ζυγού έρείνης τών χημικών αντιδράσεων, άκολουθούν και οι διάδοχοι του Lavoisier, κατά τά πρώτα έτη του 19ου αϊώνος. Αί έρευναι αυτών συντόμως ώδηγούν εις τήν διαπίστωσιν τών θεμελιωδών



Σχ. 3. Όρις δάκνων τήν ούσάν αυτού.

Συμβολίζει τήν άνακόκλωσιν τής ύλης (παράστασις χειρογράφου Γ' μ. Χ. αϊώνος).



Σχ. 4. Antoine Lavoisier (1743 — 1794)

νόμων, οι οποίοι διέπουν τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις. Εἰς τὴν εὕρεσιν δηλαδὴ σχέσεων μεταξὺ τῶν βαρῶν ἢ τῶν ὄγκων τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων καὶ τῶν προϊόντων αὐτῶν. Οἱ νόμοι αὐτοὶ εἶναι ὁ νόμος τῶν σταθερῶν λόγων τοῦ Proust (1754—1826) καὶ ὁ νόμος τῶν ἀπλῶν πολλαπλασίων τοῦ Dalton (1766—1844), οἱ ὅποιοι ἐκφράζουν σχέσεις βαρῶν, ὡς καὶ ὁ νόμος τῶν ἀερίων ὄγκων τοῦ Gay-Lussac (1774—1850).

Ἐπιζητῶν τὴν ἐξήγησιν τῶν ἀνωτέρω νόμων ὁ Dalton ἤχη εἰς τὴν διατύπωσιν τῆς **ἀτομικῆς θεωρίας**, κατὰ τὴν ὁποίαν πάντα τὰ σώματα συνίστανται ἐξ ἀπεριοραζίστων ἀδιαίρετων σωματιδίων, τὰ ὁποῖα ἐκάλεσεν **ἄτομα**. Λιὰ τῆς θεωρίας ταύτης ὁμως δὲν κατέστη δυνατόν νὰ ἐξηγηθῇ καὶ ὁ νόμος τῶν ἀερίων ὄγκων τοῦ Gay-Lussac. Τοῦτο ἐπέτυχεν ὁ Avogadro (1776—1850), δεχθεὶς ὅτι τὰ ἄτομα δὲν ὑφίστανται εἰς ἐλευθέρην κατάστασιν, ἀλλὰ εὐρίσκονται ἡνωμένα εἰς μεγαλύτερα σωματίδια, τὰ μόρια. Ἡ **μοριακὴ θεωρία**, ὡς ἐκλήθη, ἔλαβε τὴν ὀριστικὴν τῆς διαμόρφωσιν ὑπὸ τοῦ Cannizzaro τὸ 1861.

*Ἐκτοτε ἡ ἐξέλιξις τῆς Χημείας καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ δευτέρου ἡμίσεως τοῦ 19ου αἰῶνος ἦτο ραγδαία. Συστηματοποιεῖται ὁ χημικὸς συμβολισμὸς, ὑπὸ τοῦ Berzelius, δημιουργεῖται ἡ Ὀργανικὴ Χημεία ὡς ἰδιαίτερος κλάδος τῆς Χημείας, ὑπὸ τῶν Berzelius, Wöhler, Liebig, Berthelot, Kekulé κ.ἄ., θεμελιούται ἡ ἤλεκτροχημεία ὑπὸ τῶν Volta, Davy καὶ Faraday, διατυπῶνται τὸ περιοδικὸν σύστημα τῶν στοιχείων κλπ.

Τὸ σημαντικότερον ὅμως γεγονός τοῦ 19ου αἰῶνος ἦτο ἡ δημιουργία τῆς χημικῆς βιομηχανίας, ἡ ὁποία ἀντικατέστησεν τὰ ἐπὶ τῆ βάσει τῆς ἐμπειρίας λειτουργοῦντα βιοτεχνικὰ ἐργαστήρια καὶ εἰς τὴν ὁποίαν αἱ μεγαλειώδεις κατακτήσεις τῆς Χημείας εὗρον ἄμεσον ἐφαρμογὴν διὰ τὴν ἐξυπηρέτησιν τῶν ἀναγκῶν τοῦ ἀνθρώπου.



Σχ. δ. Ἡ ἐξέλιξις τῶν γνώσεων τοῦ ἀνθρώπου ἐπὶ τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας ἐντὸς πενήντα ἐτῶν.

1896. Ἡ ἀποτύπωσις κλειδίου ἐπὶ φωτογραφικῆς πλακῆς ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἀκτινοβολίας τοῦ πωσσορανίου, ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὸν Becquerel νὰ μελετήσῃ τὸ φαινόμενον τῆς ραδιενεργείας.

1945. Ἡ ἐκκυσίς εἰς μεγάλην κλίμακα τῆς ἰδίας αὐτῆς ἐνεργείας «σαρώνει» τὴν Ἰαπωνικὴν πόλιν Χιροσίμα.

ἀνθρώπου, εὐρισκόμεθα εἰς τὴν αὐγὴν μιᾶς νέας ἐποχῆς, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ζωὴ τοῦ ἀνθρώπου θὰ ἀλλάξῃ ριζικῶς, ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν βεβαίως ὅτι ἡ ἀτομικὴ ἐνέργεια θὰ παύσῃ νὰ εἶναι μέσον καταστροφῆς καὶ ἐξοντώσεως.

6. Ἡ Χημεία κατὰ τὸν 20ον αἰῶνα. Εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ αἰῶνος μας, διὰ τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ φαινομένου τῆς ραδιενεργείας ὑπὸ τοῦ Becquerel καὶ τοῦ ζεύγους Curie, ἐπιφέρειται πλήρης ἀλλαγὴ εἰς τὰς ἀντιλήψεις μας περὶ τῆς δομῆς τῆς ὕλης. Βραδύτερον οἱ Rutherford, Bohr, Sommerfeld καὶ Moseley εἰδείξαν τὸν δρόμον, ὁ ὁποῖος ὀδηγεῖ ἀπὸ τὰ φάσματα δι' ἀκτίνων Röntgen εἰς τὴν διεκρίσιν τῆς δομῆς τῶν ἀτόμων καὶ τὴν ἐξήγησιν τοῦ περιοδικοῦ συστήματος τῶν στοιχείων.

Ἡ διεκρίσιν τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου ὠδήγησεν πρὸς μίαν πλήρη συνεργασίαν τῆς Χημείας μετὰ τῆς Φυσικῆς. Αἱ γνώσεις μας εἰσέρχονται πλέον εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ μικροκόσμου καὶ μᾶς ἐπιτρέπουν τὸν σχηματισμὸν μιᾶς εἰκόνας τοῦ κόσμου ἀπληραγμένης μυστικιστικῶν παραστάσεων.

Παράλληλως ἐξ ἴσου μεγαλιώδης εἶναι εἰς τὸν αἰῶνα μας ἡ ἀνοδος τῆς τεχνικῆς καὶ τῆς βιομηχανίας εἰς τρόπον ὥστε αἱ κατακτήσεις τῆς Χημείας νὰ ἐπηρεάζουν σημαντικῶς τὸν τρόπον ζωῆς τοῦ ἀνθρώπου καὶ νὰ θέτουν εἰς τὴν διάθεσίν του νέας δυνατότητας ἐξελίξεως.

Ἦδη μὲ τὴν ἀνεξάντλητον πηγὴν ἐνεργείας τοῦ ἀτόμου, τὴν ὁποίαν ἡ ἐπιστὴμὴ ἔθεσεν εἰς τὴν διάθεσιν τοῦ

Ι. ΓΕΝΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΥΛΗ · ΕΝΕΡΓΕΙΑ · ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

1. Ὑλη καὶ ἐνέργεια

1. Ἡ ὕλη. Ὁ κόσμος, ὁ ὁποῖος μᾶς περιβάλλει, ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀπειρον ποιτικίαν ἀντικειμένων, διακρινομένων ἀπ' ἀλλήλων ἐκ τοῦ διαφόρου τρόπου, διὰ τοῦ ὁποῖου ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ὑποπίπτει εἰς τὰς αἰσθήσεις μας. Οὕτω αἱ διαφοραὶ μεταξὺ τῶν ἀντικειμένων καθίστανται αἰσθηταὶ εἰς ἡμᾶς, ὡς διαφοραὶ μεγέθους, χρώματος, σχήματος κλπ.

Πέραν τῶν διαφορῶν αὐτῶν, κοινὸν χαρακτηριστικὸν ὅλων τῶν σωμάτων εἶναι ὅτι καταλαμβάνουν χωρὸν, ἔχουν δηλαδὴ **ὄγκον**, καὶ ἐμφανίζουν ἀδράνειαν, ἔχουν δηλαδὴ τὴν ιδιότητα νὰ ἀνθίστανται εἰς τὰ αἷτια, τὰ ὁποῖα τείνουν νὰ μεταβάλουν τὴν κινητικὴν τῶν κατὰστασι, τὰς δυνάμεις. Τὸ μέτρον τῆς ἀδρανείας ταύτης τῶν σωμάτων καλοῦμεν **μάζαν**.

Πᾶν ὅτι ἀποτελεῖ τὸ σῶμα, τὰ ὁποῖα μᾶς περιβάλλουν, πᾶν ὅτι μετέχει τοῦ σχηματισμοῦ τῆς Γῆς, ὡς καὶ τῶν λοιπῶν ἀστέρων, δηλαδὴ ὅτι περικλείει τὸ Σύμπαν, χαρακτηρίζομενον διὰ τοῦ ὄγκου καὶ τῆς μάζης, καλεῖται **ὕλη**.

Ὡς ἀντιλαμβανόμεθα διὰ τῶν αἰσθήσεών μας, τὰ διάφορα ὕλικά σῶματα μεταβάλλονται συνεχῶς, ὑπακούοντα εἰς ἀπαράβατον νόμον τῆς Φύσεως. Τὰς μεταβολὰς αὐτάς, τοῦ περιβάλλοντος ἡμᾶς κόσμου, καλοῦμεν γενικῶς **φαινόμενα**.

Τὰ φαινόμενα ὑποπίπτουν εἰς τὰς αἰσθήσεις μας, λόγω τοῦ ὅτι τὸ μέσον, εἰς τὸ ὁποῖον ἐκδηλοῦνται, δηλαδὴ ἐκεῖνο τὸ ὁποῖον ὑφίσταται τὴν μεταβολήν, εἶναι ἡ ὕλη. Καὶ ἀντιθέτως ἀποτελοῦν τὰς ἐκδηλώσεις τῆς ὕλης, διὰ τῶν ὁποίων καθίσταται αἰσθητὴ εἰς ἡμᾶς ἡ ὑπαρξὶς ταύτης.

Ὡστε, **ὕλη εἶναι πᾶν ὅ,τι συνιστᾷ τὰ σῶματα, τὰ ὁποῖα ὑποπίπτουν εἰς τὰς αἰσθήσεις μας καθ' ὅσονδήποτε τρόπον, χαρακτηρίζομενα διὰ τοῦ ὄγκου καὶ τῆς μάζης, ὡς καὶ τὸ μέσον, εἰς τὸ ὁποῖον ἐκδηλοῦνται αἱ μεταβολαί, αἱ λαμβάνουσαι χώραν εἰς τὸν περιβάλλοντα ἡμᾶς χωρὸν.**

Ἐξ ἄλλου τὸ σύνολον τῶν ὕλικῶν σωμάτων μετὰ τῶν ἐπ' αὐτῶν ἐπιτελουμένων ποικίλων μεταβολῶν καλεῖται **Φύσις**.

Ὡς γνωρίζομεν σήμερον ἡ ὕλη εἶναι ἀσυνεχῆς. Ἐκαστον δηλαδὴ ὕλικόν σῶμα, παρ' ὅλον ὅτι ἐκ πρώτης ὄψεως παρέχει τὴν ἐντύπωσιν τοῦ συνεχοῦς, εἰς τὴν πραγματικότητα συνίσταται ἐξ ἀπειροελαχίστων μὴ περαιτέρω διαιρετῶν σωματιδίων, τὰ ὁποῖα καλοῦμεν **ἄτομα**. Εἰς τὰς περισσοτέρας περιπτώσεις, τὰ ἄτομα ταῦτα σχηματίζουν μεγαλύτερα αὐτοτελῆ συγκροτήματα, τὰ **μόρια**.

Εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ παρόντος αἰῶνος ἀπεδείχθη ὅτι τὰ ἄτομα δὲν ἀποτελοῦν τὰς ἐσχάτας μονάδας τῆς ὕλης, ἀλλὰ ὅτι συνίστανται ἀπὸ ἀκόμη μικρότερα σωματίδια, τὰ **πρωτόνια**, τὰ **νετρόνια**, καὶ τὰ **ἠλεκτρόνια**, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τοὺς κοινούς δομικούς λίθους ὅλων τῶν ἀτόμων.

Ἐξ ἄλλου ἡ ἀπειρος ποικιλία τῶν μορφῶν τῆς ὕλης, ὡς ὑποπίπτει εἰς τὰς αἰσθήσεις μας, ἀνάγεται εἰς ὀλίγας ἀπλᾶς, μὴ περαιτέρω δεκτικὰς ἀπλοποιήσεως, μορφὰς συνισταμένας ἐξ ὁμοίων ἀτόμων, τὰς ὁποίας καλοῦμεν **στοιχεῖα**. Ταῦτα εἶναι περίπου ἑκατόν.

Διὰ συνενώσεως τῶν στοιχείων, δημιουργοῦνται πολλαὶ χιλιάδες συνθετωτέρων μορφῶν τῆς ὕλης, συνισταμένων ἐξ ὁμοίων μορίων, ἀλλ' ἀνομοίων ἀτόμων τὰς ὁποίας καλοῦμεν **χημικὰς ἐνώσεις**. Δι' ἀναμιξεως τέλος στοιχείων καὶ χημικῶν ἐνώσεων, ὑπὸ διαφόρους ἀναλογίας, δημιουργεῖται ὁ ἀπερίοριστος ἀριθμὸς τῶν **μιγμάτων**.

2. Η ενέργεια. Ός ανεφέρθη, τὰ διάφορα φαινόμενα ὑποπίπτουν εἰς τὰς αἰσθη-
σεις ἡμῶν, λόγω τοῦ ὅτι, τὸ μέσον εἰς τὸ ὁποῖον ἐκδηλοῦνται, εἶναι ἡ ὕλη. Αἰτία, ἢ
ὅποια προκαλεῖ τὰ φαινόμενα, εἶναι αἱ μεταβολαὶ ἐτέρου φυσικοῦ παράγοντος ἀνα-
ποσπάτως συνδεδεμένου μετὰ τῆς ὕλης, τῆς **ἐνεργείας**. Ἡ ἐνέργεια δὲν ἀποτελεῖ
ἀφηρημένην τινα ἔννοιαν, ἀλλὰ φυσικὴν ὄντοτητα, τὸ μέγεθος τῆς ὁποίας δύναται
νὰ προσδιορισθῇ μετὰ πάσης ἀκριβείας καὶ ἡ ὅποια ἐμφανίζεται ὑπὸ διαφόρους μορ-
φάς, ὡς τὸ μηχανικὸν ἔργον, ἡ θερμότης, ἡ κινητικὴ ἐνέργεια κλπ.

Ὡστε, **ὀνομάζομεν ἐνέργειαν τὸ φυσικὸν μέγεθος, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ἐγκλει-
σισμένον εἰς ἕκαστον ὕλικὸν σῶμα καὶ αἱ μεταβολαὶ τοῦ ὁποῖου προκαλοῦν τὰ
διάφορα φαινόμενα.**

3. Ἐσωτερικὴ ἐνέργεια. Ἐσωτερικὴ ἐνέργεια σώματος τινὸς καλεῖται τὸ σύνολον
τῶν μορφῶν τῆς ἐνεργείας, τὰς ὁποίας ἔχουν τὰ ἄτομα καὶ τὰ μόρια αὐτοῦ.
Αὕτη συνίσταται ἐκ πολλῶν προσθετῶν καὶ συγκεκριμένως ἐκ τῆς κινητικῆς ἐνεργείας
τῶν ἀτόμων καὶ τῶν μορίων, ἐκ τῆς δυναμικῆς τῶν ἐνεργείας, λόγω τῆς ἀλλη-
λοεπιδράσεως αὐτῶν, ὡς καὶ τῆς συνολικῆς ἐνεργείας τῶν ἠλεκτρονίων τῶν πρωτο-
νίων καὶ νετρονίων.

Ἡ ὀνομασία «ἐσωτερικὴ ἐνέργεια» ἐδόθη κατ' ἀντιδιαστολήν πρὸς τὴν ἐξωτερι-
κὴν ἐνέργειαν τοῦ σώματος, δηλαδὴ τὴν ἐνέργειαν αὐτοῦ θεωρουμένου ὡς συνόλου.

4. Ὑλὴ καὶ ἐνέργεια ἀποτελοῦν δύο μορφὰς τῆς ἰδίας φυσικῆς ὀντότητος.
Μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ παρόντος αἰῶνος ἐπιστεῖετο ὅτι ἡ ὕλη καὶ ἡ ἐνέργεια ἀποτε-
λοῦν δύο διαφόρους φυσικὰς ὀντότητας. Νεώτερα ὅμως πειραματικὰ δεδομένα ἀπέ-
δειξαν ὅτι ἡ ὕλη καὶ ἡ ἐνέργεια δύναται νὰ μετατρέπωνται εἰς ἀλλήλας καὶ ἡ πο-
σοτικὴ σχέσις τῶν μετατροπῶν αὐτῶν δίδεται ὑπὸ τῆς περιφήμου ἐξίσωσως τῆς
ἰσοδυναμίας ὕλης καὶ ἐνεργείας τοῦ Einstein :

$$E = mc^2$$

ἔνθα E ἡ ἐνέργεια, ἡ ὁποία ἰσοδυναμεῖ πρὸς δοθὲν ποσὸν ὕλης, μάζης m , καὶ c ἡ
ταχύτης τοῦ φωτὸς ($3 \cdot 10^{10}$ cm/sec).

Ἡ ἐξίσωσις αὕτη σημαίνει ὅτι ἐὰν ἐξαφανισθῇ ἀπὸ τὸν κόσμον 1 gr ὕλης, οἶσα-
δήποτε μορφῆς, εἰς τὴν θέσιν του θὰ ἐμφανισθῇ ἐνέργεια ἴση πρὸς $9 \cdot 10^{20}$ ergs.
Δηλαδὴ ἐνέργεια τὴν ὁποίαν διὰ νὰ παραγάγωμεν μὲ μίαν συνήθη βενζινομηχανὴν
πρέπει νὰ καταναλώσωμεν $7\frac{1}{2}$ χιλ. τόννων βενζίνης! Ἡ ὕλη εἶναι λοιπὸν μία ἐξαι-
ρητικῶς συμπεκνωμένη μορφή ἐνεργείας. Καὶ τὴν ὀρθότητα τῆς θεωρίας ταύτης
ἀπέδειξε τεσσαράκοντα ἔτη βραδύτερον τὸ φοβερὸν «πείραμα» τῆς Χιροσίμα.

2. Φυσικά, χημικά καὶ πυρηνικά φαινόμενα

1. Τί εἶναι φαινόμενα. Ἡ συνεχὴς μεταβολὴ τῶν σωμάτων εἶναι ἀπαραίτητος
νόμος τῆς Φύσεως. Ἐκ τῶν μεταβολῶν αὐτῶν ἄλλαι ἐπιτελοῦνται ταχέως, ὥστε νὰ
ὑποπίπτουν ἀμέσως εἰς τὴν ἀντίληψίν μας, καὶ ἄλλαι βραδέως, εἰς τρόπον ὥστε νὰ
μὴ γίνονται ἀμέσως ἀντιληπτὰ κατὰ τὸ σύντομον χρονικὸν διάστημα τῆς παρατηρή-
σεως. Ἡ ἀκίνησις εἶναι φαινομενικὴ.

Τὸν νόμον αὐτὸν τῆς ἀεῶδου ἀλλαγῆς τῶν πάντων, διετύπωσεν πρῶτος ὁ Ἡρά-
κλειτος ὡς ἑξῆς : «Πάντα γίνεσθαι τε καὶ ρεῖν, εἶναι δὲ παγίως οὐδέν».

Τὰς μεταβολὰς τὰς ὁποίας ὕφίστανται τὰ σώματα καλοῦμεν γενικῶς **φαινόμενα**.

Ἐκ τῆς μελέτης τῶν διαφόρων φαινομένων καταφαίνεται ὅτι ταῦτα ὑποπίπτουν
εἰς τὰς αἰσθήσεις μας ἔνεκα τοῦ ὅτι τὸ μέσον εἰς τὸ ὁποῖον ἐκδηλοῦνται, ἐκεῖνο
δηλαδὴ τὸ ὁποῖον ὕφίσταται τὴν μεταβολήν, εἶναι ἡ ὕλη.

Ἄφ' ἐτέρου, τὸ αἷτιον τὸ ὁποῖον προκαλεῖ τὰ διάφορα φαινόμενα εἶναι αἱ μετα-
βολαὶ τῆς ἐτέρας φυσικῆς ὀντότητος, ἡ ὁποία εἶναι ἀναποσπάτως συνδεδεμένη μετὰ
τῆς ὕλης, τῆς ἐνεργείας.

2. Ταξινόμησης τῶν φαινομένων. Τὰ φαινόμενα διακρίνονται εἰς φυσικά καὶ χημικά, δυνάμεθα δὲ νὰ κατανοήσωμεν τὰς μεταξὺ αὐτῶν διαφορὰς διὰ τῶν ἀκολούθων παραδειγμάτων :

Α' Τεμάχιον πάγου μετατρέπεται -διὰ θερμάνσεως κατ' ἀρχὰς μὲν εἰς ὑγρὸν ὕδωρ καὶ διὰ περαιτέρω θερμάνσεως εἰς ὕδρατμος. Ὁ ὕδρατμός πάλιν διὰ ψύξεως συμπυκνῶται πρὸς ὑγρὸν ὕδωρ καὶ τοῦτο διὰ περαιτέρω ψύξεως εἰς πάγον. Κατὰ τὴν μεταβολὴν τῶν τριῶν καταστάσεων τοῦ ὕδατος, δὲν ἐπέρχεται οὐδεμία ἀλλαγὴ εἰς τὴν οὐσίαν αὐτοῦ. Οὕτω, τόσοσιν ὁ πάγος καὶ τὸ ὑγρὸν ὕδωρ ὅσον καὶ οἱ ὕδρατμοί, ἀποτελοῦνται ἀπὸ 1 μέρους βάρους ὑδρογόνου καὶ 8 μέρη βάρους ὀξυγόνου.

Τὸ ἀνωτέρω φαινόμενον, ὡς καὶ ὅλα ἐκεῖνα, κατὰ τὰ ὁποῖα τὰ σώματα ἐφίστανται μεταβολάς, χωρὶς αὐτὰ νὰ ἐπιδροῦν ἐπὶ τῆς οὐστάσεως τῶν, καλοῦνται φυσικά φαινόμενα.

Ἦτοι, φυσικά φαινόμενα καλοῦνται αἱ μεταβολαὶ τῶν σωμάτων, κατὰ τὰς ὁποίας δὲν ἐπέρχεται οὐδεμία ἀλλοίωσις τῆς οὐστάσεως αὐτῶν.

Ὅταν λαμβάνει χώραν ἕν φυσικὸν φαινόμενον, μεταβάλλονται ὠρισμένα μόνον ἐκ τῶν ἰδιοτήτων τοῦ σώματος καὶ συνήθως εἶναι δυνατόν εὐκόλως νὰ ἐπανέλθῃ τοῦτο εἰς τὴν ἀρχικὴν του κατάστασιν.

Φυσικά φαινόμενα εἶναι π.χ. ἡ κίνησις ἐνὲς σώματος, ἡ θραύσις, ἡ παραμόρφωσις, ἡ διάλυσις, αἱ ἀλλαγαὶ τῆς φυσικῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων κ.ἄ.

Β' Ἐὰν φέρωμεν τεμάχιον μεταλλικοῦ μαγνησίου εἰς τὴν φλόγα τοῦ λύχνου, τοῦτο καίεται, ὑπὸ ἔκκλισην θερμότητος καὶ φωτός, καὶ τελικῶς μεταβάλλεται εἰς λευκὴν κόνιν, τὸ ὀξειδίου τοῦ μαγνησίου, τὸ ὁποῖον ἔχει ἰδιότητας ἐντελῶς διαφόρους τοῦ ἀρχικοῦ σώματος. Αἱ ἰδιότητες αὗται παραμένουν καὶ μετὰ τὴν ψύξιν.

Τὸ ἀνωτέρω φαινόμενον, ὡς καὶ ὅλα ἐκεῖνα, κατὰ τὰ ὁποῖα τὰ σώματα μεταπίπτουν εἰς ἕτερα, μὲ ἐντελῶς διαφόρους ἰδιότητας, καλοῦνται χημικά φαινόμενα ἢ χημικαὶ ἀντιδράσεις.

Ἦτοι, χημικά φαινόμενα καλοῦνται αἱ μεταβολαὶ τῶν σωμάτων, κατὰ τὰς ὁποίας ἐπέρχεται ἀλλοίωσις τῆς οὐστάσεως αὐτῶν, μὲ ἀπέτελεσμα τὴν δημιουργίαν νέων σωμάτων μὲ ἰδιότητας διαφόρους τῶν ἀρχικῶν.

Κατὰ τὰς μεταβολὰς αὐτάς, ἀντιθέτως ἀπὸ ὅτι συμβαίνει εἰς τὰ φυσικά φαινόμενα, εἶναι συνήθως δύσκολον καὶ συχνὰ ἀκατόρθωτον νὰ ἐπανακτήσωμεν τὸ ἀρχικὸν σῶμα. Οὕτω π.χ. ἡ σκωρία τοῦ σιδήρου δυσκόλως γίνεται καὶ πάλιν σίδηρος ἐνῶ εἶναι ἀδύνατον, μὲ τὰ σημερινὰ τοῦλάχιστον δεδομένα, νὰ ἐπανακτήσωμεν τεμάχιον ξύλου ἐκ τῶν προϊόντων τῆς καύσεως αὐτοῦ.

Χημικά φαινόμενα π.χ. εἶναι ἡ καύσις τοῦ ἀνθρακος, ἡ ὀξειδωσις τοῦ σιδήρου, ἡ ὀξίνισις τοῦ γάλακτος, ἡ σήψις τῶν τροφῶν καὶ γενικῶς ἡ ἔνωσις δύο ἢ περισσοτέρων στοιχείων πρὸς σχηματισμὸν χημικῆς ἐνώσεως, ὡς καὶ ἡ ἀποσύνθεσις χημικῆς ἐνώσεως εἰς τὰ στοιχεῖα, ἐκ τῶν ὁποίων συνίσταται, ἢ εἰς ἀπλουστεράς ἐνώσεις.

Παρ' ὅλον ὅτι ἡ ἀνωτέρω διάκρισις τῶν φαινομένων ἐξυπηρετεῖ κατ' ἀρχὴν τὴν συστηματικὴν των κατάταξιν, πρὸς καλύτεραν μελέτην αὐτῶν, δὲν ὑπάρχει σαφὴς διάκρισις μεταξὺ φυσικῶν καὶ χημικῶν φαινομένων.

Οὕτω ὑπάρχουν πολλαὶ περιπτώσεις, κατὰ τὰς ὁποίας εἶναι δύσκολος ἢ κατάταξις ἐνὸς φαινομένου εἰς τὰ φυσικά ἢ τὰ χημικά τοιαῦτα. Π.χ. τὸ ἀνυδρον ὕδροχλώριον δὲν ἐμφανίζει σειρὰν ἰδιοτήτων, τὰς ὁποίας ἐμφανίζει διαλελυμένον ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Κατὰ συνέπειαν, ἡ διάλυσις τοῦ ὕδροχλωρίου εἰς τὸ ὕδωρ δύναται νὰ θεωρηθῇ τόσοσιν ὡς φυσικὸν φαινόμενον, διότι δὲν μεταβάλλεται ἡ οὐστὰσις αὐτοῦ, ὅσον καὶ ὡς χημικόν, διότι τοῦτο ἀποκτᾷ ἐντελῶς διαφόρους ἰδιότητας.

Γενικῶς, κατὰ τὰ φυσικά φαινόμενα, ἡ οὐστὰσις τῶν μορίων τοῦ σώματος παραμένει ἀμετάβλητος, ἐνῶ κατὰ τὰ χημικά φαινόμενα λαμβάνει χώραν μεταβολὴ τῆς οὐστάσεως τῶν μορίων, διότι τὰ ἄτομα, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὰ μόρια τοῦ ἀρχικοῦ σώματος σχηματίζουν νέα μόρια διάφορα τῶν ἀρχικῶν.

3. Πυρηνικά φαινόμενα. Κατά τὰ τέλη τοῦ παρελθόντος αἰῶνος ἀνεκαλύφθη ἕν νέον εἶδος φαινομένου, μὴ δυνάμενον νὰ ταξινομηθῆ εἰς τὰ φυσικὰ ἢ χημικὰ τοιαῦτα. Πρόκειται περὶ τοῦ φαινομένου τῆς **ραδιενεργείας**.

᾽Ωρισμένα στοιχεῖα δηλαδὴ, ὅπως τὸ ράδιον, τὸ οὐράνιον, τὸ θόριον κ. ἄ. ὑφίστανται αὐτόματον διάσπασιν ἄνευ-ἐξωτερικῆς τινὸς ἐπιδράσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν ἐκπέμπονται σωμάτια καὶ ἀκτινοβολαίαι, ἐνῶ συγχρόνως τὸ ἀρχικὸν στοιχεῖον μεταπίπτει εἰς ἕτερον. Ἔνεκα τούτου τὸ φαινόμενον ἐκλήθη **μεταστοιχειώσις**. Πλὴν τῆς φυσικῆς ταύτης μεταστοιχειώσεως ὁ ἄνθρωπος ἐπέτυχε καὶ τεχνητὴν τοιαύτην.

Αἱ ἀνωτέρω μεταβολαὶ ἐκλήθησαν **πυρηνικὰ φαινόμενα**, διότι κατ' αὐτὰς μεταβάλλεται ἡ σύστασις τοῦ πυρήνους τῶν ἀτόμων τοῦ σώματος, εἰς τὸ ὁποῖον ἐκδηλοῦται ἡ μεταβολή, ἐνῶ κατὰ τὰ φυσικὰ καὶ τὰ χημικὰ φαινόμενα δὲν μεταβάλλεται ἡ σύστασις τῶν πυρήνων τῶν ἀτόμων.

4. Συμπεράσματα. Ἐξ ὄλων τῶν ἀνωτέρω ἐξάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι αἱ ἐν τῷ κόσμῳ μεταβολαὶ εἶναι δυνατόν νὰ ταξινομηθοῦν εἰς τρεῖς κατηγορίας :

α) Τὰ **φυσικὰ φαινόμενα**, κατὰ τὰ ὁποῖα δὲν μεταβάλλεται ἡ σύστασις τῶν μορίων.

β) Τὰ **χημικὰ φαινόμενα**, κατὰ τὰ ὁποῖα μεταβάλλεται ἡ σύστασις τῶν μορίων, σχηματιζομένων νέων τοιούτων.

γ) Τὰ **πυρηνικὰ φαινόμενα**, κατὰ τὰ ὁποῖα μεταβάλλεται ἡ σύστασις τῶν πυρήνων τῶν ἀτόμων, σχηματιζομένων νέων τοιούτων.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω φαινομένων, ἡ Φυσικὴ ἐξετάζει τὰ φυσικὰ, ἡ Χημεία τὰ χημικὰ, καὶ τὰ πυρηνικὰ φαινόμενα ἐξετάζονται ἀπὸ κοινοῦ ὑπὸ ἰδιαιτέρων κλάδων τῶν ἐπιστημῶν αὐτῶν, τῆς Πυρηνικῆς Χημείας καὶ τῆς Πυρηνικῆς Φυσικῆς.

Ὅπως ὅμως δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρξη καὶ σαφῆς διαχωρισμὸς μεταξὺ φυσικῶν καὶ χημικῶν-φαινομένων, οὕτω δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρξη καὶ σαφῆς διαχωρισμὸς μεταξὺ Φυσικῆς καὶ Χημείας. Δι' αὐτὸ καὶ ἀνεπτύχθη ἡ Φυσικοχημεία εἰς τὰ ὄρια μεταξὺ τῶν δύο ἐπιστημῶν, ἀποτελοῦσα ἰδεώδη συνδυασμὸν αὐτῶν.

3. Ἰδιότητες τῶν σωμάτων

Ἰδιότητας τῶν σωμάτων καλοῦμεν ὅλα ἐκεῖνα τὰ ἰδιαιτέρα χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα, διὰ τῶν ὁποίων διακρίνομεν ταῦτα μεταξὺ των. Τὰς ἰδιότητας τῶν σωμάτων τὰς ταξινομοῦμεν εἰς φυσικὰς καὶ χημικὰς.

Φυσικαὶ ἰδιότητες καλοῦνται ἐκεῖναι, αἱ ὁποῖαι ἐκδηλοῦμεναι δὲν ἀλλοιώνουν τὴν σύστασιν τοῦ σώματος, τὸ ὁποῖον χαρακτηρίζουν. Π.χ. τὸ χρῶμα, ἡ ὄσμη, ἡ γεῦσις, ἡ πυκνότης, ἡ διαλυτότης ἢ μὴ εἶ: τι διαλυτικὸν ὑγρὸν, ἢ διαφάνεια κ.λ.π.

Χημικαὶ ἰδιότητες καλοῦνται ἐκεῖναι, αἱ ὁποῖαι εἶναι συνδεδεμέναι, θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς, μὲ χημικὰ φαινόμενα. Ὅταν ἐπομένως ἐκδηλωθῆ μία χημικὴ ἰδιότης σώματός τινος, τοῦτο παύει νὰ ὑπάρξη, μετατρέπομενον εἰς ἕτερον.

Π.χ. ἡ ἰδιότης τοῦ σιδήρου νὰ ὀξειδωθῆ εἶναι ἰδιότης χημικὴ, διότι ἐκδηλοῦται διὰ τοῦ χημικοῦ φαινομένου τῆς ὀξειδώσεως, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ σίδηρος μετατρέπεται εἰς σκωρίαν. Ἀλλὰ καὶ ἡ ἰδιότης τοῦ χρυσοῦ νὰ μὴ ὀξειδωθῆ εἶναι ἐπίσης ἰδιότης χημικὴ, διότι συνδέεται ἀρνητικῶς μὲ τὸ φαινόμενον τῆς ὀξειδώσεως, τὸ ὁποῖον ἐκδηλοῦμενον ἐπὶ ἐτέρων σωμάτων ἀλλοιώνει τὴν σύστασιν αὐτῶν.

4. Ἀντικείμενον τῆς Χημείας

Ἡ Χημεία εἶναι ἡ ἐπιστήμη, ἡ ὁποία ἔχει ὡς ἀντικείμενον ἐρεῦνης τὴν ὕλην. Ἡ ἔρευνα αὕτη στρέφεται πρὸς τρεῖς κυρίως κατευθύνσεις: α) Τὴν σύστασιν τῆς ὕλης β) τὰς μορφὰς τῆς ὕλης μετὰ τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν καὶ γ) τὰς μεταβολὰς τῆς ὕλης μετὰ τῶν νόμων, οἱ ὁποῖοι διέπουν ταύτας. Ἐπὶ πλέον δὲ ἐξετάζει τὸν τρόπον παρασκευῆς τῶν διαφόρων σωμάτων καὶ τὰς πρακτικὰς ἐφαρμογὰς αὐτῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΜΟΡΦΑΙ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΧΗΜΙΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ - ΜΙΓΜΑΤΑ

1. Στοιχεία ή άπλᾶ σώματα

1. Ὅρισμός. Σήμερον γνωρίζομεν, ὅτι ἡ ἄπειρος ποικιλία τῶν μορφῶν τοῦ περιβάλλοντος ἡμᾶς κόσμου παράγεται διὰ συνδυασμοῦ ὀλίγων ἀπλῶν σωμάτων, τὰ ὅποια δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἀποσυντεθοῦν διὰ φυσικῶν ἢ χημικῶν μεθόδων εἰς ἀπλούστερα συστατικά. Τὰ σώματα ταῦτα καλοῦμεν **στοιχεῖα** ἢ **ἀπλᾶ σώματα**.

Ἡ ἔννοια τοῦ στοιχείου ἐνεφανίσθη ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων καὶ ὑπέστη μέχρι σήμερον μὲ τὴν πρόοδον τῶν γνώσεων τοῦ ἀνθρώπου πολλάς μεταβολάς.

Οἱ ἀρχαῖοι Ἑλληνες φιλόσοφοι (Ἐμπεδοκλῆς, Ἀριστοτέλης κ.ἀ.) παρεδέχοντο ὅτι τὰ τέσσαρα στοιχεῖα, ἐκ τῶν ὁποίων συνίσταται τὸ πᾶν εἶναι τὸ ὕδωρ, ὁ ἀήρ, τὸ πῦρ καὶ ἡ γῆ.

Βραδύτερον οἱ ἄλχημιστὰὶ τοῦ μεσαίωνος παρεδέχοντο ὅτι τὰ βασικά στοιχεῖα εἶναι ὁ ὑδράργυρος, τὸ θεῖον καὶ τὸ ἄλας.

Ἀπὸ τοῦ παρελθόντος αἰῶνος τὰ στοιχεῖα ὀρίζονται οὕτω :

Ἄπλᾶ σώματα ἢ στοιχεῖα καλοῦνται τὰ σώματα, τὰ ὅποια δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἀποσυντεθοῦν περαιτέρω διὰ φυσικῶν ἢ χημικῶν μεθόδων εἰς ἄλλα ἀπλούστερα οὔτε νὰ συντεθοῦν ἐξ ἄλλων σωμάτων καὶ τὰ ὅποια συνίστανται ἐξ ὁμοίων ἀτόμων.

Νεώτερα ἐν τούτοις πειραματικά δεδομένα καθιστοῦν ἀναγκαίαν τὴν ἀναθεώρησιν καὶ τοῦ ὁρισμοῦ τούτου τῶν στοιχείων, τὰ ὅποια ὀρίζομεν πλέον ὡς **σώματα ἀποτελούμενα ἐξ ἀτόμων, τὰ ὅποια φέρουν τὸ αὐτὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον εἰς τὸν πῦρνα των.**

Τὰ πειραματικά ταῦτα δεδομένα εἶναι τὰ ἐξῆς : 1) Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ φαινομένου τῆς μεταστοιχειώσεως, δηλαδή τῆς μεταπτώσεως ἐνὸς στοιχείου εἰς ἕτερον, ἢ ὅποια λαμβάνει χώραν εἰς μερικά στοιχεῖα, τὰ ραδιενεργά, ἄνευ ἐξωτερικῆς ἐπεμβάσεως ἢ προκαλεῖται τεχνητῶς εἰς ἕτερα. Οὕτω ἡ ἕλπις ὅτι τὰ στοιχεῖα δὲν εἶναι δεκτικὰ περαιτέρω ἀπλοποιήσεως κατέπεσεν.

2) Ἡ ἀνακάλυψις τῶν **ισοτόπων** τῶν στοιχείων, διὰ τῆς ὁποίας ἀπεδείχθη ὅτι τὰ στοιχεῖα δὲν ἀποτελοῦνται ἐξ ὁμοίων ἀτόμων, ἀλλ' ἐξ ἀτόμων ἐχόντων τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν πρωτονίων καὶ ἠλεκτρονίων, ἐνῶ εἶναι δυνατὸν νὰ ἔχουν διάφορον ἀριθμὸν νετρονίων (βλ. ἰσότοπα στοιχεῖα).

2. Ἀριθμὸς καὶ συμβολισμὸς τῶν στοιχείων. Σήμερον εἶναι γνωστὰ 102 στοιχεῖα, ἐκ τῶν ὁποίων τὰ 88 ἀνευρέθησαν εἰς τὴν Φύσιν, ἀπεμονώθησαν καὶ ἐμελετήθησαν, ἐνῶ τὰ ὑπόλοιπα παρεσκευάσθησαν τεχνητῶς.

Ἐκαστον στοιχεῖον παρίσταται διὰ τοῦ χημικοῦ του συμβόλου, τὸ ὅποιον λαμβάνεται ἐκ τῶν ἀρχικῶν γραμμάτων τοῦ Λατινικοῦ ὀνόματος αὐτοῦ, π.χ. τὸ ὑδρογόνον παρίσταται διὰ τοῦ συμβόλου H (Hydrogenium), τὸ ὀξυγόνον διὰ τοῦ O (Oxygenium), τὸ ἄζωτον διὰ τοῦ N (Nitrogenium) κ.ο.κ. (βλ. πίνακα 1).

3. Φυσικὴ κατάσταση καὶ ταξινομήσις τῶν στοιχείων. Ἐκ τῶν στοιχείων δύο εἶναι ὑγρά, ἔνδεκα ἀέρια καὶ τὰ ὑπόλοιπα στερεά.

Ἰγνά : βρώμιον, ὑδράργυρος.

Ἀέρια : ὑδρογόνον, ὀξυγόνον, ἄζωτον, φθόριον, χλώριον καὶ τὰ ἐξ εὐγενῆ καλούμενα ἀέρια, ἥλιον, νέον, ἀργόν, κρυπτόν, ξένον καὶ ραδόνιον.

Τὰ στοιχεῖα ταξινομοῦνται ἀναλόγως τῶν φυσικοχημικῶν των ἰδιοτήτων εἰς δύο μεγάλας τάξεις, τὰ **μέταλλα** καὶ τὰ **ἀμέταλλα**.

Τὰ μέταλλα είναι σώματα στερεά, πλην τοῦ ὑδραργύρου, ὁ ὁποῖος εἶναι ὑγρὸς εἰς συνήθη θερμοκρασίαν. Ἔχουν λάμπην τινὰ ἰδιαιτέραν, λεγομένην μεταλλικὴν, καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, δύνανται εὐκόλως νὰ μεταβληθοῦν εἰς ἐλάσματα καὶ σῦρματα καὶ ἔχουν κατὰ τὸ πλεῖστον μεγάλην πυκνότητα.



Σχ. 6. Σχηματικὴ παράσταση τῆς κατανομῆς τῶν στοιχείων εἰς τὸν στερεὸν φλοιὸν τῆς γῆς μετὰ τῶν θαλασσῶν καὶ τοῦ ἀέρος.

Τὰ ἀμέταλλα εἶναι σώματα ἀέρια ἢ στερεά, πλην τοῦ βρωμίου, τὸ ὁποῖον εἶναι ὑγρὸν. Δὲν ἔχουν γενικῶς μεταλλικὴν λάμπην, εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, δὲν μεταβάλλονται εἰς ἐλάσματα ἢ σῦρματα καὶ ἔχουν μικρὰν πυκνότητα.

4. Κατανομή τῶν στοιχείων εἰς τὴν Φύσιν.

Τὰ διάφορα στοιχεῖα δὲν συμμετέχουν ἐξ ἴσου εἰς τὸν σχηματισμὸν τῆς Γῆς. Ἐάν ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὁ στερεὸς φλοιὸς τῆς Γῆς, δηλαδὴ τὸ προσεγγιστικὸν εἰς ἡμᾶς τμήμα αὐτῆς, μέχρι βάθους 16 χιλιομέτρων, καὶ συνυπολογισθῇ εἰς τοῦτο ἡ θάλασσα καὶ ἡ ἀτμόσφαιρα, ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ ἥμισυ περίπου αὐτῶν, κατὰ βάρος, ἀποτελεῖται ἐξ ἐνὸς μόνου στοιχείου τοῦ ὀξυγόνου, τὸ τέταρτον αὐτοῦ ἐκ τοῦ πυρίτιου, ἐνὼ τὰ δώδεκα πρῶτα εἰς σειράν διαδόσεως στοι-

χεῖα ἀποτελοῦν τὰ 99% αὐτῶν. Τὰ στοιχεῖα ταῦτα εἶναι τὰ ἑξῆς :

O : 49,85 %	Fe : 4,12 %	K : 2,33 %	Ti : 0,41 %
Si : 26,93 %	Ca : 3,18 %	Mg : 2,11 %	Cl : 0,2 %
Al : 7,28 %	Na : 2,33 %	H : 0,97 %	C : 0,19 %

2. Μίγματα καὶ χημικαὶ ἐνώσεις

Διὰ τοῦ συνδυασμοῦ τῶν στοιχείων παράγεται ἄπειρον πλῆθος **συνθέτων σωμάτων**, τὰ ὁποῖα δυνατόν νὰ εἶναι, ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν, **χημικαὶ ἐνώσεις** ἢ **μηχανικὰ μίγματα**.

Π.χ. δι' ἀναμίξεως ρινημάτων σιδήρου μὲ κόνιν θείου, ὑπὸ οἰανδήποτε ἀναλογίαν, λαμβάνεται σῶμα, εἰς τὸ ὁποῖον ἕκαστον τῶν ἀρχικῶν στοιχείων διατηρεῖ τὰς ἰδιότητας αὐτοῦ. Οὕτω διὰ προσεγγίσεως μαγνήτου ἔλκονται τὰ ρινηματα τοῦ σιδήρου, ἐνῶ διὰ προσθήκης διθειάνθρακος διαλύεται μόνον τὸ θεῖον, ἐπιτυχανομένου καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις τοῦ διαχωρισμοῦ τῶν δύο στοιχείων. Τὸ ληφθὲν κατὰ τὸ ἀνωτέρω πείραμα προῖον καλεῖται **μηχανικὸν μίγμα** ἢ ἀπλῶς **μίγμα**.

Ἐάν λάβωμεν 7 gr σιδήρου καὶ 4 gr κόνεως θείου καὶ θερμάνομεν ταῦτα μέχρι ἐρυθροπυρρίσεως, μετὰ τὴν ψύξιν λαμβάνεται προῖον, τὸ ὁποῖον ζυγίζει 11 gr καὶ εἶναι ἐντελῶς διάφορον τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ θείου. Ἀποδείξεις ὅτι ὁ μαγνήτης καὶ ὁ διθειάνθραξ δὲν ἔχουν οὐδεμίαν ἐπίδρασιν ἐπ' αὐτοῦ καὶ οὕτω δὲν εἶναι δυνατὸς ὁ διαχωρισμὸς τοῦ σιδήρου ἀπὸ τοῦ θείου διὰ φυσικῶν μεθόδων. Ἐπὶ πλέον παρατηροῦμεν ὅτι, ἐάν λάβωμεν ἀναλογίας σιδήρου καὶ θείου διαφόρους τῆς ἀνωτέρω, θὰ ἔχωμεν μετὰ τὸ πείραμα ὑπόλειμμα σιδήρου ἢ θείου. Τὸ σῶμα τοῦτο, τὸ ὁποῖον ἐσχηματίσθη εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα εἶναι μία **χημικὴ ἐνωσις** καὶ ὀνομάζεται θειοῦχος σίδηρος. Τὰ ἀνωτέρω πειράματα μᾶς ἐπιτρέπουν νὰ διακρίνωμεν τὰς διαφορὰς μεταξὺ μιγμάτων καὶ χημικῶν ἐνώσεων, αἱ ὁποῖαι εἶναι αἱ ἑξῆς :

Χημικαὶ ἐνώσεις

1. Ἔχουν καθωρισμένην οὐσίαν, διότι τὰ στοιχεῖα εισέρχονται πρὸς σχηματισμὸν ἑκάστης ἐξ αὐτῶν ὑπὸ σταθερὰν ἀναλογίαν βαρῶν.

Μίγματα

1. Δὲν ἔχουν καθωρισμένην οὐσίαν, διότι προκύπτουν δι' ἀναμίξεως τῶν ουστατικῶν τῶν, ὑπὸ οἰανδήποτε ἀναλογίαν.

Χημικαί ενώσεις

Π.χ. τὸ ὕδωρ τὸ ὁποῖον εἶναι μία χημικὴ ἔνωσις συνίσταται πάντοτε ἐξ ἑνὸς μέρους βάρους ὑδρογόνου καὶ 8 μέρων βάρους ὀξυγόνου.

2. Ἐχουν καθωρισμένας ἰδιότητες τελείως διαφόρους τῶν ἰδιοτήτων τῶν συνιστῶντων ταῦτα στοιχείων. Οὕτω ἔχουν καθωρισμένας φυσικὰς σταθεράς, ὡς π.χ. πυκνότητα, σημεῖον ζέσεως κλπ.

Π.χ. τὸ ὕδωρ εἶναι ὑγρόν, ζεεῖ εἰς τοῦς 100°C καὶ πηγνυται εἰς τοῦς 0°C (ὑπὸ $p=latm$), ἐνῶ τὰ συστατικά του εἶναι ἀέρια δυσκόλως ὑδροποιούμενα εἰς λίαν χαμηλὰς θερμοκρασίας καὶ ἔχει ἕκαστον διάφορον σ.ζ.

3. Δὲν διαχωρίζονται διὰ φυσικῶν μεθόδων εἰς τὰ συστατικά των, τῆς διασπάσεως αὐτῶν ἐπιτυγχανομένης μόνον διὰ χημικῶν μεθόδων.

Π.χ. δι' οὐδεμιᾶς φυσικῆς μεθόδου εἶναι δυνατὸς ὁ διαχωρισμὸς τῶν συστατικῶν τοῦ ὕδρος, τῆς διασπάσεως αὐτοῦ ἐπιτυγχανομένης μόνον διὰ χημικῶν μεθόδων.

4. Ἡ σύστασις των δὲν μεταβάλλεται κατὰ τὴν διάλυσιν αὐτῶν εἰς τι διαλυτικὸν μέσον, ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν βεβαίως, ὅτι δὲν θὰ λάβῃ χώραν χημικὴ ἀντίδρασις.

Π.χ. κατὰ τὴν διάλυσιν τοῦ ὕδατος εἰς ἀλκοόλην δὲν μεταβάλλεται ἡ σύστασις αὐτοῦ.

Ὅλαι αἱ ἀνωτέρω διαφοραὶ ὀφείλονται εἰς τὸ γεγοῶς, ὅτι αἱ χημικαὶ ενώσεις συνίστανται ἐξ ὁμίων μορίων, ἐνῶ τὰ μίγματα συνίστανται ἐκ δύο ἢ περισσοτέρων εἰδῶν μορίων.

3. Ταξινόμησις καὶ συμβολισμὸς τῶν χημικῶν ἐνώσεων

1. Ὅρισμός. Ὡς ἀνεφερέθη, χημικαὶ ἐνώσεις καλοῦνται τὰ καθωρισμένα σῶματα, τὰ ὁποῖα διασπῶνται διὰ χημικῶν μεθόδων εἰς ἀπλοῦστερα σῶματα, εἶναι δυνατὸν νὰ συντεθῶν ἐξ ἄλλων σεμάτων καὶ συνίστανται ἐξ ὁμοίων μορίων, τὰ ὁποῖα ὁμοῦς ἀποτελοῦνται ἐκ δύο ἢ περισσοτέρων εἰδῶν ἀτόμων.

2. Ἀριθμὸς καὶ ταξινόμησις τῶν χημικῶν ἐνώσεων. Ὁ ἀριθμὸς τῶν χημικῶν ἐνώσεων τῶν συνιστῶντων τὴν ἀπέραντον ποικίλιαν τῶν μορφῶν τῆς ὕλης, εἶναι ἀπεριόριστος. Ἐξ αὐτῶν ὁ ἀνθρώπος ἀπεμόνησεν εἰς καθαρὰν κατάστασιν καὶ ἐμελέτησεν πολλάς χημιάδας, ἐνῶ συγχρόνως συνέθεσε καὶ πολλὰς χημιάδας ἐνώσεων, αἱ ὁποῖαι δὲν ἀπαντῶνται εἰς τὴν φύσιν. Τὸ σύνολον τῶν γνωστῶν σήμερον χημικῶν ἐνώσεων ὑπερβαίνει τὰς πεντακοσίας χημιάδας καὶ ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς αὐξάνεται καθημερινῶς.

Μίγματα

Π.χ. ἡ σύστασις τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ὁ ὁποῖος εἶναι ἓν μίγμα, μεταβάλλεται μετὰ τοῦ ὕψους ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης.

2. Δὲν ἔχουν καθωρισμένας ἰδιότητες, διότι αὐτὰ ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς ἀναλογίας τῶν συστατικῶν των, τὰ ὁποῖα διατηροῦν τὰς ἰδιότητάς των καὶ μετὰ τὴν ἀνάμειξιν των.

Π.χ. ἡ πυκνότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος μεταβάλλεται μετὰ τοῦ ὕψους, λόγῳ μεταβολῆς τῆς συστάσεως αὐτοῦ, ἐνῶ ἐξ ἄλλων διατηροῦνται εἰς αὐτὸν αἱ ἰδιότητες τῶν συστατικῶν του, ἀξώτου καὶ ὀξυγόνου.

3. Διαχωρίζονται εἰς τὰ συστατικά των διὰ φυσικῶν μεθόδων, στηριζομένων εἰς τὰς διαφόρους ἰδιότητας αὐτῶν.

Π.χ. δι' ὑδροποιήσεως τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ κλασματικῆς ἀποστάξεως τοῦ ὑγροῦ τοιοῦτου, ἐπιτυγχίνεται ὁ διαχωρισμὸς τῶν συστατικῶν του.

4. Ἡ σύστασις των μεταβάλλεται κατὰ τὴν διάλυσιν αὐτῶν εἰς τι διαλυτικὸν μέσον, λόγῳ τῆς διαφόρου διαλυτότητος ἐκάστου τῶν συστατικῶν του.

Π.χ. ὁ διαλελυμένος εἰς τὸ ὕδωρ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ἔχει μεγαλύτεραν περιεκτικότητα εἰς ὀξυγόνον, διότι τοῦτο διαλύεται περισσότερον ἀπὸ τὸ ἀξώτον.

Αί χημικαί ενώσεις ταξινομούνται εις **όργανικάς και άνοργάνους**. Εις τάς όργανικάς ενώσεις συμπεριλαμβάνονται αί ενώσεις του άνθρακος, εξαίρεσει των όξειδίων αυτού, του άνθρακικού όξέος και των άλάτων του, ενώ εις τάς άνοργάνους αί ενώσεις όλων των άλλων στοιχείων.

3. Συμβολισμός των χημικών ενώσεων. Αί χημικαί ενώσεις παρίστανται διά των καλουμένων χημικών τύπων, οί όποιοι σχηματίζονται διά των χημικών συμβόλων των στοιχείων των αποτελούντων την ένωση. 'Επειδή όμως συμβαίνει πολλαί ένώσεις να αποτελούνται εκ των ίδιων στοιχείων, τίθεται κάτω και δεξιά του συμβόλου έκαστου στοιχείου αριθμός, δεικνύων τόν πλήθος των ατόμων του στοιχείου τούτου, των περιεχομένων εις τόν μόριον της ένωσης, τήν όποιαν παριστώμεν.

Π.χ. διά τού τύπου: H_2O συμβολίζομεν τόν ύδωρ, τού όποιου τόν μόριον συνίσταται εκ δύο ατόμων ύδρογόνου και ενός ατόμου όξυγόνου.

Διά τού τύπου: H_2SO_4 συμβολίζομεν τόν θεικόν όξύ, τού όποιου τόν μόριον συνίσταται εκ δύο ατόμων ύδρογόνου, ενός ατόμου θείου και 4 ατόμων όξυγόνου κ.ο.κ.

Οί άνωτέρω τύποι καλούνται **μοριακοί χημικοί τύποι**. 'Εκτός αυτών, χρησιμοποιούνται και άλλα είδη χημικών τύπων, τούς όποιους θά γνωρίσωμεν εις τόν κεφάλαιον περί χημικού συμβολισμού.

4. Ταξινόμησις και διαχωρισμός των μιγμάτων

1. Όρισμός. Ός άνεφέρθη μίγματα καλούνται τά σώματα, τά όποια είναι δυνατόν να διαχωρισθουν διά φυσικών μεθόδων εις άλλα άπλούστερα και τά όποια αποτελούνται εκ δύο ή περισσοτέρων ειδών μορίων.

2. Ταξινόμησις των μιγμάτων. Τά μίγματα διακρίνονται εις όμογενή και έτερογενή. **Όμογενή μίγματα ή διαλύματα** καλούνται τά μίγματα, των όποιων τά συστατικά δέν διακρίνονται άπ' άλλήλων δι' ούδενός όπτικου όργάνου και εμφανίζουν τάς αυτάς ιδιότητας καθ' όλην των τήν έκτασιν.

Τά συστατικά ενός όμογενοϋς μίγματος δέν διαχωρίζονται άπ' άλλήλων δι' όριακών έπιφανειών, δηλαδή διαχωριστικών έπιφανειών, εις τάς όποιας εμφανίζεται άπότομος μεταβολή των ιδιοτήτων του μίγματος, ως π.χ. ή έπιφάνεια ή διαχωρίζουσα τά συστατικά του συστήματος έλαιον - ύδωρ.

Έτερογενή μίγματα ή συστήματα καλούνται τά μίγματα, τά όποια αποτελούνται εκ δύο ή περισσοτέρων όμογενων συστατικών, χωριζομένων άπ' άλλήλων δι' όριακών έπιφανειών, και κατά συνέπειαν δέν εμφανίζουν τάς αυτάς ιδιότητας καθ' όλην των τήν έκτασιν.

Η άνωτέρω ταξινόμησις των μιγμάτων εις όμογενή και έτερογενή είναι συμβατική, διότι εξαρτάται εκ της δυνατότητος όπτικης διακρίσεως των συστατικών ενός μίγματος, ήτις πάλιν εξαρτάται εκ του βαθμού διασποράς του ενός συστατικού (διασπαρμένη φάσις) εις τόν άλλον (μέσον διασποράς).

Εις τήν περίπτωσιν των όμογενων μιγμάτων, έν σωμα διασπείρεται όμοιομόρφως εις έτερον, υπό μορφήν μορίων, μεγέθους μικροτέρου του 1 μμ (10^{-7} cm), μη διακρινομένων, δι' ούουδήποτε μέσου. Δι' αυτό δεχόμεθα συμβατικώς, ότι έν τοιοϋτον σύστημα δέν εμφανίζει όριακάς έπιφανείας, αλλά παρουσιάζει τάς αυτάς ιδιότητας καθ' όλην των τήν έκτασιν.

Τά έτερογενή μίγματα τά διακρίνομεν εις **κολλοειδή συστήματα** και εις **κυρίως μίγματα ή άδρομερείς καταμερισμούς**.

Εις τά **κολλοειδή συστήματα**, τόν διασπαρμένον σωμα εύρίσκεται υπό μορφήν ευμεγέθων μορίων ή συγκροτημάτων μορίων, μεγέθους 1—100 μμ (10^{-5} — 10^{-7} cm), των μικρόλων. Εις τήν περίπτωσιν ταύτην ή έτερογένεια δέν γίνεται άντιληπτή διά γυμνού όφθαλμού ή διά μικροσκοπίου, αλλά μόνον δι' υπερμικροσκοπίου.

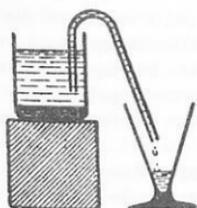
Εις τούς **άδρομερείς καταμερισμούς**, τά σωματίδια της έν διασποράς φάσεως είναι μεγέθους μεγαλυτέρου των 100 μμ (10^{-6} cm) και είναι όρατά διά μικροσκοπίου ή διά

γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Εἰς ταῦτα ἡ ἑτερογένεια εἶναι ἀπολύτως σαφής, διὸ καλοῦνται καὶ κυρίως μίγματα.

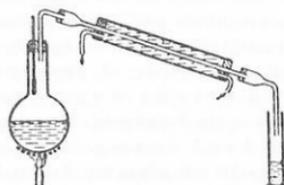
3. Μέθοδοι διαχωρισμοῦ τῶν συστατικῶν τῶν μιγμάτων. Ὁ διαχωρισμὸς τῶν συστατικῶν ἐνὸς μίγματος ἀπ' ἀλλήλων στηρίζεται εἰς τὸ γεγονός, ὅτι ταῦτα διατηροῦν τὰς ἰδιότητάς των ἐντὸς τοῦ μίγματος. Οὕτω, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν διαφορετικῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν, δυνάμεθα νὰ ἐφαρμόσωμεν μεγάλην ποικιλίαν μεθόδων φυσικῶν ἢ χημικῶν διὰ νὰ ἐπιτύχωμεν τὸν διαχωρισμὸν των.

1. Διαχωρισμὸς τῶν συστατικῶν ἑτερογενεῶς μίγματος :

α) Δύο ὑγρῶν : Μὴ μινυθόμενα ὑγρά σχηματίζουν, λόγῳ τῆς διαφορετικῆς τῶν πυ-



Σχ. 7.



Σχ. 8.



Σχ. 9.

κνότητος, δύο στιβάδας, τὰς ὁποίας δυνάμεθα νὰ διαχωρίσωμεν δι' ἀποχύσεως (σχ. 7) ἢ τῇ βοηθείᾳ διαχωριστικῆς χοάνης.

β) Στερεοῦ - ὑγροῦ : Ἐφ' ὅσον τὸ στερεὸν εὑρίσκεται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ὑπὸ μορφήν ἰζήματος, ἀπομακρύνομεν τὸ ὑγρὸν δι' ἀποχύσεως (σχ. 7). Ἐάν τὸ στερεὸν αἰωρεῖται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, ὑπὸ μορφήν μικροτάτων τεμαχιδίων, διαβιβάζομεν τὸ ὑγρὸν μέσῳ ποροῦδος ὕλης, συγκρατούσης τὰ στερεὰ τεμαχίδια. Ἡ ἐργασία αὕτη λέγεται **διήθησις** (σχ. 9). Τέλος τὴν καθίζουσαν στερεοῦ αἰωρούμενον ὑπὸ μορφήν λεπτοτάτων σωματιδίων, ἐντὸς ἐνὸς ὑγροῦ, δυνάμεθα νὰ προκαλέσωμεν διὰ **φυγοκεντρήσεως**.

γ) Δύο στερεῶν : 1. Διὰ μὴ χημικῶν μεθόδων. Ὡς π.χ. τὸ κοσκίνισμα.

2 Διὰ μαγνητικῆς ἔλξεως. Οὕτω διαχωρίζονται ὠριμένα ὀρυκτὰ ἐμφανίζοντα σιδηρομαγνητικὰς ἰδιότητας, ἀπὸ τὰ σώματα, τὰ ὁποία τὰ συνοδεύουν.

3. Δι' ἐπιπέδου. Ἡ μέθοδος αὕτη χρησιμοποιεῖται, ὅταν ὑπάρχῃ διαφορά πυκνότητος μεταξὺ τῶν συστατικῶν τοῦ μίγματος, ὅπως συμβαίνει μὲ τὰ διάφορα μεταλλεύματα, τὰ ὁποία τὰ συνοδεύουν γαιώδεις προσμίξεις. Π.χ. διὰ προσθήκης ὕδατος εἰς μίγμα κισσῆρος καὶ χαλκοῦ, ἡ κισσῆρις ἐπιπέει καὶ ἀπομακρύνεται.

4. Διὰ διαλύσεως. Ἡ μέθοδος ἐφαρμόζεται, ἐάν τὰ συστατικά τοῦ μίγματος παρουσιάζουν διαφορὰν διαλυτότητος ὡς πρὸς ὠριμένα διαλυτικά ὑγρά. Π.χ. μίγμα ἄμμου καὶ ἄλατος διαχωρίζεται διὰ προσθήκης ὕδατος, ὅποτε διαλύεται μόνον τὸ ἄλας καὶ ἀποχωρίζεται διὰ διηθήσεως ἢ ἄμμου. Κατόπιν, δι' ἐξατίσεως τοῦ διαλύματος τοῦ ἄλατος λαμβάνεται καὶ πάλιν τὸ στερεὸν ἄλας.

5. Διὰ κλασματικῆς κρυστάλλωσεως. Κατ' αὐτὴν τὸ μίγμα δαλύεται εἰς κατάλληλον διαλύτην καὶ ἀκολουθεῖ συμπύκνωσις δι' ἐξατίσεως αὐτοῦ, ὅποτε τὰ περιεχόμενα εἰς τὸ διάλυμα στερεὰ ἀποβάλλονται διαδοχικῶς ὡς κρυσταλλικά. Ἡ μέθοδος αὕτη χρησιμοποιεῖται συνήθιστα πρὸς διαχωρισμὸν μίγματος διαφόρων ἁλτων.

6. Διὰ τήξεως. Ὅταν σώματα, τηκόμενα ἐνθόλως, εὑρίσκονται ἐν μίγματι μὲ ἄλλα δύσθηκτα, δύνανται νὰ διαχωρισθοῦν αὐτῶν διὰ θερμάνσεως.

7. Δι' ἐξάχνωσεως. Μερικὰ στερεὰ θερμαινόμενα μετατρέπονται ἀπ' εὐθείας εἰς ἀέρια δυναμενα οὕτω νὰ διαχωρισθοῦν ἐκ τινος μίγματος. Π.χ. ἰώδιον, ναφθαλίνη κ.ά.

8. Δι' ἀποστάξεως. Πολλά στερεὰ ὑγροποιοῦνται καὶ ἐν συνεχείᾳ ἐξαερῶνται ἐνκόλως, δυνάμενα νὰ ἀποχωρισθοῦν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἐκ διαφόρων προσμίξεων ὀλιγώτερον πτητικῶν (σχ. 8). Π.χ. λαμβάνομεν τὸ θεῖον εἰς καθαρὰν κατάστασιν, διὰ θερμάνσεως αὐτοῦ μέχρι βρασμοῦ, ἀπουσία ἀέρος, καὶ ψύξεως τῶν ἀτμῶν του, ἐνῶ αἱ διάφοροι γαιώδεις προσμίξεις παραμένουν εἰς τὸν ἀποστακτικῆρα.

II. Διαχωρισμὸς τῶν συστατικῶν ὁμογενοῦς μίγματος :

α) Ὑγροῦ : 1. Δι' ἀκλασματικῆς ἀποστάξεως. Ἡ μέθοδος ἐφαρμόζεται, ἐφ' ὅσον τὰ συστατικὰ τοῦ μίγματος ἐμφανίζουν διαφορὰν πτητικότητος. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, διὰ θερμάνσεως τοῦ μίγματος, ζεεὶ κατ' ἀρχὴν τὸ πτητικώτερον συστατικὸν καὶ οἱ ἀτμοὶ του διερχόμενοι διὰ ὑψικτῆρος συμπυκνοῦνται. (σχ. 8). Ἀκολουθεῖ τὸ ἔχον ἀμέσως ὑψηλότερον σημεῖον ζέσεως κ.ο.κ. Ἐάν ἐν συστατικὸν διασπάται διὰ θερμάνσεως, πρὶν ἀκόμη ἢ θερμοκρασία φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον ζέσεως αὐτοῦ, ἢ ἀπόσταξις γίνεται ὑπὸ ἡλαττωμένην πίεσιν, ἐπερχομένης οὕτω ταπεινώσεως τοῦ σημείου ζέσεως, ὥστε τὸ συστατικὸν νὰ δύναται νὰ ἀποστάξῃ χωρὶς νὰ ἀποσυντεθῇ.

2. Δι' ἐκχυλίσεως Ἡ μέθοδος συνίσταται εἰς τὴν ἀνατάραξιν τοῦ ὑγροῦ διαλύματος μετ' ἕτερον ὑγρὸν, μὴ ἀναμιγνύομενον μετ' αὐτοῦ, τὸ ὅποιον διαλύει ὠρισμένα μόνον συστατικὰ του. Ἐάν ἀκολουθῶς ἀφεθῇ τὸ σύστημα ἐν ἡρεμίᾳ, ἐπέρχεται διαχωρισμὸς τῶν δύο σιβάδων, τὰς ὁποίας διαχωρίζομεν εὐχερῶς, τῇ βοηθειᾷ διαχωριστικῆς χροάνης.

β) Ἀερίου : 1. Δι' ἀκλασματικῆς ὑγροποιήσεως. Οὕτω δυνάμεθα νὰ διαχωρίσωμεν ἀέρια ὑγροποιούμενα εἰς διαφόρους θερμοκρασίας.

2. Δι' ἀκλασματικῆς διαλύσεως. Ἐφ' ὅσον ὑπάρχει διαφορὰ διαλυτότητος μεταξὺ τῶν ἀερίων συστατικῶν τοῦ μίγματος, ἔναντι διαφόρων ὑγρῶν.

ΠΙΝΑΞ II

Μορφὰ τῆς ὕλης

Ὅμογενῆ σώματα

Σώματα ἐμφανίζοντα τὴν αὐτὴν σύστασιν καὶ συνεπῶς τὰς αὐτὰς ἰδιότητες, καθ' ἑλὴν τῶν τῶν ἑκτασιν, δι' οἰουδήποτε ὄργανου καὶ ἀν ἐξετασθοῦν

Ἐτερογενῆ σώματα ἢ συστήματα

Σώματα συνισταμένα ἐκ δύο ἢ περισσοτέρων διακεκριμένων ὁμογενοῦν μερῶν καὶ συνεπῶς μὴ ἐμφανίζοντα τὰς αὐτὰς ἰδιότητες, καθ' ἑλὴν τῶν τῶν ἑκτασιν.

Καθωρισμένα ἢ καθαρὰ σώματα

Σώματα μὴ δυνάμενα νὰ διαχωρισθοῦν, διὰ φυσικῶν μεθόδων, εἰς ἄλλα ἀπλούστερα. Συνίστανται ἐξ ὁμοίων μορίων καὶ ἔχουν καθωρισμένη σύστασιν καὶ καθωρισμένης ἰδιότητας

Ὅμογενῆ μίγματα ἢ διαλύματα

Ὅμογενῆ σώματα διαχωριζόμενα διὰ φυσικῶν μεθόδων εἰς τὰ καθαρὰ σώματα ἐξ ὧν συνίστανται. Ἀποτελοῦνται ἐκ δύο ἢ περισσοτέρων εἰδῶν μορίων καὶ δὲν ἔχουν καθωρισμένην σύστασιν καὶ ἰδιότητας, τούτων ἐξαρτωμένων ἐκ τῆς ἀναλογίας τῶν συστατικῶν τῶν.

Στοιχεῖα

Σώματα μὴ δυνάμενα νὰ διασπασθοῦν εἰς ἄλλα ἀπλούστερα, διὰ φυσικῶν ἢ χημικῶν μεθόδων, εἴτε νὰ συντεθοῦν ἐξ ἄλλων σωμάτων. Συνίστανται ἐξ ὁμοίων ἀτόμων.

Χημικαὶ ἐνώσεις

Καθωρισμένα σώματα δυνάμενα διὰ χημικῶν μεθόδων νὰ διασπασθοῦν εἰς ἄλλα ἀπλούστερα ἢ καὶ νὰ συντεθοῦν ἐξ ἄλλων σωμάτων. Συνίστανται ἐκ δύο ἢ περισσοτέρων εἰδῶν ἀτόμων, ἀλλὰ ἐξ ὁμοιομορίων

Μίγματα

Σώματα δυνάμενα διὰ φυσικῶν μεθόδων νὰ διαχωρισθοῦν εἰς τὰ καθωρισμένα σώματα, ἐκ τῶν ὁποίων προέρχονται δι' ἀναμίξεως ὑπὸ τυχούσῶν ἀναλογίας. Συνίστανται ἐκ δύο ἢ περισσοτέρων εἰδῶν μορίων.

Σώματα, ἐκ τῶν ὁποίων εἶναι δυνατόν νὰ ληφθοῦν διὰ φυσικῶν ἢ χημικῶν μεθόδων ἄλλα ἀπλούστερα.

Ἀπλᾶ σώματα

Μορφὰ τῆς ὕλης

Σύνθετα σώματα

ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΣΧΕΣΕΙΣ ΒΑΡΩΝ ΚΑΙ ΟΓΚΩΝ ΚΑΤΑ ΤΑΣ ΧΗΜΙΚΑΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

1. Νόμοι, ὑποθέσεις καὶ θεωρία

1. Παρατήρησις, πείραμα καὶ νόμος. Αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι, αἱ ὁποῖαι ἔχουν ὡς ἀντικείμενον ἐρευνῆς τὰ διάφορα φαινόμενα, στηρίζονται, διὰ τὴν περιγραφὴν αὐτῶν, εἰς τὴν **παρατήρησιν**. Ἡ παρακολούθησις ὅμως τῶν φαινομένων, ὡς ταῦτα λαμβάνουν χώραν εἰς τὴν φύσιν, δὲν ὀδηγεῖ πάντοτε εἰς τὴν ἐξαγωγήν ἀσφαλῶν συμπερασμάτων. Διὰ τοῦτο καταφεύγομεν εἰς τὸ **πείραμα**, τὴν ἀναπαραγωγὴν δηλαδὴ τῶν φαινομένων εἰς τὸ ἐργαστήριον, ὑπὸ συνθήκας εὐνοούσας τὴν παρατήρησιν.

Τὸ πείραμα δὲν εὐνοεῖ μόνον τὴν ἀπλὴν περιγραφὴν ἐνὸς φαινομένου, ἀλλ' ἐπιτρέπει καὶ τὴν μέτρησιν τῶν διαφόρων φυσικῶν μεγεθῶν, τῶν εἰσερχομένων εἰς τοῦτο, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ εὕρεσις τῶν μεταξὺ αὐτῶν σχέσεων. Ἡ γενίκευσις ὅλων τῶν γνωστῶν πειραματικῶν δεδομένων, τὰ ὁποῖα ἔχουν σχέσιν μὲ ἐν φαινόμενον, ὀδηγεῖ εἰς μίαν ἀπλὴν διατύπωσιν ἢ μίαν μαθηματικὴν ἔκφρασιν, ἀποδίδουσαν τὰς ἀνωτέρω σχέσεις, ἡ ὁποία καλεῖται **νόμος**. Διὰ τὴν διατύπωσιν ἐνὸς νόμου ἀγόμεθα ἐκ τοῦ μερικτοῦ εἰς τὸ γενικόν, ἀκολουθοῦντες οὕτω τὴν μέθοδον τῆς λογικῆς, ἡ ὁποία καλεῖται ἐξαγωγή.

Ἔστω, **νόμος καλεῖται μία ἀπλὴ διατύπωσις ἢ μία μαθηματικὴ ἔκφρασις, ἡ ὁποία ἀποδίδει τὴν σχέσιν μεταξὺ τῶν φυσικῶν μεγεθῶν, τῶν εἰσερχομένων εἰς ἐν φαινόμενον καὶ ἀποτελεῖ τὴν γενίκευσιν τῶν συμπερασμάτων, εἰς τὰ ὁποῖα καταλήγομεν κατόπιν μεγάλου ἀριθμοῦ παρατηρήσεων καὶ πειραμάτων.**

Οἱ θεμελιώδεις νόμοι τῆς Χημείας ἐκφράζουν τὰς σχέσεις μεταξὺ τῶν βαρῶν ἢ τῶν ὄγκων τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα εἰσέρχονται ἢ σχηματίζονται εἰς μίαν χημικὴν ἀντίδρασιν. Ἄλλοι νόμοι ἐκφράζουν τὴν σχέσιν μεταξὺ τῶν διαφόρων μορφῶν ἐνεργείας, τῶν ἐμφανιζομένων κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις, τὴν μεταβολὴν τῆς μάζης τῶν ἀντιδρώντων συναρτῆσει τοῦ χρόνου κλπ.

2. Ὑποθέσεις καὶ θεωρία. Ἡ εὕρεσις τοῦ νόμου τοῦ διέποντος ἐν φαινόμενον δὲν ἀποτελεῖ τὸν τελικὸν σκοπὸν τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν. Ἐπιζητεῖται εἰσέτι καὶ ἡ ἐρμηνεία τῶν φαινομένων, ὡς καὶ τῶν νόμων τοὺς ὁποίους ἀκολουθοῦν ταῦτα. Πρὸς τοῦτο διατυπώται μία **ὑπόθεσις** περὶ τῆς αἰτίας, ἡ ὁποία προκαλεῖ ἐν φαινόμενον ἢ ὁμάδα φαινομένων.

Ἡ ὀρθότης τῶν συμπερασμάτων μᾶς ὑποθέσεως ὑπόκειται εἰς πειραματικὸν ἔλεγχον καὶ, ἐάν τὸ πείραμα δὲν ἐπαληθεύῃ τὰς προβλέψεις ταύτης, τότε ἡ ὑπόθεσις ἀπορρίπτεται. Ἐάν ὅμως ἐπαληθεύῃ ταῦτα, τότε δεχόμεθα ὅτι ἡ ὑπόθεσις ἀνταποκρίνεται εἰς τὴν πραγματικότητα καὶ ὀνομάζεται θεωρία, ὅπωςδὴποτε ὅμως δὲν δυνάμεθα νὰ εἴμεθα βέβαιοι ὅτι μία θεωρία εἶναι ὀρθή. Δεχόμεθα ἀπλῶς αὐτὴν ὡς ἰσχύουσαν, μέχρις ἀποδείξεως τοῦ ἐναντίου.

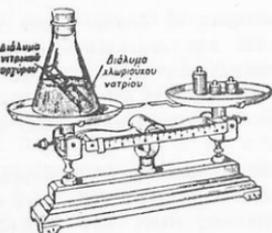
Ἔστω, ἡ **θεωρία ἀποτελεῖ ἐν ἐνιαίῳ λογικῶν οὐστημᾷ, στηριζόμενον εἰς μίαν ὑπόθεσιν, ἡ ὁποία ἐκκινεῖ ἀπὸ ὠρισμένα δεδομένα, μὴ δυνάμενα νὰ ἀποδειχθοῦν πειραματικῶς, ἀλλ' ἡ ὁποία ἐξηγεῖ σειρὰν πειραματικῶν δεδομένων.**

Τὸ σπουδαιότερον ὅμως εἶναι ὅτι διὰ τῆς θεωρίας, ἡ ὁποία εἶναι μία γενίκευσις, κατευθύνεται ἡ πειραματικὴ ἐρευνα εἰς τὴν ἀνακάλυψιν νέων φαινομένων, δυναμένων νὰ ἐπιβεβαιώσουν ἢ νὰ διαψεύσουν ταύτην. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀγόμεθα ἐκ τοῦ γενικοῦ εἰς τὸ μερικόν, ἐφαρμόζοντες τὴν λογικὴν μέθοδον, ἡ ὁποία καλεῖται ἀπαγωγή.

2. Νόμος της άφθαρσίας της ύλης ή διατηρήσεως της μάζης (Lavoisier 1774)

Είς τινα χημικά φαινόμενα, εκ πρώτης όψεως, φαίνεται, ότι το βάρος τῶν αντιδρώντων σωμάτων μεταβάλλεται. Π.χ. κατά την ὀξειδωσιν τεμαχίου σιδήρου, παρατηρεῖται αὐξησις τοῦ βάρους αὐτοῦ, ἐνῶ κατά την καύσιν κηρίου, τὸ βάρος τούτου βαίνει συνεχῶς ἐλαττούμενον. Ἐπειδὴ δὲ διὰ τοῦ βάρους μετρεῖται ἡ μάζα τῶν σωμάτων, ἢ ὅποια χαρακτηρίζει τὸ ποσὸν τῆς ὕλης αὐτῶν, ὀδηγοῦμεθα εἰς τὸ ἐσφαλμένον συμπέρασμα, ὅτι κατὰ τὰ φαινόμενα ταῦτα μετεβλήθη τὸ ποσὸν τῆς ὕλης, αὐξηθὲν εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν καὶ ἐλαττωθὲν εἰς τὴν δευτέραν.

Ἐὰν ὅμως αἱ ἀνωτέρω χημικαὶ ἀντιδράσεις λάβωσιν χώραν ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου, ὥστε νὰ ἀποκλεισθῇ ἡ προσαγωγή ἢ ἡ διαφυγὴ σώματός τινος, ζυγισθοῦν δὲ τὰ σώματα πρὸ τῆς ἀντιδράσεως αὐτῶν καὶ μετὰ ταύτην, ἀποδεικνύεται, ὅτι τὸ ἀρχικὸν βάρος παραμένει ἀμετάβλητον καὶ συνεπῶς τὸ ποσὸν τῆς ὕλης δὲν μετεβλήθη. Τὸ γεγονός τοῦτο δύναται νὰ ἐκφρασθῇ ὡς ἑξῆς :



Σχ.10. Πείραμα διὰ τοῦ ὁποίου ἀποδεικνύεται ὅτι τὸ βάρος τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων ἰσοῦται μὲ τὸ βάρος τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως.

Εἰς πᾶσαν χημικὴν ἀντίδρασιν, τὸ βάρος τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων, ἰσοῦται μὲ τὸ βάρος τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως.

Ἡ ἀνωτέρω διατύπωσις ἀποτελεῖ φυσικὸν νόμον, ὁ ὁποῖος ἀπεδείχθη διὰ σειράς πειραμάτων, καὶ καλεῖται **νόμος τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης ἢ διατηρήσεως τῆς μάζης.**

Τὸν νόμον αὐτόν, ὑπὸ μορφήν φιλοσοφικοῦ δόγματος, τὸν εἶχον ἤδη διατυπώσει πρῶτοι οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες φιλόσοφοι, οἱ ὁποῖοι ἐθεώρουν τὴν ἀφθαρσίαν τῆς ὕλης ὡς ἀξίωμα ἀδιαφλονήκιστον. Τὸ ἄφθαρτον τῆς ὕλης διευτύωσεν ὁ Ἀναξαγόρας ὡς ἑξῆς : **Μὴ δὲν ἐκ τοῦ μὴ ὄντος γίνεσθαι, μὴδὲ εἰς τὸ μὴ ὄν φθειρεσθαι. Γίνεσθαι δὲ καὶ ἀπόλυσθαι, τὸ αὐτὸ καθέστηκε καὶ ἀλλοιούσθαι.**

Τὸ φιλοσοφικὸν τοῦτο ἀξίωμα, τὸ ὁποῖον οἱ Ἕλληνες φιλόσοφοι οὐδέποτε ἐπέζησαν νὰ ἀποδείξουν πειραματικῶς, τὸ ὑπέβαλ ἐν εἰς πειραματικὸν ἔλεγχον, αἰῶνας ὀλοκλήρους βραδύτερον, ὁ Γάλλος χημικὸς Antoine Lavoisier. Οὗτος χρησιμοποιοῦν τὸν ζυγόν, τὸν ὁποῖον αὐτὸς πρῶτος εἰσήγαγεν εἰς τὴν μελέτην τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων, ἀπέδειξεν ὅτι τὸ βάρος τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων, εἰς πᾶσαν χημικὴν ἀντίδρασιν, ἰσοῦται μὲ τὸ βάρος τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως. Τοιοῦτρόπως, διὰ τοῦ Lavoisier (1774), τὸ φιλοσοφικὸν ἀξίωμα τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης κατέστη φυσικὸς νόμος καὶ ἀπέτελεσε τὰ θεμέλια πάσης περαιτέρω χημικῆς ἐρεῦνης.

Ὁ νόμος τοῦ Lavoisier διατυπῶνται γενικώτερον καὶ ὡς ἑξῆς : **Ἡ μάζα ἐνὸς ἀποκεκλεισμένου συστήματος σωμάτων παραμένει ποσοτικῶς σταθερά, οἰασδήποτε καὶ ὀσαοδήποτε μεταβολᾶς καὶ ἂν ὑποστῇ τοῦτο.** Ὁ νόμος οὗτος ὁμοῦ μετὰ τοῦ νόμου τῆς ἀφθαρσίας τῆς ἐνεργείας, κατὰ τὸν ὁποῖον δὲν δυνάμεθα νὰ δημιουργήσωμεν ἐνεργεῖαν ἐκ τοῦ μηδενός, οὔτε νὰ καταστρέψωμεν ὑπάρχουσαν τοιαύτην, ἀπέτελεσαν, ἀπὸ τῆς διατυπώσεώς των, τὰ θεμέλια τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν. Νεώτερα ὅμως πειραματικὰ δεδομένα ἀποδεικνύουν, ὅτι ἡ ὕλη καὶ ἡ ἐνέργεια δύναται νὰ μετατρέπωνται εἰς ἀλλήλας, καὶ ἡ ποσοτικὴ σχέση τῶν μετατροπῶν αὐτῶν δίδεται ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως τοῦ Einstein : $E=mc^2$.

Ἐφ' ὅσον λοιπὸν ἡ ὕλη καὶ ἡ ἐνέργεια ἀποτελοῦν δύο μορφᾶς τῆς αὐτῆς φυσικῆς ὄντητος καὶ εἶναι δυνατόν νὰ μετατρέπεται ἢ μία εἰς τὴν ἄλλην, οἱ νόμοι τῆς ἀφθαρσίας αὐτῶν παύουν νὰ ἔχουν γενικὴν ἰσχύν ἕκαστος χωριστά. Ἄντ' αὐτῶν διατυπῶνται ὁ νόμος τῆς ἀφθαρσίας τοῦ ἄθροίσματος ὕλης καὶ ἐνεργείας ὡς ἑξῆς : **Εἰς ἐν ἀποκεκλεισμένον σύστημα σωμάτων τὰ ἄθροισμα τῆς ὕλης καὶ τῆς ἐνεργείας παραμένει σταθερόν, οἰασδήποτε καὶ ὀσαοδήποτε μεταβολᾶς καὶ ἂν ὑποστῇ τοῦτο.**

3. Νόμος τῶν σταθερῶν λόγων (Proust, 1797)

Ἐάν διαβιβάσωμεν ἠλεκτρικὸν σπινθήρα εἰς μίγμα ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, ταῦτα ἀντιδρῶν μεταξύ των, σχηματίζοντα ὕδωρ. Κατὰ τὴν ἀντίδρασιν ταύτην τὰ δύο στοιχεῖα ἐνοῦνται πάντοτε ὑπὸ ἀναλογίαν 1 μέρους βάρους ὕδρογόνου καὶ 8 μερῶν βάρους ὀξυγόνου, ἀνεξαρτήτως τῆς ἀναλογίας, ὑπὸ τὴν ὁποίαν εὐρίσκονται ἀνεμειγμένα.

Τὸ ὕδρογόνον καὶ τὸ χλώριον ἐνοῦνται τῇ ἐπιδράσει ἠλιακοῦ φωτός, πρὸς σχηματισμὸν ὕδροχλωρίου, πάντοτε ὑπὸ τὴν ἀναλογίαν 1 μέρους βάρους ὕδρογόνου καὶ 35,5 μερῶν βάρους χλωρίου, ἐνῶ πρὸς σχηματισμὸν ἀμμωνίας τὸ ὕδρογόνον καὶ τὸ ἀζῶτον ἐνοῦνται πάντοτε ὑπὸ ἀναλογίαν βάρους 3 : 14.

Καὶ γενικῶς ἀποδεικνύεται πειραματικῶς, ὅτι πρὸς σχηματισμὸν ἐκάστης χημικῆς ἐνώσεως, τὰ στοιχεῖα τὰ ὁποῖα τὴν ἀποτελοῦν ἐνοῦνται ὑπὸ σταθερὰν πάντοτε ἀναλογίαν βάρους, ὑπὸ οἰανδήποτε ἀναλογίαν καὶ ἂν ἔλθουν εἰς ἐπαφήν. Πάντα ταῦτα εἶναι δυνατόν νὰ διατυπωθῶν ὡς ἐξῆς: **ὁ λόγος τῶν βαρῶν ὑπὸ τὰ ὁποῖα δύο στοιχεῖα ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν ὀρισμένης χημικῆς ἐνώσεως εἶναι σταθερός.**

Ἡ ἀνωτέρω διατύπωσις, ὡς συμπέρασμα μεγάλου ἀριθμοῦ πειραμάτων, ἀποτελεῖ θεμελιώδη νόμον τῆς Χημείας. Τὸν **νόμον τῶν σταθερῶν λόγων**. Οὗτος διατυπώθη καὶ ἀπεδείχθη διὰ πρώτην φοράν ὑπὸ τοῦ Proust (1797).

Ὁ ἀνωτέρω νόμος διατυπῶνται καὶ ὡς ἐξῆς: **Πᾶσα χημικὴ ἐνωσις ἔχει ἀνεξαρτήτως τοῦ τρόπου παρασκευῆς τῆς, σταθερὰν κατὰ βάρος σύστασιν. Περιέχει δηλ. πάντοτε τὰ αὐτὰ στοιχεῖα, ἠνωμένα ὑπὸ τὴν αὐτὴν κατὰ βάρος ἀναλογίαν.**

Οὕτω, ὁ νόμος τοῦ Proust καθορίζει ἐν ἀπόλυτον κριτήριον πρὸς διάκρισιν τῶν χημικῶν ἐνώσεων ἐκ τῶν μιγμάτων. Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ μίγματα, ἔχουν καθωρισμένην κατὰ βάρος σύστασιν, ἢ ὁποῖα δὲν μεταβάλλεται οἰαδήποτε μέθοδος καὶ ἂν χρησιμοποιηθῇ πρὸς παρασκευὴν των.

4. Νόμος τῶν ἀπλῶν πολλαπλασίων ἢ τῶν πολλαπλῶν ἀναλογιῶν (Dalton, 1803)

Πολλάκις δύο στοιχεῖα ἐνοῦνται μεταξύ των πρὸς σχηματισμὸν περισσοτέρων τῆς μίας χημικῶν ἐνώσεων, εἰς ἐκάστην τῶν ὁποίων εἰσέρχονται ὑπὸ ἰδιαίτεράν ἀναλογίαν βαρῶν. Οὕτω π.χ.

14 gr	ἀζώτου	ἐνοῦνται	μὲ	8 gr	ὀξυγόνου	σχηματίζοντα	ὀποξειδίου	τοῦ	ἀζώτου	(N ₂ O)
14 gr	»	»	»	16 gr	»	»	μονοξειδίου	»	»	(NO)
14 gr	»	»	»	24 gr	»	»	τριοξειδίου	»	»	(N ₂ O ₃)
14 gr	»	»	»	32 gr	»	»	διοξειδίου	»	»	(NO ₂)
14 gr	»	»	»	40 gr	»	»	πεντοξειδίου	»	»	(N ₂ O ₅)

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω πίνακος καταφαίνεται, ὅτι τὰ βάρη τοῦ ὀξυγόνου, εἰς ἐκάστην τῶν σχηματιζομένων ἐνώσεων, τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται μὲ τὸ αὐτὸ βάρος τοῦ ἀζώτου (14 gr), εἶναι ἀπλᾶ πολλαπλάσια τοῦ αὐτοῦ βάρους (8 gr) καὶ ἔχουν μεταξύ των σχέσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3, 4, καὶ 5.

Ἐκ τῆς μελέτης ἀναλόγων πειραματικῶν δεδομένων ὁ Dalton συνήγαγε τὸν νόμον τῶν ἀπλῶν πολλαπλασίων, τοῦ ὁποῖου ἡ διατύπωσις ἔχει ὡς ἐξῆς:

Ὅταν δύο στοιχεῖα ἐνοῦνται μεταξύ των πρὸς σχηματισμὸν περισσοτέρων τῆς μίας χημικῶν ἐνώσεων, τὰ βάρη τοῦ ἑνὸς στοιχείου, τὰ ὁποῖα εἰς τὰς διαφόρους ἐνώσεις ἐνοῦνται μὲ τὸ αὐτὸ βάρος τοῦ ἄλλου στοιχείου, εἶναι ἀπλᾶ πολλαπλάσια τοῦ αὐτοῦ βάρους, ἔχοντα ὡς ἐκ τούτου μεταξύ των σχέσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3, 4...

Ἐτερον παράδειγμα πειραματικῆς ἀποδείξεως τοῦ νόμου τοῦ Dalton ἀποτελεῖ ὁ σχηματισμὸς τῶν χλωριούχων ἐνώσεων τοῦ σιδήρου:

Κ. Α. ΜΑΝΩΛΑΚΙΔΗ: « Ἀνόργανος Χημεία »

Ένωσις	Μέρη βάρους Fe	Μέρη βάρους Cl
Διχλωριούχος σίδηρος (FeCl ₂)	56	71=35,5×2
Τριχλωριούχος σίδηρος (FeCl ₃)	56	106,5=35,5×3

Από τὰ ἀνωτέρω ἐξαγόμενα προκύπτει, ὅτι τὰ βάρη τοῦ χλωρίου, τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται εἰς τὰς δύο ἐνώσεις μὲ τὸ αὐτὸ βάρος τοῦ σιδήρου, ἔχουν μεταξύ των λόγον 2 : 3, διότι εἶναι ἀπλᾶ πολλαπλάσια τοῦ αὐτοῦ βάρους.

Δὲν νὰ σημειωθῆ, ὅτι εἰς τὰς πολυπλόκους ὀργανικὰς ἐνώσεις τὰ βάρη τοῦ ἐνὸς στοιχείου, τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται μὲ τὸ αὐτὸ βάρος τοῦ ἄλλου στοιχείου, εἶναι πολλαπλάσια τοῦ αὐτοῦ βάρους, χωρὶς ὁμῶς νὰ εἶναι ἀπλᾶ πολλαπλάσια.

5. Νόμος τῶν ἀερίων ὄγκων (Gay - Lussac, 1808)

Ὁ Gay-Lussac διεπίστωσε διὰ σειρᾶς πειραμάτων, ὅτι εἰς τὰς ἀντιδράσεις μεταξύ ἀερίων, οἱ ὄγκοι τῶν ἀντιδρώντων ἀερίων καὶ τῶν ἀερίων προϊόντων αὐτῶν εὐρίσκονται εἰς σχέσιν ἀπλῆν, δηλαδὴ ἔχουν μεταξύ των σχέσιν μικρῶν ἀκεραίων ἀριθμῶν. Οὕτω ἀπεδείχθη πειραματικῶς ὅτι ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας :

1 ὄγκ. ὀξυγόνου ἐνοῦται μὲ 2 ὄγκ. ὑδρογόνου πρὸς σχηματισμὸν 2 ὄγκ. ὕδατιμῶν
 1 » ὑδρογόνου » » 1 » χλωρίου » » 2 » ὑδροχλωρίου
 1 » ἀζώτου » » 3 » ὑδρογόνου » » 2 » ἀμμωνίας

Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀνωτέρω πειραματικῶν δεδομένων ὁ Gay Lussac διετύπωσεν, τὸ 1808, τὸν ἀκόλουθον νόμον :

α) Ὅταν δύο ἀέρια ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν ὠρισμένης χημικῆς ἐνώσεως, ἢ σχέσις τῶν ὄγκων των εἶναι ἀπλῆ καὶ σταθερά.

β) Ἐὰν καὶ τὸ προϊόν τῆς ἀντιδράσεως εἶναι ἀέριον καὶ αὐτοῦ ὁ ὄγκος εὐρίσκειται εἰς σχέσιν ἀπλῆν καὶ σταθερὰν μὲ τοὺς ὄγκους τῶν ἀντιδρώντων ἀερίων.

Πάντα ταῦτα ἰσχύουν, βεβαίως, ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν, ὅτι οἱ ὄγκοι τῶν ἀερίων ἐμετρήθησαν ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω παραδειγμάτων καταφαίνεται ἐπίσης ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου προϊόντος εἶναι διπλάσιος τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου, τὸ ὁποῖον εἰσέρχεται εἰς τὴν ἀντίδρασιν ὑπὸ τὴν μικροτέραν ἀναλογίαν ὄγκου. Ὡς διεπιστώθη ὁμῶς, ὑπάρχουν πολλαὶ ἀντιδράσεις ἀερίων, διὰ τὰς ὁποίας δὲν ἰσχύει ἡ σχέσις αὕτη.

6. Νόμος τῶν ἰσοδυνάμων βαρῶν ἢ τῶν ἀναλόγων ἀριθμῶν (Richter 1792).

Ὡς ἀποδεικνύεται πειραματικῶς : 1 gr ὑδρογόνου ἐνοῦται μὲ 20 gr ἀσβεστίου
 καὶ 8 gr ὀξυγόνου ἐνοῦνται μὲ 20 gr »

Ἄφ' ἐτέρου τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ ὀξυγόνου ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν ὕδατος (H₂O) ὑπὸ ἀναλογίαν βάρους 1 : 8, ἐνῶ πρὸς σχηματισμὸν ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου (H₂O₂) ὑπὸ ἀναλογίαν βάρους 1 : 16.

Ἐπὶ ἀναλόγων πειραματικῶν δεδομένων στηριχθεὶς ὁ Richter διετύπωσε τὸν νόμον τῶν ἰσοδυνάμων βαρῶν ὡς ἐξῆς :

Τὰ βάρη ὑπὸ τὰ ὁποῖα δύο στοιχεῖα ἐνοῦνται μεταξύ των, εἶναι ἴσα ἢ ἀπλᾶ πολλαπλάσια τῶν βαρῶν, ὑπὸ τὰ ὁποῖα, ἕκαστον χωριστά, ἐνοῦνται μὲ τὸ αὐτὸ βάρος τρίτου στοιχείου.

Ἦτοι, ἐὰν α gr στοιχείου Α καὶ β gr στοιχείου Β ἐνοῦνται, ἕκαστον χωριστά, μὲ τὸ αὐτὸ βάρος στοιχείου Γ, μεταξύ των τὰ στοιχεῖα Α καὶ Β θὰ ἐνοῦνται κατὰ βάρη α : β ἢ αν : βμ, ὅπου ν καὶ μ μικροὶ ἀκέριοι ἀριθμοί.

7. Ίσοδύναμα βάρη - Χημικόν Ισοδύναμον

Τὰ βάρη ὑπὸ τὰ ὁποῖα δύο στοιχεῖα ἐνοῦνται μεταξύ των ὀνομάζονται **Ισοδύναμα βάρη**. Ὡς ἀποδεικνύεται πειραματικῶς, βάρη δύο στοιχείων Ισοδύναμα πρὸς τὸ αὐτὸ βάρος τρίτου στοιχείου, εἶναι καὶ μεταξύ των Ισοδύναμα.

Ὡστε, γενικῶς, **Ισοδύναμα βάρη στοιχείων καλοῦνται τὰ βάρη ὑπὸ τὰ ὁποῖα ταῦτα ἐνοῦνται μεταξύ των ἢ τὸ ἐν ἀντικαθιστᾷ τὸ ἄλλο ἢ ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ἐνούται πρὸς τὸ αὐτὸ βάρος ἑτέρου στοιχείου.**

Ἐὰν ἐκλέξωμεν ὡς στοιχεῖον συγκρίσεως τὸ ὀξυγόνον καὶ καθορίσωμεν τὰ Ισοδύναμα βάρη τῶν διαφόρων στοιχείων ὡς πρὸς τὰ 8 μέρη βάρους αὐτοῦ, τοὺς ἀριθμούς, οἱ ὁποῖοι ἐκφράζουν τὰ Ισοδύναμα ταῦτα βάρη, καλοῦμεν **χημικὰ Ισοδύναμα** τῶν στοιχείων. Ἡ σύγκρισις εἶναι δυνατὸν νὰ γίνῃ καὶ ὡς πρὸς τὸ 1 μέρος βάρους ὕδρογόνου, τὸ ὁποῖον Ισοδυναμεῖ χημικῶς πρὸς 8 μ. β. ὀξυγόνου ἢ πρὸς Ισοδύναμον πρὸς αὐτὰ βάρος ἑτέρου στοιχείου.

Ἦτοι, **χημικὸν Ισοδύναμον στοιχείου καλεῖται ὁ ἀριθμὸς, ὁ ὁποῖος καθορίζει πόσα μέρη βάρους στοιχείου Ισοδυναμοῦν χημικῶς μὲ 8 μέρη βάρους ὀξυγόνου ἢ 1 μ. β. ὕδρογόνου ἢ Ισοδύναμον πρὸς αὐτὰ βάρος τρίτου στοιχείου.**

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω ὀρισμοῦ καταφαίνεται, ὅτι τὰ χημικὰ Ισοδύναμα εἶναι καθαροὶ ἀριθμοί. Ἡ σημασία των συνίσταται εἰς τὸ γεγονός, ὅτι, ὅταν δύο στοιχεῖα ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν χημικῆς ἐνώσεως, ὁ λόγος τῶν βαρῶν των εἶναι ἴσος πρὸς τὸν λόγον τῶν χημικῶν των Ισοδυνάμων.

Ἐπομένως, ὁ λόγος τῶν χημικῶν Ισοδυνάμων δύο στοιχείων εἶναι ὁ σταθερὸς λόγος βαρῶν, ὑπὸ τὰ ὁποῖα, κατὰ τὸν νόμον τοῦ Proust, ταῦτα ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν ὠρισμένης χημικῆς ἐνώσεως.

Δέον νὰ σημειωθῇ ὅτι ἐν στοιχεῖον εἶναι δυνατὸν νὰ ἔχη περισσότερα τοῦ ἐνὸς χημικὰ Ισοδύναμα.

Π.χ. εἰς τὸ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ (CuO) 8 μ. β. ὀξυγόνου εὐρίσκονται ἠνωμένα μὲ 31,5 μ. β. Cu.

Ἐνῶ εἰς τὸ ὀξειδίου τοῦ ὑποχαλκοῦ (Cu_2O) 8 μ. β. ὀξυγόνου εὐρίσκονται ἠνωμένα μὲ 63 μ. β. Cu.

Ἐπομένως, ὁ χαλκὸς ἔχει δύο χημικὰ Ισοδύναμα: 31,5 καὶ 63.

Ἀποδεικνύεται ὅτι, ὅταν ἐν στοιχεῖον ἔχη περισσότερα τοῦ ἐνὸς χημικὰ Ισοδύναμα, ταῦτα εἶναι ἀπλᾶ πολλαπλάσια τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ καὶ συνεπῶς ἔχουν μεταξύ των σχέσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3... Π.χ. εἰς τὸ ἀνωτέρω παράδειγμα τὰ δύο χημικὰ Ισοδύναμα τοῦ χαλκοῦ ἔχουν λόγον 1 : 2.

Τέλος, **γραμμοῖσοδύναμον στοιχείου** καλοῦμεν μᾶζαν τόσων γραμμαρίων ἐξ αὐτοῦ, ὅσον εἶναι τὸ χημικόν του Ισοδύναμον.

A Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

1. Ἀσκήσεις ἐπὶ τῶν νόμων τῆς Χημείας

1. 11,04 gr ὀξειδίου τοῦ ἀσβεστίου θὰ σχηματισθοῦν, ἐὰν 50 gr ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου, διασπώμενα πλήρως διὰ θιγράσεως πρὸς διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ ὀξειδίου τοῦ ἀσβεστίου, ἀποδίδουν 22 gr διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος; (Ἄπ. 28 gr)

2. Δύο σπουδασταί, πειραματιζόμενοι εἰς τὸ ἐργαστήριον, ἐπὶ τῆς μετατροπῆς τοῦ ἀργύρου πρὸς χλωριούχον ἄργυρον, εὐρίσκουν εἰς τὸ πρῶτον πείραμα, ὅτι 5,6 gr ἀργύρου παρέχουν 7,448 gr χλωριούχου ἀργύρου, καὶ εἰς τὸ δεύτερον, ὅτι 3,91 gr ἀργύρου παρέχουν 5,2003 gr χλωριούχου ἀργύρου. Δεῖξατε ἐὰν τὰ ἐξαγόμενα ταῦτα εἶναι ἀκριβῆ. (Ἄπ. εἶναι ἀκριβῆ)

3. Ὁ σταθερὸς λόγος ὑπὸ τὸν ὁποῖον τὸ αἷζωτον καὶ τὸ ὕδρογόνον ἐνοῦνται πρὸς

σχηματισμὸν ἐνώσεως τινὸς εἶναι $1\frac{1}{2} : 3$. Πόσα gr τῆς ἐνώσεως ταύτης θὰ σχηματισθοῦν ἂν ἀναμίξωμεν 12 gr ὑδρογόνου καὶ 100 gr ἀζώτου ὑπὸ συνθήκας εὐνοούσας τὸν σχηματισμὸν τῆς; ('Απ. 68 gr)

4. Δύο χημικαὶ ἐνώσεις, ἀποτελούμεναι ἐξ ἄνθρακος καὶ ὀξυγόνου, περιέχουν 57,14 % καὶ 72,73 % ὀξυγόνου ἀντιστοίχως. Δείξατε ἂν τὰ δεδομένα ταῦτα συμφωνοῦν μὲ τὸν νόμον τῶν ἀπλῶν πολλαπλασίων. ('Απ. συμφωνοῦν)

5. Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν ἀραιῶν νιτρικοῦ ὀξέος ἐπὶ τινος μετάλλου, λαμβάνεται ἀέριον, 0,3 gr τοῦ ὁποίου ὑποβλήθεντα εἰς χημικὴν ἀνάλυσιν, ἀπεδείχθη ὅτι ἀποτελοῦνται ἀπὸ 0,14 gr ἀζώτου καὶ 0,16 gr ὀξυγόνου. Ἐξ ἄλλου κατὰ τὴν ἐπίδρασιν πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου ἐκλύεται ἀέριον, τὰ 2,3 gr τοῦ ὁποίου ἀποτελοῦνται ἀπὸ 0,7 gr ἀζώτου καὶ 1,6 gr ὀξυγόνου. Πρόκειται περὶ τῆς αὐτῆς ἐνώσεως καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις ἢ ὄχι; Ἐὰν ὄχι ἰσχύει ὁ νόμος τῶν ἀπλῶν πολλαπλασίων; ('Απ. ἰσχύει)

6. Ἡ σχέση τῶν ὄγκων, ὑπὸ τοὺς ὁποίους τὸ ἄζωτον καὶ τὸ ὑδρογόνον ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν ἀμμωνίας εἶναι $1 : 3$. Πόσα lt ἀερίου ἀμμωνίας θὰ σχηματισθοῦν, ἂν ἀναμίξωμεν 60 lt ὑδρογόνου καὶ 100 lt ἀζώτου ὑπὸ συνθήκας εὐνοούσας τὸν σχηματισμὸν τῆς; Δίδεται ὅτι εἰς τὴν ἀντίδρασιν ταύτην ὁ ὄγκος τοῦ προϊόντος εἶναι διπλάσιος τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου, τοῦ εἰσερχομένου εἰς τὴν ἀντίδρασιν ὑπὸ μικροτέραν ἀναλογίαν ὄγκου. ('Απ. 40 lt)

2. Ἀσκήσεις ἐπὶ τοῦ χημικοῦ ἰσοδυναμοῦ

7. Ἐνα μέταλλον, θερμαινόμενον εἰς ρεῦμα ὀξυγόνου, μετατρέπεται ποσοτικῶς εἰς τὸ ὀξειδίου αὐτοῦ, ὅποτε τὸ βάρος του αὐξάνεται κατὰ 25 %. Νὰ εὑρεθῇ τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου. ('Απ. 32)

8. Διὰ διαβίβασης περισσεΐας ὑδρογόνου εἰς ὀξειδίου μετάλλου τινός, τοῦτο χάνει λόγῳ ἀπωλείας τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον περιεῖχεν, τὰ 30 % τοῦ ἀρχικοῦ τοῦ βάρους. Ποῖον τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου; ('Απ. 18,66)

9. Δύο ὀξειδία τοῦ ἀντιμονίου περιέχουν 83,53 % καὶ 72,27 % ἀντιμονίου ἀντιστοίχως. Νὰ εὑρεθοῦν τὰ χημικὰ ἰσοδύναμα τοῦ ἀντιμονίου. ('Απ. 24,38—40,58)

10. Νὰ εὑρεθῇ τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον μετάλλου, τοῦ ὁποίου 1,52 gr διαλυόμενα εἰς περίσσειαν ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐλευθερώνουν 0,2 gr ὑδρογόνου. ('Απ. 7,6)

11. 5 gr ψευδαργύρου φέρονται ἐντὸς διαλύματος χλωριούχου ὑδραργύρου, καὶ διαπιστοῦται, ὅτι ἀποβάλλονται 15,34 gr ὑδραργύρου ἀντικατασταθέντα ὑπὸ τοῦ ψευδαργύρου. Ποῖον τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ὑδραργύρου, ἂν τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ψευδαργύρου εἶναι 32,68; ('Απ. 100,26)

12. Τεμάχιον μεταλλικοῦ ψευδαργύρου φέρεται ἐντὸς διαλύματος περιέχοντος 1,8962 gr χλωριούχου κασσιτέρου. Διαπιστοῦται ὅτι ὁ ἀποβαλλόμενος κασσίτερος εἶναι 1,187 gr ἐνῶ ὁ ψευδαργύρος ὑφίσταται μείωσιν τοῦ βάρους του ἴσην πρὸς 0,6538 gr. Δίδεται ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ψευδαργύρου εἶναι 32,69. Ποῖα τὰ χημικὰ ἰσοδύναμα τοῦ κασσιτέρου καὶ τοῦ χλωρίου; ('Απ. 59,35—35,45)

13. 21,47 gr ἐνὸς ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ, διὰ διαβίβασης ὑδρογόνου, παρέχουν 19,07 gr μεταλλικοῦ χαλκοῦ. Νὰ εὑρεθῇ τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ χαλκοῦ. ('Απ. 62,56)

14. 2 gr ψευδαργύρου, διαλυόμενα πλήρως εἰς ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, ἐλευθερώνουν 0,0611 gr ὑδρογόνου. Τὸ αὐτὸ βάρος ψευδαργύρου προστιθέμενον εἰς περίσσειαν διαλύματος θεικοῦ χαλκοῦ, ἀντικαθιστᾷ 1,9437 gr χαλκοῦ. Νὰ εὑρεθῇ τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ χαλκοῦ. ('Απ. 81,8)

15. Δι' ἐπίδρασης ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ 1,02 gr ὀξειδίου τινός τοῦ βαρίου, λαμβάνονται 1,387 gr χλωριούχου βαρίου. Νὰ εὑρεθῇ τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ βαρίου, δοθέντος ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ χλωρίου εἶναι 35,5. ('Απ. 68,3)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΕΞΗΓΗΣΙΣ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

1. Αί πρώται θεωρίαι τής Χημείας

Ἡ εὕρεσις τῶν νόμων, οἱ ὅποιοι διέπουν τὴν συμπεριφορὰν τῆς ὕλης κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις, κατέστησεν πλέον ἀναγκαίαν τὴν δημιουργίαν μιᾶς θεωρίας, διὰ τῆς ὁποίας θὰ ἦτο δυνατόν νὰ γενικευθοῦν τὰ δεδομένα αὐτῶν καὶ νὰ ἐπιχειρηθῇ ἡ ἐρμηνεία τῶν.

Εὐκόλως γίνεται ὁμοῦ ἀντιληπτόν, ὅτι ἡ συμπεριφορὰ τῆς ὕλης κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις, ὡς ἐκφράζεται αὕτη ὑπὸ τῶν νόμων τῆς Χημείας, δὲν δύναται παρὰ νὰ ἔχη βαθυτέραν τὴν αἰτίαν τῆς εἰς τὴν σύστασιν τῆς ὕλης.

Οὕτως, ἡ προσπάθεια ἐρμηνείας τῶν νόμων τῆς Χημείας, κατέληξεν, κατὰ τὰς ἀρχὰς τοῦ 19ου αἰῶνος, εἰς τὴν διατύπωσιν τῶν πρώτων ἐπιστημονικῶν θεωριῶν περὶ τῆς συστάσεως τῆς ὕλης. Αἱ θεωρίαι αὗται εἶναι ἡ ἀτομικὴ θεωρία τοῦ Dalton (1803) καὶ ἡ συμπληρώουσα ταύτην μοριακὴ θεωρία, ἡ ὁποία ἐθεμελιώθη διὰ τῆς ὑποθέσεως τοῦ Avogadro.

2. Κλασσικὴ ἀτομικὴ θεωρία (ἀτομικὴ θεωρία τοῦ Dalton, 1803)

1. Ἱστορικόν. Ἀπὸ τοῦ Ε' π.Χ. αἰῶνος, οἱ φιλόσοφοι τῆς Νέας Ἰωνικῆς Σχολῆς (Λεύκιππος, Δημόκριτος, Ἀναξαγόρας κ. ἄ.) παρεδέχοντο τὴν **ἀσυνέχειαν τῆς ὕλης**, δηλαδὴ τὴν ἀποψιν, ὅτι ἡ ὕλη δὲν εἶναι ἐπ' ἀπειρον διαιρετὴ, ἀλλ' ἀποτελεῖται ἐξ ἀπειροελαχίστων τεμαχιδίων μὴ περαιτέρω διαιρετῶν, τὰ ὁποῖα ὠνόμασαν **ἀτόμους**.

Πολὺ βραδύτερον, κατὰ τὰς ἀρχὰς τοῦ παρελθόντος αἰῶνος, ὁ Dalton ἐπανεφένε εἰς τὸ φῶς τὴν φιλοσοφικὴν θεωρίαν τῶν Ἰώνων, δημιουργήσας ἐπὶ τῇ βάσει ταύτης, μίαν ἐπιστημονικὴν πλέον θεωρίαν, διὰ τῆς ὁποίας ἐπεξήτησεν τὴν ἐξήγησιν τῶν νόμων τῆς Χημείας, δηλαδὴ τῆς συμπεριφορᾶς τῆς ὕλης κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις.

2. Τὰ κυριότερα σημεῖα τῆς θεωρίας τοῦ Dalton. 1. Τὰ στοιχεῖα ἀποτελοῦνται ἐξ ἀπειροελαχίστων σωματιδίων ὕλης, τῶν **ἀτόμων**, τὰ ὁποῖα παραμένουν ἀναλλοίωτα κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις.

2. Τὰ ἄτομα δὲν δημιουργοῦνται οὔτε καταστρέφονται.

3. Τὰ ἄτομα ἐκάστου στοιχείου ἔχουν τὸ αὐτὸ βάρος καὶ γενικῶς εἶναι ὅμοια μεταξύ τῶν. Συνεπῶς ὑπάρχουν τόσα εἶδη ἀτόμων ὅσα καὶ στοιχεῖα.

4. Τὰ ἄτομα συνεννοῦνται πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων ὑπὸ ἀπλᾶς ἀριθμητικᾶς σχέσεις 1:2, 2:3, 1:4, 1:3 κ.ο.κ.

5. Τὸ ἀπειροελάχιστον σωματίδιον μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως—τὸ ὁποῖον σήμερον ὀνομάζομεν μόριον—ὁ Dalton τὸ ὠνόμασεν **σύνθετον ἄτομον** καὶ παρεδέχθη ὅτι περιέχει ὀρισμένον ἀριθμὸν ἀτόμων ἐξ ἐκάστου τῶν στοιχείων, ἐκ τῶν ὁποίων συνίσταται.

3. Πῶς ἐξηγοῦνται οἱ νόμοι τῆς Χημείας διὰ τῆς ἀτομικῆς θεωρίας. 1. **Νόμος τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης.** Ἐφ' ὅσον τὰ ἄτομα δὲν δημιουργοῦνται οὔτε καταστρέφονται, παραμένοντα ἀναλλοίωτα κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις, ἔπεται ὅτι θὰ ὑπάρχη ἴσος ἀριθμὸς ὁμοίων ἀτόμων εἰς τὰ ἀντιδρῶντα σώματα καὶ εἰς τὰ προϊόντα αὐτῶν.

Δεδομένου όμως ότι τὰ άτομα ἐκάστου στοιχείου ἔχουν τὸ αὐτὸ βάρος, ἔπεται ὅτι ἴσοι ἀριθμοὶ ὁμοίων ἀτόμων ἐκφράζουν ἴσα βάρη.

Ἔνεκα τούτου, τὸ βάρος τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων ἰσοῦται μὲ τὸ βάρος τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως.

2. Νόμος τῶν σταθερῶν λόγων. Τὸ μόριον μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως περιέχει ὀρισμένον ἀριθμὸν ἀτόμων ἐξ ἐκάστου τῶν στοιχείων, ἐκ τῶν ὁποίων συνίσταται. Συνεπῶς, τὰ στοιχεῖα ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν ὀρισμένης χημικῆς ἐνώσεως ὑπὸ σταθερὰν ἀναλογίαν ἀτόμων.

Δεδομένου όμως ότι τὰ άτομα ἐκάστου στοιχείου ἔχουν σταθερὸν βάρος, ἔπεται ὅτι ἡ σταθερὰ ἀναλογία ἀτόμων ἐκφράζει καὶ σταθερὰν ἀναλογίαν βαρῶν.

Ἔνεκα τούτου τὰ στοιχεῖα ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν ὀρισμένης χημικῆς ἐνώσεως ὑπὸ σταθερὰν ἀναλογίαν βαρῶν.

3. Νόμος τῶν ἀπλῶν πολλαπλασίων. Ὅταν δύο στοιχεῖα ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν περισσοτέρων τῆς μιᾶς χημικῶν ἐνώσεων, εἰς τὸ μόριον ἐκάστης ἐξ αὐτῶν περιέχεται μικρὸς ἀκέραιος ὄριθμὸς ἀτόμων ἐξ ἐκάστου στοιχείου, διότι τὰ άτομα ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν ἐνώσεων ὑπὸ ἀπλᾶς ἀριθμητικᾶς σχέσεις.

Δεδομένου όμως ότι τὰ άτομα ἐκάστου στοιχείου ἔχουν σταθερὸν βάρος, ἔπεται ὅτι οἱ μικροὶ ἀκέραιοι ἀριθμοὶ τῶν ὁμοίων ἀτόμων, παριστοῦν βάρη, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀπλᾶ πολλαπλάσια τοῦ αὐτοῦ βαρῶν.

Ἔνεκα τούτου τὰ βάρη, ὑπὸ τὰ ὁποῖα ἐν στοιχείῳ εἰσέρχεται πρὸς σχηματισμὸν διαφόρων ἐνώσεων—ἐνούμενον μὲ τὸ αὐτὸ βάρος ἄλλου στοιχείου—θὰ εἶναι ἀπλᾶ πολλαπλάσια τοῦ αὐτοῦ βαρῶν.

Καίτοι διὰ τῆς ἀτομικῆς θεωρίας ὁ Dalton ἐπέτυχε νὰ ἐξηγήσῃ ἱκανοποιητικῶς τοὺς νόμους τῆς Χημείας, οἱ ὁποῖοι ἐκφράζουν σχέσεις βαρῶν, δὲν ἤδυνήθη νὰ ἐξηγήσῃ καὶ τὸν νόμον τῶν ἀερίων ὄγκων τοῦ Gay-Lussac. Τοῦτο ἐπετεύχθη βραδύτερον διὰ τῆς ὑποθέσεως τοῦ Avogadro.

3. Ὑπόθεσις τοῦ Avogadro (μοριακὴ θεωρία)

1. Συμπεράσματα ἐκ τῆς κινητικῆς θεωρίας τῶν ἀερίων. Ἡ θεωρία αὕτη διετυπώθη πρὸς ἐξήγησιν τῆς ὁμοιομόρφου συμπεριφορᾶς τῶν ἀερίων, ἐναντι τῶν ἀυξομειώσεων τῆς πίεσεως, τῆς θερμοκρασίας καὶ τοῦ ὄγκου, ὡς αὕτη ἐκφράζεται διὰ τῶν νόμων τῶν Boyle-Mariotte καὶ Gay-Lussac.

Συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν ταύτην, τὰ ἀέρια ἀποτελοῦνται ἐξ ἀπειροελαχίστων κινητικῶς ἀνεξαρτήτων σωματιδίων, τὰ ὁποῖα κινοῦνται συνεχῶς καὶ εὐθυσγράμμως. Ταῦτα προσκρούοντα ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου περιέχονται, ἐξασκοῦν ἐπ' αὐτῶν δυνάμεις, ἀποτέλεσμα τῶν ὁποίων εἶναι ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου.

Ἐπομένως ἡ πίεσις ἀερίου τινὸς εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν συγκρούσεων τῶν σωματιδίων αὐτοῦ, εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, ὁ ὁποῖος πάλιν εἶναι διὰ δεδομένον ὄγκον ἀερίου, ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ αὐτῶν καὶ τῆς θερμοκρασίας. Διότι ἀξανακίνητος τῆς θερμοκρασίας, αὐξάνεται ἡ ταχύτης τῶν σωματιδίων, συνεπῶς καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν συγκρούσεων αὐτῶν εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

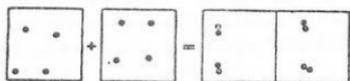
Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι ἡ πίεσις δεδομένου ὄγκου ἀερίου, ὑπὸ σταθερᾶν θερμοκρασίαν, ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σωματιδίων αὐτοῦ. Συνεπῶς ἴσοι ὄγκοι ἀερίων ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως, περιέχουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν κινητικῶς ἀνεξαρτήτων σωματιδίων.



Σχ. 11. Amedeo Avogadro
(1776—1856)

2. Τι υπέθεσαν ο Dalton. 'Ο Dalton υπέθεσαν κατ' αρχήν ότι τα κινητικώς

ανεξάρτητα σωματίδια των αερίων είναι τα άτομα, δηλαδή ότι: Ίσοι όγκοι αερίων υπό τὰς αὐτὰς συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας περιέχουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ἀτόμων. Διὰ τῆς ὑπόθεσεως ταύτης ὅμως δὲν ἠδυνήθη νὰ ἐξηγήσῃ τὰ διάφορα πειραματικὰ δεδομένα, ὡς π.χ. διατὶ 1 ὄγκος ὑδρογόνου καὶ 1 ὄγκος χλωρίου δίδουν 2 ὄγκους ὑδροχλωρίου (HCl) καὶ ὄχι ἕναν (σχ.12).



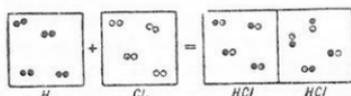
1 ὄγκ. H + 1 ὄγκ. Cl = 2 ὄγκ. HCl

Σχ. 12.

3. 'Υπόθεσις τοῦ Avogadro (1811). Διὰ νὰ ἐξηγήσῃ οὗτος τὸ γεγονός, ὅτι κατὰ τὴν ἀντίδρασιν 1 ὄγκου ὑδρογόνου καὶ 1 ὄγκου χλωρίου σχηματίζονται 2 ὄγκοι ὑδροχλωρίου, παρεδέχθη, ὅτι τὰ κινητικῶς ανεξάρτητα σωματίδια τῶν δύο αὐτῶν αερίων στοιχείων ἀποτελοῦνται ἐκ δύο ἀτόμων ἕκαστον. 'Ὁνόμασε δὲ τὰ σωματίδια ταῦτα **μόρια** (molecula=μικρὰ μᾶζα).

Ὄψω, ἐάν εἰς ὠσιόμενον ὄγκον ὑδρογόνου περιέχονται 4 μόρια (σχ. 13) εἰς ἴσον ὄγκον χλωρίου θὰ περιέχονται ἐπίσης 4 μόρια. Ἄλλὰ ἕκαστον μόριον HCl περιέχει ἓν ἄτομον H καὶ ἓν Cl συνεπῶς ἀπὸ 4 μόρια ὑδρογόνου καὶ 4 χλωρίου, ἐφ' ὅσον ταῦτα εἶναι διατομικά, θὰ παραχθοῦν 8 μόρια HCl, τὰ ὅποια θὰ καταλαμβάνουν διπλάσιον ὄγκον.

Ὄψως ὁ Avogadro στηριχθεὶς ἐπὶ τῆς παραδοχῆς, ὅτι τὰ κινητικῶς ανεξάρτητα σωματίδια (μόρια) τῶν αερίων στοιχείων εἶναι δυνατόν νὰ ἀποτελοῦνται ἀπὸ περισσότερα τοῦ ἐνὸς ἄτομα, διετύπωσε τὴν ὑπόθεσιν, ὅτι ἴσοι ὄγκοι αερίων ἢ ἀτμῶν ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν, περιέχουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων (ὕπόθεσις Avogadro).



Σχ. 13.

Ὁρίσει δὲ τὸ μόριον ὡς τὸ ἐλάχιστον ὕλικόν τεμαχίδιον σώματός τινος, τὸ ὅποιον δύναται νὰ ὑπάρξῃ ἐν ἐλευθέρῳ καταστάσει. Τὰ μόρια τῶν χημικῶν ἐνώσεων συνίστανται ἐκ διαφόρων εἰδῶν ἀτόμων, ἐνῶ τὰ μόρια τῶν στοιχείων ἐξ ὁμοίων τοιοῦτων.

4. Ἐξήγησις τοῦ νόμου τοῦ Gay-Lussac διὰ τῆς ὑποθέσεως τοῦ Avogadro.

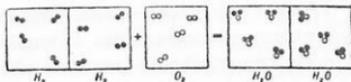
Τὰ σώματα ἀντιδρῶν ὑπὸ ἀπλᾶς ἀναλογίας μορίων καὶ σχηματίζουν προϊόντα, μετὰ τὰ ὅποια εὑρίσκονται ἐπίσης εἰς ἀπλᾶς σχέσεις μορίων.

Ἐφ' ὅσον ὁμοιως πρόκειται περὶ αερίων, αἱ ἀπλᾶι ἀναλογίαι μορίων ἐκφράζονται καὶ ἀπλᾶς ἀναλογίας ὄγκων, δεδομένου, ὅτι ἴσοι ὄγκοι αερίων περιέχουν, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, ἴσον ἀριθμὸν μορίων, καὶ ἀντιστρόφως.

Ἐφ' ὅσον λοιπὸν αἱ σχέσεις τῶν μορίων εἶναι ἀπλᾶι, προκειμένου περὶ αερίων, καὶ αἱ σχέσεις τῶν ὄγκων θὰ εἶναι ἐπίσης ἀπλᾶι, ὡς διεπίστωσεν ὁ Gay-Lussac.

5. Πότε ὁ ὄγκος τοῦ αερίου προϊόντος τῆς ἀντιδράσεως εἶναι μικρότερος τοῦ συνολικοῦ ὄγκου τῶν ἀντιδρώντων αερίων καὶ πότε διπλάσιος τοῦ ὄγκου τοῦ ὑπὸ μικροτέραν ἀναλογίαν ὄγκου εἰσερχομένου εἰς τὴν ἀντίδρασιν αερίου.

Ὁ ὄγκος τοῦ αερίου προϊόντος τῆς ἀντιδράσεως εἶναι συνήθως μικρότερος τοῦ συνολικοῦ ὄγκου τῶν ἀντιδρώντων αερίων, διότι τὰ μόρια τοῦ προϊόντος περιέχουν εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην μεγαλύτερον ἀριθμὸν ἀτόμων, ἀπὸ τὰ μόρια τῶν ἀντιδρώντων αερίων. Π.χ. 2 ὄγκοι H₂ καὶ 1 ὄγκος O₂ σχηματίζουν 2 ὄγκους ὕδατινῶν (H₂O), διότι ἀντιδρῶν 2 μόρια H₂ μετὰ 1 μόριον O₂ καὶ σχηματίζουν 2 μόρια H₂O. Καὶ τοῦτο, διότι τὰ μόρια τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ ὕδατος ἐκ δύο ἀτόμων ἕκαστον, ἐνῶ τὸ μόριον τοῦ ὕδατος ἐκ τριῶν ἀτόμων, δύο ὑδρογόνου καὶ ἐνὸς ὀξυγόνου (σχ. 14).



Σχ. 14.

Ὄταν δύο αέρια ἀντιδρῶν πρὸς σχηματισμὸν αερίου προϊόντος, παρατηρεῖται εἰς τὰς περισσοτέρας τῶν περιπτώσεων, ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ εἶναι διπλάσιος τοῦ ὄγκου τοῦ αερίου τοῦ εἰσερχομένου εἰς τὴν ἀντίδρασιν ὑπὸ τὴν μικροτέραν ἀναλογίαν ὄγκου (σχ. 13 καὶ 14).

Τούτο εξηγείται εύκολως εκ του γεγονότος, ότι εις ὅλας τὰς ἀνωτέρω περιπτώσεις, τὸ ὑπὸ μικροτέραν ἀναλογίαν εἰσερχόμενον εἰς τὴν ἀντίδρασιν ἀέριον εἶναι διατομικὸν στοιχεῖον, ἐνῶ ἀπ' ἑτέρου εἰσέρχεται ἕν μόνον ἄτομον αὐτοῦ εἰς τὸ μόριον τῆς σχηματιζομένης ἐνώσεως. Ἐπομένως, εἰς ἕκαστον μόριον τοῦ ἀερίου τούτου ἀντιστοιχοῦν δύο μόρια ἀερίου προϊόντος καὶ συνεπῶς διπλάσιος ὄγκου.

4. Ἄτομα καὶ μόρια

1. Ὁρισμὸς καὶ ιδιότητες τῶν ἀτόμων καὶ τῶν μορίων. Διὰ τῆς ἀτομικῆς θεωρίας τοῦ Dalton, τῆς ὑποθέσεως τοῦ Avogadro καὶ τῶν ἐρευνῶν ἄλλων μεγάλων χημικῶν, ὡς ὁ Cannizzaro κ.ἄ., διεμορφώθη κατὰ τὸν παρελθόντα αἰῶνα ἡ ἔννοια τοῦ ἀτόμου καὶ τοῦ μορίου ὡς ἑξῆς:

Α'. Ἄτομον εἶναι τὸ ἀπειροελάχιστον σωματίδιον ὕλης ἐνὸς στοιχείου, ὑπὸ τὸ ὁποῖον τοῦτο δύναται νὰ εἰσέλθῃ εἰς τὰς διαφόρους χημικὰς ἐνώσεις καὶ τὸ ὁποῖον παραμένει ἀναλλοιώτον κατὰ τὰ διάφορα φυσικὰ καὶ χημικὰ φαινόμενα.

α. Τὰ ἄτομα δὲν ὑποδιαιροῦνται περαιτέρω διὰ φυσικῶν ἢ χημικῶν μεθόδων, ἐφ' ὅσον, ὡς ἀνεφέρθη, παραμένουν ἀναλλοιώτα κατὰ τὰ φυσικὰ καὶ χημικὰ φαινόμενα.

β. Τὰ ἄτομα τοῦ αὐτοῦ στοιχείου εἶναι ὅλα ὅμοια μεταξύ των. Ὑπάρχουν ἐπομένως τόσα εἶδη ἀτόμων ὅσα καὶ στοιχεῖα.

γ. Διὰ συνδέσεως ἀκεραίου πάντοτε ἀριθμοῦ ἀτόμων πρὸς ἄλληλα προκύπτουν τὰ μόρια τῶν στοιχείων, ἐφ' ὅσον τὰ συνδεόμενα ἄτομα εἶναι ὅμοια, ἢ τῶν χημικῶν ἐνώσεων, ἐφ' ὅσον τὰ συνδεόμενα ἄτομα εἶναι ἀνόμοια.

δ. Τὰ ἄτομα δὲν δύνανται νὰ διατηρηθοῦν εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν εἰ μὴ μόνον κατὰ τὴν διάρκειαν χημικῶν ἀντιδράσεων, ὅποτε μεταβαίνουν ἀπὸ μορίου εἰς μόριον.

Β'. Μόριον εἶναι τὸ ἀπειροελάχιστον σωματίδιον ὕλης στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ὑπάρξῃ εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν καὶ διατηρεῖ τὰς ιδιότητας τοῦ σώματος, εἰς τὸ ὁποῖον ἀνήκει, μὴ μεταβαλλομένης τῆς συστάσεως αὐτοῦ κατὰ τὰ διάφορα φυσικὰ φαινόμενα.

α. Τὰ μόρια δὲν ὑποδιαιροῦνται περαιτέρω διὰ φυσικῶν μεθόδων, ἐφ' ὅσον ἡ σύστασις αὐτῶν δὲν μεταβάλλεται κατὰ τὰ φυσικὰ φαινόμενα, εἶναι ὅμως δυνατόν νὰ διασπασθοῦν διὰ χημικῶν μεθόδων εἰς τὰ ἄτομα, ἐκ τῶν ὁποίων συνίστανται.

β. Τὰ μόρια ἐκάστου στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως εἶναι ὅμοια μεταξύ των.

γ. Τὰ μόρια ἀποτελοῦνται ἐξ ἀκεραίου ἀριθμοῦ ἀτόμων, τὰ ὁποῖα εἰς τὸ μόριον στοιχείου εἶναι ὅμοια, ἐνῶ εἰς τὸ μόριον χημικῆς ἐνώσεως διαφέρουν, ὡς προερχόμενα ἐκ δύο ἢ περισσότερων στοιχείων.

δ. Τὰ μόρια, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ ἄτομα, δύνανται νὰ ὑπάρξουν εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν, ὅταν τὸ σῶμα εἰς τὸ ὁποῖον ἀνήκουν, εὑρίσκεται εἰς τὴν ὑγρὰν ἢ τὴν ἀέριον κατάστασιν.

Ἄτομα καὶ μόρια εἶναι, λόγῳ τοῦ ἀπειροελαχίστου αὐτῶν, ἀόρατα καὶ διὰ τοῦ ἰσχυροτέρου μικροσκοπίου. Ἐπομένως, δὲν εἶναι δυνατόν ἢ ὑπαρξῆς αὐτῶν νὰ ὑποπέσῃ εἰς τὴν ἀντίληψίν μας διὰ τῶν αἰσθήσεων. Ἡ ὕπαρξις αὐτῶν ἐγένετο ἀποδεκτὴ, διότι, διὰ τῆς ἀποδοχῆς ταύτης, κατέστη δυνατὴ ἡ ἐρμηνεῖα τῶν διαφόρων φαινομένων. Ἐκ τῶν ὑστέρων ὅμως ἐπετεύχθη διὰ διαφόρων ἐμμέσων πειραματικῶν μεθόδων, ὄχι μόνον ἡ διαπίστωσις τῆς ὑπάρξεως τῶν ἀτόμων καὶ τῶν μορίων, ἀλλ' ἀκόμη καὶ ὁ ὕπολογισμὸς τῶν διαστάσεων καὶ τῆς μάζης αὐτῶν, εἰς τρόπον ὥστε οὐδεὶς πλέον νὰ ἀμφιβάλλῃ περὶ τῆς ὑπάρξεώς των.

Αἱ ἀνωτέρω ἀπόψεις περὶ τῶν ἀτόμων καὶ μορίων, αἱ ὁποῖαι διεμορφώθησαν κατὰ τὸν παρελθόντα αἰῶνα, συνεπληρώθησαν ἐπὶ τῇ βᾶσει νεωτέρων πειραματικῶν δεδομένων, εἰς τινὰς δὲ περιπτώσεις ἀνεθεωρήθησαν. Ἄλλὰ τὰς ἀντιλήψεις τῆς συγχρόνου ἀτομικῆς θεωρίας θὰ ἐξετάσωμεν εἰς ἐπόμενον κεφάλαιον.

2. 'Ατομικότης. 'Ο άκέραιος αριθμός των ατόμων των περιεχομένων εις τὸ μόριον ενός στοιχείου καλεῖται **ατομικότης τοῦ στοιχείου**. Αὕτη συμβολίζεται δι' ενός αριθμοῦ, ὁ ὁποῖος τίθεται κάτω καὶ δεξιὰ τοῦ συμβόλου τοῦ στοιχείου καὶ καλεῖται **δείκτης**. Τὰ μόρια τῶν στοιχείων εἶναι δυνατόν νὰ περιέχουν ἀπὸ 1·8 άτομα : Μονοατομικά : εὐγενῆ ἀέρια (He, Ne, A, Kr, Xe, Rn), μέταλλα (εἰς κατάστασιν ἀτμῶν). Διατομικά : H₂, O₂, N₂, F₂, Cl₂, Br₂, J₂. Τριατομικά : O₃ τετρατομικά : P₄, As₄. 'Εξατομικά : S₆, 'Οκτατομικά : S₈.

'Αξιοσημείωτον εἶναι, ὅτι δὲν ἀνευρέθησαν στοιχεῖα μὲ ατομικότητα πέντε ἢ ἐπτά. 'Η ατομικότης πολλῶν στοιχείων μεταβάλλεται ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν, π.χ. τὸ θεῖον ἐμφανίζεται ὡς S₂, S₄, S₆ καὶ S₈ καὶ τὸ ἀρσενικὸν ὡς As₂ καὶ As₄.

5. 'Ατομικὰ καὶ μοριακὰ βάρη

'Επειδὴ τὰ βάρη τῶν ατόμων, λόγω τοῦ ἀπειροελαχίστου αὐτῶν, δὲν ἦτο δυνατόν νὰ προσδιορισθοῦν, ὁ Dalton ἐσκέφθη νὰ χρησιμοποιήσῃ εἰς τοὺς διαφόρους ὑπολογισμοὺς τὰ «σχετικὰ βάρη» αὐτῶν, δηλαδὴ ἀριθμοὺς ἐκφράζοντας τὰς σχέσεις μεταξὺ τῶν βαρῶν τῶν ατόμων τῶν διαφόρων στοιχείων.

Πρὸς τοῦτο ἔλαβεν ὡς βάσιν συγκρίσεως τὸ βάρος τοῦ ατόμου τοῦ ὑδρογόνου, ἐπειδὴ εἶναι τὸ ἐλαφρότερον πάντων, ἐκάλεσε δὲ τοὺς προκύπτοντας ἀριθμοὺς, ἐκ τῆς συγκρίσεως τῶν βαρῶν τῶν ἄλλων ατόμων μὲ αὐτό, **ατομικὰ βάρη**.

"Ὅστε, **ατομικὸν βᾶρος** στοιχείου, ἐκάλεσεν ὁ Dalton, τὸν λόγον τοῦ βάρους ενός ατόμου τοῦ στοιχείου, πρὸς τὸ βάρος ενός ατόμου ὑδρογόνου.

Κατ' ἐπέκτασιν, ἐκλήθη **μοριακὸν βᾶρος** στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως ὁ λόγος τοῦ βάρους ενός μορίου αὐτῶν, πρὸς τὸ βάρος ενός ατόμου ὑδρογόνου.

Καίτοι ὅμως ὁ Dalton ἦτο ἐκεῖνος ὁ ὁποῖος εἰσήγαγε τὴν ἔννοιαν τῶν ατομικῶν βαρῶν, δὲν κατῴρθωσε νὰ προσδιορίσῃ ταῦτα, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν πειραματικῶς εὐρισκομένων σταθερῶν σχέσεων μεταξὺ τῶν βαρῶν, ὑπὸ τὰ ὁποῖα τὰ στοιχεῖα εἰσέρχονται πρὸς σχηματισμὸν ὀρισμένης χημικῆς ἐνώσεως. Καὶ τοῦτο, διότι δὲν ἐγνώριζε τὰς ἀριθμητικὰς σχέσεις, ὑπὸ τὰς ὁποίας τὰ ἄτομα συνενδύονται πρὸς σχηματισμὸν τῶν διαφόρων ἐνώσεων.

'Ο προσδιορισμὸς τῶν μοριακῶν καὶ ατομικῶν βαρῶν ἐπετεύχθη βραδύτερον χάρις εἰς τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Avogadro καὶ τὴν συμπλήρωσιν ταύτης ὑπὸ τοῦ Cannizzaro.

Ὄτω μὲ βάσιν συγκρίσεως τὸ βάρος τοῦ ατόμου τοῦ ὑδρογόνου, τὸ ατομικὸν βᾶρος τοῦ ὀξυγόνου εὐρέθη ἴσον πρὸς 16. 'Εν συνεχείᾳ ὑπελογίσθησαν τὰ ατομικὰ βάρη τῶν ἄλλων στοιχείων διὰ συγκρίσεως πρὸς τὸ 1/16 τοῦ βάρους τοῦ ατόμου τοῦ ὀξυγόνου. Τοῦτο δέ, διότι οἱ ὑπολογισμοὶ ἐγένοντο ἐπὶ τῇ βάσει τῶν πειραματικῶς εὐρισκομένων σχέσεων βαρῶν, κατὰ τὰς ἀντιδράσεις τῶν διαφόρων στοιχείων μὲ τὸ ὀξυγόνου; μετὰ τοῦ ὁποῖου τὰ πλεῖστα τῶν στοιχείων ἀντιδροῦν εὐκόλως, ἐνῶ τοῦτο δὲν συμβαίνει μὲ τὸ ὀξυγόνου.

'Ακριβέστερον ὅμως μετρήσεις, γενόμεναι βραδύτερον, ἀπέδειξαν, ὅτι τὸ ἄτομον τοῦ ὀξυγόνου δὲν εἶναι 16 φορές βαρύτερον τοῦ ατόμου τοῦ ὑδρογόνου, ἀλλὰ 15,873.

Ὄτω τὸ 1/16 τοῦ βάρους τοῦ ατόμου τοῦ ὀξυγόνου δὲν συνέπιπτε πλέον μὲ τὴν ἀρχικῶς ὀρισθεῖσαν βάσιν συγκρίσεως, δηλαδὴ τὸ βάρος τοῦ ατόμου τοῦ ὑδρογόνου.

Διὰ νὰ μὴ μεταβληθοῦν ὅμως τὰ ἤδη ὀρισθέντα ατομικὰ βάρη τῶν στοιχείων, ἐκρίθη σκοπιμότερον νὰ ὀρισθῇ τὸ ατομικὸν βᾶρος τοῦ ὀξυγόνου ὡς 16 καὶ ὡς βάσις συγκρίσεως νὰ λαμβάνεται τὸ 1/16 τοῦ βάρους τοῦ ατόμου αὐτοῦ. Μὲ τὴν νέαν ταύτην βάσιν συγκρίσεως τὸ ατομικὸν βᾶρος τοῦ ὑδρογόνου εἶναι 1,008.

Κατὰ συνέπειαν : **'Ατομικὸν βᾶρος στοιχείου καλεῖται ὁ ἀριθμὸς, ὁ ὁποῖος καθορίζεται, πῶσας φορές εἶναι βαρύτερον τὸ ἄτομον τοῦ στοιχείου ἀπὸ τὸ 1/16 τοῦ βάρους τοῦ ατόμου τοῦ ὀξυγόνου.**

Μοριακὸν βᾶρος στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως καλεῖται ὁ ἀριθμὸς, ὁ ὁποῖος καθορίζεται, πῶσας φορές εἶναι βαρύτερον τὸ μόριον τοῦ στοιχείου ἢ τῆς χημικῆς ἐνώσεως ἀπὸ τὸ 1/16 τοῦ βάρους τοῦ ατόμου τοῦ ὀξυγόνου.

$$\begin{aligned} \text{Ἦτοι,} \quad \text{ατομικὸν βάρους} &= \frac{\text{βάρους 1 ἀτόμου στοιχείου}}{1/16 \text{ βάρους τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου}} \\ \text{καὶ} \quad \text{μοριακὸν βάρους} &= \frac{\text{βάρους 1 μορίου στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως}}{1/16 \text{ βάρους τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου}} \end{aligned}$$

Ὡς συνάγεται ἐκ τῶν δοθέντων ὀρισμῶν, τὰ ἀτομικὰ καὶ μοριακὰ βάρη, ὡς λόγοι βαρῶν, εἶναι καθαρὸι ἀριθμοὶ (ἄνευ διαστάσεων), οἱ ὅποιοι ὅμως ἐπιτρέπουν τὴν σύγκρισιν μεταξὺ τῶν βαρῶν τῶν ἀτόμων καὶ τῶν μορίων τῶν διαφόρων σωμάτων.

Τὸ μοριακὸν βάρους στοιχείου ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τοῦ ἀτομικοῦ βάρους ἐπὶ τὴν ἀτομικότητα αὐτοῦ, π.χ. Α.Β. ὀξυγόνου (O_2)=16 καὶ Μ.Β.= $16 \times 2=32$.

Τὸ μοριακὸν βάρους μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν γινομένων τῶν ἀτομικῶν βαρῶν, τῶν περιεχομένων εἰς αὐτὴν στοιχείων, ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων ἐκάστου ἐξ αὐτῶν, τῶν περιεχομένων εἰς τὸ μόριον τῆς ἐνώσεως.

Π.χ. Μ.Β. $H_2SO_4 = 1 \cdot 2 + 32 \cdot 1 + 16 \cdot 4=98$ ἔνθα 1, 32 καὶ 16 εἶναι ἀντιστοίχως τὰ ἀτομικὰ βάρη τῶν H, S καὶ O καὶ 2, 1 καὶ 4 ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων ἐκάστου ἐξ αὐτῶν εἰς τὸ μόριον τοῦ H_2SO_4 .

6. Γραμμοάτομα καὶ γραμμομόρια

Ἐκ τοῦ ὀρισμοῦ τοῦ ἀτομικοῦ βάρους συνάγεται, ὅτι ἐὰν λάβωμεν μάζαν τῶν γραμμαρίων ἐξ οἰουδήποτε στοιχείου, ὅσον τὸ ἀτομικὸν βάρους αὐτοῦ, ἢ μάζα αὕτη θὰ περιέχῃ πάντοτε τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ἀτόμων. Τὴν μάζαν αὕτην καλοῦμεν γραμμοάτομον(*).

Ἦτοι, γραμμοάτομον στοιχείου καλεῖται μάζα τῶν γραμμαρίων ἐξ αὐτοῦ ὅσον εἶναι τὸ ἀτομικὸν τοῦ βάρους. Π.χ. Α.Β.Ν.=14 καὶ 1 gr/atom N=14 gr.

Καθ' ὅμοιον τρόπον συνάγεται ὅτι ποσότης μάζης ἐξ ἐνὸς σώματος, τῶν γραμμαρίων, ὅσον εἶναι τὸ μοριακὸν βάρους αὐτοῦ, περιέχει πάντοτε τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων, δι' οἰονδήποτε σῶμα. Τὴν μάζαν αὕτην καλοῦμεν γραμμομόριον.

Ἦτοι, γραμμομόριον (Mol) στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως, καλεῖται μάζα τῶν γραμμαρίων ἐξ αὐτῶν, ὅσον εἶναι τὸ μοριακὸν τῶν βάρους. Π.χ. Μ.Β. $H_2SO_4=98$ καὶ 1 mol $H_2SO_4=98$ gr.

Ἐπειδὴ εἶναι ἀναγκαῖα ἢ γνῶσις σχέσεων βαρῶν μεταξὺ τῶν διαφόρων σωμάτων, αἱ ὅποια νὰ ἐκφράζων συγχρόνως καὶ τὰς ἀριθμητικὰς σχέσεις μεταξὺ τῶν ἀτόμων καὶ τῶν μορίων αὐτῶν, τὸ γραμμομόριον καὶ τὸ γραμμοάτομον ἀπετέλεσαν τὰς συνήθεις μονάδας μάζης διὰ τοὺς χημικοὺς ὑπολογισμοὺς.

Ἐκ τῶν δοθέντων ὀρισμῶν συνάγεται ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων τῶν περιεχομένων εἰς ἓν γραμμοάτομον οἰουδήποτε στοιχείου, εἶναι ὁ αὐτὸς μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν μορίων, τῶν περιεχομένων εἰς ἓν γραμμομόριον οἰουδήποτε σώματος. Π.χ. Α.Β. Ν=14 καὶ ἐπειδὴ τὸ ἄζωτον εἶναι διατομικόν, Μ.Β.=28. Ἐὰν λοιπὸν 28 gr. ἄζωτου περιέχουν Ν μόρια, τότε τὰ 14gr αὐτοῦ περιέχουν Ν ἄτομα.

Συμφῶνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων ἐνὸς στοιχείου εἰς τὸ μόριον μιᾶς ἐνώσεως, δεικνύει συγχρόνως καὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν γραμμοατόμων τοῦ στοιχείου εἰς τὸ γραμμομόριον τῆς ἐνώσεως.

Π.χ. εἰς ἓν μόριον ὕδατος (H_2O) περιέχονται 2 ἄτομα H καὶ 1 ἄτομον O συνεπῶς εἰς ἓν γραμμομόριον ὕδατος (=18 gr) περιέχονται 2 gr/atom H (=2.1 gr) καὶ 1 gr/atom O (=16 gr). Οὕτω, διὰ τῶν ἀνωτέρω εἶναι δυνατὸν νὰ μετατρέπωμεν μίαν σχέσιν ἀτόμων εἰς σχέσιν βαρῶν καὶ ἀντιστρόφως.

(*) Τὸ ὅτι ἓνα γραμμοάτομον οἰουδήποτε στοιχείου περιέχει τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ἀτόμων συνάγεται ὡς ἑξῆς :

$$\text{Ἀτομικὸν βάρους στοιχείου } A = \frac{\text{βάρους 1 ἀτόμου στοιχείου } A \text{ (=α gr)}}{1/16 \text{ βάρους ἀτόμου ὀξυγόνου (=β gr)}} \quad \eta \quad \alpha \text{ gr}=A \cdot B \cdot \chi \text{ gr}$$

*Αριθμὸς ἀτόμων εἰς 1 γραμμοάτομον = $\frac{1 \text{ γραμμοάτομον (=A} \cdot B \cdot \chi \text{ gr)}}{\text{βάρους 1 ἀτόμου στοιχείου (=α gr)}} = \frac{A \cdot B \cdot \chi \text{ gr}}{A \cdot B \cdot \chi \text{ gr}} = \frac{1}{\beta}$ ἦτοι ἀριθμὸς σταθερὸς δι' οἰονδήποτε στοιχείον.

7. Άριθμός του Αβογάδρο ή σταθερά του Loschmidt

Ο σταθερός αριθμός των μορίων των περιεχομένων εις έν γραμμομόριον παντός σώματος, υπό οιασδήποτε συνθήκας—ό οποίος ίσοῦται με τόν αριθμόν των ατόμων εις τό γραμμοάτομον παντός στοιχείου—κατέστη δυνατόν νά προσδιορισθῆ διά διαφόρων πειραματικών μεθόδων, εύρεθεις ἴσος πρὸς $6,025 \times 10^{23}$. Ὁ ἀριθμός οὗτος συμβολίζεται διά τοῦ Ν καί καλεῖται **ἀριθμός τοῦ Αβογάδρο** ἢ **σταθερά τοῦ Loschmidt**.

$N = 6,025 \cdot 10^{23}$ μόρια / Mol	Άριθμός τοῦ Αβογάδρο ἢ σταθερά τοῦ Loschmidt
---------------------------------------	--

Διά τῆς σταθερᾶς τοῦ Loschmidt δυνάμεθα νά ὑπολογίσωμεν τὰ βάρη των ατόμων καί των μορίων, ὡς καί τόν ἀριθμόν αὐτῶν εις δοθέν βάρος σώματος γνωστοῦ μοριακοῦ βάρους.

Π.χ. 1) Νά εύρεθῆ τό βάρος τοῦ μορίου τοῦ ὑδρογόνου :

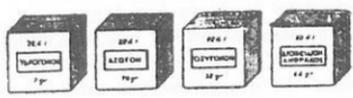
$$\frac{6,025 \times 10^{23} \text{ μόρια } H_2 \text{ ζυγίζουν } 2 \text{ gr } (=1 \text{ Mol})}{1} \times = 0,33 \cdot 10^{-23} \text{ gr}$$

2) Νά εύρεθῆ ὁ ἀριθμός των μορίων των περιεχομένων εις 1 gr H₂O :

$$\frac{18 \text{ gr } H_2O (=1 \text{ mol}) \text{ περιέχουν } 6,025 \cdot 10^{23} \text{ μόρια}}{1 \text{ gr}} \times = 0,33 \cdot 10^{23} \text{ μόρια}$$

8. Μοριακός ἢ γραμμομοριακός ὄγκος

Συμφώνως πρὸς τήν ὑπόθεσιν τοῦ Αβογάδρο, ἴσοι ὄγκοι ζερίων περιέχουν, ὑπὸ τὰς αὐτάς συνθήκας, τόν αὐτόν ἀριθμόν μορίων. Καί, ἀντιστρόφως, ὠρισμένος ἀριθμός μορίων ἀερίου καταλαμβάνει, ὑπὸ τὰς αὐτάς συνθήκας, σταθερόν ὄγκον.



Σχ. 15

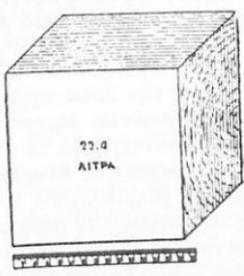
Ἄλλά, ὡς ἐλέχθη, ἕνα γραμμομόριον παντός σώματος, περιέχει, ὑπὸ οιασδήποτε συνθήκας, τόν αὐτόν ἀριθμόν μορίων.

Συνεπῶς, ἕνα γραμμομόριον παντός σώματος εις ἀέριον κατάστασιν, καταλαμβάνει, ὑπὸ τὰς αὐτάς συνθήκας, σταθερόν ὄγκον. Ὁ ὄγκος αὗτος καλεῖται **μοριακός ὄγκος** (V_m) καί ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας (0° C καί 760 mmHg) ἴσοῦται πρὸς 22,4 lt (σχ. 15).

Ἦτοι, μοριακός ἢ γραμμομοριακός ὄγκος καλεῖται ὁ ὄγκος ἐνὸς γραμμομορίου. Ὄταν δὲ τὸ σῶμα εὐρίσκεται εις ἀέριον κατάστασιν καί ὑπὸ Κ.Σ. ἴσοῦται με 22,4 lt.

Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω ἔάν $d = m/v$ ἢ πυκνότης ἀερίου τινός εις gr/lt, ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας, θά ἰσχύει ἢ σχέσις: $d = \text{mol} / V_m$ ἢ

$1 \text{ Mol} = 22,4 \cdot d$



Σχ. 16

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω τύπου δυνάμεθα νά εὑρωμεν τό μοριακόν βάρος ἀγνώστου ἀερίου, ἔάν γνωρίζωμεν τήν πυκνότητα αὐτοῦ. Καί ἀντιθέτως, ἔάν γνωρίζωμεν τό μοριακόν βάρος ἀερίου τινός, δυνάμεθα νά ὑπολογίσωμεν τήν πυκνότητα αὐτοῦ καί συνεπῶς τόν ὄγκον δεδομένης μάζης αὐτοῦ ἢ ἀντιστρόφως.

Κατ' ἐπέκτασιν ἐκλήθη **ἀτομικός ὄγκος** ὁ ὄγκος ἐνὸς γραμμοατόμου στοιχείου. Οὗτος ἴσοῦται προφανῶς με τό πηλίκον τοῦ μοριακοῦ ὄγκου τοῦ στοιχείου, διά τῆς ἀτομικότητος αὐτοῦ. Π.χ. ὁ ἀτομικός ὄγκος των ἀερίων διατομικῶν στοιχείων ἴσοῦται ὑπὸ Κ.Σ. με 11,2 lt.

9. Σθένος

1. Όρισμός. Διά της άτομικής και της μοριακής θεωρίας κατέστη δυνατόν να εύρεθούν αι αριθμητικά σχέσεις, υπό τας οποίας ένοούνται τὰ άτομα τών διαφόρων στοιχείων, επί τῆ βάσει τών πειραματικῶς εύρισκομένων σχέσεων βαρῶν ἢ ὄγκων, κατά τὰς μεταξύ των αντιδράσεις.

Οὕτως ἀπεδείχθη ὅτι τὰ άτομα ἐκάστου στοιχείου ἔχουν ὠρισμένην ἐνωτικὴν ἱκανότητα, ἐξαρτωμένην ἐκ τῆς φύσεως αὐτῶν, ἐπεκράτησεν δὲ νὰ ἐκφράζεται αὕτη δι' ἑνὸς ἀριθμοῦ, ὁ ὁποῖος καλεῖται **σθένος**. Ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς ἰσοῦται πρὸς τὸ πηλίκον τοῦ ἀτομικοῦ βάρους τοῦ στοιχείου διὰ τοῦ χημικοῦ του ἰσοδυναμοῦ. Ἦτοι :

$$\text{σθένος (n)} = \frac{\text{ἀτομικὸν βᾶρος}}{\text{χημικὸν ἰσοδύναμον}} \quad (1)$$

Ἐπειδὴ τὸ άτομον τοῦ ὑδρογόνου εἰς τὰς πλείστας περιπτώσεις, δὲν ἐνοῦται μὲ περισσότερα τοῦ ἑνὸς άτομα ἄλλου στοιχείου, ἐλήφθη τοῦτο ὡς βᾶσις διὰ τὸν καθορισμὸν τοῦ σθένους τῶν στοιχείων. Ἦτοι ὠρίσθη ὡς **σθένος στοιχείου ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων τοῦ ὑδρογόνου μὲ τὰ ὁποῖα ἰσοδυναμεῖ χημικῶς, δηλαδὴ ἐνοῦται ἡ ἀντικαθιστᾶ ἕν άτομον τοῦ στοιχείου τούτου.**

Π.χ. εἰς τὰς ἐνώσεις: HCl, H₂O, NH₃ καὶ CH₄ τὸ σθένος τοῦ στοιχείου, τὸ ὁποῖον ἐνοῦται μὲ τὸ ὑδρογόνον εἶναι ἀντιστοίχως: 1, 2, 3 καὶ 4.

Ἐὰν ἕν στοιχεῖον δὲν ἐνοῦται οὔτε ἀντικαθιστᾶ τὸ ὑδρογόνον, εύρισκομεν τὸ σθένος αὐτοῦ διὰ συγκρίσεως πρὸς ἕτερον στοιχεῖον γνωστοῦ σθένους. Π.χ. ὁ Cu εἰς τὴν ἐνωσιν CuO ἔχει σθένος 2, διότι ἕν άτομον Cu ἰσοδυναμεῖ μὲ ἕν άτομον ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον ἰσοδυναμεῖ ὡς γνωστὸν μὲ 2 άτομα ὑδρογόνου.

Τὰ οὕτω ὀρισθέντα σθένη τῶν στοιχείων εἶναι ἀκέραιοι ἀριθμοὶ κυμαινόμενοι ἀπὸ 1 ἕως 8. Τὸ σθένος τῶν εὐγενῶν ἀερίων θεωρεῖται μηδέν, διότι ταῦτα οὐδεμίαν δεικνύουν ἐνωτικὴν ἱκανότητα.

2. Μεταβλητότης τοῦ σθένους. Ἐκ τοῦ τύπου (1) συνάγεται ὅτι ἕν στοιχεῖον παρουσιάζει τόσα σθένη ὅσα καὶ χημικὰ ἰσοδύναμα. Εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν ἕν στοιχεῖον ἔχει περισσότερα τοῦ ἑνὸς σθένη, τὸ σθένος, τὸ ὁποῖον θὰ ἐμφανίζῃ ἐκάστοτε, θὰ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ στοιχείου, μετὰ τοῦ ὁποίου θὰ ἐνωθῇ, καὶ ἐκ τῶν συνθηκῶν.

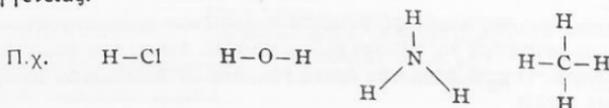
Οὕτω εύρέθη ὅτι τὸ σθένος πολλῶν στοιχείων ὅταν ἐνοῦνται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου εἶναι διάφορον τοῦ σθένους, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζουν ὅταν ἐνοῦνται μετὰ τοῦ ὑδρογόνου. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς ἀπεδείχθη ὅτι τὸ **ἄθροισμα τῶν σθενῶν ἐνὸς στοιχείου ὡς πρὸς ὀξυγόνον καὶ ὡς πρὸς ὑδρογόνον δὲν ὑπερβαίνει ποτὲ τὸν ἀριθμὸν ὀκτώ (κανὼν τοῦ Abegg).**

Π.χ.

HCl	I	H ₂ S	II	NH ₃	III	CH ₄	IV
Cl ₂ O ₇	VII	SO ₂	VI	N ₂ O ₅	V	CO ₂	IV

Ἀντὶ τῶν ὄρων «σθένος ὡς πρὸς ὀξυγόνον» καὶ «σθένος ὡς πρὸς ὑδρογόνον», χρησιμοποιοῦνται σήμερον, ἀντιστοίχως, οἱ ὄροι **θετικὸν σθένος** καὶ **ἀρνητικὸν σθένος**. Κυμαίνονται δὲ τὰ οὕτω ὀρισθέντα σθένη μεταξύ - 4 καὶ + 8.

3. Συντακτικὴ θεωρία. Μετὰ τὴν εἰσαγωγὴν τῆς ἐννοίας τοῦ σθένους εἰς τὴν Χημείαν, ἐδημιουργήθη ἡ **συντακτικὴ θεωρία**, διὰ τῆς ὁποίας ἐπιεξητήθη ἡ ἐξήγησις τῆς συντάξεως τῶν διαφόρων μορίων, δηλ. ἡ εύρεσις τοῦ τρόπου μὲ τὸν ὁποῖον συνδέονται τὰ άτομα τῶν στοιχείων ἐντὸς τῶν μορίων τῶν χημικῶν ἐνώσεων. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦνται οἱ **συντακτικοὶ τύποι**, εἰς τοὺς ὁποίους τὰ σθένη τῶν στοιχείων παρίστανται διὰ μικρῶν γραμμῶν, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **μονάδες σθένους** ἢ **μονάδες συγγενείας**.



4. Το φαινόμενο της ύπαρξεως ώρισμμένης ένωτικης Ικανότητος εις τὰ άτομα εκάστου στοιχείου, ως και ο τρόπος συνδέσεως αυτών εντός των μορίων, εξηγήθησαν σήμεραν πλήρως δια τών νεωτέρων θεωριών περί τής δομής των ατόμων. Δι' αυτών διεμορφώθη ή έννοια του ηλεκτρονικού σθένους, την οποίαν θά γνωρίσωμεν εις επόμενον κεφάλαιον.

10. Ρίζαι

Ρίζαι καλούνται ακόρεστα συγκροτήματα ατόμων, τὰ όποια απομένουν εκ του μορίου μιās χημικής ένωσης, μετά την άφαιρείσιν ενός ή περισσοτέρων ατόμων έξ αυτού. Αι ρίζαι δέν ύπάρχουν εις έλευθέραν κατάστασιν και εκάστη έξ αυτών συμπεριφέρεται ως έν άτομον, μεταφερομένη από μορίου εις μόριον κατά τās χημικάς αντίδράσεις. Ός ρίζαι θεωρούνται και τὰ άτομα των στοιχείων, τὰ όποια έχουν άτομικήτητα μεγαλυτέραν τής μονάδος.

Π.χ. το ύδροξύλιον ($-OH$) είναι μία ρίζα προκύπτουσα εκ του μορίου του ύδατος (H_2O) δι' αφαιρέσεως ενός ατόμου ύδρογόνου. Το άτομον του χλωρίου θεωρείται επίσης ως ρίζα ($Cl-$) προκύπτουσα εκ του μορίου του χλωρίου (Cl_2) δι' αφαιρέσεως ενός ατόμου χλωρίου.

Δέον να σημειωθῆ, ότι αι ρίζαι, όταν είναι ηλεκτρικώς φορτισμένοι, δηλαδή υπό μορφήν $I \delta \nu \tau \omega \nu$, είναι δυνατόν να ύπάρχουν εις έλευθέραν κατάστασιν. 'Αφ' ης στιγμής όμως άπωλέσουν το ηλεκτρικόν των φορτίον, παύουν να εμφανίζονται ως αθύπαρκτοι μονάδες ύλης και μεταπίπτουν άμέσως εις μόρια ένώσεων.

Σθένος ρίζης καλείται ο αριθμός των ατόμων του ύδρογόνου ή ίσοδυνάμου προς αυτό στοιχείου, με τὰ όποια δύναται αυτή να ένωθῆ, δια τὰ σχηματίση μόριον κεκορεσμένης ένωσης.

Το σθένος μιās ρίζης ίσοῦται με το άλγεβρικόν άθροισμα των σθενών των ατόμων, εκ των οποίων συνίσταται, αι πλείσται δε έξ αυτών έχουν σθένος άρνητικόν.

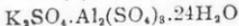
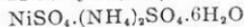
ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Άσκήσεις εύρέσεως του μοριακού βάρους εκ του χημικού τύπου

16. Να εύρεθῆ το μοριακόν βάρος του όξυγόνου (O_2), του όζοντος (O_3), του φωσφόρου εις κατάστασιν ατόμων (P_4) και του σιδήρου.

17. Να εύρεθῆ το μοριακόν βάρος του φωσφορικού όξέος (H_3PO_4).

18. Να εύρεθούν τὰ μοριακά βάρη των ένώσεων, αι όποια έχουν τους κατωτέρω χημικούς τύπους :



2. Άσκήσεις επί των γραμμομορίων και των γραμμοατόμων

19. Πόσα γραμμομόρια είναι τὰ 3,65 gr ύδροχλωρίου (HCl) και τὰ 6 gr όξικου όξέος ($C_2H_4O_2$) ; ('Απ. 0,1 mol)

20. Πόσα mol είναι τὰ 17,55 gr χλωριούχου νατρίου ($NaCl$) και τὰ 169,28 gr αιθυλικής άλκοόλης (C_2H_6O) ; ('Απ. 0,3 mol—3,22 mol)

21. Πόσα γραμμάκια είναι τὰ 3,2 mol του θειικού όξέος (H_2SO_4) ; ('Απ. 313,6 gr)

22. Πόσα γραμμοάτομα είναι τὰ 70 gr άζώτου και πόσα γραμμάκια τὰ 6 γραμμοάτομα του όξυγόνου ; ('Απ. 5 gr/atom—96 gr)

23. Ποιον το βάρος ενός μορίου όξυγόνου ; ('Απ. $5,31 \times 10^{-23}$ μόρια)

24. Ποίος ο αριθμός των μορίων των περιεχομένων εις 200 gr άνθρακικού άσβεστίου ($CaCO_3$) ; ('Απ. $12,05 \times 10^{23}$ μόρια)

25. Πόσα γραμμομόρια και πόσα μόρια περιέχονται εις 60 gr αιθανίου (C_2H_6) ; ('Απ. 2 mol—2 N μόρια)

26. Πόσα γραμμοάτομα, πόσα άτομα και πόσα γραμμάρια άνθρακος περιέχονται εις 60 gr αιθανίου (C_2H_6); ('Απ. 4 gr/atom—4 N άτομα—48 gr)
27. Πόσα γραμμάρια άμμωνίας (NH_3) περιέχουν ίσον αριθμόν μορίων με 196 gr θειικού όξέος (H_2SO_4); ('Απ. 34 gr)
28. Πόσα γραμμάρια μεθανίου (CH_4) περιέχουν τόν αυτόν αριθμόν ατόμων ύδρογόνου με 80 gr αιθανίου (C_2H_6); ('Απ. 64 gr)
29. Ποία ποσότης περιέχει μεγαλύτερον αριθμόν μορίων, 5 gr διοξειδίου του άνθρακος (CO_2) ή 5 gr άμμωνίας (NH_3); ('Απ. 6 gr NH_3)
30. Έξ τινος διαλύματος KCl άπομακρύνονται δι' έξατμίσεως 6,2 mol H_2O και παραμένουν ώς στερεόν υπόλειμμα 0,2 mol KCl. Πόσα γραμμάρια KCl εύρίσκοντο διαλελυμένα εις 10 cm^3 ύδατος. ('Απ. 1,335 gr)
31. Διαλύομεν 5 mol C_2H_5OH εις 20 mol H_2O . Ποία θά είναι ή έκατοστιαία σύστασις του διαλύματος κατά βάρος; ('Απ. 38,98% - 61,02%)

3. Άσκήσεις επί τής ύποθέσεως Avogadro και του μοριακού όγκου

32. Ένα λίτρον αερίου τινός υπό κανονικάς συνθήκας ζυγίζει 0,7708 gr. Νά εύρεθ ή τόν μοριακόν βάρος αυτού. ('Απ. 17,265)
33. Νά εύρεθ ή τόν βάρος 1 lt άκετυλενίου (C_2H_2) και 5 lt διοξειδίου του θείου (SO_2). Δίδεται ότι τά σώματα αυτά είναι άέρια. ('Απ. 1,16 gr. 9,821 gr)
34. Νά εύρεθ ή ή πυκνότης του άτμοσφαιρικού άέρος εις gr/lt. Δίδεται ότι ή κατ' όγκον σύστασις του άτμοσφαιρικού άέρος είναι : 80% N_2 και 20% O_2 . ('Απ. 1,289 gr/lt)
35. Τέσσαρα δοχεία Α, Β, Γ, Δ περιέχουν μεθάνιον (CH_4) όξυγόνον, άζώτον και μονοξειδίου του άνθρακος (CO). Δέν γνωρίζομεν ποιόν άέριον περιέχει έκαστον. Είναι γνωστόν όμως τόν βάρος του άερίου εις έκαστον δοχείον : 2, 1, 1,75 και 1,75 γραμμάρια αντίστοιχως. Η χωρητικότης των δοχείων είναι ή αυτή και εύρίσκονται υπό τας αυτάς συνθήκας. Εις ποιόν δοχείον περιέχεται έκαστον άέριον; ('Απ. Α: O_2 , Β: CH_4 , Γ: N_2 , Δ: CO)
(Εισαγωγικά έξετάσεις 'Ιατρικής Σχολής Θεσ/νίκης 54)
36. Πόσα γραμμάρια ύδρογόνου περιέχουν τόν αυτόν αριθμόν μορίων με 3000 cm^3 N_2 μετρηθέντα υπό Κ. Σ.; ('Απ. 9,267 gr)
37. Μίγμα ύδρογόνου και όξυγόνου έχει, υπό Κ.Σ., όγκον 10 lt και ζυγίζει 7,4gr. Νά εύρεθ ή κατ' όγκον σύστασις μίγματος. ('Απ. 5,14 lt H_2 - 4,86 lt O_2)
38. Οί όγκοι τούς όποιους καταλαμβάνουν ίσοβαρείς ποσότητες όξυγόνου και άζώτου, υπό τας αυτάς συνθήκας, έχουν λόγον 7 : 8. Νά εύρεθ ή τόν μοριακόν βάρος του άζώτου, δοθέντος, ότι τόν μοριακόν βάρος του όξυγόνου είναι 32. ('Απ. 28)
39. Πόσα γραμμάρια άμμωνίας καταλαμβάνουν, υπό τας αυτάς συνθήκας, τόν αυτόν όγκον, τόν όποιον καταλαμβάνουν 4 γραμμάρια μεθανίου (CH_4); ('Απ. 4,25 gr)
40. 200 cm^3 όξυγόνου, μετρηθέντα υπό Κ.Σ., συμπιέζονται υπό σταθεράν θερμοκρασίαν μέχρις ότου άποκτήσουν όγκον 130 cm^3 . Προσδιορίσατε τόν βάρος 30 cm^3 του συμπιεσθέντος αερίου. ('Απ. 0,0659 gr)
41. Οί όγκοι, τούς όποιους καταλαμβάνουν ίσοβαρείς ποσότητες ύδρογόνου, όξυγόνου και άζώτου, υπό κανονικάς συνθήκας είναι : 250 cm^3 , 15,625 cm^3 και 17,865 cm^3 αντίστοιχως. Δεδομένου, ότι τόν μοριακόν βάρος του όξυγόνου είναι 32, νά εύρεθουν τά μοριακά βάρη των άλλων στοιχείων. ('Απ. H_2 : 2, N_2 : 28)
42. Έν λίτρον άτμοσφαιρικού άέρος ζυγίζει 1,293 gr. Ποία ή κατ' όγκον περιεκτικότητα αυτού εις άζώτον και όξυγόνον, άν δεχθώμεν, ότι άποτελείται μόνον εκ των δύο αυτών αερίων; ('Απ. 76%, 24%)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΧΗΜΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΗ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

1. Σκοπός του χημικού συμβολισμού

Ὁ χημικός συμβολισμός, ὡς τὸν ἐννοοῦμεν σήμερον, δὲν εἶναι ἀπλῶς ἡ σύντομος ἀπεικόνισις διὰ συμβόλων τῶν διαφόρων σωμάτων καὶ τῶν μεταξὺ αὐτῶν χημικῶν ἀντιδράσεων, ἀλλ' ἀποτελεῖ τὴν βάσιν παντὸς χημικοῦ ὑπολογισμοῦ.

Οἱ χημικοὶ τύποι, οἱ παριστῶντες τὰς χημικὰς ἐνώσεις, ἀποδίδονται διὰ τῶν συμβόλων τῶν ἀτόμων, τῶν περιεχομένων εἰς τὸ μόριόν των, εἰς τρόπον, ὥστε νὰ ἀποδίδεται συγχρόνως καὶ ἡ μεταξὺ αὐτῶν ἀριθμητικὴ σχέσηις.

Αἱ χημικαὶ ἐξισώσεις, διὰ τῶν ὁποίων συμβολίζονται αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις, ἀποδίδονται διὰ τῶν χημικῶν τύπων τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων καὶ τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως, εἰς τρόπον, ὥστε νὰ ἐκφράζεται συγχρόνως καὶ ἡ ἀριθμητικὴ σχέσηις μεταξὺ τῶν μορίων των.

Ἐφ' ὅσον ὁμως αἱ ἀριθμητικαὶ σχέσεις μεταξὺ ἀτόμων καὶ μορίων ἐκφράζουσι συγχρόνως τὰς σχέσεις μεταξὺ γραμμοατόμων καὶ γραμμομορίων, γίνεται εὐκόλως ἀντιληπτόν, ὅτι διὰ τοῦ καθιερωθέντος χημικοῦ συμβολισμοῦ, ἀποδίδονται αἱ σχέσεις βαρῶν καὶ ὄγκων μεταξὺ τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων καὶ τῶν προϊόντων των.

Οὕτω, ὁ χημικός συμβολισμός, δημιουργηθεὶς ἐπὶ τῇ βάσει τῶν συμπερασμάτων τῆς ἀτομικῆς καὶ τῆς μοριακῆς θεωρίας, ἀπέτελεσε τὴν βάσιν τῶν χημικῶν ὑπολογισμῶν καὶ συνέβαλε, τὰ μέγιστα εἰς τὴν περαιτέρω πρῶοδον τῆς Χημείας.

2. Τὰ χημικὰ σύμβολα

Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνας καὶ οἱ Αἰγύπτιοι καὶ βραδύτερον οἱ ἀλχημιστοὶ ἐχρησιμοποιοῦν διάφορα σύμβολα διὰ τὴν παράστασιν τῶν διαφόρων σωμάτων, τὰ ὅποια ἐγνώριζον.

Ὁ Dalton κατὰ τὸν 19^{ον} αἰῶνα, ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ἀτομικῆς θεωρίας τὴν ὁποίαν διέτύπωσε καθιέρωσεν ἰδιαίτερον σύμβολον διὰ τὸ ἄτομον ἐκάστου στοιχείου καὶ διὰ τοῦ συνδυασμοῦ τῶν συμβόλων αὐτῶν συνεβόλιζε τὰς χημικὰς ἐνώσεις. Δὲν διὰ τοῦ συνδυασμοῦ τῶν συμβόλων αὐτῶν κατὰ τρόπον ὀρθόν διότι δὲν ἐγνώριζε τὸν ἠθυνηθῆ ὁμως νὰ ἀποδώσῃ αὐτάς



ΧΡΥΣΟΣ ΑΡΓΥΡΟΣ ΣΙΔΗΡΟΣ ΧΑΛΚΟΣ ΜΟΛΥΒΔΟΣ ΚΑΣ/ΡΟΣ ΥΔΡ/ΡΟΣ
Σχ. 17. Ἀλχημιστικὰ σύμβολα τῶν μετάλλων.

○ ὀδρογόνον	● ἄνθραξ	⊙ χαλκός	⊕ αἰθυλένιον (C ₂ H ₄)
○ δευγόνον	⊕ θεῖον	⊖ μόλυβδος	⊖ μεθάνιον (CH ₄)
⊕ ἀζωτον	⊕ φωσφόρος	⊖ ὕδωρ (H ₂ O)	⊖ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακός (CO ₂)
		⊖ ἀμμωνία (NH ₃)	⊖ μονοξειδίον τοῦ ἀνθρακός (CO)

Σχ. 18 Τὰ σύμβολα τοῦ Dalton

ἀκριβῆ ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων, ἐντὸς τοῦ μορίου ἐκάστης χημικῆς ἐνώσεως, ὡς καταφαίνεται καὶ ἐκ τοῦ ἀνωτέρω σχήματος.

Ὁ χρησιμοποιούμενος σήμερον χημικός συμβολισμός ὑπεδείχθη ὑπὸ τοῦ Berze-

lius (1779—1848). Κατ' αὐτόν, τὰ ἄτομα τῶν διαφόρων στοιχείων παρίστανται ὑπὸ τοῦ ἀρχικοῦ γράμματος τῆς λατινικῆς τῶν ὀνομασίας. Π.χ.

τὸ ὕδρογονόν	παρίσταται	διὰ	συμβόλου	H	ἐκ	τοῦ	λατινικοῦ	Hydrogenium
» θείου	»	»	»	S	»	»	»	Sulfur
» ἄζωτον	»	»	»	N	»	»	»	Nitrogenium

Ὅταν τὰ ὀνόματα δύο ἢ περισσοτέρων στοιχείων ἀρχίζουν διὰ τοῦ ἰδίου γράμματος, παρατίθεται τοῦ ἀρχικοῦ γράμματος καὶ ἓν ἐκ τῶν ἐπομένων. Π.χ.

τὸ βόριον	παρίσταται	διὰ	τοῦ	συμβόλου	B	ἐκ	τοῦ	λατινικοῦ	Boron
» βάριον	»	»	»	Ba	»	»	»	»	Barium
» βρώμιον	»	»	»	Br	»	»	»	»	Bromum
» βισμούθιον	»	»	»	Bi	»	»	»	»	Bismouth

Τὰ ἀνωτέρω σύμβολα δὲν παριστοῦν μόνον ἀνὰ ἓν στοιχεῖον ἕκαστον, ἀλλ' ἐπίσης ἓν ἄτομον τοῦ στοιχείου ὡς καὶ καθωρισμένην ποσότητα ἴση πρὸς τὸ γραμμοάτομον αὐτοῦ. Π.χ. τὸ σύμβολον **O** παριστᾷ : α) τὸ στοιχεῖον ὀξυγόνον, β) ἓν ἄτομον ὀξυγόνου καὶ γ) ἓν γραμμοάτομον ὀξυγόνου, ἧτοι 16 gr.

Ἄλλ' ὡς ἀπεδείχθη, τὰ ἄτομα τῶν στοιχείων δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρξουν εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν, πλὴν τῶν περιπτώσεων, κατὰ τὰς ὁποίας τὸ μόριόν των ἀποτελεῖται ἐξ ἐνὸς μόνου ἀτόμου, ὅποτε ἡ ἔννοια τοῦ ἀτόμου καὶ τοῦ μορίου ταυτίζονται. Ἐπομένως παρίσταται ἀνάγκη συμβολισμοῦ τῶν μορίων τῶν στοιχείων, τὰ ὁποία δύνανται νὰ ὑπάρξουν εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν καὶ εἰσέρχονται εἰς τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις. Πρὸς τοῦτο τίθεται κάτω καὶ δεξιὰ τοῦ συμβόλου ἐκάστου στοιχείου μικρὸς ἀριθμὸς, ὁ ὁποῖος καλεῖται δείκτης καὶ ὁ ὁποῖος δεικνύει τὴν ἀτομικότητα τοῦ στοιχείου. Ἐφ' ὅσον ἡ ἀτομικότης εἶναι ἴση πρὸς τὴν μονάδα ὁ δείκτης παραλείπεται.

Ἄφ' ἑτέρου, διὰ τὴν ἀπόδοσιν τῶν ἀριθμητικῶν σχέσεων μεταξὺ τῶν μορίων κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις, τίθεται ἀριστερὰ τοῦ συμβόλου τοῦ στοιχείου ἀέριαις ἀριθμὸς καλούμενος συντελεστής, ὁ ὁποῖος παριστᾷ τὸ πλῆθος τῶν μορίων (ὁ συντελεστὴς 1 παραλείπεται).

Π.χ. ἡ παράστασις $2N_2$, συμβολίζει : α) τὸ στοιχεῖον ἄζωτον, β) δύο μόρια ἀζώτου, γ) ὅτι τὸ μόριον τοῦ ἀζώτου εἶναι διατομικόν, δ) δύο γραμμομόρια ἀζώτου, ἧτοι $2 \times 28 = 56$ gr.

Τὰ οὕτω ὀρισθέντα σύμβολα τῶν στοιχείων ἀποτελοῦν τὴν βάσιν διὰ τὴν συνοπτικὴν παράστασιν τῶν χημικῶν ἐνώσεων, διὰ τῶν χημικῶν τύπων, καὶ τῶν χημικῶν φαινομένων διὰ τῶν χημικῶν ἐξισώσεων.

3. Χημικοὶ τύποι

Χημικοὶ τύποι καλοῦνται αἱ παραστάσεις, διὰ τῶν ὁποίων συμβολίζομεν τὰς χημικὰς ἐνώσεις. Ἐφ' ὅσον ὁμοίαι χημικαὶ ἐνώσεις συνίστανται ἐκ στοιχείων, δυνάμεθα, ἀντὶ νὰ προσφύγωμεν διὰ τὸν συμβολισμόν αὐτῶν εἰς ἰδιαίτερα σύμβολα, νὰ χρησιμοποιήσωμεν τὰ σύμβολα τῶν στοιχείων, ἐκ τῶν ὁποίων συνίστανται. Κατ' αὐτόν τὸν τρόπον, ὁ χημικὸς τύπος μιᾶς ἐνώσεως ἐκφράζει συγχρόνως καὶ τὴν ποιοτικὴν σύστασιν ταύτης.

Ἄφ' ἑτέρου, διὰ καταλλήλων δεικτῶν, εἰς ἕκαστον σύμβολον στοιχείου, ἐκφράζομεν τὴν ἀριθμητικὴν σχέσιν τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων, ἐντὸς τοῦ μορίου τῆς ἐνώσεως.

Οὕτω, συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω, ἕκαστος χημικὸς τύπος παριστᾷ : α) μίαν χημικὴν ἐνωσιν, β) τὴν ποιοτικὴν σύστασιν ταύτης - δηλαδὴ ἐκ ποίων στοιχείων ἀποτελεῖται - ὡς καὶ γ) τὴν ποσοτικὴν σύστασιν - δηλαδὴ τὴν σχέσιν τῶν βαρῶν, ὑπὸ τὰ ὁποία τὰ στοιχεῖα εἰσέρχονται πρὸς σχηματισμόν τῆς.

Σήμερα χρησιμοποιούνται διάφορα είδη χημικών τύπων, οι οποίοι εκφράζουν πάντα τα άνωτέρω, ενώ συγχρόνως αποδίδουν και ζετερα στοιχεία περι της ένωσης, την όποιαν παριστούν.

Οι χρησιμοποιούμενοι σήμερα χημικοί τύποι είναι οι εξής :

1. Έμπειρικοί τύποι καλούνται οι χημικοί τύποι, οι όποιοι παριστούν το είδος των ατόμων των συνιστώντων το μόριον μιās ένωσης, ως και την μεταξύ αυτών αριθμητικήν σχέσιν. Δέν παριστούν όμως ούτοι τον ακριβή αριθμόν των ατόμων, των περιεχομένων εις το μόριον της χημικής ένωσης.

Π.χ. ο έμπειρικός τύπος του μεθανίου $(CH_4)_x$ — ένθα x άκέραιος αριθμός—παριστά, ότι τα άτομα του άνθρακος και του ύδρογονού, τα συνιστώντα το μόριον αυτού, έχουν σχέσιν 1 : 4.

Οι έμπειρικοί τύποι, συμφώνως προς τα άνωτέρω, εκφράζουν την ποιοτικήν και ποσοτικήν σύστασιν της ένωσης, την όποιαν παριστούν, όχι όμως και το μοριακόν βάρος ταύτης.

Διά να εύρωμεν τον έμπειρικόν τύπον μιās χημικής ένωσης, πρέπει να γνωρίζωμεν την εκατοστιαίαν σύστασιν ταύτης ή τα σχετικά βάρη, υπό τα όποια τα στοιχεία εισέρχονται προς σχηματισμόν της.

Διά να καθορίσωμεν τον έμπειρικόν τύπον μιās χημικής ένωσης, εργαζόμεθα ως εξής :

Α'. Διαιρούμεν την επί τοίς εκατόν περιεκτικότητα της ένωσης εις έκαστον των στοιχείων αυτής (ή το σχετικόν βάρος τούτων), διά του αντίστοιχου ατομικού βάρους.

Οι ούτω προκύπτοντες αριθμοί εκφράζουν την αριθμητικήν σχέσιν μεταξύ των γραμμοατόμων των στοιχείων εις 100 gr της ένωσης.

Β'. Την προκύπτουσαν σχέσιν γραμμοατόμων τρέπομεν εις άκεραίαν, διαιρούνη τους εύρεθέντας αριθμούς διά του μικροτέρου έξ αυτών.

Έάν οι αριθμοί, οι προκύπτοντες εκ της διαιρέσεως, δέν είναι άκεραίοι, πολλαπλασιάζομεν άπαντας επί τον μικρότερον άκεραιον αριθμόν, επί τον όποιον πολλαπλασιαζόμενοι παρέχουν ως γινόμενα άκεραίους αριθμούς.

Οι προκύπτοντες ούτω άκεραίοι αριθμοί εκφράζουν την αναλογίαν γραμμοατόμων, υπό την όποιαν ένούνται τα στοιχεία και συνεπώς την αναλογίαν υπό την όποιαν ένούνται τα άτομα αυτών. Τούς αριθμούς αυτούς τοποθετούμεν ως δείκτας, έκάον εις το σύμβολον τοΐ αντίστοιχου στοιχείου, σχηματιζόμενου τοιουτοτρόπως του έμπειρικού τύπου της ένωσης.

Π.χ. α) **Νά εύρεθῆ ὁ Ε.Τ. ένωσης, ἡ ὁποία περιέχει 75% C και 25% H.**

$$A' \quad C : \frac{75}{12} = 6,25 \text{ γραμμοάτομα} \quad H : \frac{25}{1} = 25 \text{ γραμμοάτομα}$$

$$B' \quad C : \frac{6,25}{6,25} = 1 \quad H : \frac{25}{6,25} = 4 \quad \text{Ἡτοι, Ε.Τ.} = (CH_4)_x$$

β) **179,24 gr μολύβδου ένούνται με 20,76 gr ὀξυγόνου προς σχηματισμόν ὀξειδίου. Νά εύρεθῆ ὁ έμπειρικός τύπος αυτού.**

$$Pb : \frac{179,24}{207,2} = 0,865 \quad Pb : \frac{0,865}{0,865} = 1 \quad Pb : 1 \times 2 = 2$$

$$\text{Ἡτοι, Ε.Τ.} = (Pb_2O_2)_x$$

$$O : \frac{20,76}{16} = 1,298 \quad O : \frac{1,298}{0,864} = 1,5 \quad O : 1,5 \times 2 = 3$$

2. Μοριακοί τύποι καλούνται οι χημικοί τύποι, οι όποιοι παριστούν το είδος και τον ακριβή αριθμόν των ατόμων, των περιεχομένων εις το μόριον μιās χημικής ένωσης. Έκφράζουν επομένως την ποιοτικήν και την ποσοτικήν σύστα-

σιν τῆς ἐνώσεως — ὡς καὶ οἱ ἐμπειρικοὶ τύποι — ἐπὶ πλέον ὁμῶς καὶ τὸ μοριακὸν βάρους ταύτης.

Π.χ. ὁ μοριακὸς τύπος τοῦ μεθανίου CH_4 παριστᾷ, ὅτι εἰς τὸ μόριον αὐτοῦ περιέχονται τέσσαρα ἄτομα ὑδρογόνου καὶ ἓν ἄτομον ἀνθρακός.

Τὸ μοριακὸν βάρους μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως εὐρίσκεται ἐκ τοῦ μοριακοῦ τύπου αὐτῆς, δι' ἀθροίσσεως τῶν γινομένων τοῦ ἀτομικοῦ βάρους ἐκάστου τῶν στοιχείων, τῶν περιεχομένων εἰς αὐτήν, ἐπὶ τὸν ἀντίστοιχον δείκτην.

Π.χ. τὸ μοριακὸν βάρους τοῦ μεθανίου εὐρίσκεται ὡς ἑξῆς :

$$C = 12 \times 1 = 12, \quad H = 1 \times 4 = 4, \quad \text{M.B. } \text{CH}_4 = 12 + 4 = 16$$

Οἱ μοριακοὶ τύποι εἶναι οἱ συνήθεις χημικοὶ τύποι, τοὺς ὁποίους χρησιμοποιοῦμεν εἰς τὴν Ἀνόργανον Χημίαν, ἕκαστος δὲ ἐξ αὐτῶν παριστᾷ :

- μὴν χημικὴν ἔνωσιν,
- ἓν μόριον τῆς χημικῆς ἐνώσεως,
- καθωρισμένην μᾶζαν τῆς ἐνώσεως, ἴσην πρὸς τὸ γραμμομόριον αὐτῆς,
- τὴν ποσοτικὴν σύστασιν τῆς ἐνώσεως,
- τὴν ποσοτικὴν σύστασιν τῆς ἐνώσεως, ἥτοι τὴν σχέσιν τῶν βαρῶν, ὑπὸ τὰ ὁποῖα τὰ στοιχεῖα εἰσέρχονται πρὸς σχηματισμὸν τῆς ἐνώσεως.

Π.χ. ὁ μοριακὸς τύπος H_2SO_4 παριστᾷ :

- μὴν χημικὴν ἔνωσιν, τὸ θεικὸν ὄξύ,
- ἓν μόριον θεικοῦ ὄξεος,
- ἓν γραμμομόριον θεικοῦ ὄξεος = 98gr.
- ὅτι τὸ θεικὸν ὄξύ ἀποτελεῖται ἀπὸ H, S καὶ O,
- ὅτι τὰ στοιχεῖα H, S καὶ O εἰσέρχονται πρὸς σχηματισμὸν θεικοῦ ὄξεος, ὑπὸ ἀναλογίαν βάρους, 2 : 32 : 64.

Διὰ τὸν καθορισμὸν τοῦ μοριακοῦ τύπου μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὸ μοριακὸν βάρους αὐτῆς, ἐργαζόμεθα δὲ ὡς ἀκολουθῶς :

Α'. Ἐὰν γνωρίζωμεν τὸν ἐμπειρικὸν τύπον τῆς ἐνώσεως. Ἐξισώνομεν αὐτὸν μὲ τὸ Μ.Β. τῆς ἐνώσεως καὶ ἀντικαθιστῶμεν τὰ σύμβολα διὰ τῶν ἀτομικῶν βαρῶν τῶν στοιχείων, τὰ ὁποῖα παριστοῦν. Τὴν προκύπτουσαν οὕτω ἐξίσωσιν λύομεν ὡς πρὸς τὸν ἄγνωστον x τοῦ Ε. Τ. Τέλος, διὰ πολλαπλασιασμοῦ τῶν δεικτῶν τοῦ Ε. Τ. ἐπὶ τὴν εὐρεθεῖσαν ἀκεραῖαν τιμὴν τοῦ x , προκύπτει ὁ μοριακὸς τύπος τῆς ἐνώσεως.

Π.χ. νὰ εὐρεθῇ ὁ Μ. Τ. ἐνώσεως, τῆς ὁποίας ὁ Ε. Τ. εἶναι $(\text{CH}_2\text{O})_x$ καὶ τὸ Μ. Β. = 180.

$$(\text{CH}_2\text{O})_x = 180 \quad \text{ἢ} \quad (12 + 2 + 16)_x = 180 \quad 30x = 180 \quad \text{καὶ} \quad x = 6$$

Ἄρα ὁ Μ.Τ. εἶναι $(\text{CH}_2\text{O})_6$ ἢ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

Β'. Ἐὰν γνωρίζωμεν τὴν ἑκατοστιαίαν σύστασιν μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως ἢ τὰ σχετικὰ βάρη, ὑπὸ τὰ ὁποῖα τὰ στοιχεῖα εἰσέρχονται πρὸς σχηματισμὸν τῆς, ὡς καὶ τὸ Μ.Β. αὐτῆς, δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν ἀπ' εὐθείας τὸν μοριακὸν τύπον τῆς χημικῆς ἐνώσεως, εὐρίσκοντες δι' ἀπλῆς μεθόδου τῶν τριῶν τὸν ἀριθμὸν τὸν γραμμομορίων εἰς τὸ γραμμομόριον τῆς χημικῆς ἐνώσεως.

Π.χ. μὴ χημικὴ ἔνωσις περιέχει 83,35% C καὶ 16,65% H. Νὰ εὐρεθῇ ὁ Μ.Τ. αὐτῆς ἐὰν γνωρίζωμεν ὅτι ἔχει Μ.Β. = 72.

εἰς 100 gr ἐνώσεως περιέχονται 83,35 gr C	X = $\frac{83,35 \times 72}{103}$ gr = 60 gr C
» 72 gr » (=1 mol) » X ;	

εἰς 100 gr ἐνώσεως περιέχονται 16,65 gr H	X = $\frac{16,65 \times 72}{108}$ gr = 12 gr H
» 72 » » (=1 mol) » X ;	

Ἐπομένως, εἰς 1 mol ἑνώσεως (= 72 gr) περιέχονται : $\frac{60}{12}=5$ γραμμοάτομα C

καὶ $\frac{12}{1} = 12$ γραμμοάτομα H. Ἦτοι, ὁ μοριακὸς τύπος τῆς ἑνώσεως εἶναι : C_5H_{12}

Καὶ ἀντιθέτως, ἐὰν γνωρίζωμεν τὸν μοριακὸν τύπον μιᾶς χημικῆς ἑνώσεως, δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν εὐκόλως τὴν ἑκατοστιαίαν σύστασιν ταύτης.

Π.χ. νὰ εὐρεθῇ ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τοῦ θειικοῦ ὀξέος (H_2SO_4)

M.B. $H_2SO_4=1 \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 98$.

98 gr H_2SO_4 περιέχουν 2 gr H, 32 gr S καὶ 64 gr O	$X_1 = 2,2gr$	$X_2 = 32,5 gr$
100 » » » » X_1 » X_2 » X_3 »		$X_3 = 65,3 gr$

Ἦτοι, ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τοῦ H_2SO_4 εἶναι : H=2,2%, S=32,5% καὶ O=65,3%.

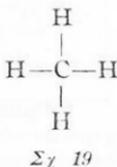
Συμβαίνει πολλάκις δύο ἢ περισσότεραι ἑνώσεις νὰ ἔχουν τὴν αὐτὴν ποιοτικὴν καὶ ποσοτικὴν σύστασιν, ἐπομένως τὸν αὐτὸν ἐμπειρικὸν τύπον, ἀλλὰ τὰ μοριακὰ τῶν βάρη νὰ εἶναι ἀκέραια πολλαπλάσια ἀλλήλων ἢ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ. Αἱ ἑνώσεις αὗται καλοῦνται **πολυμερεῖς** καὶ τὸ φαινόμενον **πολυμέρεια**.

Π.χ. α) εἰς τὸν E.T. $(CH)_n$ ἀντιστοιχοῦν δύο πολυμερεῖς ἑνώσεις, ἔχουσαι ἀντιστοιχῶς μοριακὸν τύπον : C_2H_2 (ἀκετυλένιον, M.B.=26) καὶ C_6H_6 (βενζόλιον, M.B.=78).

β) εἰς τὸν E.T. $(CH_2O)_n$ ἀντιστοιχοῦν πολλοὶ πολυμερεῖς ἑνώσεις ὡς αἱ ἀκόλουθοι : $C_2H_4O_2$ (ὀξικόν, ὄξύ, M.B.=60), $C_6H_{12}O_6$ (γαλακτικὸν ὄξύ, M.B.=90), $C_6H_{12}O_6$ (γλυκόζη, M.B.=180) κ. ἄ.

3. Συντακτικοὶ τύποι καλοῦνται οἱ χημικοὶ τύποι, οἱ ὁποῖοι, πλὴν τῆς ποιοτικῆς καὶ ποσοτικῆς συστάσεως καὶ τοῦ μοριακοῦ βάρους μιᾶς χημικῆς ἑνώσεως, παριστοῦν καὶ τὸν τρόπον συνδέσεως τῶν ἀτόμων ἐντὸς τοῦ μορίου αὐτῆς. Ἦτοι ἐκφράζουν ὅ,τι καὶ οἱ μοριακοὶ τύποι, ἐπὶ πλέον δὲ τὴν ἀρχιτεκτονικὴν τοῦ μορίου μιᾶς χημικῆς ἑνώσεως εἰς τὸ ἐπίπεδον.

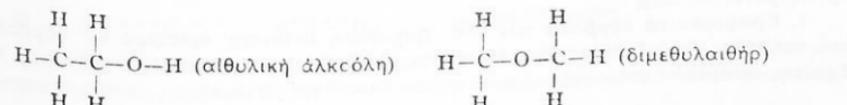
Π.χ. ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ μεθανίου (σχ. 19) παριστᾷ, ὅτι τὸ ἄτομον τοῦ ἀνθρακὸς συνδέεται ἐντὸς τοῦ μορίου τοῦ μεθανίου ἀπ' ἐυθείας μὲ τέσσαρα ἄτομα ὕδρογόνου, διὰ μιᾶς μονάδος συγγενείας μὲ ἕκαστον.



Οἱ συντακτικὶ τύποι εἶναι οἱ συνηθέστερον χρησιμοποιούμενοι χημικοὶ τύποι εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημείαν, λόγῳ τοῦ φαινομένου τῆς ἰσομερείας, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζεται εἰς μεγάλον βαθμὸν εἰς αὐτὴν, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὴν Ἀνόργανον Χημείαν, εἰς τὴν ὁποίαν εἶναι πολὺ σπάνιον.

Ἴσομερεια καλεῖται τὸ φαινόμενον ἐκεῖνο, κατὰ τὸ ὁποῖον δύο ἢ περισσότεραι ἑνώσεις, ἐνῶ ἔχουν τὸν αὐτὸν μοριακὸν τύπον, παρουσιάζουν διαφορετικὰς φυσικὰς καὶ χημικὰς ἰδιότητας, λόγῳ τοῦ διαφόρου τρόπου συνδέσεως τῶν ἀτόμων εἰς τὸ μόριον ἐκάστης ἐξ αὐτῶν. Αἱ ἑνώσεις αὗται καλοῦνται **ἰσομερεῖς**. Ἦτοι, ἰσομερεῖς καλοῦνται αἱ χημικαὶ ἑνώσεις, αἱ ὁποῖαι ἔχουν τὸν αὐτὸν μοριακὸν, ἀλλὰ διάφορον συντακτικὸν τύπον.

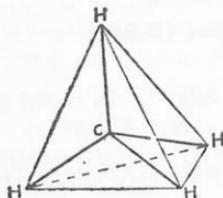
Π.χ. εἰς τὸν μοριακὸν τύπον C_2H_6O ἀντιστοιχοῦν δύο ἰσομερεῖς ἑνώσεις, τῶν ὁποίων εἰς συντακτικὶ τύποι εἶναι :



Ἐπομένως, ὁ συντακτικὸς τύπος μιᾶς χημικῆς ἑνώσεως καθορίζεται διὰ διαφόρων ἀντιδράσεων, αἱ ὁποῖαι ἀποκαλύπτουν τὸν τρόπον συνδέσεως τῶν ἀτόμων ἐντὸς τοῦ μορίου

αυτής. Και αντίθετως, ο συντακτικός τύπος μιας χημικής ένωσης μας αποκαλύπτει διαφόρους χημικές ιδιότητες ταύτης.

4. Στερεοχημικοί τύποι καλούνται οι χημικοί τύποι, οι οποίοι δεικνύουν, *δ,τι* και οι συντακτικοί, *ἐπί* πλέον δὲ και τὴν διάταξιν τῶν ἀτόμων τοῦ μορίου μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως εἰς τὸν ὥρον, ἤτοι τὴν ἀρχιτεκτονικὴν τοῦ μορίου εἰς τὸν ὥρον.

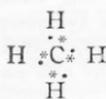
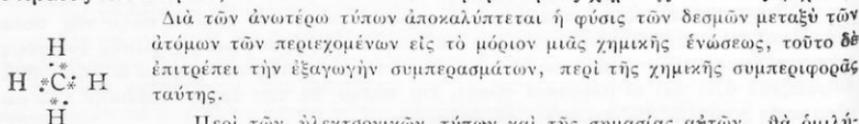


Σχ. 20

Π.χ. ὁ στερεοχημικὸς τύπος τοῦ μεθανίου, εἶναι ὁ εἰκονιζόμενος εἰς τὸ σχῆμα 20. Οὗτος παριστᾷ, ὅτι τὸ ἄτομον τοῦ ἄνθρακος εὐρίσκεται εἰς τὸ κέντρον κανονικοῦ τετραέδρου, εἰς τὰς κορυφὰς τοῦ ὁποίου εὐρίσκονται τὰ ἄτομα τοῦ ὕδρογόνου. Ἡ χρησιμοποίησις τῶν στερεοχημικῶν τύπων καθίσταται ἀναγκαία εἰς τινὰς περιπτώσεις, λόγῳ τοῦ φαινομένου τῆς στερεοϊσομερείας.

Στερεοϊσομέρεια καλεῖται τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ ὁποῖον δύο ἢ περισσότεραι χημικαὶ ἐνώσεις, ἐνῶ ἔχουν τὸν αὐτὸν συντακτικὸν τύπον, παρουσιάζουν διαφορὰς εἰς τινὰς ιδιότητες, λόγῳ τῆς διαφορῆς διατάξεως τῶν ἀτόμων τοῦ μορίου εἰς τὸν ὥρον. Αἱ ἐνώσεις αὗται καλοῦνται στερεοϊσομερεῖς. Τὸ φαινόμενον τῆς στερεοϊσομερείας θὰ τὸ μελετήσωμεν λεπτομερέστερον εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημείαν, εἰς τὴν ὁποίαν καὶ ἀπαντᾷται κυρίως.

5. Ἠλεκτρονικοὶ τύποι καλοῦνται οἱ χημικοὶ τύποι, οἱ ὁποῖοι δεικνύουν, *δ,τι* καὶ οἱ συντακτικοί, *ἐπί* πλέον δὲ και τὴν κατανομήν τῶν ἠλεκτρονίων τῆς ἐξωτερικῆς στιβάδος τῶν ἀτόμων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸ μόριον μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως. (σχ. 21).



Σχ. 21

Περὶ τῶν ἠλεκτρονικῶν τύπων καὶ τῆς σημασίας αὐτῶν, θὰ ὁμιλήσωμεν ἐκτενέστερον εἰς τὰ περὶ ἠλεκτρονικοῦ σθένους καὶ χημικῶν δεσμῶν.

4. Γραφὴ τῶν χημικῶν τύπων

1. Πρακτικὸς κανὼν διὰ τὴν γραφὴν τῶν χημικῶν τύπων. Διὰ τὴν γραφὴν τῶν χημικῶν τύπων (*) τῶν περισσοτέρων ἐνώσεων τῆς Ἀνοργάνου Χημείας, θεωροῦμεν, ὅτι τὸ μόριον ἐκάστης ἐξ αὐτῶν ἀποτελεῖται ἐκ δύο τμημάτων, τὰ ὁποῖα εἶναι ἄτομα ἢ ρίζαι. Ἐξ αὐτῶν τὸ ἓν ἔχει θετικὸν καὶ τὸ ἄλλο ἀρνητικὸν σθένος.

Τὰ τμήματα ταῦτα, ἐκ τῶν ὁποίων συνίσταται τὸ μόριον τῆς χημικῆς ἐνώσεως, ἀποδίδονται ὑπὸ τῆς ὀνομασίας ταύτης, χάρις εἰς τὸ σύστημα τῆς χημικῆς ὀνοματολογίας, τὸ ὁποῖον θὰ μελετήσωμεν εἰς τὴν ἐπομένην παράγραφον.

Ἐὰν γνωρίζωμεν τὰ σθένη τῶν δύο αὐτῶν τμημάτων, δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν τοὺς δείκτας τῶν, διότι ὁ λόγος τῶν σθενῶν τῶν εἶναι ἀντίστροφος τοῦ λόγου, ὁ ὁποῖος ἐκφράζει τὴν ἀριθμητικὴν σχέσιν αὐτῶν, ἐντὸς τοῦ μορίου τῆς ἐνώσεως Π. Χ. $\text{Al}_2^{\text{III}}\text{O}_3^{\text{II}}$, $\text{Sn}^{\text{IV}}\text{O}_2^{\text{II}}$ κ.ο.κ.

Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω, ἐὰν γνωρίζωμεν τὰ τμήματα, ἐκ τῶν ὁποίων συνίσταται τὸ μόριον μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως, εὐρίσκομεν τὸν μοριακὸν τῆς τύπον, ἐργαζόμενοι ὡς ἐξῆς :

1. Γράφομεν τὰ σύμβολα τῶν δύο τμημάτων, θέτοντες ὀριστερὰ τὸ σύμβολον τοῦ τμήματος, τοῦ ἔχοντος θετικὸν σθένος καὶ δεξιὰ τὸ σύμβολον τοῦ τμήματος, τοῦ ἔχοντος ἀρνητικὸν σθένος.

(*) Λέγοντες ἀπλῶς «χημικὸς τύπος» θὰ ἐννοοῦμεν ἀπὸ τοῦδε τὸν μοριακὸν τύπον μιᾶς ἐνώσεως.

2. Διαιρούμεν τὰ σθένη τῶν δύο τμημάτων διὰ τοῦ μεγίστου κοινοῦ διαιρέτου αὐτῶν—παραλείποντες τὰ σημεῖα των—καὶ τοποθετοῦμεν τὰ προκύπτοντα πηλικά ὡς Φείκτας τῶν δύο τμημάτων, ἀντιθέτως.

Ἐάν ὁ Μ.Κ.Δ. τῶν σθενῶν εἶναι ἡ μονάς, τότε τὸ σθένος ἐκάστου τμήματος ἀναγράφεται ἀπλῶς ὡς δείκτης τοῦ ἐτέρου, παραλειπομένου τοῦ σημεῖου του.

Δέον νὰ ληφθῆ εἰσέτι ὑπ' ὄψιν, ὅτι : α) ὁ δείκτης 1 παραλείπεται καὶ β) ἐάν ὁ δείκτης μῖας ρίζης εἶναι διάφορος τῆς μονάδος, αὕτη τίθεται ἐντὸς παρενθέσεως. Π.χ.

ἽΟξειδιον τοῦ κασσίτερου	$\text{Sn}^{++++}\text{O}^{--}$	Μ.Κ.Δ.=2	ἦτοι	Μ.Τ.= SnO_2
» » ἄσβεστιοῦ	$\text{Ca}^{++}\text{O}^{--}$	Μ.Κ.Δ.=2	»	Μ.Τ.= CaO
» » νατρίου	Na^+O^{--}	Μ.Κ.Δ.=1	»	Μ.Τ.= Na_2O
» » ἀργιλίου	$\text{Al}^{+++}\text{O}^{--}$	Μ.Κ.Δ.=1	»	Μ.Τ.= Al_2O_3
Ἐθεικὸν νάτριον	$\text{Na}^+\text{SO}_4^{--}$	Μ.Κ.Δ.=1	»	Μ.Τ.= Na_2SO_4
Χλωριδοῦχον ἀμμώνιον	NH_4^+Cl^-	Μ.Κ.Δ.=1	»	Μ.Τ.= NH_4Cl
Φωσφορικὸν ἀργίλλιον	$\text{Al}^{+++}\text{PO}_4^{--}$	Μ.Κ.Δ.=3	»	Μ.Τ.= AlPO_4
Φωσφορικὸν ἄσβεστιον	$\text{Ca}^{++}\text{PO}_4^{--}$	Μ.Κ.Δ.=1	»	Μ.Τ.= $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
Νιτρικὸς μόλυβδος	$\text{Pb}^{++}\text{NO}_3^-$	Μ.Κ.Δ.=1	»	Μ.Τ.= $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
Ἐθεικὸν ἄσβεστιον	$\text{Ca}^{++}\text{SO}_4^{--}$	Μ.Κ.Δ.=2	»	Μ.Τ.= CaSO_4

Ἐξ ὧλων τῶν ἀνωτέρω προκύπτει, ὅτι διὰ τὴν ὀρθὴν γραφὴν τῶν χημικῶν τύπων εἶναι ἀπαραίτητος ἡ τελεία γνώσις τῶν σθενῶν τῶν στοιχείων καὶ ριζῶν.

2. Χθένη στοιχείων. Πρὸς διευκόλυνσιν τῆς ἀπομνημονεύσεως τῶν σθενῶν τῶν κυριωτέρων στοιχείων παρατίθεται ὁ κατωτέρω πίναξ :

Μέταλλα		Ἄμεταλλα	
Li, K, Na, Ag	+1	Pb	+2, (+4)
Mg, Ca, Ba, Zn	+2	Ni	+2, (+3)
Al, Bi	+3	Co	+2, (+3)
Cu, Hg	+1, +2	Mn	+2, (+3, +4, +6, +7)
Fe	+2, +3	Cr	+3, (+2, +6)
Sn, Pt	+2, +4	Au	+3, (+1)
		H	+1, (-1)
		F(-1), Cl, Br, I, J	-1, (+1+3, +5, +7)
		O	-2
		S	-2, +4, +6
		N, P, As, Sb	-3, +3, +5
		C, Si	-4, +4
		B	+3

Παρατηρήσεις 1. Τὰ μέταλλα ἔχουν πάντοτε σθένος θετικόν.

2. Τὸ ὀξυγόνον ἔχει πάντοτε σθένος ἀρνητικόν (-2).

3. Τὸ ὕδρογόνον ἔχει θετικὸν σθένος (+1), εἰς τὰς ἐνώσεις του με ἀμέταλλα, καὶ ἀρνητικὸν (-1), εἰς τὰς ἐνώσεις του με μέταλλα. Π.χ. Ca^+H_2^- , Na^+H^- .

4. Τὸ σημεῖον τοῦ σθένους τῶν λοιπῶν ἀμετάλλων ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν στοιχείων, μετὰ τῶν ὁποίων ἐνοῦνται ταῦτα :

α) Εἰς τὰς ἐνώσεις των με μέταλλα ἢ με ὕδρογόνον ἔχουν ἀρνητικὸν σθένος.

Π.χ. H^+Cl^- , $\text{Ca}^{++}\text{J}_2^-$, $\text{H}_2^+\text{S}^{--}$, $\text{Zn}^{++}\text{S}^{--}$, $\text{Mg}^{++}\text{N}_2^{--}$

β) Εἰς τὰς ἐνώσεις με τὸ ὀξυγόνον—ἔστω καὶ ἂν συμμετέχη ἄλλο στοιχεῖον—ἔχουν θετικὸν σθένος.

Π.χ. $\text{Si}^{++++}\text{O}_2^{--}$, $\text{S}^{++++}\text{O}_2^{--}$, $\text{H}_2^+\text{S}^{++++}\text{O}_3^{--}$

γ) Εἰς τὴν ἐνωσιν δύο ἀμετάλλων, τὸ στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον ἔχει τὸ μεγαλύτερον ἀρνητικὸν σθένος, λαμβάνει εἰς τὴν ἐνωσιν ταύτην θετικὸν σθένος, τὸ δὲ ἄλλο ἀρνητικόν.

Π.χ. $\text{P}^{+++}\text{Br}_3^-$, $\text{As}^{+++}\text{Cl}_3^-$, $\text{Sb}_2^{+++}\text{S}_3^{--}$

3. Αί κυριώτεραι ρίζαι. Α'. Αί περισσότεραι τών ριζών, τών περιεχομένων εις τὰς άνοργάνους ένώσεις, άποτελοῦνται έξ ενός άμετάλλου και όξυγόνου. Αί πλείοι αι αύτων έχουσι άρνητικόν σθένος, τó όποιον ίσοῦται με τó άλγεβρικόν άθροισμα τών σθενών, τών συνιστώντων ταύτας άτόμων.

Τó άμετάλλον, τó περιεχόμενον έντός μιās ριζής, λαμβάνεται με έν'εκ τών θετικών του σθενών, άναλόγως τής καταλήξεως του όνόματος τής ριζής :

1. Η κατάληξις **-ικη** δηλοῖ, ότι τó άμετάλλον περιέχεται με τó μοναδικόν θετικόν σθένος του ή τó μεγαλύτερον έκ τών δύο θετικών σθενών, τά όποια έχει.

Π.χ. $\overset{+5}{\text{NO}_3^-}$ νιτρ-ικη $\overset{+6}{\text{SO}_4^-}$ θει-ικη $\overset{+4}{\text{CO}_3^-}$ άνθρακ-ικη $\overset{+5}{\text{PO}_4^-}$ φωσφορ-ικη

2. Η κατάληξις **-ώδης** δηλοῖ, ότι τó άμετάλλον περιέχεται με τó μικρότερον έκ τών δύο θετικών του σθενών.

Π.χ. $\overset{+3}{\text{NO}_2^-}$ νιτρ-ώδης $\overset{+4}{\text{SO}_3^-}$ θει-ώδης $\overset{+3}{\text{PO}_3^-}$ φωσφορ-ώδης

3. Διά τὰ άλογόνα (Cl, Br, J), τά όποια έχουσι τέσσαρα θετικά σθένη (+1, +3, +5, +7), ή κατάληξις **-ικη** δηλοῖ σθένος +5 και ή κατάληξις **-ώδης** σθένος +3. Τά σθένη +7 και +1 δηλοῦνται άντιστοιχως δια τών προθέσεων **ύπερ-** και **ύπο-**, αι όποια προτάσσονται του όνόματος τής ριζής.

Π.χ. $\overset{+7}{\text{ClO}_4^-}$ ύπερ-χλωρ-ικη $\overset{+3}{\text{ClO}_2^-}$ χλωρι-ώδης
 $\overset{+5}{\text{ClO}_3^-}$ χλωρ-ικη $\overset{+1}{\text{ClO}^-}$ ύπο-χλωρι-ώδης

Αί κυριώτεραι τών άνωτέρω ριζών ταξινομοῦνται εις τόν κατωτέρω πίνακα :

- ικη	-ώδης	(δισ-) ήξιμος -ικη	(δισ-) ήξιμος -ώδης
ClO_3^- , BrO_3^- , JO_3^-	ClO_2^- , BrO_2^- , JO_2^-	— — —	— — —
NO_3^-	NO_2^-	—	—
SO_4^-	SO_3^-	HSO_3^-	HSO_3^-
CO_3^- SiO_3^-	—	HCO_3^- HSiO_3^-	—
PO_4^- AsO_4^-	PO_3^- , AsO_3^-	HPO_4^- HAsO_4^-	HPO_3^- HAsO_3^-
		H_2PO_4^- H_2AsO_4^-	H_2PO_3^- H_2AsO_3^-

Αί πέντε ρίζαι τής πρώτης στήλης, αι άναγραφόμεναι με ποχέα σύμβολα, ονομάζονται δια του όνόματος του άμετάλλου, τó όποιον περιέχουσι, με την κατάληξιν-ικη, ήτοι: **χλωρ-ικη, νιτρ-ικη, θειική, άνθρακ-ικη, φωσφορ-ικη.**

Εάν γνωρίζωμεν τās πέντε αυτās θεμελιώδεις ρίζας είναι εύκολον να άπομνημονεύσωμεν και τās ύπολοίπους 23, έάν λάβωμεν ύπ' όψιν τās άκολουθους παρατηρήσεις :

1. Τó **βρώμιον** και τó **ίωδιον** σχηματίζουσι τελείως άναλόγους ρίζας με τó χλώριον, τó πυρίτιον με τέν άνθρακα και τó άρσενικόν με τόν φωσφόρον.

2. **Αί ρίζαι τής δευτέρας στήλης,** αι όποια ονομάζονται δια του όνόματος του άμετάλλου με την κατάληξιν-ώδης, προκύπτουσι έκ τών άντιστοιχών ριζών τής πρώτης στήλης, δι' άφαιρέσεως ενός άτόμου όξυγόνου, ένφ' τó σθένος των παραμένει τó αυτό.

3. **Αί ρίζαι τής τρίτης και τής τετάρτης στήλης,** αι όποια ονομάζονται δια τών διομάτων τών άντιστοιχών ριζών τών δύο πρώτων στήλων, δια προτάξεως τής λέξεως **ήξιμος** ή **δισόξιμος,** προκύπτουσι έξ αυτών δια προσθήκης ενός ή δύο άτόμων ύδρογόνου, άντιστοιχως, και έμφανίζουσι άρνητικόν σθένος μικρότερον κατά μιαν ή δύο μονάδας.

Β'. Αναλόγους οξυγονούχους ρίζας, με άρνητικόν σθένος, σχηματίζουν και τινα μέταλλα, ως π.χ.:

$\overset{+2}{\text{ZnO}_2}$ ψευδαργυρική	$\overset{+4}{\text{PbO}_3}$ μολυβδική	$\overset{+4}{\text{SnO}_3}$ κασσιτερική
$\overset{+3}{\text{AlO}_3}$ άργιλλική	$\overset{+2}{\text{PbO}_2}$ μολυβδωδης	$\overset{+2}{\text{SnO}_2}$ κασσιτερωδης
$\overset{+6}{\text{MnO}_4}$ μαγγανική	$\overset{+6}{\text{CrO}_3}$ χρωμική	
$\overset{+7}{\text{MnO}_4}$ υπερμαγγανική	$\overset{+6}{\text{Cr}_2\text{O}_7}$ διχρωμική	

Γ'. Εις τας άνοργάνους ένώσεις άπαντώνται επίσης αι ακόλουθοι ρίζαι, των όποιων ή άπομνημόνευσις είναι άπαραίτητος:

OH^- ύδροξύλιον, CN^- κυάνιον, HS^- όξινος θειούχος, NH_4^+ άμμώνιον.

5. Χημική όνοματολογία

Διά του όνόματος των περισσοτέρων άνοργάνων ένώσεων ύποδεικνύονται τά θετικόν και άρνητικόν σθένος τμήματα του μορίου των, εις τρόπον ώστε να είναι δυνατόν να γραφή ή χημικός των τύπος, δι'έφαρμογής του κανόνος τής προηγουμένης παραγράφου.

Και αντίθέτως, διά του συστήματος τής χημικής όνοματολογίας, είναι δυνατή ή ανάγνωσις δοθέντος χημικού τύπου, δηλαδή ή εύρεσις τής όνομασίας τής ένώσεως τήν όποιαν παριστά.

Γενικώς, ένω οι χημικοί τύποι των ένώσεων άναγράφονται διά προτάξεως του τμήματος του έχοντος θετικόν σθένος και έπιτάξεως του έχοντος άρνητικόν τοιοϋτον, ή ανάγνωσις του τύπου γίνεται κατ' αντίστροφον φοράν, δηλαδή εκ δεξιών προς τά άριστερά. "Ητοι, ή όνομασία μιās χημικής ένώσεως προκύπτει διά προτάξεως τής όνομασίας του τμήματος ταύτης, του έχοντος άρνητικόν σθένος και έπιτάξεως τής όνομασίας του τμήματος, του έχοντος θετικόν σθένος.

Π.χ. γράφομεν τον τύπον NaCl και όνομάζομεν τήν ένωσην: χλωριούχον νάτριον
 » » » Ag_2S » » » : θειούχος άργυρος
 » » » KNO_3 » » » : νιτρικόν κάλιον

Αι περισσότεραι των άνοργάνων χημικών ένώσεων όνομάζονται συμφώνως προς τά άνωτέρω, επί τή βάσει των ακόλουθων άπλων κανόνων:

1. Όξειδια. Αι χημικαι ένώσεις, αι συνιστάμεναι έξ όξυγόνου και ένός μόνον άλλου στοιχείου, όνομάζονται διά τής λέξεως **όξειδιον**, τής όποιας έπιτάσσεται τό όνομα του στοιχείου.

Na_2O όξειδιον του νατρίου	Al_2O_3 όξειδιον του άργιλλίου
CaO » » άσβεστίου	SnO_2 » » κασσιτέρου

'Εάν έν στοιχείον σχηματίξη πολλά όξειδια, ταϋτα διακρίνονται, διά προτάξεως του όνόματός των, των αριθμητικών μόνο, δι-, τρι-, τετρα- κλπ, τά όποια δεικνύουν τό πλήθος των ότόμων του όξυγόνου, των περιεχομένων εις τό μόριον έκάστου έξ αυτών.

NO μοιοξειδιον του άζώτου	CO μονοξειδιον του άνθρακος
NO_2 διοξειδιον » »	CO_2 διοξειδιον » »
N_2O_3 τριοξειδιον » »	P_2O_3 τριοξειδιον » φωσφόρου
N_2O_5 πεντοξειδιον » »	P_2O_5 πεντοξειδιον » »

'Εάν έν όξειδιον στοιχείου τινός περιέχη περισσότερα άτομα όξυγόνου, έξ όσων

ἀπαιτεί τὸ σθένος αὐτοῦ, ὀνομάζεται **ὑπεροξειδίου**, ἐὰν δὲ ὀλιγώτερα **ὑποξειδίου**

BaO_2	ὑπεροξειδίου τοῦ βαρίου	H_2O_2	ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου
Na_2O_2	» » νατρίου	N_2O	ὑποξειδίου τοῦ ἀζώτου

2. Βάσεις. Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις, αἱ συνιστάμεναι ἐκ τῆς ρίζης τοῦ ὕδροξυλίου (OH) καὶ ἐνὸς μετάλλου (ἢ τῆς ρίζης τοῦ ἀμμωνίου), ὀνομάζονται διὰ τῆς λέξεως **ὑδροξειδίου**, τῆς ὁποίας ἐπιτάσσεται τὸ ὄνομα τοῦ μετάλλου.

Ἐνίοτε, ἀντὶ τῆς λέξεως ὑδροξειδίου, προκειμένου κυρίως περὶ τῶν ὑδροξειδίων τῶν νατρίου, καλίου, ἀσβεστίου, βαρίου καὶ ἀμμωνίου, χρησιμοποιεῖται ἡ λέξις **καυστικόν**.

NaOH	ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου	ἢ	καυστικόν	νάτριον
NH_4OH	» » ἀμμωνίου	»	»	ἀμμώνιον
Ca(OH)_2	» » ἀσβεστίου	»	»	ἀσβέστιον

Αἱ ἀνωτέρω ἐνώσεις ἐμφανίζουν κοινὰς ἰδιότητες καὶ ἀποτελοῦν ἰδιαιτέραν τάξιν ἐνώσεων, τὰς **βάσεις** (βλ. ἀντίστοιχον κεφάλαιον).

3. Ὄξέα. Αἱ ἐνώσεις αὗται, τὰς ὁποίας θὰ ὀνομάσωμεν κατωτέρω, ἐμφανίζουν κοινὰς ἰδιότητας καὶ ἀποτελοῦν ἰδιαιτέραν τάξιν ἐνώσεων, τὰ καλούμενα **ὄξέα** (βλ. ἀντιστ. κεφ.). Ταῦτα διακρίνονται εἰς ὀξυγονοῦχα καὶ μὴ.

Α'. Ὄξέα μὴ ὀξυγονοῦχα: Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις, αἱ συνιστάμεναι ἐξ ἐνὸς τῶν ἀμετάλλων: F, Cl, Br, J, S ἢ τῆς ρίζης CN^- καὶ ὑδρογόνου, ὀνομάζονται διὰ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἀμετάλλου, τοῦ ὁποίου προτάσσεται ἡ λέξις ὄξυ-.

Εἰς τὸ ὄνομα τοῦτο, ἐὰν αἱ ἀνωτέρω ἐνώσεις εὑρίσκονται ὑπὸ μορφῆν ὕδατικῶν διαλυμάτων, τίθεται ἡ κατάληξις -ικὸν καὶ ἐπιτάσσεται ἡ λέξις ὄξυ-.

HF	ὑδρο-φθόριον	ἢ	ὑδρο φθορ-ικόν	ὄξύ
HCl	ὑδρο-χλώριον	»	ὑδρο χλωρ-ικόν	»
HBr	ὑδρο-βρώμιον	»	ὑδρο βρωμ-ικόν	»
HJ	ὑδρο ἰώδιον	»	ὑδρο-ιωδ-ικόν	»
HCN	ὑδρο-κυάνιον	»	ὑδρο-κυαν-ικόν	»
H_2S	ὑδρο-θειον	»	ὑδροθειοῦχον	ὑδωρ

Β'. Ὄξυγονοῦχα ὄξέα: Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις, αἱ συνιστάμεναι ἐξ ὑδρογόνου καὶ ὀξυγονοῦχου ρίζης ἀρνητικοῦ σθένους (πλὴν τοῦ OH^-), ὀνομάζονται διὰ τοῦ ὀνόματος τῆς ρίζης, τοῦ ὁποίου ἐπιτάσσεται ἡ λέξις ὄξυ-.

HNO_3	νιτρικόν	ὄξύ	H_3PO_4	φωσφορικόν	ὄξύ
HNO_2	νιτρῶδες	»	H_3PO_3	φωσφορῶδες	»
H_2SO_4	θεικόν	»	HClO	ὑποχλωριῶδες	»
H_2SO_3	θειῶδες	»	HClO ₂	χλωριῶδες	»
H_2CO_3	ἀνθρακικόν	»	HClO ₃	χλωρικό	»
H_2AsO_4	ἀρσενικικόν	»	HClO ₄	ὑπερχλωρικό	»

4. Ἄλατα: Αἱ ἐνώσεις αὗται προκύπτουν θεωρητικῶς δι' ἀντικαταστάσεως τοῦ ὑδρογόνου τῶν ὀξέων, ὑπὸ μετάλλου ἢ ρίζης θετικοῦ σθένους, ἢ τοῦ ὑδροξυλίου τῶν βάσεων (ὑδροξειδίων), ὑπὸ ἀμετάλλου ἢ ρίζης ἀρνητικοῦ σθένους.

Ὀνομάζονται διὰ τῶν ἀκολουθῶν δύο κανόνων, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ δεύτερος δὲν ἀφορᾷ μόνον τὰ ἄλατα, ἀλλὰ καὶ γενικώτερον πᾶσαν χημικὴν ἔνωσιν.

Α'. Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις, αἱ συνιστάμεναι ἐξ ἐνὸς μετάλλου ἢ ρίζης θετικοῦ σθένους καὶ ὀξυγονοῦχου ρίζης ἀρνητικοῦ σθένους (πλὴν ὑδροξυλίου) ὀνομάζον-

ται διά τοῦ ὀνόματος τῆς ρίζης, τοῦ ὁποῖου ἐπιτάσσεται τὸ ὄνομα τοῦ μετάλλου.

NaClO	ὑποχλωριῶδες νάτριον	Ca(HSO ₃) ₂	ὄξινον θειῶδες ἀσβέστιον
KClO ₃	χλωρικόν κάλιον	Mg(H ₂ PO ₄) ₂	δισὸξινον φωσφ.κόν μαγνήσιον
Ca ₃ (PO ₄) ₂	φωσφορικόν ἀσβέστιον	Na ₂ SiO ₃	πυριτικόν νάτριον
(NH ₄) ₂ SO ₄	θεικόν ἀμμώνιον	Al ₂ (SO ₄) ₃	θεικόν ἀργίλλιον
NaHCO ₃	ὄξινον ἀνθρακικόν νάτριον	AgNO ₃	νιτρικός ἄργυρος

Β'. Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις, αἱ συνιστάμεναι ἐξ ἐνὸς ἀμετάλλου (ἢ κυανίου) καὶ ἐνὸς μετάλλου (ἢ τοῦ ἀμμωνίου), ὀνομάζονται διά τοῦ ὀνόματος τοῦ ἀμετάλλου μετὴν κατάληξιν - οὐχοϛ (ν), τοῦ ὁποῖου ἐπιτάσσεται τὸ ὄνομα τοῦ μετάλλου.

NaCl	· χλωριούχον νάτριον	Al ₂ S ₃	θειούχον ἀργίλλιον
NH ₄ Br	βρωμιούχον ἀμμώνιον	Ag ₂ S	θειούχος ἄργυρος
KJ	ιωδιούχον κάλιον	CaH ₂	ὕδρογονούχον ἀσβέστιον
NaCN	κυανιούχον νάτριον	AlP	φωσφορούχον ἀργίλλιον

Ἐάν τὸ ἀμέταλλον εἶναι ἄζωτον ἢ ἀνθραξ ἢ κατάληξις - οὐχοϛ (ν) παραλείπεται.

Ca ₃ N ₂	ἄζωτασβέστιον	CaC ₂	ἀνθρακασβέστιον
Mg ₃ N ₂	ἄζωτομαγνήσιον	Al ₄ C ₃	ἀνθρακαργίλλιον

5. Ἐνώσεις δύο ἀμετάλλων: Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις, αἱ συνιστάμεναι ἐκ δύο ἀμετάλλων—ἐξαιρουμένων τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ὕδρογόνου—ὀνομάζονται διά τοῦ ὀνόματος τοῦ ἀμετάλλου, τοῦ ἔχοντος τὸ μικρότερον ἀριθμητικόν σθένος μετὴν κατάληξιν -οὐχοϛ (ν), τοῦ ὁποῖου ἐπιτάσσεται τὸ ὄνομα τοῦ ἑτέρου, τὸ ὁποῖον καὶ ἐμφρανίζει εἰς τὴν ἐνώσιν θεικόν σθένος.

PCl ₃	τριχλωριούχος φωσφόρος	As ₂ S ₃	θειούχον ἀρσενικόν
PCl ₅	πενταχλωριούχος φωσφόρος	Sb ₂ S ₃	θειούχον ἀντιμόνιον

6. Ὅταν ἓν μέταλλον ἔχη δύο διαφορετικὰ σθένη, εἰς τὰς ἐνώσεις, τὰς ὁποίας ἐμφρανίζει τὸ μικρότερον ἐξ αὐτῶν, λαμβάνει τὴν πρόθεσιν ὑπό - πρὸ τοῦ ὀνόματός του. Ἐνίοτε ἢ πρόθεσις ὑπο- τίθεται πρὸ τοῦ ὀνόματος ὀλοκλήρου τῆς ἐνώσεως, ἢ ὁποία περιέχει τὸ μέταλλον μετὸ μικρότερον ἐκ τῶν δύο σθενῶν του.

Fe ₂ (SO ₄) ₃	θεικός σίδηρος
FeSO ₄	θεικός ὑποσίδηρος ἢ ὑποθεικός σίδηρος
CuS	θειούχος χαλκός
Cu ₂ S	θειούχος ὑποχαλκός ἢ ὑποθειούχος χαλκός
HgO	ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου
Hg ₂ O	ὀξειδίου τοῦ ὑφυδραργύρου ἢ ὑποξειδίου τοῦ ὑδραργύρου
Fe(OH) ₃	ὕδροξειδίου τοῦ σιδήρου
Fe(OH) ₂	ὕδροξειδίου τοῦ ὑποσιδήρου

Εἰς τὰς ἐνώσεις τῶν μετάλλων αὐτῶν μετὰ ἀλογόνα, ἀντὶ τῆς ἀνωτέρω διακρίσεως, τίθεται πρὸ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἀλογόνου ἀριθμητικόν, τὸ ὁποῖον δεῖκνυεὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων τοῦ ἀλογόνου μετὰ τὰ ὁποῖα ἐνοῦται ἓν ἄτομον τοῦ μετάλλου.

FeCl ₃	τριχλωριούχος σίδηρος	SnCl ₂	διχλωριούχος κασσίτερος
FeCl ₂	διχλωριούχος σίδηρος	SnCl ₄	τετραχλωριούχος κασσίτερος

Σήμερον, πρὸς διάκρισιν τοῦ σθένους τῶν μετάλλων εἰς τὰς ἐνώσεις των, χρησιμοποιεῖται ἡ ὀνοματολογία Stock. Κατ' αὐτὴν, μετὰ τὸ ὄνομα τοῦ μετάλλου, τίθεται λατινικός ἀριθμὸς, δεῖκνύων τὸ σθένος αὐτοῦ. Π.χ. τὰ ὀνόματα τῶν ἐνώσεων CuCl καὶ CuCl₂ γράφονται: χλωριούχος χαλκός (I) καὶ χλωριούχος χαλκός (II) διαβάζονται δὲ χλωριούχος χαλκός μονοσθενής καὶ χλωριούχος χαλκός δισθενής, ἀντιστοιχοῦς.

7. Παραθέτομεν κατωτέρω τὰς ὀνομασίας καὶ τοὺς χημικοὺς τύπους τῶν κυριωτέρων ἐνώσεων, διὰ τὴν ὀνομασίαν τῶν ὁποίων δὲν ἐφαρμόζονται οἱ ἀνωτέρω κανόνες καὶ τὰς ὁποίας πρέπει νὰ γνωρίζωμεν :

NH_3	ἀμμωνία	PH_3	φωσφίνη
CaOCl_2	χλωράσβεστος	AsH_3	ἀρσίνη
CaCN_2	ὄσβεστοκυαναμίδιον	SbH_3	ἀντιμονίνη

6. Χημικαὶ ἐξισώσεις

Ὁ συμβολισμὸς τῶν στοιχείων, διὰ τῶν χημικῶν συμβόλων, καὶ τῶν χημικῶν ἐνώσεων, διὰ τῶν χημικῶν τύπων, καθιστᾷ δυνατὴν τὴν συμβολικὴν παράστασιν τῶν διαφόρων χημικῶν φαινομένων, δηλαδὴ τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων, διὰ τῶν καλουμένων **χημικῶν ἐξισώσεων**.

Οὕτως ἡ ἐνωσις τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ ὀξυγόνου πρὸς σχηματισμὸν ὕδατος, εἶναι δυνατὸν νὰ παρασταθῇ ὡς ἑξῆς: $\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$.

Ἡ ἀνωτέρω παράστασις εἶναι ὀρθὴ ποιοτικῶς, διότι ἀποδίδει τὸ φαινόμενον τῆς συνθέσεως τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ ὀξυγόνου πρὸς ὕδωρ. Δὲν ἀποδίδει ὅμως καὶ τὴν ποσοτικὴν σχέσιν αὐτῶν, διότι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων τοῦ ὀξυγόνου δὲν εἶναι ὁ αὐτὸς εἰς τὰ ἀντιδρώντα σώματα καὶ τὸ προϊόν τῆς ἀντιδράσεως, ὅπως συμβαίνει εἰς τὴν πραγματικότητα. Ἐπομένως, ἡ παράστασις αὕτη δὲν εἶναι μία ἐξίσωσις.

Διὰ νὰ καταστῇ ἡ ἀνωτέρω παράστασις ἐξίσωσις, πρέπει νὰ **ὑπάρχη, συνολικῶς, ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς ἀτόμων, ἐξ ἐκάστου στοιχείου, εἰς τὰ ἀντιδρώντα σώματα καὶ εἰς τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως**. Τότε μόνον ἡ παράστασις θὰ ἐκφράζη τὸν νόμον τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης, εἰς τὸν ὁποῖον ὑπακοῦει πᾶσα χημικὴ ἀντίδρασις καὶ θὰ εἶναι πράγματι μία **χημικὴ ἐξίσωσις**.

Ἡ ἐξίσωσις τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων ἐκάστου στοιχείου εἰς τὰ δύο μέλη τῆς παραστάσεως, ἡ ὁποία συμβολίζει μίαν χημικὴν ἀντίδρασιν, ἐπιτυγχάνεται διὰ καθορισμοῦ τῶν καταλλήλων συντελεστῶν, τῶν παριστωμένων σωμάτων. Οὕτω τὸ φαινόμενον τῆς συνθέσεως τοῦ ὕδατος παρίσταται διὰ τῆς χημικῆς ἐξισώσεως:



Εἰς τὴν ἐξίσωσιν ταύτην, ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων ἐκάστου στοιχείου εἶναι ὁ αὐτὸς καὶ εἰς τὰ δύο μέλη. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, ἀποδίδεται καὶ ἡ ποσοτικὴ σχέσις μεταξὺ τῶν σωμάτων, τὰ ὁποία συμμετέχουν εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

Οὕτω ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις παριστᾷ, ὅτι δύο μόρια ὕδατος καὶ ἓν μόριον ὀξυγόνου ἀντιδρῶν πρὸς σχηματισμὸν δύο μορίων ὕδατος. Ἐπειδὴ ὅμως αἱ ἀριθμητικαὶ σχέσεις μεταξὺ τῶν μορίων τῶν σωμάτων εἶναι συγχρόνως καὶ ἀριθμητικαὶ σχέσεις μεταξὺ τῶν γραμμομορίων αὐτῶν, ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις παριστᾷ καὶ τὰς σχέσεις βαρῶν καὶ ὄγκων τῶν σωμάτων, τὰ ὁποία συμμετέχουν εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

Ἦτοι, ἐφ' ὅσον 2 μόρια H_2 ἀντιδρῶν μὲ 1 μόριον O_2 πρὸς σχηματισμὸν 2 μορίων H_2O ἔπεται, ὅτι: 2 mol H_2 » » 1 mol O_2 » » 2 mol H_2O
καί, συνεπῶς: 4 μ.β. H_2 » » 32 μ.β. O_2 » » 36 μ.β. H_2O

Ἀφ' ἑτέρου, δεδομένου ὅτι ἡ σχέσις μορίων, προκειμένου περὶ ἀερίων, ἐκφράζει, συμφώνως πρὸς τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Avogadro, καὶ τὴν σχέσιν τῶν ὄγκων αὐτῶν, ἔπεται, ὅτι:

2 ὄγκ. H_2 ἀντιδρῶν μὲ 1 ὄγκ. O_2 πρὸς σχηματισμὸν 2 ὄγκ. ὕδατιν.

Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω, ἡ χημικὴ ἐξίσωσις, διὰ τῆς ὁποίας συμβολίζομεν μίαν χημικὴν ἀντίδρασιν, παριστᾷ:

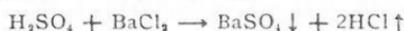
α) Ποία εἶναι τὰ ἀντιδρώντα σώματα καὶ τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως.

β) Τὴν σταθερὰν σχέσιν μεταξὺ τῶν βαρῶν τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων καὶ τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως.

γ) Ἐφ' ὅσον τὰ παριστώμενα ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως σώματα εἶναι ἀέρια καὶ τὴν σταθερὰν σχέσιν μεταξὺ τῶν ὄγκων αὐτῶν.

Εἰς τὰς χημικὰς ἐξισώσεις ἐπεκράτησεν, ἀντὶ τοῦ συμβόλου τῆς ἰσότητος, νὰ χρησιμοποιηθῆται βέλος, ὑποδεικνύον τὴν κατεύθυνσιν τῆς ἀντιδράσεως.

Ἐνίοτε δηλοῦται, ὅτι ἓν ἐκ τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως εἶναι ἀέριον, διὰ τοποθετήσεως, δεξιὰ τοῦ τύπου τούτου, βέλους μὲ κατεύθυνσιν πρὸς τὰ ἄνω (↑) Καθ' ὅμοιον τρόπον, διὰ βέλους μὲ κατεύθυνσιν πρὸς τὰ κάτω (↓), δηλοῦται, ὅτι ἓν ἐκ τῶν προϊόντων ἀποβάλλεται ὡς στερφόν (ἴζημα) ἐκ τοῦ διαλύματος, ἐντός τοῦ ὁποίου λαμβάνει χώραν ἀντίδρασις. Π.χ. :



Ἡ ἀνωτέρω χημικὴ ἐξίσωσις παριστᾷ, ὅτι κατὰ τὴν ἀντίδρασιν μεταξὺ H_2SO_4 καὶ BaCl_2 , παράγεται BaSO_4 , τὸ ὁποῖον καταπίπτει ὡς ἴζημα καὶ HCl , τὸ ὁποῖον ἐκφεύγει ὡς ἀέριον.

7. Εὐρέσις τῶν συντελεστῶν μιᾶς χημικῆς ἐξισώσεως

Διὰ τὴν γραφὴν τῆς χημικῆς ἐξισώσεως μιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως, ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς :

α) Γράφομεν εἰς τὸ ἀριστερὸν μέρος τῆς ἐξισώσεως τὰ ἀντιδρώντα σώματα καὶ εἰς τὸ δεξιὸν τὰ προϊόντα αὐτῶν, θέτοντες, μεταξὺ α' καὶ β' μέλους, βέλος, ὑποδεικνύον τὴν κατεύθυνσιν τῆς ἀντιδράσεως.

β) Καθορίζομεν τοὺς συντελεστὰς τῶν παριστωμένων εἰς τὴν ἐξίσωσιν σωμάτων εἰς τρόπον, ὥστε, ὁ συνολικὸς ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων ἐκάστου στοιχείου νὰ εἶναι ὁ αὐτὸς καὶ εἰς τὰ δύο μῆλη τῆς ἐξισώσεως.

Ἡ εὐρέσις τῶν καταλλήλων συντελεστῶν εἶναι δυνατὸν νὰ γίνῃ διὰ μιᾶς τῶν ἀκολουθῶν μεθόδων :

1. Δι' ἀπλοῦ ὑπολογισμοῦ. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην, ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται εἰς σχετικῶς ἀπλᾶς ἐξισώσεις, ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς :

A. Λαμβάνομεν ὡς βάσιν τοῦ ὑπολογισμοῦ τὴν ἔνωσην, τῆς ὁποίας τὸ μόριον περιέχει τὰ περισσότερα ἄτομα. Ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ ἀριθμοῦ αὐτῶν καθορίζομεν τοὺς συντελεστὰς εἰς τὸ ἕτερον μέλος τῆς ἐξισώσεως, εἰς τρόπον, ὥστε ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων ἐκάστου στοιχείου, εἰς τοῦτο, νὰ εἶναι ὁ αὐτὸς μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων τοῦ στοιχείου εἰς τὸ μόριον, τὸ ὁποῖον ἐλήφθη ὡς βᾶσις τοῦ ὑπολογισμοῦ.

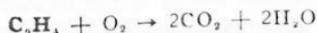
B. Μετροῦμεν τὰ ἄτομα ἐκάστου στοιχείου εἰς τὸ μέλος τῆς ἐξισώσεως, εἰς τὸ ὁποῖον καθωρίσαμεν τοὺς συντελεστὰς, καὶ ἐπὶ τῇ βᾶσει τοῦ ἀριθμοῦ αὐτῶν καθορίζομεν τοὺς συντελεστὰς τοῦ ἕτερου μέλους, τοῦ περιέχοντος τὸ μόριον, τὸ ὁποῖον ἐλήφθη ὡς βᾶσις τοῦ ὑπολογισμοῦ.

Ἡ ἀπλὴ αὕτη μέθοδος γίνεται ἀταναστή διὰ τῶν ἀκολουθῶν παραδειγμάτων :

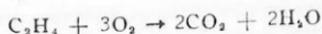
1ον. Ἔστω, ὅτι ζητοῦνται οἱ συντελεσταὶ τῆς ἐξισώσεως :



α. Ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων ἐκάστου στοιχείου, εἰς τὸ μόριον τῆς ἐνώσεως C_2H_4 , καθορίζομεν τοὺς συντελεστὰς εἰς τὸ β' μέλος :



β. Εἰς τὸ β' μέλος ἔχομεν τώρα ἴσον ἀριθμὸν ἀτόμων ἄνθρακος καὶ ὑδρογόνου μὲ τὸ πρῶτον, ἀλλὰ ὁ ἄτομα ὀξυγόνου, ἔναντι τῶν 2 τοῦ α' μέλους. Δι' αὐτὸ θέτομεν ὡς συντελεστὴν τοῦ O_2 τὸ 3. Ἡγοί :



2ον. Νά εύρεθούν οί συντελεσταί τῆς ἐξίσωσως: $Fe + H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + H_2$

α. Ἐπί τῆ βάσει τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων εἰς τὸ μόριον τοῦ Fe_3O_4 , καθορίζομεν τοὺς συντελεστάς τοῦ α' μέλους: $3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + H_2$

β. Ἐπί τῆ βάσει τῶν καθωρισθέντων συντελεστῶν τοῦ α' μέλους καθορίζομεν τὸν συντελεστὴν τοῦ H_2 εἰς τὸ β' μέλος: $3Fe + 4H_2O \rightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$

3ον. Ἐὰν εἰς τὰ μόρια τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων ὑπάρχουν ρίζαι, μεταφερόμεναι εἰς τὰ μόρια τῶν προϊόντων, εὐρίσκομεν τοὺς συντελεστάς μετροῦντες τὸν ἀριθμὸν αὐτῶν εἰς τὰ δύο μέλη, ὡς ἐὰν ἐπρόκειτο περὶ ἀτόμων.

Π.χ. Νά εύρεθούν οί συντελεσταί τῆς ἐξίσωσως:



α. Ἐπί τῆ βάσει τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων τοῦ ἀσβεστίου καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν φωσφορικῶν ριζῶν εἰς τὸ $Ca_3(PO_4)_2$ εὐρίσκομεν τοὺς συντελεστάς τοῦ α' μέλους:



β. Ἐπί τῆ βάσει τῶν εὐρεθέντων συντελεστῶν τοῦ α' μέλους, καθορίζομεν τὸν συντελεστὴν τοῦ HCl εἰς τὸ β' μέλος:



4ον. Εἰς τινὰς περιπτώσεις, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ εὐρεθῇ ἀκέραιος συντελεστὴς δι' ἓν μόριον, ὃ ὁποῖος πολλαπλασιαζόμενος ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων ἑνὸς τῶν περιεχομένων εἰς τοῦτο στοιχείων, νὰ μᾶς δίδῃ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων τοῦ στοιχείου ἐντός τοῦ μορίου, τὸ ὁποῖον ἐλήφθη ὡς βᾶσις συγκρίσεως, εἰς τὸ ἕτερον μέλος.

Τοῦτο συμβαίνει π.χ. εἰς τὴν ἐξίσωσιν: $Zn + AuCl_3 \rightarrow ZnCl_2 + Au$

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην θέτομεν τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων τοῦ στοιχείου τούτου, εἰς ἓνα ἕκαστον ἐκ τῶν δύο μορίων, συντελεστὴν τοῦ ἑτέρου:



Ἐπί τῆ βάσει τῶν δύο αὐτῶν συντελεστῶν καθορίζομεν εὐκόλως τοὺς ὑπολοίπους:



Παρατήρησις. Ἐὰν θέλωμεν νὰ παραστήσωμεν περὶ τὸν ἀριθμὸν ἀτόμων διατομικοῦ στοιχείου, θέτομεν ὡς συντελεστὴν αὐτοῦ κλάσμα με ἀριθμητὴν τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων καὶ παρανομαστὴν τὸ 2.

Π.χ. ἀντὶ 3 Cl, 5 H καὶ 11 O, γράφομεν: $\frac{3}{2} Cl_2$, $\frac{5}{2} H_2$ καὶ $\frac{11}{2} O_2$.

Εἰς μίαν χημικὴν ἐξίσωσιν ὅμως εἶναι εὐκόλον νὰ μετατρέψωμεν τοὺς ἀνωτέρω κλασματικούς συντελεστάς εἰς ἀκέραιους, πολλαπλασιαζόντες τούτους ἐπὶ 2.



2. Ἀλγεβρική μέθοδος εύρέσεως τῶν συντελεστῶν μιᾶς ἐξίσωσως. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην, ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται εἰς περισσότερον πολυπλόκου ἀντιδράσεις, ἐργαζόμεθα ὡς ἐξῆς:

Α' Θέτομεν ὡς συντελεστάς εἰς ἕκαστον τῶν σωμάτων, τῶν παριστωμένων ὑπὸ τῆς ἐξίσωσως, γράμματα.

Π.χ. ἐὰν ζητοῦμεν τοὺς συντελεστάς τῆς ἐξίσωσως:



γράφομεν: $\alpha MnO_2 + \beta HCl \rightarrow \gamma Cl_2 + \delta MnCl_2 + \epsilon H_2O$

Β' Ἐξισώνομεν τοὺς ἀριθμοὺς τῶν ἀτόμων ἑκάστου στοιχείου εἰς τὰ δύο μέλη τῆς ἐξίσωσως, συναρτήσει τῶν γραμμάτων, τὰ ὁποῖα ἐτέθησαν ὡς συντελεσταί

Ούτω προκύπτει σύστημα με ένα άγνωστον επί πλέον του αριθμού των εξισώσεων.

$$\begin{array}{ll} \text{Π.χ. δια } \alpha \text{ Mn} : & \alpha = \delta \\ \text{» » O} : & 2\alpha = \epsilon \end{array} \qquad \begin{array}{ll} \text{δια } \alpha \text{ H} : & \beta = 2\epsilon \\ \text{» » Cl} : & \beta = 2\gamma + 2\delta. \end{array}$$

Γ' Δεδομένου ότι οι συντελεσται των σωμάτων, των παριστωμένων εις τας χημικὰς εξισώσεις, εκφράζουν την αναλογίαν των μορίων, υπό την οποίαν ταῦτα εισέρχονται εις μίαν χημικὴν ἀντίδρασιν, δυνάμεθα νὰ δώσωμεν εις ἕνα ἐξ αὐτῶν μίαν οἰανδήποτε τιμὴν αὐθαίρετως, ὡς π.χ. τὴν μονάδα.

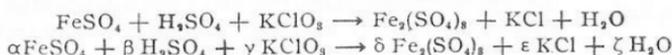
Οὕτω συμπληροῦται τὸ ἀλγεβρικὸν σύστημα καὶ δι' ἐπιλύσεως αὐτοῦ εὐρίσκουμεν ὅλους τοὺς ἄλλους συντελεστάς, συναρτήσῃ τῆς δοθείσης αὐθαίρετου τιμῆς.

Π.χ. δίδοντες εις τὸ α τὴν τιμὴν 1 καὶ ἐπιλύοντες τὸ ἀνωτέρω σύστημα εὐρίσκουμεν : $\beta = 4, \gamma = 1$ καὶ $\epsilon = 2$. Ἡτοι ἡ χημικὴ ἐξίσωσις γράφεται ὡς ἑξῆς :



Ἐάν κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον προκύψουν κλασματικαὶ τιμαὶ δι' ὠρισμένους συντελεστάς, πολλαπλασιάζομεν ἅπαντας, ἐπὶ τὸ ἐλάχιστον κοινὸν πολλαπλάσιον τῶν παρονομαστῶν, ὅποτε λαμβάνονται αἱ ἀπλούστεραι ἀκέραιαι τιμαὶ, αἱ ὁποῖαι παριστοῦν τὴν ἀριθμητικὴν σχέσιν τῶν μορίων, τῶν εἰσερχομένων εις τὴν ἀντίδρασιν.

Παράδειγμα : Νὰ εὐρεθοῦν οἱ συντελεσται τῆς ἐξισώσεως :



$$\text{Fe} : \alpha = 2\delta \qquad (1) \qquad \text{H} : 2\beta = 2\zeta \qquad (4)$$

$$\text{S} : \alpha + \beta = 3\delta \qquad (2) \qquad \text{K} : \gamma = \epsilon \qquad (5)$$

$$\text{O} : 4\alpha + 4\beta + 3\gamma = 12\delta + \zeta \qquad (3) \qquad \text{Cl} : \gamma = \epsilon$$

Διὰ $\alpha = 1$ προκύπτει ἐκ τῆς (1) $\delta = \frac{1}{2}$, ἐκ τῆς (2) $\beta = \frac{1}{2}$, ἐκ τῆς (4) $\zeta = \frac{1}{2}$, ἐκ τῆς (3) $\gamma = \frac{1}{6}$ καὶ ἐκ τῆς (5) $\epsilon = \frac{1}{6}$

Διὰ πολλαπλασιασμοῦ τῶν εὐρεθεισῶν τιμῶν ἐπὶ τὸ Ε.Κ.Π. τῶν παρονομαστῶν τῶν, δηλαδὴ τὸ 6, προκύπτουν αἱ τιμαὶ : $\alpha = 6, \beta = 3, \gamma = 1, \delta = 3, \epsilon = 1$ καὶ $\zeta = 3$.

Ἐπομένως ἡ ἐξίσωσις γράφεται ὡς ἑξῆς :



Ἐπὶ τῶν εὐρεθεισῶν τιμῶν, εἰς τὰς ὁποίας ἡ ἀνωτέρω μέθοδος δὲν δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ, διότι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀγνωστων εἶναι μεγαλύτερος κατὰ δύο ἢ καὶ περισσότερο τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐξισώσεων.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ εὐρεσις τῶν συντελεστῶν διὰ τῆς ἀλγεβρικῆς μεθόδου εἶναι δυνατὴ, μόνον ἐάν γνωρίζωμεν τὴν σχέσιν μεταξὺ δύο ἢ περισσοτέρων συντελεστῶν τῆς ἐξισώσεως. Διὰ τῶν σχέσεων αὐτῶν συμπληροῦται τὸ ἀλγεβρικὸν σύστημα καὶ καθίσταται δυνατὴ ἡ λύσις του.

8. Στοιχειομετρικοὶ ὑπολογισμοὶ

Ὡς ἐλέχθη, πᾶσα χημικὴ ἀντίδρασις δύναται νὰ παρασταθῇ διὰ μιᾶς χημικῆς ἐξισώσεως, ἡ ὁποία μᾶς παρέχει πιστὴν εἰκόνα ταύτης, τόσον ἀπὸ ποιοτικῆς, ὅσον καὶ ἀπὸ ποσοτικῆς ἀπόψεως. Ὡς ἐκ τούτου δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ ποσοῦν ἐνὸς σώματος, τὸ ὅμοιον λαμβάνει μέρος εἰς μίαν ἀντίδρασιν, ἐάν γνωρίζωμεν τὸ ποσοῦν ἑτέρου σώματος, συμμετέχοντος εἰς τὴν ἰδίαν ἀντίδρασιν καὶ ἐφ' ὅσον δυνάμεθα νὰ γράψωμεν τὴν ἐξίσωσιν ταύτης.

Οἱ ὑπολογισμοὶ οὗτοι, οἱ ὁποῖοι γίνονται διὰ χρησιμοποίησεως τῶν ἀτομικῶν καὶ μοριακῶν βαρῶν τῶν σωμάτων, καλοῦνται **στοιχειομετρικοὶ ὑπολογισμοὶ** καὶ ὁ κλάδος τῆς Χημείας, ὁ ὁποῖος ἀσχολεῖται μὲ αὐτούς, **στοιχειομετρία**.

Α'. Υπολογισμός του βάρους, υπό το όποιον εισέρχεται εν σῶμα εις μίαν χημικήν αντίδρασιν, όταν είναι γνωστόν τὸ βάρος ἑτέρου σώματος συμμετέχοντος εἰς αὐτήν.

Ἡ εὐρέσις τοῦ ζητουμένου βάρους εἶναι δυνατή, διότι ἡ ἀριθμητικὴ σχέσις τῶν μορίων τῶν σωμάτων, τῶν μετεχόντων τῆς ἀντιδράσεως, ἢ ὅποια ἀποδίδεται ὑπὸ τῶν συντελεστῶν τῆς ἐξισώσεως, εἶναι συγχρόνως σχέσις τῶν γραμμομορίων τῶν σωμάτων. Συνεπῶς, ἐάν γνωρίζωμεν τὰ μοριακὰ βάρη τῶν σωμάτων δυνάμεθα νὰ μετατρέψωμεν τὴν σχέσιν ταύτην εἰς σχέσιν βαρῶν.

Ὅθεν, στηριζόμενοι εἰς τὴν σταθερὰν σχέσιν τῶν βαρῶν, ὑπὸ τὰ ὅποια δύο σώματα μετέχουν μιᾶς ἀντιδράσεως καὶ γνωρίζοντες τὸ βάρος τοῦ ἑνός, δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν, δι' ἀπλῆς μεθόδου τῶν τριῶν, τὸ βάρος τοῦ ἑτέρου.

Παράδειγμα 1ον. Πόσα γραμμάρια CO_2 σχηματίζονται κατὰ τὴν καυσίν 5 gr C ;

$$\frac{\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2}{12 \qquad 44}$$
 Ἐκ τῆς ἐξισώσεως προκύπτει ὅτι : 1 mol C δίδει 1 mol CO_2
 ἦτοι, 12 gr C (=1 mol) δίδουν 44 gr CO_2 (=1 mol)
 καὶ 5 » » » X »

 X=18,33 gr CO_2

Παράδειγμα 2ον. Πόσα Kgr S ἐνοῦνται μὲ 10Kgr Zn πρὸς σχηματισμὸν ZnS ;

$$\frac{\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}}{65 \quad 32}$$
 Ἐκ τῆς ἐξισώσεως προκύπτει ὅτι : 1 mol S ἀντιδρᾷ μὲ 1 mol Zn
 δηλαδὴ 32 gr S (=1 mol) ἀντιδρῶν μὲ 65 gr Zn (=1 mol).
 καὶ ἐπειδὴ πρόκειται γενικῶς περὶ ἀναλογίας βαρῶν :
 65 Kgr Zn ἀντιδρῶν μὲ 32 Kgr S
 καὶ 10 » » » » X »

 X = 4,92 Kgr S

Β' Υπολογισμός τοῦ ὄγκου, ὑπὸ τὸν ὅποιον εισέρχεται ἐν ἀέριον εἰς μίαν χημικήν αντίδρασιν, όταν είναι γνωστός ὁ ὄγκος ἑτέρου αἰρίου, συμμετέχοντος εἰς αὐτήν.

Ὁ ζητούμενος ὄγκος εἶναι δυνατὸν νὰ εὐρεθῇ, διότι ἡ ἀριθμητικὴ σχέσις τῶν μορίων δύο αἰρίων εἰς μίαν χημικήν αντίδρασιν, ἐκφράζει, συμφῶνως πρὸς τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Ανογαδῶ, τὴν σταθερὰν σχέσιν μεταξὺ τῶν ὄγκων αὐτῶν. Τοῦτο βεβαίως ἰσχύει ἐφ' ὅσον οἱ ὄγκοι ἐμετρήθησαν ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας.

Παράδειγμα 1ον. Πόσα lt CO_2 παράγονται κατὰ τὴν καυσίν 5 lt αἰθυλενίου (C_2H_4) ;

Ἐκ τῆς ἐξισώσεως : $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 προκύπτει ὅτι : 1 μόριον C_2H_4 δίδει 2 μόρια CO_2
 συνεπῶς : 1 ὄγκος C_2H_4 » 2 ὄγκους CO_2
 ἦτοι, 1 lt C_2H_4 δίδει 2 lt CO_2
 καὶ 5 lt » δίδουν X

 X = 10 lt CO_2

Παράδειγμα 2ον. Πόσα cm^3 O_2 πρέπει νὰ ἐνωθῶν μὲ 8 cm^3 H_2 πρὸς H_2O :

$$\frac{2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}}{2\text{cm}^3 \quad 1\text{cm}^3}$$
 8 » » X

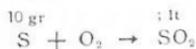
 X = 4 cm^3 O_2

Γ' Υπολογισμός τοῦ ὄγκου, ὑπὸ τὸν ὅποιον ἐν ἀέριον εισέρχεται εἰς μίαν χημικήν αντίδρασιν, όταν είναι γνωστόν τὸ βάρος ἑτέρου σώματος συμμετέχοντος εἰς αὐτήν καὶ ἀντιστρόφως.

Ὁ ἀνωτέρω ὑπολογισμός εἶναι δυνατός, διότι ἡ σχέσις γραμμομορίων εἰς μίαν χημικήν αντίδρασιν ἀποδίδεται ὑπὸ τῶν συντελεστῶν τῆς ἐξισώσεως αὐτῆς. Εἶναι ὁμῶς γνωστόν, ὅτι ἐν γραμμομόριον σώματος εἶναι μᾶζα τῶσων γραμμομορίων ἐξ αὐτοῦ, ὅσον εἶναι τὸ μοριακὸν του βάρους. Ἄφ' ἑτέρου, ἐάν τὸ σῶμα εἶναι ἀέριον, τότε 1 mol αὐτοῦ καταλαμβάνει, ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας, ὄγκον 22,4 lt (μοριακὸς ὄγκος).

Επομένως, εκ τῆς ἀριθμητικῆς σχέσεως μεταξύ τῶν γραμμομορίων δύο σωμάτων εἰς μίαν χημικὴν ἐξίσωσιν, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἓν ἀέριον, εἶναι δυνατὴ ἡ εὐρεῖσις σταθερᾶς σχέσεως μεταξύ ὀρισμένου ὄγκου τοῦ ἀερίου καὶ τοῦ βάρους τοῦ ἑτέρου σώματος.

Παράδειγμα 1ον. Νὰ εὐρεθῇ ὁ ὄγκος τοῦ σχηματιζομένου SO_2 κατὰ τὴν καύσιν 10gr S.

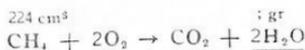


Ἐκ τῆς ἐξισώσεως προκύπτει ὅτι : 1 mol S δίδει καίομενον 1 mol SO_2

Ἄλλὰ, 1 mol S = 32 gr καὶ 1 mol SO_2 καταλαμβάνει 22,4 lt ὑπὸ Κ.Σ.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ἦτοι, 32 gr S δίδουν 22,4 lt SO}_2 \\ \text{καὶ 10 gr S } \gg \text{ X} \end{array} \right\} \text{X} = 7 \text{ lt SO}_2 \text{ ὑπὸ Κ.Σ.}$$

Παράδειγμα 2ον. Πόσα gr H_2O σχηματίζονται κατὰ τὴν καύσιν 224 cm^3 μεθανίου (CH_4) μετρηθέντων ὑπὸ Κ.Σ. :



$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol CH}_4 \text{ ἢτοι } 22,400 \text{ cm}^3 \text{ δίδει } 2 \text{ mol H}_2\text{O} = 2 \cdot 18 \text{ gr} \\ 224 \text{ cm}^3 \end{array} \right\} \text{X} = 9,36 \text{ gr H}_2\text{O}$$

Παράδειγμα 3ον. Πόσα m^3 O_2 ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν καύσιν 1,2 Kgr C :



Ἐκ τῆς ἐξισώσεως προκύπτει, ὅτι : 1 mol C=12 gr ἀντιδρᾷ μὲ 1 mol O_2 (22,4 lt)

Ἐφ' ὅσον ὁμως 1 Kgr=1000 gr καὶ 1 m^3 =1000 lt, ἔπεται ὅτι :

$$\left. \begin{array}{l} 12 \text{ Kgr C δίδουν } 22,4 \text{ m}^3 \text{ CO}_2 \\ \text{καὶ } 1,2 \gg \text{C} \gg \text{X} \end{array} \right\} \text{X} = 2,24 \text{ m}^3 \text{ CO}_2$$

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Ἀσκήσεις εὐρέσεως τῆς ἑκατοστιαίας συστάσεως χημικῆς ἐνώσεως ἐκ τοῦ μοριακοῦ τύπου

43. Νὰ εὐρεθῇ ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τοῦ ἐνέδρον θειικοῦ χαλκοῦ ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).
(Ἄπ. 25,3% - 12,85% - 25,7% - 36,15%)

44. Πόσον τοῖς ἑκατὸν ἀσβέστιον περιέχει λίπασμα περιεκτικότητος 30% εἰς διόξινον φωσφορικὸν ἀσβέστιον [$(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4))_2$];
(Ἄπ. 5,13%)

45. Διὰ διαβίβασεως ὑδρογόνου ὑπεράνω 16 gr ἐνὸς ὀξειδίου τοῦ σιδήρου, τοῦτο μετατρέπεται ἐξ ὀλοκλήρου εἰς σίδηρον, ἐνῶ τὸ ὀξυγόνον σχηματίζει μετὰ τοῦ ὑδρογόνου 5,4 gr H_2O . Ποία ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τοῦ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου; (Ἄπ. 70% Fe, 30% O)

46. Νὰ εὐρεθῇ ἡ ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν περιεκτικότης εἰς τριοξείδιον τοῦ θείου, διαλύματος θειικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 40% κατὰ βάρους.
(Ἄπ. 32,65%)

47. Ἀνθρώπινος σκελετὸς ἔχει βάρους 11 Kgr. Δεδομένον, ὅτι ἡ περιεκτικότης τῶν ὀστέων εἰς φωσφορικὸν ἀσβέστιον [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$] εἶναι 58%, νὰ εὐρεθῇ τὸ βάρους τοῦ φωσφόρου, τοῦ περιεχομένου εἰς τὸν σκελετόν.
(Εἰσ. ἔξετ. Φυσιολογικοῦ τμήματος Παν/μίου 54)

2. Ἀσκήσεις εὐρέσεως τοῦ ἔμπειρ καὶ τύπου χημικῆς ἐνώσεως

48. Νὰ προσδιορισθῇ ὁ ἔμπειρικός τύπος ἐνώσεως, τῆς ὁποίας ἡ ἑκατοστιαία σύστασις εἶναι : C=52,18%, H=13,04% καὶ O=34,78%.
(Ἄπ. $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$) x

49. Τὰ σχετικά βάρη, ὑπὸ τὰ ὅποια ὁ μόλυβδος καὶ τὸ ὀξυγόνο ἐνοῦνται πρὸς ομηματισμὸν τῶν τεσσάρων ὀξειδίων τοῦ μόλυβδου, εἶναι τὰ ἀκόλουθα : α) 59,424 gr Pb καὶ 4,588 gr O, β) 179,24 gr Pb καὶ 20,76 gr O, γ) 129,93 gr Pb καὶ 20,07 gr O, δ) 93,24 gr Pb καὶ 9,6 gr O. Νὰ εὑρεθοῦν οἱ Ε.Τ. αὐτῶν. (Ἄπ. $(PbO)_x - (Pb_2O_3)_x - (PbO_7)_x - (Pb_3O_4)_x$)

3. Ἀσκήσεις εὐρέσεως τοῦ μοριακοῦ τύπου χημικῆς ἐνώσεως

50. Μία χημικὴ ἐνωσις περιέχει 12,75 % C, 2,1 % H καὶ 85,15 % Br. Δίδεται ἐπίσης ὅτι ἡ ἐνωσις εἶναι ἀέριος καὶ 1 gr αὐτῆς, ὑπὸ Κ.Σ. καταλαμβάνει ὄγκον 119 cm³. Νὰ εὑρεθῇ ὁ Μ. Τ. αὐτῆς. (Ἄπ. $C_2H_4Br_2$)

51. Νὰ εὑρεθῇ ὁ μοριακὸς τύπος ἐνώσεως, τῆς ὁποίας ἡ ἑκατοστιαία σύστασις εἶναι : C=76,57 %, H=6,43 %, O=17 %, τὸ δὲ μοριακὸν βάρος αὐτῆς εἶναι 94. (Ἄπ. C_6H_6O)

52. Τὸ μοριακὸν βάρος μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως εἶναι 164 καὶ ἡ ἑκατοστιαία σύστασις ταύτης : Na=42,1 %, C=39 %, P=18,9 %. Νὰ εὑρεθῇ ὁ Μ.Τ. τῆς ἐνώσεως χωρὶς νὰ προσδιορισθῇ ὁ Ε.Τ. αὐτῆς. (Ἄπ. Na_2SO_4)

53. Νὰ εὑρεθῇ ὁ μοριακὸς τύπος τοῦ ἐνύδρου θεικοῦ χαλκοῦ ($CuSO_{4-x}H_2O$), ἐὰν εἶναι γνωστὸν, ὅτι περιέχει 36,07 % κρυσταλλικοῦ ὕδατος. (Ἄπ. $CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

54. Μὲ πόσα μόρια ὕδατος κρυσταλλοῦνται ἡ σόδα (Na_2CO_3), ἐὰν εἶναι γνωστὸν, ὅτι 10 gr τοῦ ἐνύδρου ἄλατος, θερμαίνόμενα μέχρι σταθεροῦ βάρους, ὑφίστανται ἀπώλειαν βάρους 6,29 gr. (Ἄπ. $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$)

4. Ἀσκήσεις ἐπὶ τῆς χημικῆς ὀνοματολογίας

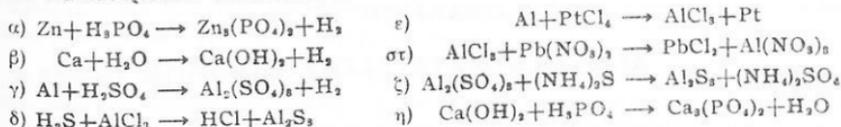
55. Νὰ συμπληρωθοῦν τὰ κενὰ τοῦ κάτωθι πίνακος διὰ τῶν ἀντιστοίχων χημικῶν ἐνώσεων καὶ νὰ ὀνομαστοῦν αὐταί.

	O ²⁻	SO ₄ ²⁻	OH ⁻	S ²⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	H ₂ PO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Cl ⁻	BrO ₃ ⁻	HSO ₃ ⁻	ClO ⁻
Na												
Ca												
Ag												
Zn												
Al												
Fe ^{III}												
Mg												
Fe ^{II}												
Sn ^{IV}												
H												
NH ₄ ⁺												
Ba												
Cu ^I												
Hg ^I												

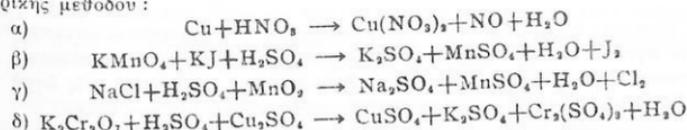
56. Νὰ ὀνομαστοῦν αἱ χημικαὶ ἐνώσεις, αἱ ὁποῖαι συμμετέχουν εἰς τὰς χημικὰς ἐξισώσεις τῶν ἀσκήσεων τῆς ἐπομένης παραγράφου.

5. Άσκήσεις εύρεσεως τῶν συντελεστῶν χημικῆς ἐξισώσεως

57. Νά καθορισθῶν οἱ συντελεσταὶ τῶν ἀκολούθων χημικῶν ἐξισώσεων:



58. Νά καθορισθῶν οἱ συντελεσταὶ τῶν ἀκολούθων χημικῶν ἐξισώσεων, διὰ τῆς ἀλγεβρικῆς μεθόδου:



59. Νά διατυπωθῶν δι' ἐξισώσεων αἱ ἐξῆς χημικαὶ ἀντιδράσεις:

- α) Διὰ συντήξεως ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου μετ' ἀνθρακικοῦ νατρίου καὶ νιτρικοῦ νατρίου, λαμβάνονται μαγγανικόν νάτριον, νιτρῶδες κάλιον καὶ διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος.
β) Δι' ἐπιδράσεως νιτρικοῦ καλίου ἐπὶ ἄνθρακος, λαμβάνονται διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος, ἄζωτον καὶ ἀνθρακικόν κάλιον.
γ) Ἄτμοι νιτρικοῦ ὀξέος, διὰ καταλλήλου θερμογάνσεως, διασπῶνται εἰς διοξειδίον τοῦ ὀξότου, ὀξυγόνον καὶ ὕδωρ. (Εἰσαγ. ἐξετ. Σχολῆς Μηχανολόγων Ε.Μ. Πολυτεχνείου 1956)

6. Άσκήσεις ἐπὶ τῶν χημικῶν ἐξισώσεων

60. Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν μεταλλικοῦ νατρίου ἐπὶ ὕδατος παράγεται ὕδροξείδιον τοῦ νατρίου καὶ 7,8 lt H_2 . Ποία ἡ χρησιμοποιηθεῖσα ποσότης μεταλλικοῦ νατρίου; (Ἄπ. 16gr) (Μαθηματικὴ Σχολὴ Πανεπ. 1949)

61. Μίγμα 150 lt ἴσων μερῶν CH_4 , H_2 καὶ CO καίεται ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ἀπαιτουμένου ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, εἰς m^3 , διὰ τὴν πλήρη καύσιν τοῦ μίγματος (ὁ ἀτμ. ἀήρ περιέχει 21 % O_2). (Ἄπ. 0,714 m^3) (Ἱατρικὴ Σχολὴ 1953)

62. Πόσα lt CO λαμβάνονται, ἐὰν διοχετεῦσῶμεν 5 lt CO_2 διὰ στρώματος διαπόρων ἀνθράκων καὶ πόσα lt O_2 ἀπαιτοῦνται, διὰ τὴν πλήρη καύσιν τοῦ ὡς ἄνω σχηματισθέντος CO ; (Ἄπ. 10 lt, 5 lt) (Ἱατρικὴ Σχολὴ Θεσ/νίκης 1952)

63. Πόσα cm^3 O_2 λαμβάνομεν διὰ θερμογάνσεως 432 gr HgO καὶ πόσα gr H_2S δυνάμεθα νὰ καύσωμεν πρὸς SO_2 καὶ H_2O , μὲ τὸ ὡς ἄνω ποσὸν τοῦ ὀξυγόνου; (Ἄπ. 22400 cm^3 , 22,66 gr)

64. Διὰ διαβιβάσεως ὀξυγόνου ὑπεράνω ἐρυθροπυρωμένου σιδηροπυρίτου (FeS_2) λαμβάνεται ὀξείδιον τοῦ σιδήρου καὶ 780 lt SO_2 . Ποία ἡ ποσότης τοῦ χρησιμοποιηθέντος σιδηροπυρίτου εἰς gr.; (Ἄνωτ. Γεωπον. Σχολὴ 1953)

65. Ἐὰν καύσωμεν 2 gr CH_4 εἰς τὸν ἀέρα, νὰ εὑρεθῇ ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ CO_2 , τὸ ὅποιον θὰ παραχθῇ κατ' ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ ἀπαιτηθέντος πρὸς τοῦτο O_2 . (Ἄπ. 2,8 lt, 5,6 lt)

66. Κατὰ τὴν ἀντίδρασιν μεταξύ NH_4Cl καὶ KOH σχηματίζονται KCl , H_2O καὶ NH_3 . Πόσα gr ἐξ ἐκάστου τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν 50 lt NH_3 ; (Ἄπ. 119,42 gr, 125 gr)

67. Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ 40 gr CaCO_3 σχηματίζεται χλωροῦχος ἀσβέστιον, ὕδωρ καὶ διοξειδίον τοῦ ἄνθρακος. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ παραχθέντος διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος. (Ἄπ. 8,96 lt)

68. Πόσα gr KOH καὶ πόσα lt CO_2 ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν 150 gr K_2CO_3 ; (Ἄπ. 121,74 gr, 24,34 lt)

ΑΙ ΦΥΣΙΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

1. Αί τρεῖς φυσικαὶ καταστάσεις τῆς ὕλης

Ἡ ὕλη, ὡς γνωστόν, ἐμφανίζεται ὑπὸ τρεῖς διαφόρους καὶ διακριτοὺς καταστάσεις : τὴν **στερεάν**, τὴν **ὕγρην** καὶ τὴν **ἀέριον**. Τὰ σώματα, ἀναλόγως τῆς καταστάσεως εἰς τὴν ὁποίαν εὐρίσκονται, ὑπὸ συνήθεις συνθήκας, διακρίνονται εἰς **στερεά**, εἰς **ὕγρα** καὶ εἰς **ἀέρια**, δύνανται δὲ νὰ μεταβαίνουν ἐκ τῆς μιᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ἄλλην.

Ὡς **στερεά** χαρακτηρίζομεν τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα προβάλλουν μεγίστην ἀντίστασιν εἰς πᾶσαν προσπάθειαν μεταβολῆς τοῦ ὄγκου καὶ τοῦ σχήματος αὐτῶν.

Ὡς **ὕγρα** χαρακτηρίζομεν τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα προβάλλουν μεγίστην μὲν ἀντίστασιν εἰς πᾶσαν προσπάθειαν μεταβολῆς τοῦ ὄγκου των, μικρὰν ὁμως εἰς τὴν μεταβολὴν τοῦ σχήματός των.

Ὡς **ἀέρια**, τέλος, χαρακτηρίζομεν τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα προβάλλουν μικρὰν ἀντίστασιν εἰς πᾶσαν προσπάθειαν ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου των, ἐνῶ ἀντιθέτως ἔχουν τὴν τάσιν νὰ αὐξάνουν αὐτὸν συνεχῶς, τείνοντα νὰ καταλάβουν πάντα προσφερόμενον εἰς αὐτὰ χῶρον.

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω βασικῶν διαφορῶν καὶ ἄλλων τινῶν, τὰς ὁποίας θὰ γνωρίσωμεν ἐν συνεχείᾳ, ἓν σῶμα παρουσιάζει, ἀναλόγως τῆς φυσικῆς καταστάσεως αὐτοῦ, διάφορον ποσὸν ἐσωτερικῆς ἐνεργείας. Τὴν μεγαλυτέραν ἐσωτερικὴν ἐνέργειαν περιέχει εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν καὶ τὴν μικροτέραν εἰς τὴν στερεάν. Τοῦτο καθίσταται φανερόν ἐκ τῆς συμπεριφορᾶς τῶν σωμάτων κατὰ τὴν θέρμανσιν ἢ τὴν ψύξιν.

Γενικῶς, ἐν στερεόν, θερμαινόμενον ὑπὸ συνήθῃ πίεσιν, μεταβαίνει ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὕγρην κατάστασιν καὶ ἀκολουθῶς ἐκ τῆς ὕγρας εἰς τὴν ἀέριον.

Ἐπάρχουν ὁμως καὶ σώματα, τὰ ὁποῖα θερμαινόμενα, ὑφίστανται χημικὴν ἀποσύνθεσιν, καθὼς καὶ σώματα, τὰ ὁποῖα μεταβαίνουν ἀπ' εὐθείας ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν (ἐξάχνωσις).

Ἀντιθέτως, ἐν ἀέριον δύναται νὰ ὑγροποιηθῇ ψυχόμενον ὑπὸ ὠρισμένων πίεσιν καὶ τελικῶς νὰ στερεοποιηθῇ. Εἶναι δὲ ἀξιοσημείωτον, ὅτι σήμερον ἔχει ἐπιτευχθῆ ἡ ὑγροποίησις ὄλων τῶν γνωστῶν ἀερίων, ὑπὸ σύγχρονον πίεσιν καὶ ψύξιν.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν, ὅτι ἡ φυσικὴ καταστάσις ἐνὸς σώματος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς πίεσεως. Διὰ νὰ κατανοήσωμεν τὴν ἐξάρτησιν ταύτην τῆς φυσικῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων ἐκ τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς πίεσεως, πρέπει νὰ γνωρίσωμεν κατὰ ποῖον τρόπον συγκρατοῦνται τὰ μόρια ἢ τὰ ἄτομα εἰς ἓν σῶμα, ὡς καὶ τὴν κινητικὴν κατάστασιν αὐτῶν.

1. Δυνάμεις μεταξὺ μορίων καὶ ἀτόμων. Ὡς γνωστόν, πᾶν σῶμα ἀποτελεῖται ἀπὸ μεμονωμένους δομικοὺς λίθους, οἱ ὁποῖοι, ἀναλόγως τῆς περιπτώσεως, εἶναι ἄτομα ἢ μόρια (*). Ταῦτα ἀσκοῦν ἐπ' ἀλλήλων δυνάμεις ἐλκτικὰς καὶ ἀπωστικὰς.

Δι' ὠρισμένην ἀπόστασιν μεταξὺ δύο μορίων, ὑπάρχει ἰσορροπία τῶν δύο δυνάμεων. Πᾶσα μεταβολὴ τῆς ἀποστάσεως ταύτης ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἐμφάνισιν συνισταμένης ἐλκτικῆς ἢ ἀπωστικῆς. Αὐξανομένης συνεχῶς τῆς μεταξὺ αὐτῶν ἀποστάσεως ἐμφανίζεται ἐλκτικὴ συνισταμένη, ἢ ὁποῖα αὐξάνει συνεχῶς καὶ ταχέως μέχρις ἐνὸς ὁρίου, πέραν τοῦ ὁποίου ἐλαττοῦται. Καὶ ἀντιθέτως, ἐλαττουμένης τῆς ἀποστάσεως μεταξὺ τῶν δύο μορίων, ἐμφανίζεται ἀπωστικὴ συνισταμένη, ἢ ὁποῖα αὐξάνει συνεχῶς καὶ ταχέως.

(*) Εἶναι δυνατόν ἐπίσης οἱ δομικοὶ λίθοι νὰ εἶναι ἰόντα, ἢτοι ἄτομα (ἢ ῥίζαι) φέροντα ἠλεκτρικὸν φορτίον.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγεται, ὅτι ἡ ἰσορροπία μεταξὺ τῶν δομικῶν λίθων εἶναι λίαν εὐσταθῆς δι' ὀριζήμενην ἀπόστασιν μεταξὺ αὐτῶν. Ἡ ἰσορροπία ὅμως αὕτη, ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω, δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῶν μεταξὺ τῶν δομικῶν λίθων ἀσκουμένων δυνάμεων, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς κινητικῆς ἐνεργείας αὐτῶν.

2. Κινητικὴ θεωρία. Κατ' αὐτὴν τὰ μόρια (ἢ ἄτομα), εἰς οἰανδήποτε φυσικὴν κατάστασιν, κινεῖνται συνεχῶς καὶ ἡ κινητικὴ τῶν ἐνέργεια ἐξαρτᾶται ἀποκλειστικῶς ἐκ τῆς θερμοκρασίας. Ἡ κίνησις αὕτη καλεῖται **θερμικὴ κίνησις τῶν μορίων**.

Εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν, τὰ μόρια εὐρίσκονται εἰς μικρὰς ἀποστάσεις ἀπ' ἀλλήλων καὶ δι' τοιαύτας, ὥστε νὰ εὐρίσκονται εἰς κατάστασιν λίαν εὐσταθοῦς ἰσορροπίας. Εἰς τὴν περιπτώσιν αὕτην, ἡ θερμικὴ κίνησις τῶν μορίων ἐκδηλοῦται ὡς μία ταλάντωσις μικροῦ πλάτους περὶ τὴν θέσιν ἰσορροπίας αὐτῶν.

Αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας, ἐπέχεται αὐξήσις τοῦ πλάτους τῶν ταλαντώσεων, μέχρις ὅτου τοῦτο ὑπερβῇ τὸ μέγιστον τῆς ἀποστάσεως διὰ τὴν ὅποιαν ὑπάρχει λίαν εὐσταθῆς ἰσορροπία. Τότε τὰ μόρια, ἀπομακρυνόμενα τῆς ἀρχικῆς τῶν θέσεως, δὲν ἐπιστρέφουν πλέον εἰς αὐτήν, ἀλλὰ κινεῖνται ἀτάκτως πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις. **Τὸ στερεὸν δηλ. μετετρέπη εἰς ὑγρὸν καὶ ἡ ἀνωτέρω θερμοκρασία ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ σημεῖον τήξεως** τοῦ σώματος.

Εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, τὰ μόρια, καίτοι ἀτάκτως κινούμενα, δὲν ἀπομακρύνονται τελείως μεταξὺ τῶν, διότι εἰς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ ἐμφανίζονται ἰσχυραὶ ἐλκτικαὶ δυνάμεις, αἱ ὅποια τὰ ἐξαναγκάζουν νὰ κινεῖνται πάντοτε ἐντὸς περιορισμένου ὄγκου, τὸν ὅποιον καταλαμβάνει τὸ σῶμα.

Ἀλλὰ ἡ ταχύτης τῶν μορίων δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ δι' ὅλα τὰ μόρια. Οὕτω, ἐὰν ἔν μόνον τοῦ ὑγροῦ, ἔχει κατὰ τινα στιγμὴν ἠϋξημένην ταχύτητα μὲ διευθύνειν πρὸς τὰ ἄνω, εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπερικήσῃ τὰς δυνάμεις, αἱ ὅποια τὸ συγκρατοῦν καὶ ν' ἀπομακρυνθῇ τῆς ἐπιφανείας. Εἰς τοῦτο ὀφείλεται τὸ φαινόμενον τῆς **ἐξατμίσεως**.

Αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὑγροῦ σώματος, ἡ μέση ταχύτης τῶν μορίων τὸν αὐξάνεται συνεχῶς, μέχρις ὅτου, κατὰ τινα χρονικὴν στιγμὴν, ἡ κινητικὴ τῶν ἐνεργεια ἐξισωθῇ πρὸς τὸ ἔργον, τὸ ἀπαιτούμενον διὰ τὴν ἔξοδον αὐτῶν ἐκ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, ὁπότε κινεῖνται ἀτάκτως, ἀπομακρυνόμενα ἀλλήλων ἄνευ περιορισμοῦ. Οὕτω **τὸ ὑγρὸν μεταβάλλεται εἰς ἀέριον** καὶ ἡ ἀνωτέρω θερμοκρασία ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ **σημεῖον ζέσεως** τοῦ σώματος.

Ἐὰν τὸ ἀέριον εὐρίσκειται ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου, τὰ μόρια, προσκρούοντα ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, ἀσκοῦν ἐπ' αὐτῶν δυνάμεις, ἀποτέλεσμα τῶν ὁποίων εἶναι ἡ πίεσις τοῦ αἵριου. Αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας αὐξάνεται ἡ ταχύτης τῶν μορίων, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν αὐξήσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν συγκρούσεων εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, καὶ συνεπῶς τὴν αὐξήσιν τῆς πίεσεως τοῦ αἵριου.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται, ὅτι διὰ τῆς κινητικῆς θεωρίας τῶν αἵριων ἐξηγούνται πλείστα ὅσα θερμικὰ φαινόμενα ἀναφερόμενα καὶ εἰς τὰς τρεῖς καταστάσεις τῆς ὕλης. Ἐξαιρετικῶς ἐπιτυχῆς εἶναι ὅμως ἡ εφαρμογὴ τῆς θεωρίας ταύτης εἰς τὰ ἀέρια, διότι δι' αὐτῆς κατορθοῦται ἡ ἐξήγησις ὅλων τῶν πειραματικῶν νόμων αὐτῶν, τοὺς ὁποίους θὰ μελετήσωμεν κατωτέρω.

3. Κίνησις Brown. Ἡ ὅπ' εὐθείας παρατήρησις τῆς θερμικῆς κινήσεως τῶν μορίων, λόγω τοῦ ἀπειροελάχιστου αὐτῶν, δὲν εἶναι δυνατὴ. Ἐν τούτοις δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμεν ταύτην ἐμμέσως, ἐὰν παρατηρήσωμεν διὰ μικροσκοπίον σταγόνα ὕδατος, ἡ ὅποια περιέχει κόκκους γραφίτου. Ἐκαστος ἐξ αὐτῶν κινεῖται διαρκῶς καὶ ἀτάκτως πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις, διαγράφων ἀκανόνιστον τεθλασμένην τροχιάν. Ἡ τροχὸς αὕτη κίνησις (κίνησις Brown) ὀφείλεται εἰς τὰς κρούσεις, τὰς ὁποίας ὑφίστανται οἱ κόκκοι τοῦ γραφίτου, ὑπὸ τῶν μορίων τοῦ ὕδατος, τὰ ὅποια, λόγω τῆς θερμικῆς τῶν κινήσεως, προσπίπτουν ἐπὶ τῶν κόκκων ἀκανόνιστως ἐξ ὅλων τῶν διευθύνσεων.

2. Άερια

Ός ανεφέρθη, τὰ ἀέρια παρουσιάζουν μικράν αντίστασιν εἰς πᾶσαν προσπάθειαν ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου των, ἐνῶ ἀντιθέτως ἔχουν τὴν τάσιν νὰ αὐξάνουν αὐτὸν συνεχῶς, τείνουντ νὰ καταλάβουν πάντα προσφερόμενον εἰς αὐτὰ χῶρον. Ἐνεκα τούτου δὲν ἔχουν ὠρισμένον σχῆμα, οὔτε ὠρισμένον ὄγκον.

Εἰς τὰ ἀέρια, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ στερεὰ καὶ τὰ ὑγρά, ὠρισμένοι ἰδιότητες εἶναι ἀνεξάρτητοι τῆς φύσεως αὐτῶν. Οὕτω τὰ ἀέρια, ἐφ' ὅσον δὲν ἀντιδροῦν μεταξὺ τῶν χημικῶς, ἀναμιγνύονται ὑπὸ πᾶσαν ἀναλογίαν, σχηματίζοντα πάντοτε ὁμογενῆ μίγματα. Κυρίως ὁμοῦ χαρακτηρίζονται ἐκ τῆς ὁμοιομόρφου μεταβολῆς τοῦ ὄγκου των συναρτήσει τῆς πίεσεως καὶ τῆς θερμοκρασίας.

Ἡ ὁμοιομορφος αὕτη συμπεριφορὰ τῶν ἀερίων καταδεικνύεται ὑπὸ τῶν κατωτέρω νόμων, οἱ ὅποιοι ἀποδεικνύονται πειραματικῶς :

1. Νόμος Boyle - Mariotte : Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, τὸ γινόμενον τῆς πίεσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον, δεδομένης μάζης ἀερίου, εἶναι σταθερὸν (1).

Ἐπομένως, ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, ἡ πίεσις ἐνὸς ἀερίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ ὄγκου αὐτοῦ (2).

Ἡ ἄλλως ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, οἱ ὄγκοι ὠρισμένης μάζης ἀερίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πιέσεων αὐτοῦ (3):

$$\text{Ἐν } t = \text{σταθ} : \quad PV = \text{σταθ.} \quad (1) \quad P = \text{σταθ} \cdot \frac{1}{V} \quad (2) \quad \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1}} \quad (3)$$

2. Νόμοι τοῦ Gay - Lussac: 1ος νόμος (μεταβολὴ τοῦ ὄγκου ἀερίου, κατὰ τὴν θέρμανσιν ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν). Ἐὰν αὐξηθῇ ἡ θερμοκρασία ἐνὸς ἀερίου κατὰ 1°C , ὁ ὄγκος αὐτοῦ θὰ αὐξηθῇ κατὰ τὸ $1/273$ τοῦ ὄγκου, τὸν ὅποιον εἶχε τὸ ἀέριον εἰς θερμοκρασίαν 0°C , ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν, ὅτι ἡ πίεσις του διετηρήθη σταθερά.

Συνεπῶς, ἐὰν V_0 καὶ V_t εἶναι ἀντιστοίχως οἱ ὄγκοι ἐνὸς ἀερίου εἰς 0°C καὶ $t^\circ \text{C}$, συμφῶνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω θὰ ἰσχύη ὁ τύπος :

$$\text{Ἐν } P = \text{σταθ} : \quad V_t = V_0 + \frac{V_0}{273} \cdot t = V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) \quad \text{ἢ} \quad V_t = V_0 \left(\frac{273+t}{273}\right) \quad (\alpha)$$

2ος νόμος (μεταβολὴ τῆς πίεσεως ἐνὸς ἀερίου κατὰ τὴν θέρμανσιν ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον). Ἐὰν αὐξηθῇ ἡ θερμοκρασία ἐνὸς ἀερίου κατὰ 1°C , ἡ πίεσις αὐτοῦ θὰ αὐξηθῇ κατὰ τὸ $1/273$ τῆς πίεσεως, τὴν ὅποιαν εἶχε τὸ ἀέριον εἰς θερμοκρασίαν 0°C , ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι ὁ ὄγκος του διετηρήθη σταθερός.

Συνεπῶς, ἐὰν P_0 καὶ P_t εἶναι ἀντιστοίχως αἱ πιέσεις ἐνὸς ἀερίου εἰς 0°C καὶ $t^\circ \text{C}$, συμφῶνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω, θὰ ἰσχύη ὁ τύπος :

$$\text{Ἐν } V = \text{σταθ} : \quad P_t = P_0 + \frac{P_0}{273} \cdot t = P_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) \quad \text{ἢ} \quad P_t = P_0 \left(\frac{273+t}{273}\right) \quad (\beta)$$

Ἀπόλυτος θερμοκρασία — Νέα μορφή τῶν νόμων τοῦ Gay - Lussac : Ἐὰν εἰς τὴν ἐξίσωσιν (α) θέσωμεν $t = -273$, λαμβάνομεν $V_t = 0$. Τοῦτο σημαίνει, ὅτι ἂν ψύξωμεν ἓν ἀέριον εἰς τὴν θερμοκρασίαν -273°C , ἐνῶ συγχρόνως διατηροῦμεν τὴν πίεσιν αὐτοῦ σταθεράν, ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου θὰ γίνῃ ἴσος πρὸς μηδέν. Ὅμοίως ἐκ τῆς (β) διὰ $t = -273$ προκύπτει $P_t = 0$.

Τὴν θερμοκρασίαν ταύτην, -273°C , εἰς τὴν ὅποιαν ὁ ὄγκος ἢ ἡ πίεσις ἐνὸς ἀερίου μηδενίζεται, καλοῦμεν **ἀπόλυτον μηδέν**.

Ἐὰν ὡς ἀρχὴν τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος λάβωμεν τὸ ἀπόλυτον μηδέν, τότε ἡ μετρούμενη θερμοκρασία καλεῖται **ἀπόλυτος θερμοκρασία**.

Κατά τὰ ἀνωτέρω, ἡ ἀπόλυτος θερμοκρασία (T) συνδέεται μὲ τὴν θερμοκρασίαν Κελσίου (t) διὰ τῆς σχέσεως :

$$T = 273 + t$$

Χρησιμοποιούντες τὴν ἀπόλυτον θερμοκρασίαν δυνάμεθα νὰ γράψωμεν τοὺς νόμους τοῦ Gay - Lussac ὑπὸ ἀπλουστέραν μορφήν, ὡς ἐξῆς :

$$(α') \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{1ος νόμος τοῦ Gay - Lussac} \quad \text{"Ἄν } P = \text{σταθ.}$$

"Ἦτοι, οἱ ὄγκοι ἐνὸς ἀερίου, ὑπὸ σταθεράν πίεσιν, εἶναι ἀνάλογοι τῶν ἀπολύτων θερμοκρασιῶν.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{2ος νόμος τοῦ Gay - Lussac} \quad \text{"Ἄν } V = \text{σταθ.}$$

"Ἦτοι, αἱ πιέσεις ἐνὸς ἀερίου, ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον, εἶναι ἀνάλογοι τῶν ἀπολύτων θερμοκρασιῶν :

3. Νόμος Boyle - Mariotte — Gay - Lussac. Καί εἰς τοὺς τρεῖς ἀνωτέρω νόμους ἀπαιτεῖται ὅπως, ἐν ἓκ τῶν τριῶν μεγεθῶν (πίεσις, ὄγκος, θερμοκρασία) διατηρεῖται σταθερὸν, διὰ νὰ λάβωμεν τὴν μεταβολὴν τοῦ ἐνός, ἐκ τῶν δύο ἄλλων, συναρτήσῃ τοῦ δευτέρου. Ὑπάρχουν, ἐν τούτοις, καὶ περιπτώσεις εἰς τὰς ὁποίας μεταβάλλονται καὶ τὰ τρία μεγέθη ταυτοχρόνως. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτάς ἰσχύει ὁ συνδυασμὸς τῶν τριῶν νόμων, ὁ ὁποῖος ἐξάγεται ὡς ἐξῆς :

"Ἐστω ὠρισμένη μᾶζα ἀερίου ὄγκου V_1 , ὑπὸ πίεσιν P_1 καὶ θερμοκρασίαν T_1 καὶ ἂς ὑποθέσωμεν, ὅτι ζητεῖται ὁ ὄγκος V_2 αὐτῆς ὑπὸ πίεσιν P_2 καὶ θερμοκρασίαν T_2 .

"Ἐάν θερμάνωμεν τὸ ἀέριον εἰς τὴν θερμοκρασίαν T_2 διατηροῦντες τὸν ὄγκον σταθερὸν, ἡ πίεσις του θὰ αὐξηθῇ καὶ θὰ γίνῃ, κατὰ τὸν 2ον νόμον τοῦ Gay-Lussac, τῆς πρὸς : $P' = P_1 \cdot T_2/T_1$ (α).

"Ἐδὼ ἀκολουθῶς διατηροῦντες τὴν θερμοκρασίαν T_2 σταθεράν, αὐξήσωμεν τὸν ὄγκον ἀπὸ τὴν τιμὴν V_1 εἰς τὴν τιμὴν V_2 , ἡ πίεσις θὰ ἐλαττωθῇ ἀπὸ τὴν τιμὴν P' εἰς τὴν τιμὴν P_2 . Ὁ νόμος Boyle-Mariotte μᾶς δίδει τὴν σχέσιν: $P'V_1 = P_2V_2$ καὶ ἂν ἀντικαταστήσωμεν τὸ P' μὲ τὸ ἴσον του (τύπος (α)), λαμβάνομεν :

$$(1) \quad \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \text{Νόμος Boyle - Mariotte - Gay - Lussac}$$

Χρησιμοποιούντες τὸν ἀνωτέρω νόμον, δυνάμεθα νὰ λύσωμεν προβλήματα, εἰς τὰ ὅποια μεταβάλλονται καὶ τὰ τρία μεγέθη P , V , T . Εἶναι προφανές ὅτι, δυνάμεθα νὰ λύσωμεν καὶ ἀπλουστερά προβλήματα, εἰς τὰ ὅποια μεταβάλλονται δύο μόνον ἐξ αὐτῶν.

Παράδειγμα. Ἀέριον ὑπὸ πίεσιν 740 mm Hg καὶ θερμοκρασίαν 15° C καταλαμβάνει ὄγκον 1200 cm³. Νὰ εὑρεθῇ ὁ ὄγκος αὐτοῦ, ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας. (Κ.Σ.). (Κανονικαὶ συνθήκαι εἶναι ἡ θερμοκρασία $t = 0^\circ \text{C}$ (ἢ $T = 273^\circ \text{K}$) καὶ ἡ πίεσις τῆς 1 atm = 760 mmHg, αἱ ὁποῖαι ὀνομάζονται ἀντιστοιχῶς κανονικὴ θερμοκρασία καὶ πίεσις).

$$\begin{array}{ll} V_1 = 1200 \text{ cm}^3 & V_2 = ; \\ P_1 = 740 \text{ mm Hg} & P_2 = 760 \text{ mm Hg} \\ T_1 = 273 + 15 = 288^\circ \text{K} & T_2 = 273^\circ \text{K} \end{array}$$

Λύοντες τὴν ἐξίσωσιν (1) ὡς πρὸς V_2 καὶ ἀντικαθιστώντες τὰ σύμβολα διὰ τῶν τιμῶν των λαμβάνομεν :

$$V_2 = \frac{P_1}{P_2} \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot V_1 = \frac{740 \cdot 273 \cdot 1200}{760 \cdot 288} = 1108 \text{ cm}^3$$

4. Καταστατική εξίσωση των αερίων. Έκ του τύπου (I) της προηγούμενης παραγράφου προκύπτει, ότι η τιμή του πηλίκου PV/T είναι, διά δεδομένη ποσότητα αερίου, σταθερά. Εάν καλέσωμεν A την σταθεράν ταύτην τιμήν ἔχομεν :

$$PV = A T \quad (I)$$

Ἡ σταθερά A ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν καὶ τὴν μᾶζαν τοῦ θεωρουμένου αερίου. Ἀλλὰ γνωρίζομεν, ὅτι 1 mol παντὸς αερίου ὑπὸ Κ.Σ. (1 atm, 0°C) καταλαμβάνει ὄγκον 22,4 lt. Ἐπομένως, ἐὰν θέσωμεν εἰς τὸν τύπον (I) $P=1$ atm, $T=273^\circ\text{K}$ καὶ $V=22,4$ lt ἡ τιμὴ τοῦ πηλίκου : $PV/T = R$ (II) δὲν θὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ αερίου, δηλαδὴ θὰ εἶναι ἡ αὐτὴ δι' ὅλα τὰ αέρια.

Τὴν σταθεράν ταύτην R καλοῦμεν **παγκόσμιον σταθεράν τῶν αερίων** καὶ ἡ τιμὴ τῆς ὑπολογίζεται ἐκ τῆς (II) ἴση πρὸς 0,08205 lt. atm/mol. grad.

Ἡδὴ ὁ τύπος (I) γράφεται ὡς ἑξῆς :

$PV_m = RT$	καταστατικὴ ἐξίσωσις τῶν αερίων	(III)
-------------	---------------------------------	-------

Ὁ τύπος III ἰσχύει δι' ἓν mol καὶ V_m συμβολίζει τὸν μοριακὸν ὄγκον. Εάν ἀντὶ 1 mol θεωρήσωμεν n mol, τῶν ὁποίων ὁ ὄγκος ἔστω V , τότε $V n = V_m$ καὶ συνεπῶς :

$$PV = nRT$$

5. Νόμος τῶν μερικῶν πιέσεων τοῦ Dalton. Ἡ ὀλικὴ πίεσις μίγματος αερίων, μὴ ἀντιδρώντων μεταξύ των χημικῶς, ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν μερικῶν πιέσεων ἐκάστου αερίου. Ὡς μερικὴν πίεσιν ἐκάστου τῶν αερίων νοοῦμεν τὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν θὰ εἶχε τὸ θεωρούμενον αέριον, ἐὰν κατελάμβανε μόνον του τὸν ὄγκον τοῦ μίγματος, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

Ἦτοι, ἐὰν αἱ μερικαὶ πιέσεις αερίου μίγματος H_2 , O_2 καὶ N_2 εἶναι ἀντιστοίχως P_1 , P_2 καὶ P_3 , ἡ ὀλικὴ πίεσις τοῦ μίγματος θὰ εἶναι : $P_{ολ} = P_1 + P_2 + P_3$.

Ἀποδεικνύεται ἐπίσης, ὅτι ὁ ὄγκος μίγματος αερίων ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ὄγκων, τοὺς ὁποίους θὰ κατελάμβανεν ἕκαστον τῶν αερίων, ὑπὸ τὴν πίεσιν τοῦ μίγματος.

Δέον νὰ σημειωθῆ, ὅτι ἐφ' ὅσον εἰς τὰς σχέσεις μεταξύ τῶν μεγεθῶν, τὰ ὁποῖα χαρακτηρίζουν τὴν κατάστασιν τῶν αερίων, δὲν εἰσέρχεται ἡ φύσις αὐτῶν, ἔπειτα, ὅτι οἱ νόμοι τῶν αερίων ἰσχύουν καὶ προκειμένου περὶ αερίων μιγμάτων. Τοῦτο ἀποτελεῖ ἐξ ἄλλου λογικὴν συνέπειαν τῆς ὑποθέσεως Ἀνογάρο, κατὰ τὴν ὁποίαν : ἴσοι ὄγκοι αερίων περιέχουν, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων, ἀνεξαρτήτως τῆς φύσεως.

Ὅτω ὁ τύπος $PV = nRT$ ἰσχύει καὶ διὰ μίγματα αερίων. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ n παριστᾶ τὸ ἄθροισμα τῶν ἀριθμῶν τῶν γραμμομορίων τῶν αερίων συστατικῶν τοῦ μίγματος. Ἐξ αὐτοῦ συνάγεται εὐκόλως, ὅτι ὁ λόγος τῆς μερικῆς πίεσεως αερίου συστατικοῦ πρὸς τὴν ὀλικὴν πίεσιν τοῦ μίγματος, ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τοῦ ἀριθμοῦ τῶν γραμμομορίων τοῦ αερίου, πρὸς τὸν συνολικὸν ἀριθμὸν τῶν γραμμομορίων τοῦ μίγματος : $P_1 : P_{ολ} = n_1 : n_{ολ}$.

6. Νόμος τῆς διαπιδύσεως τῶν αερίων τοῦ Graham. Διάχυσις καλεῖται τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ ὁποῖον δύο σώματα, ὅταν εὑρεθοῦν εἰς ἐπαφῇ, ἀναμιγρῶνται ἄνευ τῆς ἐπενεργείας ἐξωτερικῆς δυνάμεως. Ἡ ἀνάμιξις αὐτὴ ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι τὰ μόρια ἐκάστου σώματος διειοδῶν μεταξύ τῶν μορίων τοῦ ἑτέρου, ὥστε νὰ ἀποτελέσουν τελικῶς ὁμογενὲς μίγμα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγεῖται ἐκ τῆς τάσεως πρὸς διασποράν, τὴν ὁποίαν ἔχουν τὰ μόρια λόγῳ τῆς θερμικῆς τῶν κινήσεως. Ἐνεκα τοῦτου, τὸ φαινόμενον τῆς διαχύσεως ἐμφανίζεται κυρίως εἰς τὰ αέρια. Ὅτω, ὡσάκις δύο αέρια φέρονται εἰς ἐπαφῇ, διαχέονται ταχέως.

Διαπιδυσις καλεῖται ἡ διάχυσις μεταξύ δύο αερίων, τὰ ὁποῖα χωρίζονται διὰ πορώδους διαφράγματος. Ἡ διαπιδυσις ἐκάστου αερίου θὰ παύσῃ, ὅταν ἡ μερικὴ πίεσις αὐτοῦ γίνῃ ἡ αὐτὴ καὶ εἰς τὰς δύο πλευράς τοῦ διαφράγματος. Ὅταν παύσῃ ἡ ἐπιμέτρσις ἡ διαπιδυσις, ἡ ὀλικὴ πίεσις—ὡς ἄθροισμα τῶν μερικῶν πιέσεων—θὰ εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ εἰς τὰς δύο πλευράς τοῦ διαφράγματος.

Ἐάν καλέσωμεν **ταχύτητα διαπιδύσεως** τὸ πηλίκον τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ διαφράγματος, διὰ τοῦ ἀντιστοίχου χρόνου, ἀποδεικνύεται πειραματικῶς ὅτι: **Αἱ ταχύτερες διαπιδύσεως δύο ἀερίων (U_1 καὶ U_2) εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν μοριακῶν των βαρῶν (M_1 καὶ M_2)** (νόμος τοῦ Graham).

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}}$$

Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω τὸ ὕδρογόνον, ὡς ἔχον τὸ μικρότερον M . Β. ἐξ ὄλων τῶν ἀερίων, θὰ ἔχη καὶ τὴν μεγαλύτεραν ταχύτητα διαπιδύσεως. Ἡ μεγάλη διαπιδυτικότης τοῦ ὕδρογόνου καταφαίνεται ἐκ τοῦ ἀκολουθοῦντος πειράματος: Πορῶδες δοχεῖον κλείεται ἀεροστεγῶς διὰ πώματος, διὰ τοῦ ὁποίου διερχεται μικρὸς ὄαλινος σωλὴν, καταλήγων ἐντὸς ὕδατος (σχ. 22). Τὸ πορῶδες δοχεῖον περιβάλλεται δι' ὄαλινου δοχεῖου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου διαχετεύεται ὕδρογόνον. Τοῦτο ὡς διαπιδυτικώτερον τοῦ ἀέρος, εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ πορῶδους δοχεῖου ταχύτερον ἢ ὅτι ἐξέρχεται ἐξ αὐτοῦ ὁ ἀήρ. Ἔνεκα τούτου συμπιέεται τὸν ἀέρα καὶ τὸν ἀναγκάζει νὰ ἐξέλθῃ ἐκ τοῦ κάτω ἄκρου τοῦ σωλήνος, διὰ μέσου τοῦ ὕδατος ὑπὸ μορφήν φυσαλλίδων. Ἐάν ἀφαιρέσωμεν κατόπιν τὸ ἐξωτερικόν δοχεῖον, τότε τὸ ὕδρογόνον τὸ εὑρισκόμενον ἐντὸς τοῦ πορῶδους δοχεῖου ἐξέρχεται ἐξ αὐτοῦ ταχύτερον ἢ ὅτι εἰσέρχεται ὁ ἀήρ. Οὕτω τείνουν νὰ σχηματισθῇ κενόν καὶ τὸ ὕδωρ λόγω τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἀνυψοῦται ἐντὸς τοῦ σωλήνος.

Τὰ ἀνωτέρω εὐρίσκουν ἐφαρμογὴν ἀφ' ἑνὸς μὲν διὰ τὸν διαχωρισμὸν τῶν ἀερίων μιγμάτων, ἀφ' ἑτέρου διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ μοριακοῦ βάρους τῶν ἀερίων.

6. Ἰδανικὰ καὶ πραγματικὰ ἀέρια. Οἱ ἀνωτέρω νόμοι ἐξηγοῦνται ὑπὸ τῆς κινητικῆς θεωρίας τῶν ἀερίων, ἣ ὁποία στηρίζεται ἐπὶ τῶν ἀκολουθῶν παραδοχῶν :

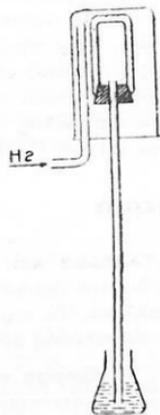
1. Τὰ μόρια τῶν ἀερίων κινοῦνται συνεχῶς καὶ ἀτάκτως πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις.
2. Μεταξὺ τῶν μορίων δὲν ἐξασκοῦνται δυνάμεις, εἰμὴ μόνον κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς συγκρούσεώς των μετὰ ἄλλα μόρια ἢ τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου. Συνεπῶς, ἡ κίνησις ἐνὸς μορίου μεταξὺ δύο συγκρούσεων εἶναι εὐθύγραμμος.
3. Αἱ συγκρούσεις τῶν μορίων εἶναι ἐλαστικαί, ὥστε νὰ μὴ συνελάγονται ἀπώλειαν τῆς κινητικῆς των ἐνεργείας.
4. Τὸ ἄθροισμα τῶν ὄγκων ὄλων τῶν μορίων θεωρεῖται ἀμελητέον ἔναντι τοῦ ὄγκου τοῦ περιέχοντος αὐτὰ δοχείου.

Εἰς τὴν πραγματικότητα ὁμοίως διὰ τὰ ἐν τῇ Φύσει ὑπάρχοντα ἀέρια, τὰ ὁποία καλοῦνται **πραγματικὰ**, δὲν ἐκπληροῦνται αἱ προϋποθέσεις 3 καὶ 4 καὶ ἔνεκα τούτου ἀκολουθοῦν κατὰ προσέγγισιν μόνον τοὺς περιγραφέντας νόμους, οἱ ὁποῖοι προέκυψαν πειραματικῶς ἐκ τῆς μελέτης ἀερίων ὠρισμένης κατηγορίας, ὡς π.χ. τὰ H_2 , O_2 , N_2 .

Τὰ ὑποθετικὰ ἀέρια, διὰ τὰ ὁποία δεχόμεθα ὅτι ἰσχύουν πλήρως αἱ ἀνωτέρω παραδοχαί, καλοῦνται **ιδανικὰ ἀέρια** καὶ ἀκολουθοῦν ἀκριβῶς τοὺς περιγραφέντας νόμους τῶν ἀερίων, οἱ ὁποῖοι καὶ καλοῦνται νόμοι τῶν ιδανικῶν ἀερίων. Τὰ πραγματικὰ ἀέρια πλησιάζουν τόσον περισσότερο τὴν ιδανικὴν κατάστασιν, ὅσον αἱ συνθήκαι πίεσεως καὶ θερμοκρασίας ἀπέχουν περισσότερο τῶν συνθηκῶν τῆς ὑγροποιήσεως αὐτῶν. Τοῦτο συμβαίνει π.χ. μετὰ τὸ H_2 , τὸ N_2 καὶ τὸ O_2 , τὰ ὁποῖα συμπεριφέρονται ὡς ιδανικὰ ὑπὸ συνθηκῶν μὴ ἀφισταμένας κατὰ πολὺ τῶν συνθηκῶν.

7. Ὑγροποιήσις τῶν ἀερίων—Κρίσιμος θερμοκρασία. Τὰ ἀέρια εἶναι δυνατόν νὰ ὑγροποιηθῶν διὰ ψύξεως εἰς χαμηλὴν θερμοκρασίαν. Ἡ ἀνάγκη τῶν λίαν χαμηλῶν θερμοκρασιῶν διὰ τὴν ὑγροποίησιν ἀερίων ἀποφεύγεται ἐάν, παραλλήλως πρὸς τὴν ψύξιν, τὸ ἀέριον πιεσθῇ πολὺ. Π.χ. τὸ CO_2 ὑγροποιεῖται καὶ ὑπὸ συνθήκῃ θερμοκρασίαν δι' ἀπλῆς συμπιέσεως.

Διὰ νὰ ὑγροποιηθῇ ἓν ἀέριον πρέπει ἡ θερμοκρασία του νὰ εὐρίσκειται κάτω μιᾶς ὠρι-



Σχ. 22

αμένης δι' ἕκαστον ἀέριον θερμοκρασίας, ἢ ὁποῖα καλεῖται **κρίσιμος θερμοκρασία**. Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἐνός αἰρίου εἶναι μεγαλύτερα τῆς κρίσιμου, τὸ αἶριον εἶναι ἀδύνατον νὰ ὑγροποιηθῇ ὁσδήποτε πίεσις καὶ ἂν ἐξασκηθῇ ἐπ' αὐτοῦ.

Τὰ αἲρια, τὰ ὁποῖα ἔχουν ὑψηλὴν κρίσιμον θερμοκρασίαν, χρησιμοποιοῦνται πρὸς παραγωγὴν ψύχους. Διότι ὑγροποιῦνται εὐκόλως διὰ συμπιέσεως καὶ δι' ἀποτόμου ἐκτόσεως ἐξαερόνται, ἀπορροφῶντα τὸ ἀπαιτούμενον πρὸς τοῦτο ποσὸν θερμότητος ἐκ τοῦ περιβάλλοντος. Τοιαῦτα αἲρια εἶναι τὸ SO_2 , τὸ CO_2 , ἢ NH_3 καὶ τὸ CF_2Cl_2 (Freon - διφθορο - διχλωρο - μεθάνιον).

3. Ὑγρά

Ὡς ἀνεφέρθη, τὰ ὑγρά παρουσιάζουν μερίστην ἀντίστασιν εἰς πᾶσαν προσπάθειαν μεταβολῆς τοῦ ὄγκου των, μικρὰν ὅμως εἰς τὴν μεταβολὴν τοῦ σχήματός των. Τὰ ὑγρά δηλαδὴ σώματα, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ αἲρια, δὲν ἔχουν καθωρισμένον σχῆμα καὶ λαμβάνουν τὸ σχῆμα τῶν δοχείων, εἰς τὸ ὁποῖον περιέχονται.

Συμφώνως πρὸς τὴν κινητικὴν θεωρίαν, τὰ μόρια εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, καίτοι ἀτάκτως κινούμενα, δὲν ἀπομακρύνονται κατὰ πολὺ μεταξὺ των, διότι εἰς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ ἐμφανίζονται ἰσχυραὶ ἑλκτικαὶ δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι τὰ ἐξαναγκάζουν νὰ κινῶνται πάντοτε ἐντὸς τοῦ περιορισμένου ὄγκου, τὸν ὁποῖον καταλαμβάνει τὸ σῶμα. Διὰ τῆς κινητικῆς θεωρίας, ἐξηγήθη ἐπίσης τὸ φαινόμενον τῆς **ἐξαερώσεως** ἐνός ὑγροῦ δι' **ἐξατμίσεως** ἢ διὰ **βρασμοῦ** (σελ. 51).

Ἐὰν ὑγρὸν εὐρίσκειται ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἔχομεν ἀφαιρέσει τὸν αἲρα, τότε, λόγῳ τῆς ἐξατμίσεως, ὁ ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας χῶρος γίνεται διαρκῶς πλουσιώτερος εἰς ἀτμοὺς μέχρις ὅτου παύσῃ πᾶσα περαιτέρω ἐξαέρωσις. Ἡ πίεσις τῶν οὕτω προκυπτόντων ἀτμῶν καλεῖται **τάσις κεκορεσμένων ἀτμῶν**. Ἐν ὑγρὸν ζεῖται ὅταν ἡ θερμοκρασία των ἀνέλθῃ τόσο, ὥστε ἡ τάσις τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν αὐτοῦ νὰ γίνῃ ἴση πρὸς τὴν ἐπὶ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἀσκουμένην πίεσιν.

4. Στερεὰ

1. Ἄμορφα καὶ κρυσταλλικὰ στερεὰ. Τὰ στερεὰ διακρίνονται ἐξωτερικῶς τῶν ὑγρῶν, διὰ τοῦ ὄρισμένου ὄγκου καὶ σχήματος αὐτῶν. Διακρίνονται εἰς **ἄμορφα** καὶ εἰς **κρυσταλλικὰ**. Τὰ περισσότερα στερεὰ σώματα εἶναι κρυσταλλικῆς κατασκευῆς ἂν καὶ εἰς πολλὰς περιπτώσεις αὕτη δὲν γίνεται εὐκόλως ἀντιληπτή.

Α'. Τὰ ἄμορφα σώματα ἔχουν μόρια εὐρισκόμενα εἰς ὄρισμένας θέσεις, ἀλλὰ δὲν εἶναι ταῦτα διατεταγμένα εἰς τρόπον ὥστε νὰ σχηματίζον γεωμετρικὰ σχήματα. Ὑπομένης τῆς θερμοκρασίας αὐτῶν δὲν λαμβάνουν ἀποτόμως τὴν ὑγρὰν κατάστασιν εἰς ὄρισμένην θερμοκρασίαν, ἀλλὰ καθίστανται ὀλονὲν μαλακώτερα καὶ τέλος ἀποκτοῦν τὴν ἐκκεννησίαν τῶν ὑγρῶν. Συνεπῶς, τὰ σώματα ταῦτα δὲν ἔχουν σημεῖον τήξεως, ἀλλὰ **περιοχὴν τήξεως**. Τὰ σώματα ταῦτα θεωροῦνται ὡς ὑγρά μετὰ πολὺ μεγάλην ἐσωτερικὴν τριβὴν (π.χ. καουτσούκ, κόμμει, ρητῖναι κλπ.).

Β'. Τὰ κρυσταλλικὰ σώματα ἔχουν τὰς ἀκολούθους ιδιότητας :

- Ἔχουν χαρακτηριστικὸν γεωμετρικὸν σχῆμα, ἀποτελούμενον ἀπὸ ἐπιπέδους ἐπιφανείας, **τεμνομένης κατ' εὐθείας ἀκμάς**. Ἡ ἐξωτερικὴ αὕτη κατασκευὴ ὀφείλεται εἰς τὴν γεωμετρικὴν διάταξιν τῶν μορίων, ἀτόμων ἢ ἰόντων, ἀπὸ τὰ ὁποῖα εἶναι κατασκευασμένον τὸ στερεόν.
- Εἶναι σώματα **ἀνισότροπα**, παρουσιάζουν δηλαδὴ διαφόρους τιμὰς ὄρισμένων ιδιοτήτων των, κατὰ διαφόρους διευθύνσεις ἐντὸς τῆς μάζης των (πλὴν τῶν κρυστάλλων τοῦ κυβικοῦ συστήματος). Ἀντιθέτως, **ισότροπα** καλοῦνται τὰ σώματα τῶν ὁποῖων αἱ ιδιότητες εἶναι αἱ αὐταὶ κατὰ τὰς διαφόρους διευθύνσεις ἐντὸς τῆς μάζης των (π.χ. ἡ ὕαλος).

π η ς. Ἡ διαφορά μεταξύ τῶν δύο ἀλλοτροπικῶν μορφῶν φέρεται εἰς τὴν διάφορον κατασκευὴν τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος, ἐνῶ οἱ δομικοὶ λίθοι τοῦ παραμένουσι οἱ αὐτοὶ (βλ. θεῖον).

3) Δυναμικὴ ἀλλοτροπία: Εἰς αὐτὸν τὸν τύπον τῆς ἀλλοτροπίας, αἱ ἀλλοτροπικαὶ μορφαὶ τοῦ σώματος συνυπάρχουν εἰς μίαν μεγάλην περιοχὴν μεταβολῆς τῶν φυσικῶν συνθηκῶν.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

69. Ἐν ἀέριον, εὐρισκόμενον ὑπὸ πίεσιν 1 atm, καταλαμβάνει ὄγκον 215cm³. Ἐὰν τοποθετηθῆ εἰς δοχεῖον χωρητικότητος 2 lt, ποίαν πίεσιν θὰ ἐξασκῆ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ; ('Απ. 93,1 mmHg)
70. Νὰ εὐρεθῆ ἡ πίεσις, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ὁ ὄγκος δεδομένης μάζης αερίου, μετρηθεῖς ὑπὸ πίεσιν 1 Atm, πενταπλασιάζεται. ('Απ. 0,2 Atm)
71. Νὰ εὐρεθῆ ἡ θερμοκρασία εἰς βαθμοὺς Κελσίου, εἰς τὴν ὁποίαν ὁ ὄγκος αερίου τινός, μετρηθεῖς εἰς 20° C, διπλασιάζεται. ('Απ. 313° C)
72. Ποσότης αερίου τινός καταλαμβάνει ὄγκον 1,2 lt εἰς 15° C καὶ 740 mmHg πίεσιν. Νὰ εὐρεθῆ ὁ ὄγκος αὐτοῦ ὑπὸ Κ.Σ. ('Απ. 1,108 lt)
73. Ποσότης αερίου τινός καταλαμβάνει ὄγκον 250 cm³ εἰς 20° C καὶ 700 mmHg πίεσιν. Νὰ εὐρεθῆ ὁ ὄγκος τὸν ὁποῖον καταλαμβάνει εἰς 5° C καὶ 740 mmHg πίεσιν. ('Απ. 524 cm³)
74. Ἐντὸς φιάλης χωρητικότητος 2 lt εἰσάγονται 500 cm³ H₂, μετρηθέντα ὑπὸ πίεσιν 400 mmHg καὶ 1000 cm³ ἀζώτου μετρηθέντα ὑπὸ πίεσιν 600 mmHg. Ὑπολογίσατε τὴν ὀλικὴν πίεσιν τοῦ αερίου μίγματος ἐντὸς τῆς φιάλης. ('Απ. 400 mmHg)
75. Ἡ πυκνότης τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός εἶναι 1,9766 gr/lt, ὑπὸ Κ.Σ. Ὑπὸ ποίαν πίεσιν ἡ πυκνότης τοῦ αερίου θὰ γίνῃ 1 gr/lt; ('Απ. 384,5 mmHg)
76. Ποῖον ὄγκον καταλαμβάνουν 10 gr O₂ εἰς 25° C καὶ 650 mmHg πίεσιν; ('Απ. 8,92 lt)
77. Ποσότης ὀξυγόνου διαπιδύει μέσῳ πορώδους διαφράγματος εἰς 16 sec. Νὰ εὐρεθῆ ὁ χρόνος ὁ ἀπαιτούμενος διὰ τὴν διαπύδυσιν τοῦ ἰδίου ὄγκου SO₂, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως, μέσῳ τοῦ ἰδίου διαφράγματος. ('Απ. 22,58 sec)
78. Ὁ ὄγκος ἐνός αερίου, συλλεγέντος ὑπεράνω ὕδραργύρου, εἶναι 40 cm³ ὅταν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδραργύρου ἐντὸς τοῦ σωλήνος εἶναι 88 mm ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἔξω τοῦ σωλήνος. Ἡ θερμοκρασία τοῦ αερίου εἶναι 18° C καὶ τὸ βαρόμετρον δεικνύει πίεσιν 745 mmHg. Νὰ εὐρεθῆ ὁ ὄγκος τοῦ αερίου ὑπὸ Κ.Σ. (Ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδραργύρου ἐντὸς τοῦ σωλήνος θεωρεῖται ἀμελητέα). ('Απ. 32,4 cm³)
79. 210 cm³ αερίου συλλέγονται ὑπεράνω ὕδατος εἰς σωλῆνα ἐντὸς τοῦ ὁποῖου τὸ ὕδωρ εὐρίσκειται 8 cm ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἔξω τοῦ σωλήνος. Ἡ θερμοκρασία εἶναι 22° C καὶ τὸ βαρόμετρον δεικνύει πίεσιν 764 mmHg. Νὰ εὐρεθῆ ὁ ὄγκος τοῦ αερίου ὑπὸ Κ.Σ. (Ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς 22° C εἶναι 20 mmHg). ('Απ. 189 cm³)
80. Πόσα γραμμάρια ἀμμωνίας καταλαμβάνουν τὸν αὐτὸν ὄγκον εἰς -25° C, τὸν ὁποῖον καταλαμβάνουν 4 γραμμάρια μεθανίου (CH₄) εἰς τοὺς 25° C; ('Απ. 5,1 gr)

ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΥΛΗΣ - ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΑΤΟΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

1. Σύγχρονος ατομική θεωρία (κατασκευή τῶν ατόμων)

Ἡ ἔννοια τοῦ ατόμου, ὡς τοῦ ἀδιαίρετου τμήματος τῆς ὕλης, ἡ ὁποία ἐγεννήθη εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ 19ου αἰῶνος καὶ ἀπέβη τόσον καρποφόρος εἰς τὴν ἐξέλιξιν τῆς Χημείας, δὲν διετηρήθη περισσότερο τοῦ αἰῶνος κατὰ τὸν ὁποῖον ἐγεννήθη.

Πολυάριθμα πειραματικὰ δεδομένα, ὡς ἡ ἀνακάλυψις τῶν καθοδικῶν καὶ ἀνοδικῶν ἀκτίνων, ἡ ἀνακάλυψις τοῦ φαινομένου τῆς ραδιενεργείας ὑπὸ τοῦ Becquerel καὶ τοῦ ζεύγους Curie, καὶ τέλος ἡ ἀνακάλυψις τῶν ἀκτίνων Röntgen, ἤνοιξαν τὴν ὁδὸν διὰ νέας θεωρίας περὶ τῆς συστάσεως τῆς ὕλης.

1. Ἰσοστατικά τῶν ατόμων. Ὡς ἀπεδείχθη ἐκ τῶν ἀνωτέρω πειραματικῶν δεδομένων, τὸ ἄτομον δὲν εἶναι συμπαγὲς καὶ ἀδιαίρετον ὕλικόν σωματίον, ἀλλὰ συνίσταται ἐξ ἄλλων ἀπλοουστέρον σωματίων, κοινῶν διὰ τὰ διάφορα εἶδη τῶν ατόμων. Τὰ σωματῖα ταῦτα εἶναι τὸ ἠλεκτρόνιον, τὸ πρωτόνιον καὶ τὸ νετρόνιον.

Τὸ **ἠλεκτρόνιον** (e) εἶναι ἀπειροελάχιστον σωματίον μὲ μάζαν 1836 φορές μικροτέραν τῆς μάζης τοῦ ατόμου τοῦ ὕδρογόνου — δηλ. πρακτικῶς ἀμελητέαν — τὸ ὁποῖον φέρει τὸ στοιχειώδες ἀρνητικὸν ἠλεκτρικὸν φορτίον.

Τὸ **πρωτόνιον** (p) εἶναι σωματίον μὲ μάζαν ἴσην περίπου πρὸς τὴν μάζαν τοῦ ατόμου τοῦ ὕδρογόνου, τὸ ὁποῖον φέρει ἠλεκτρικὸν φορτίον ἴσον καὶ ἀντίθετον πρὸς τὸ φορτίον τοῦ ἠλεκτρονίου.

Τὸ **νετρόνιον** (n) εἶναι σωματίον μὲ μάζαν ἴσην περίπου πρὸς τὴν μάζαν τοῦ πρωτονίου καὶ ἠλεκτρικῶς οὐδέτερον.

Σωματίον	Σύμβολον	Μάζα	«Ἀτ.βάρους»	Ἡλεκτ. φορτίον	Ἀκτίς
Ἡλεκτρόνιον	e ${}_{-1}^0e$	$9,1 \cdot 10^{-28}$ gr	0,0005484	$-1(1,602 \cdot 10^{-19} \text{Cb})$	$2,8 \cdot 10^{-13}$ cm
Πρωτόνιον	p ${}_{+1}^1\text{H}$	$1,672 \cdot 10^{-24}$ gr	1,00759	$+1(1,602 \cdot 10^{-19} \text{Cb})$	$1,4 \cdot 10^{-13}$ cm
Νετρόνιον	n ${}_{0}^1\text{N}$	$1,675 \cdot 10^{-24}$ gr	1,00898	0	

Πλὴν τῶν ἀνωτέρω τριῶν σωματίων ἀνεκαλύφθησαν καὶ ἕτερα στοιχειώδη σωματῖα, ὡς τὸ ποζιτρόνιον (e^{+}), τὸ νετρίνιον, τὰ μεσόνια κ. ἄ — περίπου 30 ἐν ὄλῳ — τὰ ὁποῖα ὁμοῦ δὲν ἀποτελοῦν οὐστατικὰ τῶν ατόμων, ἀλλὰ σχηματίζονται κατὰ τὰς διαφόρους πυρηνικάς ἀντιδράσεις.

2. Ἀρχιτεκτονικὴ τοῦ ατόμου. Πρῶτος ὁ Rutherford (Ράδερφορντ, 1911) ἐπέχειρσε νὰ δώσῃ μίαν εἰκόνα τῆς ἐσωτερικῆς δομῆς τοῦ ατόμου. Οὗτος παρεδέχθη ὅτι τὸ ἄτομον ἀποτελεῖται ἐκ κεντρικοῦ πυρήνος θετικῶς φορτισμένου, περίξ τοῦ ὁποῖου περιφέρονται τὰ ἠλεκτρόνια. Παρεδέχθη δηλαδὴ, ὅτι τὸ ἄτομον ἀποτελεῖ μικρογραφίαν πλανητικοῦ συστήματος, εἰς τὸ ὁποῖον τὴν θέσιν τοῦ ἡλίου καταλαμβάνει ὁ πυρῆν καὶ τὴν θέσιν τῶν πλανητῶν τὰ ἠλεκτρόνια.

Ὁ **πυρῆν** τοῦ ατόμου, κατὰ τὰς σημερινὰς ἀντιλήψεις, ἀποτελεῖται ἐκ πρωτονίων καὶ νετρονίων, τὰ ὁποῖα χαρακτηρίζονται μὲ τὴν κοινὴν ὀνομασίαν **νουκλεόνια**. Ὁ ἀριθμὸς τῶν πρωτονίων εἶναι ἴσος πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν περὶ τὸν πυρῆνα περιφερομένων ἠλεκτρονίων, δοθέντος ὅτι ταῦτα φέρουν ἴσον καὶ ἀντίθετον ἠλεκτρικὸν φορτίον, ἐνῶ τὸ ἄτομον εἶναι ἠλεκτρικῶς οὐδέτερον.

Καίτοι εις τὸν πυρήνα εὐρίσκεται συγκεντρωμένη ὁλόκληρος σχεδὸν ἡ μᾶζα τοῦ ἀτόμου—ἐφ' ὅσον ἡ μᾶζα τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι ἀμελητέα—οὗτος καταλαμβάνει ἐλάχιστον μόνον μέρος τοῦ ὄγκου τοῦ ἀτόμου, διότι τὰ ἠλεκτρόνια περιφέρονται περίεξ τοῦ πυρήνος εἰς σχετικῶς μεγάλας ἀποστάσεις. Οὕτω ἡ ἄκτις τοῦ ἀτόμου εἶναι τῆς τάξεως 10^{-8} cm, ἐνῶ ἡ ἄκτις τοῦ πυρήνος 10^{-13} ἕως 10^{-12} cm. Συνεπῶς αἱ διαστάσεις τοῦ πυρήνος εἶναι 10^4 ἕως 10^5 φορές μικρότεροι τῶν διαστάσεων τοῦ ἀτόμου.

3. Ἀτομικὸς καὶ μαζικὸς ἀριθμὸς. Δοθέντος ὅτι τὰ ἄτομα ὄλων τῶν στοιχείων συνίστανται ἐκ τῶν αὐτῶν σωματιδίων, εἶναι φανερόν ὅτι αἱ μεταξύ τῶν διαφοραὶ ὀφείλονται εἰς τὸν διάφορον ἀριθμὸν αὐτῶν.

Ἀτομικὸς ἀριθμὸς (Z) στοιχείου, καλεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν πρωτονίων τῶν περιεχομένων εἰς τὸν πυρήνα τοῦ ἀτόμου του, ὁ ὅποιος εἶναι ἴσος πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν περίεξ τοῦ πυρήνος περιφερομένων ἠλεκτρονίων.

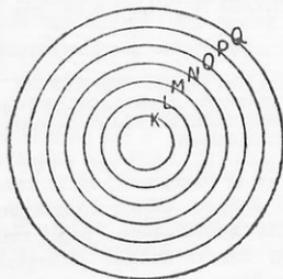
Ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς εἶναι ἀπολύτως χαρακτηριστικὸς διὰ τὰ ἄτομα ἐκάστου στοιχείου καὶ ἐπὶ τῇ βᾶσει τούτου δυνάμεθα νὰ κατατάξωμεν τὰ ἄτομα τῶν διαφόρων στοιχείων εἰς μίαν συνεχῆ σειρὰν, εἰς τὴν ὅποιαν ἕκαστον νὰ διαφέρῃ τοῦ προηγουμένου του καὶ τοῦ ἐπομένου του κατὰ ἓν ἠλεκτρόνιον καὶ ἓν πρωτόνιον. Συνεπῶς τὰ ἄτομα, τὰ ὁποῖα ἔχουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν πρωτονίων καὶ ἠλεκτρονίων, δηλαδὴ τὸν αὐτὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν, χαρακτηρίζονται ἀπὸ τὰς αὐτὰς χημικὰς ἰδιότητας, δηλαδὴ ἀνήκουν εἰς τὸ αὐτὸ στοιχεῖον. Ἡ μᾶζα τῶν ἀτόμων ἐξ ἄλλου, χαρακτηρίζεται ὑπὸ τοῦ μαζικοῦ ἀριθμοῦ.

Μαζικὸς ἀριθμὸς (A) καλεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν πυρηνικῶν σωματίων (νουκλεονίων), δηλαδὴ τῶν πρωτονίων (Z) καὶ τῶν νετρονίων (N), τῶν περιεχομένων εἰς τὸν πυρήνα τοῦ ἀτόμου, ἦτοι:

$$A = Z + N$$

Ἐπὶ τῶν ἄτομων ἔχοντα τὸν αὐτὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν ἀλλὰ διάφορον μαζικὸν ἀριθμὸν, δηλαδὴ διάφορον μᾶζαν, ἔνεκα τοῦ ὅτι εἰ πυρήνες τῶν περιέχουν διάφορον ἀριθμὸν νετρονίων. Τὰ ἄτομα ταῦτα ἐνός καὶ τοῦ αὐτοῦ στοιχείου, τὰ ὁποῖα διαφέρουν κατὰ τὸν μαζικὸν τῶν ἀριθμὸν, καλοῦνται **ἰσότοπα**.

Διὰ νὰ προκύψῃ ἐξ ὀρισμένου ἀτόμου ἓν ἄτομον ἄλλου στοιχείου, δηλαδὴ διὰ νὰ λάβῃ χώραν **μεταστοιχείωσις**, πρέπει νὰ μεταβληθῇ ὁ ἀριθμὸς τῶν πρωτονίων τοῦ πυρήνος του, δηλαδὴ νὰ μεταβληθῇ ὁ ἀτομικὸς τῶν ἀριθμὸς. Ἐὰν ὅμως μεταβληθῇ ὁ ἀριθμὸς τῶν περίεξ τοῦ πυρήνα τοῦ ἀτόμου περιφερομένων ἠλεκτρονίων, διὰ προσλήψεως ἢ ἀποβολῆς ἐνός ἢ περισσοτέρων ἐξ αὐτῶν, δὲν θὰ προκύψῃ ἄτομον ἄλλου στοιχείου, ἀλλ' ἄπλως ἓν ἀρνητικὸν ἢ θετικὸν ἀντιστοιχῶς ἰὸν τοῦ ἰδίου στοιχείου.



Σχ. 23.

4. ἠλεκτρονικαὶ στιβάδες. Ἡ διάταξις τῶν ἠλεκτρονίων περί τὸν πυρήνα τοῦ ἀτόμου καθωρίσθη διὰ τῆς θεωρίας τοῦ Nils Bohr (1913), διὰ τῆς ὁποίας συνεπληρώθη τὸ ἀτομικὸν πρότυπον τοῦ Rutherford. Κατ' αὐτὴν τὰ ἠλεκτρόνια δὲν κινουῦνται ἐπὶ οἰωνδῆποτε ἀποστάσεων ἀπὸ τοῦ πυρήνος, ἀλλὰ μόνον ἐπὶ καθωρισμένων τροχιῶν μὲ σταθερὰν διάμετρον, τὰς ὁποίας καὶ ὑπελόγησε. Αἱ τροχιαὶ τὰς ὁποίας διαγράφουν τὰ ἠλεκτρόνια, τὰ περιφερόμενα εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ πυρήνος, καθορίζουν μίαν ἐπιφάνειαν.

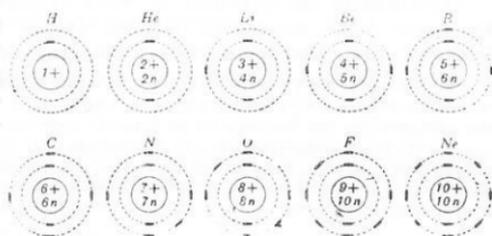
Ἡ ἐπιφάνεια αὕτη καλεῖται **ἠλεκτρονικὸς φλοιὸς ἢ ἠλεκτρονικὴ στιβάς**.

Αἱ ἠλεκτρονικαὶ στιβάδες εἶναι ἐπτὰ καὶ χαρακτηρίζονται ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω, διὰ τῶν γραμμάτων **K, L, M, N, O, P, Q** (σχ. 23). Αἱ ἠλεκτρονικαὶ στιβάδες

Χαρακτηρίζονται από ώρισμένην ενέργειαν, ητις είναι μικροτέρα δια τὰς εύρισκομένας πλησιέστερον πρὸς τὸν πυρῆνα, αἱ ὁποῖαι εἶναι καὶ σταθερότεραι.

Ἐκάστη ἠλεκτρονικὴ στιβάς δύναται νὰ περιλάβῃ ὠρισμένον ἀνώτατον ἀριθμὸν ἠλεκτρονίων. Ὄταν ἐπιτευχθῇ τοῦτο ἡ στιβάς θεωρεῖται ὡς συμπληρωμένη καὶ ἀρχεται ἡ συμπλήρωσις νέας στιβάδος. Ὁ ἀνώτατος ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ περιληφθοῦν εἰς ἐκάστην τῶν στιβάδων, δίδεται—διὰ τὰς τέσσαρας πρώτας στιβάδας—ὕπο τοῦ τύπου: $2n^2$, ἔνθα n ἀκέραιος ἀριθμὸς δεικνύων τὴν τάξιν τῆς στιβάδος ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὴν ἔξω. Ἐκ τοῦ αὐτοῦ τύπου προκύπτουν διὰ τὰς τέσσαρας πρώτας στιβάδας οἱ ἑξῆς ἀριθμοί:

K: $2 \times 1^2 = 2$ L: $2 \times 2^2 = 8$
 M: $2 \times 3^2 = 18$ N: $2 \times 4^2 = 32$



Σχ. 24. Ἡλεκτρονικὴ δομὴ τῶν ἀτόμων τῶν δέκα πρώτων στοιχείων.

Οἰαδήποτε ὁμως στιβάς, ἐφ' ὅσον εἶναι ἡ ἐξωτάτη στιβάς τοῦ ἀτόμου δὲν δύναται νὰ περιλάβῃ ἄνω τῶν ὀκτῶ ἠλεκτρονίων, ἐάν δὲ εἶναι ἡ πληριεστέρα πρὸς τὴν ἐξωτάτην ἄνω τῶν δέκα ὀκτῶ.

Συμπληρωμένη δι' ὀκτῶ ἠλεκτρονίων εἶναι ἡ ἐξωτάτη στιβάς τῶν εὐγενῶν αερίων, πλὴν τοῦ ἡλίου, τὸ ὁποῖον φέρει δύο ἠλεκτρόνια εἰς τὴν μοναδικήν του στιβάδα K. Ἀλλὰ, ὡς γνωστόν, τὰ εὐγενῆ αέρια εἶναι χημικῶς ἀδρανῆ, ἐξ αὐτοῦ δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν ὅτι ἡ ὀκτάς τῶν ἠλεκτρονίων εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα τοῦ ἀτόμου ἀποτελεῖ τὴν πλέον εὐνοϊκὴν ἀπὸ ἐνεργειακῆς ἀπόψεως κατάστασιν διὰ τὸ ἄτομον, εἶναι δηλαδὴ ἡ πλέον σταθερά.

Ἡλεκτρονικὴ δομὴ τῶν εὐγενῶν αερίων

Εὐγενῆ αέρια	Ἀριθμὸς e κατὰ στιβάδα						Ἀτομ. ἀριθ. (Z)
	K	L	M	N	O	P	
Ἡλίου	2						2
Νέον	2	8					10
Ἀργόν	2	8	8				18
Κρυπτόν	2	8	18	8			36
Ξέον	2	8	18	18	8		54
Ραδόνιον	2	8	18	32	18	8	86

5. Ὑποστιβάδες — Κβαντικοὶ ἀριθμοί — Ἀρχὴ τοῦ Pauli. Ἡ θεωρία τοῦ Bohr βελτιώθη ἐν συνεχείᾳ ὑπὸ τοῦ Sommerfeld (Σόμμερφελντ, 1915). Οὗτος παρεδέχθη ὅτι τὰ ἠλεκτρόνια τὰ ἀνήκοντα εἰς τὴν ἴδιαν στιβάδα κατανέμονται εἰς περισσοτέρας τῆς μῆς ὑποστιβάδας καὶ δύνανται νὰ διαγράψουν ἐκτὸς τῆς κυκλικῆς τροχιάς καὶ ἑλλειπτικὰς τοιαύτας. Ἡ ἐνέργεια δὲ τῶν ἠλεκτρονίων ἐκάστης στιβάδος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχήματος τῆς τροχιάς αὐτῶν. Αἱ ὑποστιβάδες ἐκάστης στιβάδος διακρίνονται διὰ τῶν γραμμάτων **s, p, d** καὶ **f**.
 Τὰ ἠλεκτρόνια, ἐκτὸς τῆς κινήσεως τὴν ὁποῖαν ἐκτελοῦν περὶ τὸν πυρῆνα, περιτρέφονται καὶ περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου τῆς μάζης των. Ἡ στροφορμὴ δὲ, λόγῳ τῆς συστροφῆς ταύτης τοῦ ἠλεκτρονίου, καλεῖται Spin.
 Γενικῶς ἡ ἐνεργειακὴ συμπεριφορὰ ἐκάστου ἠλεκτρονίου τοῦ ἀτόμου χαρακτηρίζεται ὑπὸ τεσσάρων ἀριθμῶν, οἱ ὁποῖοι καλοῦνται κβαντικοὶ ἀριθμοί.

Ο πρώτος ή κύριος κβαντικός αριθμός (n) δρίζει την απόστασιν τοῦ ἠλεκτρονίου ἀπὸ τοῦ πυρήνος καὶ ταυτοχρόνως τὴν ὀλικὴν ἐνέργειαν τοῦ ἠλεκτρονίου ἐκάστης στιβάδος.

Ο δεύτερος ή ἀξιμουσιακός κβαντικός ἀριθμός (l) καθορίζει τὸ εἶδος τῆς τροχιάς ἢν διανύει τὸ ἠλεκτρόνιον.

Ο τρίτος ή μαγνητικός κβαντικός ἀριθμός (m_l) καθορίζει τὰς μαγνητικὰς ἰδιότητας τοῦ ἀτόμου, ὅταν τεθῆ ἐντὸς ἰσχυροῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

Ο τέταρτος κβαντικός ἀριθμός (m_s) χαρακτηρίζει τὴν συμπεριφορὰν τοῦ spin τοῦ ἠλεκτρονίου ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου.

Ἡ διάταξις τῶν ἠλεκτρονίων κατὰ στιβάδας στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀπαγορευτικῆς ἀρχῆς τοῦ Pauli, συμφώνως πρὸς τὴν ὁποίαν: εἰς ἓν ἄτομον δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν δύο ἠλεκτρόνια ἔχοντα καὶ τοὺς τέσσαρας κβαντικούς ἀριθμούς ἰδίους.

6. Θεωρία τῶν De Broglie καὶ Schröndiger. Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἐδημιουργήθη ὑπὸ τοῦ de Broglie ἡ κυματομηχανικὴ θεωρία, δια τῆς ὁποίας ἐδόθη, δι' ἐφαρμογῆς ἀνωτέρων μαθηματικῶν, νέα ἐρμηνεῖα εἰς τὸ ἀτομικὸν πρότυπον.

Κατὰ τὴν κυματομηχανικὴν, τὸ ἠλεκτρόνιον δὲν θεωρεῖται ὡς διάκριτον ὕλικὸν σωματίον ἔχον καθωρισμένην τροχιάν, ἀλλὰ ὡς σωματίον ἔχον κυματοεἶδη χαρακτῆρα (ισομάτιον-κύμα). Οὕτω τὸ ἄτομον ἀποτελεῖται ἀπὸ θετικῶν πυρήνα, ἐνῶ τὸ ἀρνητικὸν φορτίον τῶν ἠλεκτρονίων κατανέμεται περὶ τὸν πυρῆνα ἐν εἴδει νέφους.

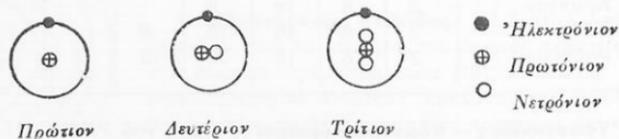
2. Ἴσότοπα - ἰσοβαρῆ - ἔλλειμμα μάζης

1. Ἴσότοπα. Ὡς ἐλέγχθη, τὰ ἄτομα τοῦ ἰδίου στοιχείου ἔχουν τὸν αὐτὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν, ἦτοι τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν πρωτονίων καὶ ἠλεκτρονίων, εἶναι ὅμως δυνατὸν νὰ ἔχουν διάφορον μάζαν, ὀφειλομένην εἰς τὸν διάφορον ἀριθμὸν τῶν νετρονίων ἐντὸς τοῦ πυρήνος των. Τὰ ἄτομα ταῦτα καλοῦνται **ἰσότοπα**.

Ἦτοι, **ἰσότοπα** καλοῦνται τὰ ἄτομα ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ στοιχείου, τὰ ὁποῖα διαφέρουν κατὰ τὸν ἀριθμὸν τῶν νετρονίων τοῦ πυρήνος των. Ἐχουν συνεπῶς ταῦτα τὸν αὐτὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν ἀλλὰ διάφορον μαζικὸν ἀριθμὸν. Ὡς ἔχοντα τὸν αὐτὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν καταλαμβάνουν καὶ τὴν αὐτὴν θέσιν εἰς τὸ περιοδικὸν σύστημα τῶν στοιχείων (ἐξ οὗ καὶ ἰσό-τοπα).

Τὰ ἰσότοπα ἐνὸς στοιχείου, καίτοι ἔχουν τὰς αὐτὰς χημικὰς ἰδιότητες, διαφέρουν μετεξῆ των ἀπὸ φυσικῆς ἀπόψεως, διότι ἔχουν διάφορον μάζαν. Ἐχουν ἐπίσης διαφόρους ἰδιότητες ραδιενεργείας. Ἐπὶ τῶν διαφορῶν τὰς ὁποίας ἐμφανίζουν εἰς τὰς φυσικὰς τῶν ἰδιότητες, στηρίζεται καὶ ὁ διαχωρισμὸς μίγματος ἰσοτόπων τοῦ αὐτοῦ στοιχείου. Οὕτω, ἡ συνθῆστερον χρησιμοποιουμένη πρὸς τοῦτο μέθοδος στηρίζεται εἰς τὴν διαφορετικὴν ταχύτητα διαπιδύσεως ἀερίων ἐνώσεων ἐν πρὸς διαχωρισμὸν ἰσοτόπων (Νόμος Graham σ. 55).

Τὰ ἰσότοπα συμβολίζονται δι' ἀναγραφῆς κάτω καὶ ἀριστερὰ τοῦ συμβόλου τοῦ



Σχ. 25. Τὰ ἰσότοπα τοῦ ὕδρογόνου.

στοιχείου τοῦ ἀτομικοῦ τῶν ἀριθμοῦ καὶ ἄνω ἀριστερὰ τοῦ μαζικοῦ τῶν ἀριθμοῦ. Π.χ. τὰ δύο ἰσότοπα τοῦ χλωρίου παρίστανται οὕτω: $^{35}_{17}\text{Cl}$ καὶ $^{37}_{17}\text{Cl}$.

Τὰ πλεῖστα τῶν στοιχείων εἶναι μίγματα ἰσοτόπων κατὰ ποικίλας ἀναλογίας. Οὕτω ὁ ὀρισμὸς τῶν στοιχείου ὡς σώματος ἀποτελουμένου ἐξ ὁμοίων ἀτόμων, τὸν ὁποῖον ἀπεδέχεται ὁ Dalton δὲν ἰσχύει σήμερον (βλ. σελ. 9).

Εἶναι γνωστὰ π.χ. τρία ἰσότοπα τοῦ ὕδρογόνου (σχ. 25): Τὸ πρῶτιον (^1_1H), τοῦ ὁποίου ὁ πυρῆν ἀποτελεῖται ἐξ ἐνὸς πρωτονίου καὶ ἔχει $A.B.=1$, τὸ δευτέριον ἢ βαρὺ ὕδρογόνον (^2_1H ἢ D), τοῦ ὁποίου ὁ πυρῆν ἀποτελεῖται ἐξ ἐνὸς πρωτονίου καὶ ἐνὸς

νετρονίου και έχει $A.B.=2$, και το τρίτον ή υπερβαρό υδρογόνο (${}^3_1\text{H}$ ή T), το οποίο ο πυρήν αποτελείται εξ ενός πρωτονίου και δύο νετρονίων και έχει $A.B.=3$. Το σύνηθες υδρογόνο είναι μίγμα πρωτίου και δευτερίου υπό αναλογία $7.000:1$, ενώ το τρίτον δεν εύρισκεται εν σταθερῇ καταστάσει εις την Φύσιν.

Ἐφ' ὅσον τὰ στοιχεῖα συνίστανται ἐξ ἰσοτόπων, τὰ $A.B.$ αὐτῶν θὰ ἀποτελοῦν μίαν μέσην τιμὴν μεταξύ τῶν $A.B.$ τῶν ἀποτελούντων ταῦτα ἰσοτόπων, λαμβανόμενης ὑπ' ὄψιν τῆς ἀναλογίας αὐτῶν. Τὸ χλῶριον π.χ. εἶναι μίγμα ἀποτελούμενον περὶπου ἐκ τριῶν ἀτόμων χλωρίου μαζικοῦ ἀριθμοῦ 35 καὶ ἐξ ἐνὸς ἀτόμου χλωρίου μαζικοῦ ἀριθμοῦ 37. Τὸ $A.B.$ τοῦ χλωρίου θὰ εἶναι συνεπῶς :

$$\begin{array}{r} 3 \times 35 = 105 \\ 1 \times 37 = 37 \\ \hline 142 \end{array} \quad 142 : 4 = 35,5$$

Ὑπάρχουν ἐν τούτοις καὶ στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι μίγματα ἰσοτόπων, δηλαδή ἀποτελοῦνται ἐξ ἀτόμων ἐχόντων τὴν αὐτὴν μάζαν, ὡς π.χ. τὸ φθόριον. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ὅλα τὰ ἄτομα τοῦ στοιχείου ἔχουν τὸ $A.B.$ τὸ ὁποῖον ἀναγράφεται εἰς τοὺς πίνακας τῶν ἀτομικῶν βαρῶν.

Τὰ πλεῖστα τῶν ἰσοτόπων, τὰ ὁποῖα ἀπαντοῦν εἰς τὴν Φύσιν εἶναι σταθερά, δηλαδή ἡ σύστασις τοῦ πυρήνος τῶν δὲν μεταβάλλεται μετὰ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου. Ὑπάρχουν ὅμως καὶ ἀσταθῆ ἰσότοπα. ἡ σύστασις τοῦ πυρήνος τῶν ὁποίων συνεχῶς μεταβάλλεται, ὑπὸ σύγχρονον ἐκπομπὴν ἀκτίνων καὶ σωματίων. Τὰ ἀσταθῆ ταῦτα ἰσότοπα χαρακτηρίζονται ὡς ἀκτινεργὰ ἰσότοπα ἢ ραδιοἰσότοπα πλεῖστα ἐξ αὐτῶν δὲ παρασκευάζονται τεχνητῶς καὶ εύρίσκουν διαφόρους ἐφαρμογὰς. (βλ. περὶ ραδιοενεργείας).

2. Ἴσοβαρῆ. Οὕτω καλοῦνται ἄτομα μετὰ τὴν αὐτὴν μάζαν, ἀλλὰ μετὰ διάφορον ἀτομικὸν ἀριθμὸν, δηλαδή διάφορον ἀριθμὸν πρωτονίων καὶ ἠλεκτρονίων. Τὰ ἄτομα ταῦτα ἀνήκουν συνεπῶς εἰς διαφορετικὰ στοιχεῖα, ἀλλὰ συμβαίνει νὰ ἔχουν τὸν αὐτὸν μαζικὸν ἀριθμὸν.

Π.χ. ${}^{210}_{82}\text{Pb}$ καὶ ${}^{210}_{83}\text{Bi}$

3. Ἐλλειμμα μάζης - ἐνέργεια συνδέσεως. Ἡ μάζα τοῦ πυρήνος τῶν ἀτόμων δὲν εἶναι ἀκριβῶς ἴση μετὰ τὸ ἄθροισμα τῆς μάζης τῶν ἀστατικῶν τῶν, δηλαδή τῶν πρωτονίων καὶ τῶν νετρονίων, ἀλλὰ ὀλίγον μικροτέρα. Ἡ παρατηρουμένη ἐλαχίστη αὕτη διαφορά καλεῖται Ἐλλειμμα μάζης καὶ εἶναι ἰσοδύναμος πρὸς τὸ ποσὸν τῆς ἐνεργείας, τὸ ὁποῖον ἐλευθεροῦται ὅταν πρωτόνια καὶ νετρόνια συνδέονται πρὸς σχηματισμὸν πυρήνος. Ἡ ἐνέργεια αὕτη καλεῖται ἐνέργεια συνδέσεως (Packing effect).

3. Ἡλεκτρονικὴ θεωρία τοῦ σθένους
Σχηματισμὸς τῶν χημικῶν ἐνώσεων

Ὡς ἐλέχθη (σελ. 28) τὸ φαινόμενον τῆς ὑπάρξεως ὠρισμένης ἐνωτικῆς ἱκανότητος εἰς τὰ ἄτομα ἐκάστου στοιχείου, ὡς καὶ ὁ τρόπος συνδέσεως αὐτῶν, ἐξηγήθησαν σήμερον διὰ τῶν νεωτέρων θεωριῶν περὶ τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ὁποίων διεμορφώθη ἡ ἠλεκτρονικὴ θεωρία τοῦ σθένους.

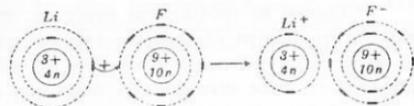
Κατ' αὐτὴν τὰ ἄτομα δὲν εἶναι δυνατόν νὰ περιλάβουν εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα ἄνω τῶν 8 ἠλεκτρονίων, ἐάν δὲ αὕτη εἶναι ἡ στιβάς K , ἄνω τῶν 2. Ἡ διάταξις αὕτη τῶν 8 ἠλεκτρονίων εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα τῶν ἀτόμων, ἐμφανίζεται εἰς τὰ εὐγενῆ ἀέρια, τὰ ὁποῖα εἶναι χημικῶς ἀδρανῆ, καὶ συνεπῶς ἀποτελεῖ τὴν πλεονεκτήσαντα ἀπὸ ἐνεργειακῆς ἀπόψεως κατάστασιν διὰ τὸ ἄτομον.

Ἐνεκα τούτου, τὰ ἄτομα ὄλων τῶν στοιχείων τείνουν νὰ περιλάβουν εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα ὅκτω ἠλεκτρόνια ἵνα ἀποκτήσουν οὕτω τὴν σταθερὰν ἠλεκτρονικὴν δομὴν τῶν εὐγενῶν ἀερίων.

Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται εἴτε διὰ μεταβιβάσεως ἠλεκτρονίων ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἀτόμου εἰς τὸ ἕτερον, εἴτε δι' ἀμοιβαίας συνεισφορᾶς ἠλεκτρονίων μεταξὺ δύο ἀτόμων, πρὸς σχηματισμὸν κοινῶν ζευγῶν, διὰ τῶν ὁποίων ἀμφότερα συμπληρῶνουν τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα. Ἡ μετακίνησις ὁμοῦ αὐτῆ τῶν ἠλεκτρονίων ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν διατάραξιν τῆς ἠλεκτρικῆς καταστάσεως τῶν ἀτόμων καὶ τὴν ἐμφάνισιν ἑλκτικῶν δυνάμεων, αἱ ὁποῖαι τὰ συγκρατοῦν ἐντὸς τῶν σχηματιζομένων ἐνώσεων.

Κατὰ ταῦτα ἡ ἐνωτικὴ ἰκανότης τῶν ἀτόμων ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἠλεκτρονίων τῆς ἐξωτάτης αὐτῶν στιβάδος, ἡ ὁποία, ἔνεκα τούτου, καλεῖται **στιβάς σθένους** καὶ τὰ ἠλεκτρόνια τὰ ὁποῖα φέρει **ἠλεκτρόνια σθένους**. Ὅρίζεται δὲ ὡς **σθένος στοιχείου ὁ ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα ἐν ἄτομον αὐτοῦ προσλαμβάνει, ἀποδίδει ἢ συνεισφέρει πρὸς σχηματισμὸν ἐνώσεων**.

Συμφῶνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω, τόσον τὸ σθένος ἐνὸς στοιχείου, ὅσον καὶ ἡ φύσις τῶν δεσμῶν, τοὺς ὁποίους σχηματίζει, ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἠλεκτρονίων τῆς ἐξωτάτης στιβάδος τῶν ἀτόμων του. Οὕτω, ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἠλεκτρονίων σθένους τὰ ὁποῖα διαθέτουν, τὰ στοιχεῖα κατατάσσονται ὡς ἑξῆς :



Σχ. 26.

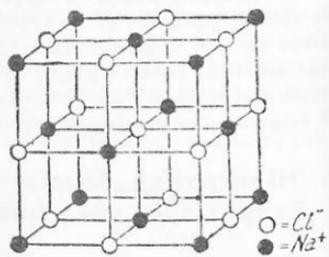
1. Τὰ στοιχεῖα τὰ ἔχοντα 1 ἕως 3 ἠλεκτρόνια, εἰς τὴν ἐξωτερικὴν στιβάδα τοῦ ἀτόμου των, τείνουν νὰ ἀποκτήσουν δομὴν εὐγενῶν ἀερίων δι' ἀποβολῆς αὐτῶν, ὥστε νὰ παραμείνουν μὲ τὴν ἄμεσως ἐπομένην ἐσωτερικὴν στιβάδα, ἥτις εἶναι συμπεπληρωμένη. Ἡ ἀποβολὴ ὁμοῦ ἠλεκτρονίων ἐκ τῶν ἠλεκτρικῶς οὐδετέρων ἀτόμων, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ φορτισθοῦν ταῦτα θετικῶς, διότι πλεονάζουν τὰ θετικὰ φορτία τοῦ πυρήνος. Τοιοῦτοτρόπως τὰ ἄτομα μεταπίπτουν εἰς **θετικὰ ἰόντα** (π. χ. τὸ Li εἰς τὸ παράδειγμα τοῦ σχήματος 26).

Τὰ στοιχεῖα ταῦτα, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν τάσιν πρὸς ἀποβολὴν ἠλεκτρονίων, τὰ συμπεριφερόμενα δηλαδὴ ὡς πομπῶν ἠλεκτρονίων, καλοῦνται ἠλεκτροθετικά καὶ τὸ σθένος των ἠλεκτροθετικόν. Τοιαῦτα στοιχεῖα εἶναι τὰ **μέταλλα**.

2. Τὰ στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα ἔχουν 4 ἕως 7 ἠλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα τῶν ἀτόμων των, τείνουν νὰ συμπληρώσουν αὐτὴν εἴτε διὰ προσλήψεως ἠλεκτρονίων εἴτε δι' ἀμοιβαίας συνεισφορᾶς ἠλεκτρονίων μετ' ἄλλων ἀτόμων πρὸς σχηματισμὸν κοινῶν ζευγῶν ἠλεκτρονίων. Ἡ πρόσληψις ὁμοῦ ἠλεκτρονίων ὑπὸ τῶν οὐδετέρων ἀτόμων ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ φορτισθοῦν ταῦτα ἀρνητικῶς, δηλαδὴ νὰ μετατραποῦν εἰς **ἀρνητικὰ ἰόντα** (π. χ. τὸ F εἰς τὸ παράδειγμα τοῦ σχήματος 26). Τὰ στοιχεῖα ταῦτα, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν τάσιν πρὸς πρόσληψιν ἠλεκτρονίων, τὰ συμπεριφερόμενα δηλαδὴ ὡς δέκται ἠλεκτρονίων, καλοῦνται ἠλεκτραρνητικά καὶ τὸ σθένος των ἠλεκτραρνητικόν. Τὰ στοιχεῖα ταῦτα χαρακτηρίζονται ὡς **ἀμέταλλα**.

Κατωτέρω θὰ ἐξετάσωμεν τὰ διάφορα εἶδη τῶν χημικῶν δεσμῶν, τοὺς ὁποίους συνάπτουν τὰ ἄτομα ἐνούμενα μεταξὺ τῶν πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων :

1. **Ἐτεροπολικὸς δεσμός**. Οὕτω καλεῖται ὁ δεσμός, ὁ ὁποῖος σχηματίζεται διὰ μεταβιβάσεως ἠλεκτρονίων ἀπὸ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἕτερον τῶν συνδεομένων ἀτόμων, εἰς τρόπον ὥστε ταῦτα νὰ ἀποκτήσουν ὅσον τὸ δυνατόν σταθερωτέραν δομὴν εἰς τὴν ἐξωτάτην των στιβάδα (σχ. 26).



Σχ. 27. Κρύσταλλος NaCl.

Ἡ μεταβίβασις ὁμως αὐτῆ ἠλεκτρονίων ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἀτόμου εἰς τὸ ἕτερον, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα νὰ μεταπέσουν ταῦτα, εἰς ἀντιθέτως φορτισμένα ἰόντα, τὰ ὁποῖα συγκρατοῦνται μεταξύ των διὰ δυνάμεως φύσεως ἠλεκτροστατικής ($F = Q_1 Q_2 / r^2$) εἰς ὠρισμένας ἀποστάσεις ἀπ' ἀλλήλων, σχηματιζομένων οὕτω τῶν ἰοντικῶν κρυσταλλικῶν πλεγμάτων (σχ. 27). Ἐπσμένως ἡ ἔννοια τοῦ χημικοῦ μορίου, ὡς αὕτη διατυπῶται ὑπὸ τῆς κλασσικῆς ἀτομικῆς θεωρίας δὲν ἰσχύει διὰ τὰς ἀνωτέρω ἐνώσεις.

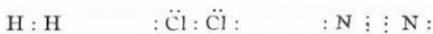


Σχ. 28. Τὸ H καὶ τὸ Cl προσφέρουν ἀνὰ ἓν ἠλεκτρόνιον, ὥστε νὰ σχηματισθῇ ἓν ζεύγος ἠλεκτρονίων, κοινῶν καὶ διὰ τὰ δύο ἄτομα, διὰ τοῦ ὁποῖου ἀμφότερα συμπληρῶνουν τὴν ἐξωτάτην τῶν στιβάδα.

Αἱ ἐνώσεις αὐτὰ καλοῦνται **ἑτεροπολικαί**, ὁ δεσμὸς μεταξύ τῶν ἀτόμων **ἑτεροπολικὸς δεσμὸς**, καὶ τὸ σθένος, τὸ ὁποῖον καθορίζεται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα προσλαμβάνει ἢ ἀποβάλλει ἓν ἄτομον ὅταν ἐνοῦται πρὸς σχηματισμὸν ἐνώσεων, **ἑτεροπολικὸν σθένος**. Εἰς τὰς ἑτεροπολικὰς ἐνώσεις συμπεριλαμβάνονται τὰ ἅλατα. αἱ βάσεις καὶ τὰ πλείστα τῶν ὀξειδίων τῶν μετάλλων.

2. Ὅμοιοπολικὸς δεσμὸς. Οὕτω καλεῖται ὁ δεσμὸς, ὁ ὁποῖος σχηματίζεται δι' ἀμοιβαίας συνεισφορᾶς ἠλεκτρονίων μεταξύ τῶν συνδεομένων ἀτόμων, εἰς τρόπον ὥστε νὰ σχηματισθοῦν ἓν ἢ περισσότερα κοινὰ ζεύγη ἠλεκτρονίων, διὰ τῶν ὁποίων ἀμφότερα τὰ ἄτομα συμπληρῶνουν τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα (σχ.28). Τάσιν πρὸς σχηματισμὸν κοινῶν ζευγῶν ἔχουν τὰ ἠλεκτρόνια ἀντιπαράλληλου στροφορμῆς (Spin) καὶ αἱ δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι συγκρατοῦν τὰ ἄτομα μεταξύ τῶν ἐντὸς τῶν μορίων καλοῦνται **δυνάμεις ἀνταλλαγῆς**. Ὁ δεσμὸς οὗτος, εἶναι λίαν σταθερὸς καὶ ὁ Lewis τὸν ὠνόμασεν χημικὸν δεσμὸν.

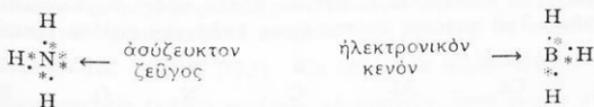
Δι' ὁμοιοπολικοῦ δεσμοῦ συνδέονται καὶ τὰ ἄτομα τῶν στοιχείων ἐντὸς τοῦ μορίου των :



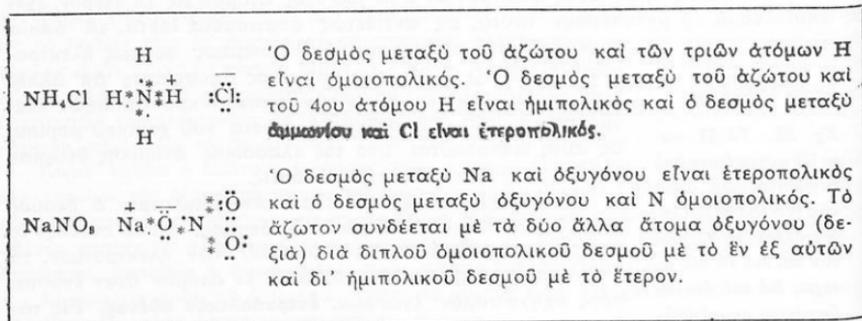
Αἱ ἐνώσεις, τῶν ὁποίων ὅλα τὰ ἄτομα συνδέονται δι' ὁμοιοπολικοῦ δεσμοῦ καλοῦνται **ὁμοιοπολικαὶ ἐνώσεις** καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων τὰ ὁποῖα ἓν ἄτομον συνεισφέρει πρὸς σχηματισμὸν κοινῶν ζευγῶν ἠλεκτρονίων, καθορίζει τὸ **ὁμοιοπολικὸν σθένος** αὐτοῦ. Εἰς τὰς ὁμοιοπολικὰς ἐνώσεις συμπεριλαμβάνονται τὰ ὀξείδια τῶν ἀμετάλλων, τὰ ὀξέα, αἱ ἐνώσεις μεταξύ ἀμετάλλων καὶ αἱ ὀργανικαὶ ἐνώσεις. Αἱ ἀνωτέρω ἐνώσεις εἶναι πηθικαὶ - ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς ἑτεροπολικὰς - εἰς κρυσταλλικὴν δὲ κατάστασιν σχηματίζουν μοριακὰ πλέγματα, εἰς τὰ ὁποῖα τὰ μόρια συγκρατοῦνται μεταξύ των δι' ἀσθενῶν δυνάμεων Van der Waals.

Πολλάκις εἶναι δυνατόν τὸ μόριον μῆς ὁμοιοπολικῆς ἐνώσεως νὰ ἐμφανίσῃ πολικότητα, εἴτε λόγῳ ἀσυμμέτρου κατανομῆς τῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων ἐντὸς αὐτοῦ (π.χ. H₂O), εἴτε διότι τὸ κοινὸν ἠλεκτρονικὸν ζεύγος ἔλκεται περισσότερο ὑπὸ τοῦ ἑνὸς τῶν ἀτόμων (π.χ. HJ, JCl κ.ά.).

3. Ἡμιπολικὸς δεσμὸς. Οὕτω καλεῖται ὁ δεσμὸς, εἰς τὸν ὁποῖον τὸ κοινὸν ἠλεκτρονικὸν ζεύγος μεταξύ τῶν συνδεομένων ἀτόμων προσφέρεται ὑπὸ τοῦ ἑνὸς μόνον ἐξ αὐτῶν. Τοῦτο συμβαίνει ὅταν εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα τοῦ ἑνὸς ἀτόμου ὑπάρχῃ **ἀσύζευκτον ζεύγος** ἠλεκτρονίων, ἐνῶ εἰς τὸ ἕτερον ὑπάρχῃ **θεῖσις** εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτοῦ στιβάδα διὰ νὰ δεχθῇ ἓν ζεύγος ἠλεκτρονίων (**ἠλεκτρονικὸν κενόν**).



Εἰς τὴν ἐπομένην σελίδα παραθετομέν παραδείγματα ἠλεκτρονικῶν τύπων, εἰς τοὺς ὁποίους παρίστανται τὰ διάφορα εἶδη τῶν χημικῶν δεσμῶν.



4. Χημική συγγένεια

1. Τι ώνομάσθη χημική συγγένεια. ‘Η τάσις την όποιαν έχουν τά στοιχεία νά ένοούνται μεταξύ των πρός σχηματισμόν χημικών ένώσεων, δέν είναι ή ίδια μεταξύ όλων των στοιχείων. Ούτω έν στοιχείον είναι δυνατόν νά ένουται εύκόλως με έτερον, δυσκολώτερον με έν δεύτερον, ούδόλως δέ με τρίτον. Π.χ. τό ύδρογόνο έννοείται εύκόλως με τό φθόριο, άκόμη και εις τό σκότος και έν ψυχρῶ, δυσκολώτερον με τό ίώδιο, μόνον διά θερμάνσεως, ούδόλως δέ με τόν χαλκόν. ‘Η έκλεκτική αύτη τάσις των στοιχείων πρός ένωσιν έκλήθη χημική συγγένεια.

‘Ητοι, **χημική συγγένεια** ώνομάσθη ή έκλεκτική τάσις των στοιχείων νά ένουται μετοξύ των, πρός σχηματισμόν χημικών ένώσεων. ‘Αναλόγως δέ τής ζωηρότητος τής άλληλεπιδράσεως των στοιχείων έδίδοντο διάφοροι διαβαθμίσεις εις την χημικήν συγγένειαν αυτών.

2. Έρμηνεία τής έκλεκτικής τάσεως των στοιχείων πρός ένωσιν. Σήμερον γνωρίζομεν ότι ή τάσις την όποιαν έχουν τά στοιχεία νά ένουται μεταξύ των, όφείλεται εις την τάσιν των ατόμων των νά αποκτήσουν πλέον σταθεράν από ενεργειακής άπόψεως ήλεκτρονικήν δομήν εις την έξωτάτην των στιβάδα. Λόγω τής τάσεως ταύτης, όταν άτομα διαφόρων στοιχείων έλθουν εις στενήν πρός άλληλα έπαφήν, λαμβάνει χώραν μεταβίβασις ήλεκτρονίων από τοό ένός ατόμου εις τό έτερον ή σχηματισμός κοινών ζευγών ήλεκτρονίων, με αποτέλεσμα την εμφάνισιν ήλεκτρικών δυναμειων, αι όποια τά συκρατούν έντός των σχηματιζομένων ένώσεων.

Συνεπώς, ή τάσις πρός ένωσιν μεταξύ δύο στοιχείων έξαρτάται έκ τοό αριθμού των ήλεκτρονίων τής έξωτάτης των στιβάδος και είναι τόσοσ μεγαλύτερα, όσοσ περισσότερο διαφέρει ό ήλεκτροχημικός χαρακτήρ αυτών. ‘Ενεκα τούτου τά μέταλλα ως στοιχεία ήλεκτροθετικά, έχουν τάσιν νά ένωθοον με τά ήλεκτραρνητικά άμέταλλα, διότι τά πρώτα έχουν τάσιν νά αποβάλλουν ήλεκτρόνια, ένώ τά δεύτερα νά προσλάβουν τοιαύτα. ‘Εξ άλλου, ή εύκολία με την όποιαν άντιδροον δύο στοιχεία άντιθέτω ήλεκτροχημικού χαρακτήρος έξαρτάται έκ τής δραστικότητος έκάστου έξ αυτών.

3. Χημική δραστικότητα. ‘Η δραστικότης των στοιχείων, δηλ. ή εύκολία με την όποιαν άντιδροον, είναι άντιστρόφως άνάλογος τοό αριθμού των ήλεκτρονίων, τά όποια προσλαμβάνει ή αποβάλλει τό άτομον αυτών πρός συμπλήρωσιν τής έξωτάτης αυτοό στιβάδος. Τοό κανόνος τούτου όμως ύπάρχουν πολλαί έξαιρέσεις.

*Ηλεκτρόνια σθένους: Στοιχείον :	1 Na	2 Ca	3 Al	4 C	5 N	6 O	7 F	8 Ne
Δραστικότης :				έλαχ. δραστ. άκόμη όλιγ. δραστ.				άδρανή
				όλιγώτερον δραστικά				
				λιαν δραστικά				

Ἡ δραστικότητα τῶν στοιχείων ἐξαρτᾶται ἐπίσης ἐκ τῆς ἀτομικῆς ἀκτίνας αὐτῶν, ἐκ τῆς ἀποστάσεως δηλαδὴ τοῦ πυρήνος ἐκ τῆς ἐξωτάτης ἠλεκτρονικῆς στιβάδος.

Οὕτω, ἡ δραστικότης τῶν ἠλεκτρονικῶν στοιχείων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ἀτομικῆς τῶν ἀκτίνας, διότι ὅσον πλησιέστερον εὐρίσκειται ὁ θετικὸς πυρῆν πρὸς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα, τόσοον εὐκολώτερον γίνεται ἡ πρόσληψις τῶν ἠλεκτρονίων. Καὶ ἀντιθέτως, ἡ δραστικότης τῶν ἠλεκτροθετικῶν στοιχείων εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀτομικῆς ἀκτίνας, διότι ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ἀτομικὴ ἀκτίς τόσοον εὐκολώτερον γίνεται ἡ ἀποβολὴ τῶν ἠλεκτρονίων.

Κατωτέρω παραθέτομεν τὴν σειρὰν δραστικότητος τῶν κυριωτέρων ἠλεκτροθετικῶν στοιχείων, τὴν καλουμένην σειρὰν ἠλεκτροθετικότητος :

K, Na, Ba, Ca, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

Ἐκαστον στοιχεῖον τῆς ἀνωτέρω σειρᾶς ἀντικαθιστᾶ τὰ ἐπόμενά του ἐκ τῶν ἐνώσεων τῶν καὶ ἐκτοπίζεται ὑπὸ τῶν προηγουμένων του :

3. Ἐκδήλωσις τῆς χημικῆς συγγενείας καὶ ἐξωτερικαὶ συνθήκαι. Διὰ τὴν ἐκδήλωσιν ὑπαρχούσης χημικῆς συγγενείας μεταξὺ δύο στοιχείων, ἀπαιτοῦνται πολυάκις οἱ κατάλληλοι ἐξωτερικοὶ ὄροι. Οὕτω προσφορὰ ἐνεργείας ὑπὸ οἰανδήποτε μορφῆν (φῶς, θερμότης, ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια) εἶναι δυνατόν νὰ προκαλέσῃ τὴν ἀντίδρασιν μεταξὺ δύο στοιχείων, ἢ ὅποια δὲν εἶναι δυνατόν νὰ λάβῃ χώραν ἀφ' ἑαυτῆς.

4. Μέτρον τῆς χημικῆς συγγενείας. Κατ' ἀρχὰς ὡς μέτρον τῆς χημικῆς συγγενείας μεταξὺ δύο στοιχείων ἐπροτάθη ἡ ταχύτης, μὲ τὴν ὁποίαν ταῦτα ἀντιδρῶν. Τοῦτο ὅμως ἀπεδείχθη ἐσφαλμένον, διότι ἡ ταχύτης μιᾶς ἀντιδράσεως ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν συνθηκῶν.

Βραδύτερον ὁ Berthelot διέτυπωσε τὴν ἀποψιν ὅτι ἡ χημικὴ συγγένεια ἔχει διαστάσεις ἐνεργείας καὶ ὅτι ἡ χημικὴ συγγένεια μεταξὺ δύο σωμάτων δύναται νὰ μετρηθῇ ἐκ τοῦ ποσοῦ τῆς θερμότητος, τὸ ὅποιον συνοδεύει τὴν ἀντίδρασιν αὐτῶν.

Τέλος, ἀπεδείχθη ὑπὸ τοῦ Vant' Hoff, ὅτι ὡς μέτρον τῆς χημικῆς συγγενείας μεταξὺ δύο σωμάτων πρέπει νὰ θεωρηθῇ, ὄχι ἡ μεταβολὴ τοῦ συνόλου τῆς ἐσωτερικῆς ἐνεργείας κατὰ τὴν μεταξὺ αὐτῶν ἀντίδρασιν, ἀλλὰ τὸ μέγιστον ὠφέλιμον ἔργον, τὸ ὅποιον δύναται νὰ ἀποδώσῃ αὕτη ἢ ἄλλως, ἡ μεταβολὴ τῆς ἐλευθέρας ἐνεργείας(*) τοῦ ἀντιδρώντος συστήματος.

5. Περιοδικὸν σύστημα τῶν στοιχείων

1. Ἱστορικόν. Ὅταν ἐπετεύχθη ὁ προσδιορισμὸς τῶν ἀτομικῶν βαρῶν τῶν στοιχείων, ἐπεδιώχθη ἡ ἀνεύρεσις σχέσεων μεταξὺ τῶν χημικῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν καὶ τῶν ἀτομικῶν τῶν βαρῶν καὶ ἡ ταξινομήσις των ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἀνωτέρω σχέσεων.

Αἱ κυριώτεραι ἐκ τῶν ταξινομήσεων, αἱ ὁποῖαι ἐπροτάθησαν, εἶναι αἱ ἀκόλουθοι :

Ὁ **Frankland** ἐταξινομήσε τὰ στοιχεῖα κατὰ διαφόρους ομάδας, τὰς ὁποίας ἐκάλεσε **φυσικὰς οἰκογενείας**. Ἐκάστη ἐξ αὐτῶν περιλάμβανε στοιχεῖα μὲ ἀναλόγους χημικὰς ἰδιότητας, ὡς π.χ. ἡ ὁμάς τῶν ἄλογόνων (F, Cl, Br, J).

Ὁ **Döbereiner**, παρατήρησεν ὅτι τὰ στοιχεῖα, τῶν ὁποίων τὰ ἀτομικὰ βάρη διαφέρουν κατὰ σταθερὸν ἀριθμὸν, παρουσιάζουν ἀναλόγους χημικὰς ἰδιότητας. Ἐπὶ τῇ βάσει τῆς παρατηρήσεως ταύτης κατέταξε τὰ στοιχεῖα κατὰ τριάδας, ὡς αἱ ἀκόλουθοι :

Li (6,9)—Na (23)—K (39,1) Ca (40,1)—Sr (87,6)—Ba (137,4).

Ὁ **De Chancourtois (1862)** κατέταξε τὰ στοιχεῖα κατὰ σειρὰν ἀτομικοῦ βάρους ἐπὶ κυλινδρικῆς ἕλικος, κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε στοιχεῖα μὲ ἀναλόγους χημικὰς ἰδι-

(*) Ἐλευθέρα ἐνέργεια καλεῖται τὸ μέρος ἐκεῖνον τῆς ἐσωτερικῆς ἐνεργείας ἐνὸς συστήματος, τὸ ὅποιον δύναται ἐξ ὀλοκλήρου νὰ μετατραπῇ εἰς ἔργον.

τητας να εφίρσωνται τοποθετημένα επί της αὐτῆς γενετήρας. Ἡ ἑλιξ τοῦ De Courtois ἦτο ὁ πρόδρομος τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, διότι ἐσημείωνε εἰς τὴν διαπίστωσιν, ὅτι αἱ χημικαὶ ιδιότητες τῶν στοιχείων μεταβάλλονται περιοδικῶς αὐξανόμενον τοῦ ἀτομικοῦ τῶν βάρους.

Ὁ Newlands (1864) διεπίστωσεν, ὅτι, ἐὰν τὰ στοιχεῖα ταξινομηθοῦν κατ' αὐξὸν ἀτομικὸν βάρους, τότε «τὸ ὄγδον στοιχείον, εἰς τὸ ὁποῖον θὰ καταλήξωμεν, ἐκκινουῦνται ἐξ ἑνὸς οἰοῦδηποτε στοιχείου, θὰ εἶναι ἓνα εἶδος ἐπαναλήψεως τοῦ πρώτου, ὡς ἡ ὄγδῃ νότα εἰς μίαν μουσικὴν ὀκτάβα» :

H	Li	Be	B	C	N	O	
F	Na	Mg	Al	Si	P	S	
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe	κλπ.

Καίτοι ἡ κατάταξις αὕτη δὲν ἦτο τελείως ἰκανοποιητικὴ (ἐφ' ὅσον π.χ. τὸ Mn δὲν ὁμοιάζει μὲ τὸν P), περιεῖχεν ὅμως τὸ σπέρμα τοῦ Π.Σ.

2. Πῶς ἐδημιουργήθη τὸ περιοδικὸν σύστημα - Περιοδικὸς νόμος. Ἡ κατάταξις τοῦ συνόλου τῶν στοιχείων ἐπὶ τῆ βάσει τοῦ ἀτομικοῦ τῶν βάρους καὶ ἡ διαπίστωσις, ὅτι αἱ φυσικοχημικαὶ ιδιότητες τῶν στοιχείων εἶναι περιοδικῆ συνάρτησις τοῦ ἀτομικοῦ βάρους, ὀφείλεται εἰς τὰς ἐργασίας τῶν Mendelejeff (1834–1907) καὶ Meyer (1830–1895), αἱ ὁποῖαι ὠδήγησαν εἰς τὴν δημιουργίαν τοῦ περιοδικοῦ συστήματος τῶν στοιχείων (1869).

Ὁ Meyer ἐξετάζων τὰς φυσικὰς ιδιότητας τῶν στοιχείων, παρετήρησεν ὅτι ὁ ἀτομικὸς ὄγκος τῶν στοιχείων, εἰς τὴν στερεὰν κατάσταση, εἶναι περιοδικῆ συνάρτησις τοῦ ἀτομικοῦ τῶν βάρους. Ὁ Mendelejeff ἀφ' ἑτέρου ὠδηγήθη εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τῆς περιοδικότητος, ἐκ τῆς μελέτης τῶν χημικῶν ιδιοτήτων τῶν στοιχείων.

Συμφώνως πρὸς τὰς ἀνωτέρω παρατηρήσεις κατὰ τὴν ἀναγραφὴν τῶν στοιχείων κατ' αὐξὸν ἀτομικὸν βάρους, κατόπιν ὠρισμένου ἐκάστοτε ἀριθμοῦ στοιχείων — ἀποτελούντων μίαν περίοδον — θὰ ἐμφανίζονται στοιχεῖα ἀναλόγων φυσικοχημικῶν ιδιοτήτων μὲ τὰ στοιχεῖα τῆς προηγούμενης περιόδου :

Li, Be, B, C, N, O, F — Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl — K, Ca ...

Οὕτω, ἐὰν τοποθετηθῇ ἡ μία περίοδος κάτωθεν τῆς ἄλλης, εἰς τρόπον ὥστε τὰ στοιχεῖα τὰ ἔχοντα ἀναλόγους χημικὰς ιδιότητας νὰ γραφοῦν τὸ ἓν κάτωθεν τοῦ ἄλλου, δημιουργοῦνται στήλαι, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται ὁμάδες τοῦ Π.Σ. καὶ περιλαμβάνουν στοιχεῖα μὲ ἀναλόγους χημικὰς ιδιότητας:

Li (7)	Be (9)	B (11)	C (12)	N (14)	O (16)	F (19)
Na (23)	Mg (24)	Al (27)	Si (28)	P (31)	S (32)	Cl (35,5)
K (39)	Ca (40)	—	Ti (48)			

Τὴν ἐποχὴν κατὰ τὴν ὁποῖαν ἐδημιούργησεν ὁ Mendelejeff τὸ περιοδικὸν σύστημα, πολλὰ στοιχεῖα ἦσαν ἀγνωστα. Οὕτω, τὸ ἀμέσως ἐπόμενον μετὰ τὸ Ca (A.B. = 40) γνωστὸν στοιχεῖον ἦτο τὸ Ti (A.B. = 48), τὸ ὁποῖον θὰ ἔπρεπε συνεπῶς νὰ τοποθετηθῇ κάτωθεν τοῦ Al. Ὁ Mendelejeff ὅμως δὲν ἐδίστασε νὰ τὸ κατατάξῃ συμφώνως πρὸς τὸ σθένος καὶ τὰς λοιπὰς τῆς ιδιότητας, κάτωθεν τοῦ Si εἰς τὴν 4ην ὁμάδα προβλέψας συγχρόνως, ὅτι εἰς τὴν κενὴν θέσιν ἀντιστοιχεῖ στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον δὲν εἶχε ἀνακαλυφθῆ ἀκόμη.

Τὴν ἰδίαν πρόβλεψιν ἔκανε καὶ δι' ἄλλας κενὰς τότε θέσεις τοῦ Π.Σ. καὶ περὶ ἔγραψε λεπτομερῶς τὰς ιδιότητας τῶν στοιχείων, τὰ ὁποῖα ἐμελλε νὰ ἀνακαλυφθοῦν, ἐπὶ τῆ βάσει τῶν ιδιοτήτων τῶν ἄλλων στοιχείων τῆς ὁμάδος τῶν. Καὶ ἀποβλέπει αὐτὰ ἐπιβεβαιώθησαν πλήρως διὰ τῆς ἀνακαλύψεως τῶν στοιχείων γαλλίου (Ga), σκανδίου (Sc) καὶ γερμανίου (Ge).



29. D. Mendelejeff
(1834 — 1907)

Περιοδικόν σύστημα τῶν στοιχείων

Περίοδος	'Ομάς I		'Ομάς II		'Ομάς III		'Ομάς IV		'Ομάς V		'Ομάς VI		'Ομάς VII		'Ομάς VIII		'Ομάς 0	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
1	1 H 1,008 Υδρογόνον				10,82	5 B Βόριον	12,010	6 C Άνθραξ	14,008	7 N Άζωτον	16,000	8 O Ὄξυγόνον	19,00	9 F Φθόριον				2 Hc 4,003 Ήλιον
2	3 Li 6,940 Λίθιον	4 Be 9,013 Βηρύλλιον			26,97	13 Al Άργίλιον	28,06	14 Si Πυρίτιον	30,975	15 P Φωσφόρος	32,066	16 S Θείον	35,457	17 Cl Χλωρίον				10 Ne 20,183 Νέον
3	11 Na 22,997 Νάτριον	12 Mg 24,32 Μαγνήσιον	26,97	13 Al Άργίλιον	28,06	14 Si Πυρίτιον	28,06	14 Si Πυρίτιον	30,975	15 P Φωσφόρος	32,066	16 S Θείον	35,457	17 Cl Χλωρίον				18 Ar 39,944 Άργόν
4	19 K 39,096 Κάλιον	20 Ca 40,08 Ασβεστόν	21 Sc 45,10 Σκάνδιον	22 Ti 47,90 Τιτάνιον	22,10	22 Ti 47,90 Τιτάνιον	28,06	22 Ti 47,90 Τιτάνιον	30,975	23 V Βανάνιον	32,066	24 Cr Χρῶμιον	35,457	25 Mn Μαγγάνιον	26 Fe 55,85 Σίδηρος	27 Co 58,94 Κοβάλτιον	28 Ni 58,66 Νικέλιον	
5	37 Rb 85,48 Ρουβίδιον	38 Sr 87,63 Στρώντιον	39 Y 88,92 Ύτριον	40 Zr 91,22 Ζιρκόνιον	41 Nb 92,91 Νιόβιον	42 Mo 95,95 Μολυβδαίνιον	43 Tc 99 Τεχνήτιον	44 Ru 101,1 Ρουθήνιον	45 Rh 102,91 Ρόδιον	46 Pd 106,7 Παλλάδιον	47 Ag 107,88 Άργυρος	48 Cd 112,41 Κάδομιον	49 In 114,76 Ινδίοιον	50 Sn 118,70 Κασσίτερος	51 Sb 121,76 Άντιμόνιον	52 Te 127,61 Τηλλουρίδιον	53 J 126,92 Ίωδίοιον	54 Xe 131,3 Ξένον
6	55 Cs 132,91 Καίσιον	56 Ba 137,36 Βαρίον	57 La 138,91 Λανθάνιο	58 Ce 140,12 Προσέτιο	59 Pr 140,91 Προσέτιο	60 Nd 144,24 Νεοδύμιον	61 Pm 144,91 Προμθετίο	62 Sm 150,36 Σαμάρσιο	63 Eu 151,96 Ευρώπριο	64 Gd 157,25 Γαδολίνιο	65 Tb 158,93 Τέρβιου	66 Dy 162,50 Δυσπρόμιον	67 Ho 164,93 Ήολμιο	68 Er 167,26 Ερβόλιο	69 Tm 168,93 Τυμολόβιο	70 Yb 173,05 Ύβριο	71 Lu 174,97 Λουθécιο	
7	87 Fr 223 Φράνκλιον	88 Ra 226,05 Ραδίοιον	89 Ac 227,03 Ακτινιο	90 Th 232,04 Θόριο	91 Pa 231,04 Πρωακτίνιο	92 U 238,03 Ουράνιο	93 Np 237,04 Νεπτούλιο	94 Pu 239,03 Πλουτώνιο	95 Am 243,03 Άμερικάνιο	96 Cm 247,07 Κουρίτιο	97 Bk 247,07 Βερκίλιο	98 Cf 251,08 Καλιφόρνιο	99 Fm 253,08 Φέρμιο	100 Mn 255,10 Μενδελιέβιο	101 No 259,10 Νοβόβιο	102 Lr 262,10 Λορέντζιο		

*1) Αι σπάνια γαία (Σερία λανθανίου)

57 La 138,92 58 Ce 140,12 59 Pr 140,91 60 Nd 144,24 61 Pm 144,91 62 Sm 150,36 63 Eu 151,96 64 Gd 157,25 65 Tb 158,93 66 Dy 162,50 67 Ho 164,93 68 Er 167,26 69 Tm 168,93 70 Yb 173,05 71 Lu 174,97
 Λανθάνιο Διπρόμιον Προσέτιο Νεοδύμιον Προμθετίο Σαμάρσιο Ευρώπριο Γαδολίνιο Τέρβιου Δυσπρόμιον Ήολμιο Ερβόλιο Τυμολόβιο Ύβριο Λουθécιο
 2 8 18 18 9 2 2 8 18 20 9 2 8 18 21 9 2 8 18 22 9 2 8 18 23 9 2 8 18 24 9 2 8 18 25 9 2 8 18 26 9 2 8 18 27 9 2 8 18 28 9 2 8 18 29 9 2 8 18 30 9 2 8 18 31 9 2 8 18 32 9 2

*2) Σερία άκτινίου

89 Ac 227,03 90 Th 232,04 91 Pa 231,04 92 U 238,03 93 Np 237,04 94 Pu 239,03 95 Am 243,03 96 Cm 247,07 97 Bk 247,07 98 Cf 251,08 99 Fm 253,08 100 Mn 255,10 101 No 259,10 102 Lr 262,10
 Ακτινιο Θόριο Πρωακτίνιο Ουράνιο Νεπτούλιο Πλουτώνιο Άμερικάνιο Κουρίτιο Βερκίλιο Καλιφόρνιο Φέρμιο Μενδελιέβιο Λορέντζιο
 2 8 18 32 18 9 2 8 18 32 20 9 2 8 18 32 21 9 2 8 18 32 22 9 2 8 18 32 23 9 2 8 18 32 24 9 2 8 18 32 25 9 2 8 18 32 26 9 2 8 18 32 27 9 2 8 18 32 28 9 2 8 18 32 29 9 2 8 18 32 30 9 2 8 18 32 31 9 2 8 18 32 32 9 2

3. Περιγραφή του περιοδικού συστήματος. Τὸ Π.Σ. ὡς τελικῶς διεμορφώθη κατόπιν τῶν ἀνακαλυφθέντων, ἀγνώστων κατὰ τὴν ἐποχὴν τοῦ Mendelejeff, στοιχείων περιλαμβάνει ἑννέα καθέτους στήλας, τὰς **ὁμάδας** ἢ **οικογενείας** τοῦ Π.Σ., αἱ ὁποῖαι χαρακτηρίζονται διὰ τῶν λατινικῶν ἀριθμῶν I ἕως VIII. Ἡ ἐνάτη στήλη ἀποτελεῖ τὴν μηδενικὴν ὁμάδα, ἡ ὁποία περιλαμβάνει τὰ εὐγενῆ ἀέρια καὶ προσετέθη εἰς τὸ Π.Σ. μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν αὐτῶν (1894).

Ἐκάστη ὁμάς τοῦ περιοδικοῦ συστήματος διακρίνεται εἰς τὴν κυρίαν καὶ τὴν δευτερευούσαν ὁμάδα, αἱ ὁποῖαι χαρακτηρίζονται ἀντιστοιχῶς διὰ τῶν γραμμάτων **a** καὶ **b**. Τὰ στοιχεῖα τῆς κυρίως ὁμάδος ὁμοιάζουν μεταξύ των, ὅπως ἐπίσης ὁμοιάζουν μεταξύ των καὶ τὰ στοιχεῖα τῆς δευτερευούσης ὁμάδος. Μεταξύ των ὁμοιωμάτων τῆς κυρίως καὶ τῆς δευτερευούσης ὁμάδος παρουσιάζουν σχεδὸν μόνον ἀναλογίαν σθένους.

Αἱ ὀριζόντιοι **περίοδοι** τοῦ Π.Σ. εἶναι ἑπτὰ καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν στοιχείων, τῶν περιλαμβανομένων εἰς ἐκάστην ἐξ αὐτῶν, δὲν εἶναι σταθερὸς ἀλλ' αὐξάνει αὐξανόμενον τοῦ ἀτομικοῦ βάρους, κατὰ τρόπον κανονικόν. Ἡ πρώτη περίοδος περιλαμβάνει δύο μόνον στοιχεῖα (**λίαν μικρὰ περίοδος**) ἢ δευτέρα καὶ ἢ τρίτη, ἀνά ὀκτῶ στοιχεῖα ἐκάστη (**μικραὶ περίοδοι**), ἢ τετάρτη καὶ ἢ πέμπτη, ἀνά δεκαοκτῶ στοιχεῖα (**μεγάλαι περίοδοι**) καὶ ἢ ἕκτη, τριανταδύο στοιχεῖα (**λίαν μεγάλη περίοδος**). Τέλος ἡ ἑβδόμη περίοδος, ἡ ὁποία μέχρι τοῦ 1940 περιελάμβανε ἕξ μόνον στοιχεῖα, σήμερον περιλαμβάνει δεκαεξὶ στοιχεῖα, ἕκ τῶν ὁποίων τὰ δέκα τελευταῖα παρεσκευάσθησαν τεχνητῶς κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη καὶ καλοῦνται **τρανσουράνια στοιχεῖα**.

4. Ἀνωμαλία τοῦ περιοδικοῦ συστήματος. α) **Ἀνωμαλία ἀναστροφῶν** : Ἡ ἀρχὴ τῆς κατατάξεως τῶν στοιχείων κατ' αὐξάνον ἀτομικὸν βᾶρος παραβιάζεται εἰς τινὰς περιπτώσεις. Τὸ Ar (A.B. = 39,94) τοποθετεῖται πρὸ τοῦ K (A.B. = 39,09), καίτοι ἔχει μεγαλύτερον ἀτομικὸν βᾶρος. Ἡ ἀναστροφή αὕτη ὅμως εἶναι ἀναγκαία διὰ τὴν τοποθέτησιν τοῦ K εἰς τὴν ὁμάδα τῶν ἀλκαλίων καὶ τὸ Ar εἰς τὴν ὁμάδα τῶν εὐγενῶν ἀερίων, εἰς τὰς ὁποίας ἀνήκουν λόγῳ τῶν χαρακτηριστικῶν των ἰδιοτήτων. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει μετὰ J - Te, Co - Ni καὶ Th - Pa.

β) **Ἀνωμαλία πλειάδων.** Εἰς τὴν VIII ὁμάδα (περίοδοι : 4η, 5η, καὶ 6η) περιλαμβάνονται τρεῖς ὁμάδες στοιχείων, τὰ ὁποῖα εἶναι μέταλλα με ἀναλόγους χημικὰς ιδιότητας.

γ) **Ἀνωμαλία σπανίων γαιῶν.** Εἰς τὴν ἕκτην (λίαν μεγάλην περίοδον) δεκαπέντε ἐν ὄλῳ στοιχεῖα με συνεχῶς αὐξανόμενον ἀτομικὸν βᾶρος, παρουσιάζουν ἐντελῶς ἀναλόγους ιδιότητας καὶ ὡς ἐκ τούτου πρέπει νὰ τοποθετηθῶν εἰς τὴν ἰδίαν ὁμάδα τοῦ Π.Σ. Ἐπειδὴ τοῦτο εἶναι ἀδύνατον, τὰ στοιχεῖα ταῦτα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται σπάνια γαῖαι, τοποθετοῦνται ὡς παράρτημα τῆς 3ης ὁμάδος εἰς τὸ κάτω μέρος τοῦ περιοδικοῦ συστήματος. Ὡς παράρτημα τῆς τρίτης ὁμάδος, τοποθετοῦνται ἐπίσης τὰ στοιχεῖα **τῆς 7ης περιόδου** τοῦ Π.Σ. ἀπὸ τοῦ ἄκτινίου καὶ πέραν. Τὰ στοιχεῖα ταῦτα ἔχουν ἀναλόγους ιδιότητας εἶναι ὅλα ραδιενεργὰ καὶ ἀποτελοῦν τὴν σειρὰν τοῦ ἄκτινίου.

5. Περιοδικότης τῶν ἰδιοτήτων τῶν στοιχείων. Ὡς ἀνεφέρθη, αἱ ἰδιότητες τῶν στοιχείων μεταβάλλονται περιοδικῶς, συναρτήσιν τοῦ ἀτομικοῦ των βάρους.

Οὔτω ὅλα τὰ στοιχεῖα, τὰ ἀνήκοντα εἰς τὴν αὐτὴν ὁμάδα, ἔχουν τὸ αὐτὸ σθένος. Ἐφ' ὅσον προχωροῦμεν ἐκ τῆς πρώτης ὁμάδος πρὸς τὴν ὀγδόην, τὸ σθένος τῶν στοιχείων ὡς πρὸς ὀξυγόνον, τὸ καλούμενον θετικὸν σθένος, αὐξάνει κατὰ μονάδα ἀπὸ τοῦ ἕνα μέχρι τοῦ ὀκτώ :

Ὅμας :	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Ὁξειδία :	K ₂ O	CaO	Al ₂ O ₃	CO ₂	N ₂ O ₅	SO ₃	Cl ₂ O ₇	OsO ₈
Σθένος στοιχείου :	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8

Ἀντιθέτως τὸ σθένος τῶν στοιχείων ὡς πρὸς τὸ ὑδρογόνον, τὸ καλούμενον ἀρνητικὸν σθένος, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζεται ἀπὸ τῆς τετάρτης ὁμάδος, ἔλαττουται ἐφ' ὅσον πρὸς

χωρούμεν ἐκ τῆς 4ης ομάδος πρὸς τὴν 8ην, εἰς τὴν ὅποιαν εἶναι μηδέν.

IV	V	VI	VII
CH ₄	NH ₃	H ₂ S	HCl
-4	-3	-2	-1

Ἀνάλογος περιοδικότης ἐμφανίζεται καὶ εἰς τὰς λοιπὰς ιδιότητες τῶν στοιχείων, ὡς π.χ. εἰς τοὺς ἀτομικοὺς ὄγκους, εἰς τὰ γραμμικά φάσματα, τὰ ὅποια ἐκπέμπουν, εἰς τὴν ἠλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα τῶν ἀλάτων των, τὸ σημεῖον τήσεως κλπ.

6. Ἐξήγησις τῆς περιοδικότητος τῶν ιδιοτήτων τῶν στοιχείων — Ἀτομικὸς ἀριθμὸς. Ἡ περιοδικότης, τὴν ὅποιαν ἐμφανίζουν αἱ ιδιότητες τῶν στοιχείων, ὅταν ταῦτα ταξινομηθοῦν κατ' αὔξον ἀτομικὸν βάρους, ὡς καὶ αἱ ἀνωμαλίας τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, εὑρον πλήρην ἐξήγησιν κατόπιν τῆς διαπιστώσεως, ὅτι αἱ ιδιότητες τῶν στοιχείων εἶναι περιοδικὴ συνάρτησις τοῦ ἀτομικοῦ τῶν ἀριθμοῦ καὶ ὄχι τοῦ ἀτομικοῦ τῶν βάρους.

Εἰς τὴν διαπίστωσιν ταύτην κατέληξεν ὁ Moseley (1913) ἐκ τῆς μελέτης τῶν φασμάτων τῶν ἀκτίνων Röntgen, τῶν ἐκλεπομένων ὑπὸ τῶν διαφορῶν στοιχείων, ἐκ τῆς ὁποίας εἶδεν, ὅτι ἡ συχνότης τῆς ἐκπεπομένης ἀκτινοβολίας (ν) εἶναι ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ (Z) τοῦ στοιχείου.

Ἦτοι: $\nu = \sigma Z^2$ (Νόμος Moseley) ἔνθα σ ἡ σταθερὰ ἀναλογία

Ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ ἀνωτέρου τύπου, κατέστη δυνατὸν νὰ ὑπολογισθοῦν οἱ ἀτομικοὶ ἀριθμοὶ τῶν στοιχείων καὶ οἱ εὐρεθέντες ἀριθμοὶ ἀντιπροσωπεύουν τὴν σειρὰν κατὰ τῆς ἑξέως τῶν στοιχείων εἰς τὸ περιοδικὸν σύστημα. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον αἴρεται καὶ ἡ ἀνωμαλία τῶν ἀναστροφῶν, διότι κριτήριον τῆς κατὰ τῆς ἑξέως τῶν στοιχείων ἀναλόγως τῶν χημικῶν τῶν ιδιοτήτων δὲν εἶναι τὸ ἀτομικὸν βάρους, ἀλλὰ ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς.

Οὕτω, καλῶς εὐρίσκειται τὸ Ar τοποθετημένον πρὸ τοῦ K, διότι ναι μὲν ἔχει μεγαλύτερον ἀτομικὸν βάρους, ἀλλὰ ἔχει μικρότερον ἀτομικὸν ἀριθμὸν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰς ἐτέρας ἀναστροφάς. Ἐπομένως, ἡ κατὰ τῆς ἑξέως τῶν στοιχείων κατ' αὔξοντα ἀτομικὸν ἀριθμὸν εἶναι ἀπολύτως σύμφωνος μὲ τὴν κατὰ τῆς ἑξέως τῶν στοιχείων ἐπὶ τῇ βάσει τῶν χημικῶν τῶν ιδιοτήτων.

Οὕτω, σήμερον πλεόν εἴμεθα εἰς θέσιν νὰ γνωρίζωμεν τὴν σχέσιν, ἡ ὅποια ὑπάρχει μεταξύ τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου καὶ τοῦ τρόπου συμπληρώσεως τῶν ἠλεκτρονικῶν στιβάδων ἀφ' ἑνὸς καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων τῶν περιεχομένων εἰς ἐκάστην περίοδον τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, ἀφ' ἑτέρου. Ἐφ' ὅσον δὲ μὲ τὸ πρῶτον στοιχεῖον ἐκάστης περιόδου τοῦ περιοδικοῦ συστήματος ἄρχεται ἡ συμπλήρωσις μιᾶς νέας ἠλεκτρονικῆς στιβάδος, εὐκόλως συνάγεται, ὅτι τὰ στοιχεῖα, τὰ ἀνήκοντα εἰς τὴν αὐτὴν ομάδα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, ἔχουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ἠλεκτρονίων θενοῦς, γεγονός τὸ ὁποῖον ἐξηγεῖ πλήρως τὰς ἐμφανιζομένας ἀναλογίας εἰς τὴν χημικὴν συμπεριφορὰν αὐτῶν.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

81. Νὰ σχεδιασθῇ τὸ διάγραμμα τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων: C, Br, S, Sb, Rn, διὰ τὰ ὅποια δίδεται ὅτι ἔχουν ἀντιστοίχως ἀτομικὸν ἀριθμὸν 6, 35, 16, 51 καὶ 86.

82. Τὸ χλώριον ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἰσοτόπων, τὰ ὅποια ἔχουν μαζικοὺς ἀριθμοὺς 35 καὶ 37 ἀντιστοίχως. Δοθέντος ὅτι τὸ χλώριον ἔχει $A.B. = 35,5$. νὰ εὐρεθῇ ἡ ἀναλογία ὑπὸ τὴν ὅποιαν εὐρίσκονται ἀναμειγμένα τὰ δύο ἰσότοπα. (Ἄπ. 3:1)

83. Νὰ γραφοῦν οἱ ἠλεκτρονικοὶ τύποι τῶν ἐνώσεων: MgCl₂, Na₂S, CaO, NaOH, H₃PO₄, Na₂CO₃ καὶ νὰ χαρακτηρισθοῦν τὰ εἶδη τῶν δεσμῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

Η ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΙΣ

1. Ταξινομήσεις τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων

Τὰ διάφορα χημικά φαινόμενα καλοῦνται καὶ **χημικαὶ ἀντιδράσεις**, διακρίνονται δὲ εἰς τὰς κάτωθι κατηγορίας :

1. Ἀντιδράσεις συνθέσεως. Κατ' αὐτάς μία χημικὴ ἔνωση συντίθεται ἐκ τῶν στοιχείων, ἐκ τῶν ὁποίων συνίσταται, ἢ ἐξ ἄλλων ἀπλουστερῶν ἐνώσεων :



2. Ἀντιδράσεις ἀποσυνθέσεως. Κατ' αὐτάς μία χημικὴ ἔνωση διασπᾶται εἰς τὰ στοιχεία, ἐκ τῶν ὁποίων συνίσταται, ἢ εἰς ἄλλας ἀπλουστερας ἐνώσεις :



3. Ἀντιδράσεις ἀπλῆς ἀντικαταστάσεως. Κατ' αὐτάς ἓν στοιχεῖον ἀντικαθιστᾷ ἕτερον τοιοῦτον εἰς μίαν χημικὴν ἔνωσην :



4. Ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως. Κατ' αὐτάς δύο χημικαὶ ἐνώσεις ἀντιδρῶν πρὸς σχηματισμὸν ἑτέρων δύο χημικῶν ἐνώσεων, δι' ἀμειβιαίας ἀντικαταστάσεως στοιχείων ἢ ριζῶν :



5. Πολύπλοκοι ἀντιδράσεις. Κατ' αὐτάς δύο ἢ περισσότερα σώματα ἀντιδρῶν πρὸς σχηματισμὸν περισσοτέρων τῶν δύο νέων σωμάτων. Αἱ ἀντιδράσεις αὗται ἀποτελοῦν συνδυασμὸν δύο ἢ περισσοτέρων ἐκ τῶν ἀνωτέρω περιπτώσεων :



Παρὰ τὸ γεγονός ὅτι τὰ διάφορα εἶδη τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων, δύνανται διὰ τῆς ἀνωτέρω ταξινομήσεως νὰ ἀναγνωρισθοῦν ἐνκόλως, μία ἄλλη κατάταξις αὐτῶν ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι πολὺ χρησιμωτέρα. Κατ' αὐτήν, ὡς θὰ ἀναπτύξωμεν εἰς ἐπόμενον κεφάλαιον, αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις ταξινομοῦνται εἰς δύο μόνον μεγάλας κατηγορίας, εἰς τὰς ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς ἀφ' ἑνὸς καὶ ὅλας τὰς ὑπολοίπους ἀντιδράσεις ἀφ' ἑτέρου.

2. Ἐνδόθερμοι καὶ ἐξώθερμοι ἀντιδράσεις Θερμοχημικαὶ ἐξισώσεις

Ὡς γνωστὸν πᾶσα χημικὴ ἀντίδρασις συνοδεύεται ἀπὸ μεταβολὴν τῆς ἐσωτερικῆς ἐνεργείας τῶν ἀντιδρῶντων σωμάτων. Ἡ μεταβολὴ αὕτη δύναται νὰ ἐμφανισθῇ ὑπὸ διαφόρους μορφὰς ἐνεργείας, συνήθως ὅμως ἐμφανίζεται ὑπὸ μορφήν θερμότητος. Ἀπὸ τῆς ἀπόψεως ταύτης διακρίνομεν δύο εἶδη χημικῶν ἀντιδράσεων, τὰς ἐξωθέρμους καὶ τὰς ἐνδοθέρμους.

Ἐξώθερμοι καλοῦνται αἱ ἀντιδράσεις, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν ὑπὸ ἐκλυσιν θερμότητος. Καὶ ἀντιθέτως, **ἐνδοθέρμοι** καλοῦνται αἱ ἀντιδράσεις, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν ὑπὸ ἀπορρόφησης θερμότητος.

Αἱ χημικαὶ ἐξισώσεις, εἰς τὸ δεξιὸν μέρος τῶν ὁποίων ἀναγράφεται καὶ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον ἐκλύεται ἢ ἀπορροφᾶται κατὰ τὴν ἀντίδρασιν, ὄνο-

μάζονται **θερμοχημικά εξισώσεις**. Τα ποσά της θερμότητας εκφράζονται συνήθως εις μικράς ή μεγάλας θερμίδας και θεωρούνται θετικά (+Q) προκειμένου περί εξω-θέρμων αντιδράσεων, αρνητικά δὲ (-Q) προκειμένου περί ἐνδοθέρμων αντιδράσεων:



3. Παράγοντες ἐπηρεάζοντες τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις (Μέσα προκαλοῦντα τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις)

Ἡ τάσις, τὴν ὁποίαν ἔχουν δύο σώματα νὰ ἀντιδράσουν μεταξύ των, ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ χημικοῦ χαρακτήρος αὐτῶν, ὁ ὁποῖος καθορίζει ἐὰν ὑπάρχη ἢ ὄχι χημικὴ συγγένεια μεταξύ των. Ἡ ἐκδήλωσις ὅμως ταύτης ἐξαρτᾶται ἀπὸ διαφόρους παράγοντας, οἱ ὁποῖοι δύνανται νὰ ἐπιδράσουν ἐπ' αὐτῆς εὐνοϊκῶς ἢ δυσμενῶς.

Κατ' ἀρχὴν ἔχει μεγάλην σημασίαν ἡ φυσικὴ κατάσταση τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων. Γενικῶς, τὰ σώματα ἀντιδροῦν εὐκολώτερον εἰς τὴν ὑγρὰν ἢ τὴν ἀέριον κατάστασιν, διότι τότε τὰ μόρια αὐτῶν, κινούμενα συνεχῶς, συγκρούονται μεταξύ των, γεγονός τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ προϋπόθεσιν διὰ νὰ λάβῃ χώραν χημικὴ ἀντίδρασις. Ἐνεκα τούτου αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις μεταξύ στερεῶν σωμάτων γίνονται συνήθως εἰς διαλύματα ἢ τήγματα αὐτῶν.

Ἄλλὰ αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν αὐθορμητῶς, δηλαδὴ δι' ἀπλῆς ἀναμίξεως τῶν σωμάτων ὑπὸ συνθήκῃς συνθήκας, εἶναι σχετικῶς ὀλίγαι. Διὰ τὴν ἐπιτέλεσιν τῶν περισσοτέρων ἀντιδράσεων εἶναι ἀπαραίτητος ἢ προσφορά ἐνεργείας, ὑπὸ οἰανδήποτε μορφήν (θερμότητος, φωτός, ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας κλπ.).

Ἡ χημικὴ ἀντίδρασις μεταξύ δύο σωμάτων εἶναι δυνατόν νὰ λάβῃ χώραν ἀφ' ἑαυτῆς μόνον ὑπὸ σύγχρονον ἐλάττωσιν τῆς ἐλευθέρως ἐνεργείας αὐτῶν (σελ. 70), ἢ μεταβολῇ τῆς ὁποίας ἀποτελεῖ καὶ τὸ μέτρον τῆς χημικῆς συγγενείας μεταξύ τῶν σωμάτων.

Πολλάκις ὅμως, καίτοι ἡ ἀντίδρασις μεταξύ τῶν σωμάτων εἶναι δυνατὴ ἄνευ προσφοράς ἐνεργείας, αὕτη δὲν γίνεται ἀντιληπτῇ, διότι εἶναι τόσον βραδεία, ὥστε πρακτικῶς νὰ θεωρῆται ὅτι δὲν λαμβάνει χώραν. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτάς εἶναι δυνατόν νὰ ἐπέλθῃ αὐξήσις τῆς ταχύτητος τῆς ἀντιδράσεως διὰ καταλλήλου ρυθμίσεως διαφόρων παραγόντων.

Οἱ παράγοντες, οἱ ἐπηρεάζοντες τὴν ταχύτητα τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων, εἶναι οἱ ἀκόλουθοι:

- 1) **Ἡ συγκέντρωσις τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων.** Αὐξήσις τῆς συγκεντρώσεως τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων—δηλαδὴ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μολ εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου—προκαλεῖ γενικῶς αὐξήσιν τῆς ταχύτητος μιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως.
- 2) **Ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων.** Ἐὰν τὰ ἀντιδρώντα σώματα ἀποτελοῦν ἑτερογενῆ σύστημα, ἡ ταχύτης τῆς μεταξύ αὐτῶν ἀντιδράσεως εἶναι τόσον μεγαλύτερα, ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ἐπιφάνεια ἐπαφῆς μεταξύ τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων, δηλαδὴ ὅσον λεπτότερος ὁ καταμερισμὸς αὐτῶν.
- 3) **Ἡ θερμοκρασία.** Αὐξήσις ταύτης προκαλεῖ αὐξήσιν τῆς ταχύτητος τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων.
- 4) **Ἡ πίεσις.** Προκειμένου περὶ ἀντιδράσεως μεταξύ ἀερίων, αὐξανομένης τῆς πίεσεως ἐπέρχεται αὐξήσις τῆς ταχύτητος τῆς ἀντιδράσεως.
- 5) **Αἱ ἀκτινοβολίαι.** Πλεῖστα ἀντιδράσεις εἶναι εὐπαθεῖς εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἀκτινοβολιῶν καὶ ἰδιαιτέρως τοῦ φωτός.
- 6) **Οἱ καταλύται.** Οὗτοι εἶναι σώματα, τὰ ὁποῖα διὰ τῆς παρουσίας των μεταβάλλουν τὴν ταχύτητα μιᾶς ἀντιδράσεως, χωρὶς νὰ ὑφίστανται μεταβολὴν εἰς τὴν μάζαν ἢ τὴν οὐσασιν αὐτῶν.

2. 'Αμφίδρομοι αντίδρασεις - Χημική Ισορροπία

1. 'Αμφίδρομοι αντίδρασεις. Πολλοί αντίδρασεις δέν λαμβάνουν χώραν ποσοτικώς, μέχρως έξαντλήσεως τών αντίδρώντων σωμάτων, διότι τὰ προϊόντα τής αντίδρασεως αντίδρουν μεταξύ των πρὸς σχηματισμὸν τών ἀρχικῶν σωμάτων, ὅποτε ἀποκαθίσταται ἰσορροπία μεταξύ ἀντιδρώντων σωμάτων καὶ προϊόντων τής ἀντιδρασεως. Αἱ ἀντιδράσεις αὗται καλοῦνται **ἀμφίδρομοι ἀντιδράσεις** καὶ συμβολίζονται διὰ δύο ἀντιθέτων βελῶν (\rightleftharpoons).

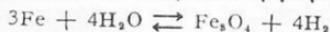
Οὕτω κατὰ τὴν διαβίβασιν ὕδρατμῶν ὑπεράνω ἐρυθροπυρωθέντος σιδήρου σχηματίζεται ἐπιτεταρτοξειδίου τοῦ σιδήρου καὶ ὕδρογόνου :



Ἐάν ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας διαβιβασθῇ ὕδρογόνου ὑπεράνω θερμαινομένου ἐπιτεταρτοξειδίου τοῦ σιδήρου, σχηματίζονται μεταλλικός σίδηρος καὶ ὕδρατμοί :



Εἶναι ἐπομένως προφανές, ὅτι ἐάν θερμανθεῖν ἐντὸς κλειστοῦ δοχείου σιδήρου καὶ ὕδρατμοί, μετὰ πάροδον ὀλίγου χρόνου θὰ συνυπάρχουν καὶ τὰ τέσσαρα σώματα, ἦτοι Fe, Fe₃O₄, H₂O καὶ H₂. Τὸ δὲ μίγμα λαμβάνει μίαν σύστασιν, ἡ ὁποία διατηρεῖται σταθερὸν μὲ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου, ἐφ' ὅσον αἱ συνθήκαι δέν μεταβάλλονται. Τότε λέγομεν ὅτι ἀπεκατεστάθη ἰσορροπία μεταξύ τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων καὶ τῶν προϊόντων αὐτῶν. Ἡ ἀντίδρασις αὕτη εἶναι **ἀμφίδρομος** καὶ παρίσταται οὕτω :



Ἦτοι, **ἀμφίδρομοι ἀντιδράσεις** καλοῦνται αἱ ἀντιδράσεις, αἱ δυνάμεναι νὰ λάβουν χώραν κατὰ δύο ἀντιθέτους διευθύνσεις ταυτοχρόνως, καὶ κατὰ τὰς ὁποίας ἀποκαθίσταται ἰσορροπία μεταξύ τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων καὶ τῶν προϊόντων τής ἀντιδρασεως.

Ἐφ' ὅσον μία τοιαύτη ἀντίδρασις μεταξύ δύο σωμάτων προχωρεῖ, ἡ μᾶζα αὐτῶν ἐλαττοῦται, ἐνῶ αὐξάνεται ἡ μᾶζα τῶν προϊόντων. Ἡ ταχύτης ἐπομένως τής ἀντιδρασεως, ὡς ἀνάλογος τής συγκεντρώσεως τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων, ἐλαττοῦται συνεχῶς, ἐνῶ, ἀντιθέτως, αὐξάνει ἡ ταχύτης τής ἀντιδρασεως μεταξύ τῶν προϊόντων τής ἀντιδρασεως. Ὄταν αἱ δύο αὐτὰι ταχύτητες ἐξισωθεῖν, ἀποκαθίσταται ἰσορροπία καὶ ἡ ἀντίδρασις φαίνεται περατωθεῖσα.

Εἰς τὴν πραγματικότητα, ἡ ἰσορροπία αὕτη εἶναι δυναμική, διότι λαμβάνουν χώραν συγχρόνως δύο ἀντιδράσεις ἀντιθέτου διευθύνσεως μετὰ τής αὐτῆς ταχύτητος. Ὅσα μῦρια τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων ἀντιδρουν μεταξύ των εἰς τὴν μὴνάδα τοῦ χρόνου πρὸς σχηματισμὸν τῶν προϊόντων, τόσα ἀκριβῶς μῦρια ἀνασχηματίζονται ἐκ τής ἀντιδρασεως τῶν προϊόντων.

Θεωρητικῶς ὅλοι αἱ ἀντιδράσεις εἶναι ἀμφίδρομοι. Διὰ τὰς ποσοτικὰς ἀντιδράσεις, αἱ ὁποῖαι πρακτικῶς λαμβάνουν χώραν κατὰ μίαν μόνον διεύθυνσιν, δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν, ὅτι τὸ σημεῖον τής ἰσορροπίας των εὐρίσκεται τελείως πρὸς τὰ δεξιὰ.

2. Παράγοντες ἐπιδρῶντες ἐπὶ τής ἰσορροπίας τῶν χημικῶν ἀντιδρασεων. Ἡ μετατόπισις τής ἰσορροπίας μιᾶς ἀμφίδρομου χημικῆς ἀντιδρασεως πρὸς τὸ μέρος τῶν προϊόντων, καὶ ἡ αὐξήσις ἐπομένως τής ἀποδόσεως αὐτῆς, ἐπιτυγχάνεται διὰ καταλλήλου μεταβολῆς τριῶν παραγόντων : τής συγκεντρώσεως, τής πίεσεως καὶ τής θερμοκρασίας.

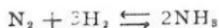
1) Ἐπίδρασις τής συγκεντρώσεως. Δι' αὐξήσεως τής συγκεντρώσεως ἑνὸς τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων ἢ ἐλαττώσεως τής συγκεντρώσεως ἑνὸς τῶν προϊόντων τής ἀντιδρασεως ἢ ἰσορροπία μετατοπίζεται πρὸς τὰ δεξιὰ. Π.χ.



Εἰς τὴν ἀνωτέρω ἐξίσωσιν τής ἐστεροποιήσεως πρὸς αὐξήσιν τής ἀποδόσεως προστί-

θεται περίσσεια οξέος και δεσμεύεται το παραγόμενον ύδωρ διά προσθήκης πυκνού H_2SO_4 , το όποιον είναι αφυδατικό.

2) **Ἐπίδρασις τῆς πίεσεως.** Ἡ μεταβολή τῆς πίεσεως ἔχει ἐπίδρασιν μόνον ὅταν ἐν τουλάχιστον ἐκ τῶν ἀντιδρώντων ἢ τῶν προϊόντων εἶναι ἀέριον. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτάς αὔξισις τῆς πίεσεως προκαλεῖ μετατόπισιν τῆς ἰσορροπίας πρὸς τὸ μέρος τοῦ μικροτέρου ὄγκου. Π.χ.



Εἰς τὴν ἀνωτέρω ἀντίδρασιν, αὔξισις τῆς πίεσεως προκαλεῖ αὔξισιν τῆς ἀποδόσεως εἰς NH_3 , ἐνῶ ἡ ἐλάττωσις ταύτης προκαλεῖ τὴν διάσπασιν τῆς NH_3 .

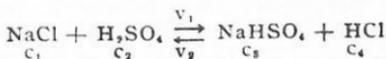
3) **Ἐπίδρασις τῆς θερμοκρασίας.** Αὔξισις τῆς θερμοκρασίας προκαλεῖ μετατόπισιν τῆς ἰσορροπίας πρὸς τὴν διεύθυνσιν ἐκείνην πρὸς τὴν ὁποίαν ἀπορροφᾶται θερμότης. Ἐπομένως αἱ ἐξώθερμοι ἀντιδράσεις ἔχουν μεγαλύτεραν ἀπόδοσιν εἰς χαμηλότερας θερμοκρασίας, ἐνῶ αἱ ἐνδόθερμοι εἰς ὑψηλότερας.



Ἡ σύνθεσις τῆς NH_3 εὐνοεῖται εἰς χαμηλὴν θερμοκρασίαν, ἐνῶ ἡ ἀποσύνθεσις εἰς ὑψηλὴν.

Πάντα τὰ ἀνωτέρω εἶναι δυνατόν νὰ ἐξαχθοῦν ὡς μερικαὶ περιπτώσεις μιᾶς γενικῆς ἀρχῆς, τῆς ἀρχῆς τοῦ Le Chatelier κατὰ τὴν ὁποίαν ἐὰν μεταβληθῇ εἰς ἐκ τῶν συντελεστῶν τῶν ἐπιδρώντων ἐπὶ τῆς ἰσορροπίας συστήματος τινός, αὕτη μετατοπίζεται εἰς τρόπον, ὥστε νὰ ἐξουδετερωθῇ κατὰ τὸ δυνατόν ἡ ἐπιφερομένη μεταβολή.

3. **Νόμος δράσεως τῶν μαζῶν (Guldberg, Waage, 1867).** Ἡ πορεία μιᾶς ἀντιδράσεως διέπεται ἀπὸ τὸν θεμελιώδη νόμον τῆς δράσεως τῶν μαζῶν, κατὰ τὸν ὅποιον ἡ ταχύτης μιᾶς ἀντιδράσεως εἶναι ἀνάλογος τῆς συγκεντρώσεως τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων. Ἄς θεωρήσωμεν τὴν ἀμφίδρομον ἀντίδρασιν :



Αἱ ταχύτητες V_1 καὶ V_2 τῶν δύο ἀντιθέτων ἀντιδράσεων θὰ εἶναι εἰς ἐκάστην χρονικὴν στιγμήν ἀνάλογος τῶν συγκεντρώσεων τῶν σωμάτων C_1 καὶ C_2 ἢ πρώτῃ καὶ C_3 καὶ C_4 ἢ δευτέρῃ. Ἦτοι $V_1 = K_1 \cdot C_1 \cdot C_2$ καὶ $V_2 = K_2 \cdot C_3 \cdot C_4$ ἐνθα K_1, K_2 σταθεραὶ.

Ἡ V_1 ἐλαττοῦται συνεχῶς ἐφ' ὅσον ἡ ἀντίδρασις προχωρεῖ, διότι ἐλαττοῦνται αἱ συγκεντρώσεις C_1 καὶ C_2 , ἐνῶ ἀντιθέτως αὐξάνονται αἱ συγκεντρώσεις C_3 καὶ C_4 με συνέπειαν τὴν αὔξισιν τῆς ταχύτητος V_2 τῆς ἀντιθέτου ἀντιδράσεως.

Ὅταν αἱ ταχύτητες V_1 καὶ V_2 ἐξισωθοῦν, ἐπέλθῃ δηλ. χημικὴ ἰσορροπία, θὰ ἰσχύη συμφῶνως πρὸς τ' ἀνωτέρω ἡ σχέσις : $K_1 \cdot C_1 \cdot C_2 = K_2 \cdot C_3 \cdot C_4$ ἢ

$$\frac{C_3 \cdot C_4}{C_1 \cdot C_2} = \frac{K_1}{K_2} = K$$

(Νόμος τῆς χημικῆς ἰσορροπίας)

Ἐνθα K σταθερὰ τῆς χημικῆς ἰσορροπίας.

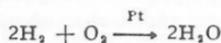
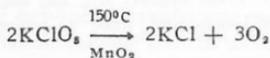
Ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις ἀποτελεῖ τὴν μαθηματικὴν ἔκφρασιν τοῦ νόμου δράσεως τῶν μαζῶν καὶ καθορίζει ὅτι : Εἰς τὴν κατάστασιν τῆς ἰσορροπίας ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, ὁ λόγος τοῦ γινομένου τῶν συγκεντρώσεων τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως, πρὸς τὸ γινόμενον τῶν συγκεντρώσεων τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων εἶναι σταθερός. Μεταβαλλομένης τῆς θερμοκρασίας ἡ σταθερὰ K μεταβάλλεται.

3. Περὶ καταλυτῶν

1. **Ὁρισμός.** Καταλύται ὀνομάζονται σώματα, τὰ ὁποῖα διὰ τῆς παρουσίας τῶν καὶ μόνον μεταβάλλουν τὴν ταχύτητα μιᾶς ἀντιδράσεως, χωρὶς νὰ ὑφίστανται οὐδεμίαν μεταβολὴν, τόσον εἰς τὴν μᾶζαν αὐτῶν, ὅσον καὶ εἰς τὴν σύστασίν των.

Τὸ φαινόμενον τῆς μεταβολῆς τῆς ταχύτητος μιᾶς ἀντιδράσεως, λόγῳ τῆς παρουσίας καταλύτου, καλεῖται **κατάλυσις**. Οἱ καταλύται, οἱ ὁποῖοι προκαλοῦν αὔξισιν τῆς ταχύτητος μιᾶς ἀντιδράσεως καλοῦνται **θετικοὶ καταλύται** καὶ τὸ φαινόμενον **θετικὴ κατάλυσις**. Οἱ καταλύται, οἱ ὁποῖοι προκαλοῦν ἐλάττωσιν τῆς ταχύτητος μιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως, καλοῦνται **ἀρνητικοὶ καταλύται** καὶ τὸ φαινόμενον **ἀρνητικὴ κατάλυσις**.

Παραδείγματα θετικής καταλύσεως είναι ή διά θερμάνσεως εις 150° C διάσπασις του $KClO_3$, παρουσίᾳ MnO_2 , καί ή ένωσις του ύδρογόνου καί του όξυγόνου εις συνήθη θερμοκρασίαν, παρουσίᾳ σπογγώδους λευκοχρόσου :



Παράδειγμα άρνητικῆς καταλύσεως άποτελεί ή επιβράδυνσις τῆς διασπάσεως του H_2O_2 , παρουσίᾳ αλκοόλης.

2. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα τῶν καταλυτῶν καί τῆς δράσεως αὐτῶν. Οί καταλύται δέν άνήκουν εις ώρισμένην χημικὴν τάξιν. Εἶναι δυνατόν νά εἶναι στοιχεῖα ή χημικὰ ένώσεις, άνήκουσι εις τελείως διαφόρους τάξεις σωμάτων καί τὸ μόνον κοινόν, τὸ όποῖον παρουσιάζουν, εἶναι ή καταλυτικὴ τῶν δρασῶν επί μιᾶς ή περισσοτέρων αντιδράσεων, ή όποία παρουσιάζει τὰ ἐξῆς χαρακτηριστικά :

α) Ἐκαστος καταλύτης καταλύει τὰς αντιδράσεις ώρισμένων μόνον σωμάτων, ἐνῶ δέν ἔχει οὐδεμίαν επίδρασιν επί ἑτέρων. Π. χ. ή διάσπασις του $KClO_3$ καταλύεται ὑπό του MnO_2 , ὄχι ὅμως καί ὑπό του Pt , ὁ όποῖος, αντιθέτως, καταλύει τὴν ένωσιν του O_2 μετὸ H_2 ἐπὶ τῶν όποῖων οὐδεμίαν επίδρασιν ἔχει τὸ MnO_2 .

β) Οί καταλύται δέν μεταβάλλουν τὴν ἰσορροπίαν μιᾶς άμφιδρόμου αντιδράσεως. Διότι, τόσον ή ἐξ άριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, ὅσον καί ή ἐκ δεξιῶν πρὸς τὰ άριστερὰ αντίδρασις ἐπιταχύνονται ὑπό του καταλύτου κατὰ τὸν αὐτὸν βαθμόν. Ἐπομένως, ἐπιταχύνουν ἅπλως τὴν άποκατάστασιν τῆς ἰσορροπίας μεταξὺ τῶν δύο αντίθετων αντιδράσεων.

γ) Ἡ δρᾶσις τῶν καταλυτῶν αναστέλλεται πολλᾶκις λόγω τῆς παρουσίας διαφόρων δι' ἕκαστον οὐσιῶν, αἱ όποῖαι άδραποιοῦν τὸν καταλύτην. Τὸ φαινόμενον καλεῖται **δηλητηρίασις** του καταλύτου καί αἱ προκαλοῦσαι τοῦτο οὐσίαι **δηλητήρια**.

δ) Δι' ἐκλογῆς του καταλλήλου καταλύτου δυνάμεθα νά καθορίσωμεν τὴν κατεύθυνσιν τῆς αντιδράσεως διαφόρων σωμάτων, τὰ όποῖα αντιδρῶν πρὸς περισσοτέρας κατευθύνσεις (πολύπλευροι αντιδράσεις). Π. χ. ἐκ του ύδραερίου (μίγματος $CO+H_2$) εἶναι δυνατόν δι' ἐκλογῆς του καταλλήλου καταλύτου νά σχηματισθοῦν μεθανόλη ή διάφοροι ὕδρογονάνθρακες.

ε) Πολλᾶκις, ἐν ἐκ τῶν αντιδρώντων σωμάτων ή τῶν προϊόντων μιᾶς αντιδράσεως, καταλύει τὴν ἰδίαν ταύτην αντίδρασιν εις τὴν όποίαν συμμετέχει ή σχηματίζεται (αὐτοκατάλυσις). Π. χ. κατὰ τὴν αντίδρασιν ὀξέος καί αλκοόλης πρὸς σχηματισμὸν ἐστέρος, τὸ ὄξυ καταλύει τὴν ἰδίαν αὐτοῦ αντίδρασιν.

στ) Ὅμογενῆς καλεῖται ή κατάλυσις, ὅταν ὁ καταλύτης άποτελεῖ μιαν φάσιν μετὰ του καταλυομένου συστήματος, ἑτερογενῆς δὲ ὅταν, αντιθέτως, άποτελεῖ ἰδιαιτέραν φάσιν.

2. Ἐρμηνεία τοῦ φαινομένου τῆς καταλύσεως. Πρὸς τοῦτο διετυπώθησαν διάφοροι θεωρίαι, ἐκάστη τῶν όποῖων ἐξηγεῖ ἱκανοποιητικῶς ὡρισμένας μόνον περιπτώσεις καταλύσεως :

1. Θεωρία τῶν ένδιαμέσων προϊόντων. Κατ' αὐτήν, ὁ καταλύτης σχηματίζει μετὸ ἐν ἐκ τῶν αντιδρώντων σωμάτων προϊόν, τὸ όποῖον αντιδρᾷ ταχέως μετὸ ἕτερον, ὁπότε σχηματίζεται τὸ προϊόν τῆς αντιδράσεως καί ἐλευθεροῦται ὁ καταλύτης.

2. Θεωρία τῆς προσροφήσεως. Κατ' αὐτήν, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του στερεοῦ καταλύτου προσροφῶνται τὰ αντιδρόντα σώματα, κυρίως ἄερια, εις τρόπον ὥστε, αὐξανόμενης τῆς συγκεντρώσεως αὐτῶν νά αὐξάνη καί ή ταχύτης τῆς μεταξὺ τῶν αντιδράσεως.

3. Φυράματα ή ένζυμα. Ταῦτα εἶναι ὄργανικαί ένώσεις μεγάλου μοριακοῦ βάρους. Ἐκκρίνονται ὑπό μικροοργανισμῶν ή ὑπό ἀδένων ἐντός τῶν ὄργανισμῶν καί παρουσιάζουν δράσιν ἀνάλογον τῶν καταλυτῶν, μεταβάλλοντα τὴν ταχύτητα τῶν διαφόρων αντιδράσεων ἐντός τῶν ζώντων ὄργανισμῶν ή καί ἐκτός αὐτῶν. Τὴν δρᾶσιν αὐτῶν θά μελετήσωμεν ἐκτενέστερον εις τὴν Ὅργανικὴν Χημείαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'

ΠΕΡΙ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

1. Γενικά περί διαλυμάτων

Διαλύματα ή **όμογενη μίγματα** καλούνται τὰ μίγματα δύο ή περισσότερων σωμάτων, τὰ όποία, δι' οίουδήποτε όπτικού όργάνου εξεταζόμενα, εμφανίζουν την αήτην σύστασιν καί συνεπώς τās αήτās ιδιόητας καθ' όλην την έκτασιν αυτών.

Τό συστατικόν του όμογενοϋς μίγματος, τó εύρισκόμενον εις μικροτέραν αναλογίαν, καλείται **διαλελυμένον σώμα** καί τó εις μεγαλύτεραν **διαλύτης** ή **διαλυτικόν μέσον**. Εις ένα διαλύτην είναι δυνατόν νά εύρισκωνται έν διαλύσει περισσότερα του ένός διαλελυμένα σώματα, τόσον δέ αυτά, όσον καί ó διαλύτης, είναι δυνατόν νά άνήκουν εις οίανδήποτε εκ των τριών καταστάσεων.

Όψω, διακρίνομεν διαλύματα αερίων εις αέρια, αερίων εις ύγρά, αερίων εις στερεά, στερεών εις στερεά, στερεών εις ύγρά καί ύγρων εις ύγρά.

Έξ όλων των άνωτέρω κατηγοριών **μεγαλύτεραν σπουδαιότητα παρουσιάζουν τὰ διαλύματα, των όποιων ó διαλύτης είναι ύγρόν**. Τά τοιαύτα διαλύματα άποτελούν τὰ κυρίως διαλύματα, ήτοι διαλύματα ύπό την στενωτέρω έννοιαν. Έκ των ύγρων διαλυτών σπουδαιότερος είναι τó ύδωρ, διότι διαλύει τόν μεγαλύτερον αριθμόν σωμάτων. Συχνά γίνεται χηήσις καί άλλων διαλυτών, οί όποιοι είναι κυρίως όργανικαί ένώσεις, ως π.χ. τó οινόπνευμα, ó αιθήρ, ή βενζίνη κ.ά. (**όργανικοί διαλύται**).

1. Περικτικότης διαλύματος. Αήτη εκφράζεται κατά διαφόρους τρόπους, εκ των όποιων αναφέρομεν τούς κυριώτερους :

α) Περικτικότης κατά βάρος. Έκφράζει τὰ γραμμάρια του διαλελυμένου σώματος τὰ εύρισκόμενα έν διαλύσει εις 100 gr διαλύματος (γενικώτερον τὰ μέρη βάρους της έν διαλύσει ούσίας, τὰ διαλελυμένα εις 100 μέρη βάρους διαλύματος).

β) Περικτικότης κατ' όγκον. Έκφράζει τὰ γραμμάρια του διαλελυμένου σώματος, τὰ εύρισκόμενα έν διαλύσει εις 100 cm³ διαλύματος.

γ) Μοριακότης (ή μοριακή συγκέντρωσις - Molarity). Έκφράζει τόν αριθμόν των γραμμομορίων του διαλελυμένου σώματος, των εύρισκομένων έν διαλύσει εις 1000 cm³ διαλύματος. Η μοριακότης παρίσταται διά του **M**, π.χ. διάλυμα 0,5 M είναι τó διάλυμα, τó όποιον περιέχει 0,5 mol διαλελυμένου σώματος εις 1 lt αυτού.

Εις ώρισμένα διαλύματα ή διαλελυμένη ούσια δέν συνίσταται εκ μορίων (βλ. έτεροπολικές ένώσεις σελ. 68). Εις την περίπτωση ταύτην ώς M.B. θεωρείται τó έθροισμα των A.B. των συνιστώντων ταύτην στοιχείων. Όψω διάλυμα NaCl περιέχον 58,5 gr ανά λίτρον, θεωρείται ώς περιέχον 1 Mol άλατος καί χαρακτηρίζεται ώς 1 M, καίτοι τó NaCl δέν συνίσταται εκ μορίων. Εις τās περιπτώσεις αήτās δέον νά χρησιμοποιείται άντι του M. B. ό όρος τυπικόν βάρος καί άντι του όρου μοριακή συγκέντρωσις ό όρος τυπική συγκέντρωσις (Normality), άντι νά λέγομεν δέ διάλυμα 1 M, λέγομεν διάλυμα NaCl 1 N.

δ) Γραμμομοριακότης (ή μοριακότης κατά βάρος διαλυτικού μέσου - Molality). Έκφράζει τόν αριθμόν των γραμμομορίων του διαλελυμένου σώματος, των εύρισκομένων έν διαλύσει εις 1000 gr διαλυτικού μέσου. Παρίσταται διά του **m**, π.χ. διάλυμα 2 m είναι τó διάλυμα, τó όποιον περιέχει 2 mol διαλελυμένου σώματος εις 1000 gr διαλυτικού μέσου.

ε) Κανονικότης (Normality). Έκφράζει τόν αριθμόν των γραμμοισοδύναμων του διαλελυμένου σώματος των εύρισκομένων έν διαλύσει εις έν λίτρον διαλύματος. Όψω κανονικόν διάλυμα (1 N) καλείται τó περιέχον έν γραμμοισοδύναμον ήλεκτρολύτου ανά λίτρον (βλ. γραμμοισοδύναμον ήλεκτρολύτου).

2. Διαλυτότης. Ἐάν ἐξαιρέσῃ τις τὴν περίπτωσιν ὀρισμένον ὑγρῶν, τὰ ὅποια ἀναμιγνύονται ὑπὸ πᾶσαν ἀναλογίαν πρὸς σχηματισμὸν διαλύματος, εἰς τὰς λοιπὰς περιπτώσεις, ἢ ποσότης ἑνὸς σώματος, ἢ ὅποια δύναται νὰ διαλυθῇ εἰς ὀρισμένην ποσότητα ὕδατος ἢ ἄλλου διαλυτικοῦ μέσου, εἶναι δι' ἐκάστην θερμοκρασίαν καθωρισμένη.

Διαλυτότης σώματος εἰς ὀρισμένον διαλυτικὸν μέσον, καλεῖται ἡ ποσότης τοῦτου εἰς γραμμάρια, ἢ ὅποια δύναται νὰ διαλυθῇ εἰς ὀρισμένον ὄγκον διαλυτικοῦ μέσου, ὑπὸ δεδομένην θερμοκρασίαν καὶ ἀποτελεῖ χαρακτηριστικὴν σταθεράν, ἐπηρεαζομένην ἐκ τῆς θερμοκρασίας.

Κεκορησμένον καλεῖται τὸ διάλυμα, τὸ ὅποιον περιέχει ποσότητα τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας ἴσην μὲ τὴν ὀριζομένην ἐκ τῆς διαλυτότητος ταύτης, ὑπὸ τὰς δεδομένας συνθήκας. Συνεπῶς, εἰς τοῦτο δὲν εἶναι δυνατόν νὰ διαλυθῇ ἔτιρα ποσότης τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας.

Ἀκόρεστον καλεῖται τὸ διάλυμα, τὸ ὅποιον περιέχει μικροτέραν ποσότητα τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας, ἐκ τῆς ὀριζομένης ὑπὸ τῆς διαλυτότητος ταύτης εἰς τὰς δεδομένας συνθήκας. Συνεπῶς εἰς τοῦτο δύναται νὰ διαλυθῇ καὶ νέα ποσότης τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας.

ὑπερκορον καλεῖται τὸ διάλυμα, εἰς τὸ ὅποιον, ὑπὸ τελείως εἰδικὰς συνθήκας, κατέστη δυνατόν νὰ διαλυθῇ ποσότης τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας, μεγαλύτερα τῆς ὀριζομένης ἐκ τῆς διαλυτότητος ταύτης. Τὸ διάλυμα τοῦτο εἶναι ἀσταθὲς καὶ, δι' ἀπλῆς ἀναταράξεως ἢ προσθήκης ἐλαχίστης ποσότητος ἐκ τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας, μεταπίπτει εἰς κεκορησμένον, δι' ἀποβολῆς τοῦ ποσοῦ τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας, κατὰ τὸ ὅποιον ὑπερβάλλεται ἢ διαλυτότης ταύτης.

Ἡ διαλυτότης οὐσίας τινὸς εἰς τι διαλυτικὸν μέσον, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως αὐτῶν, ἐκ τῆς θερμοκρασίας καὶ ἐκ τῆς πίεσεως, ἐφ' ὅσον πρόκειται περὶ ἀερίου.

Δὲν γνωρίζομεν σχέσιν τινὰ μεταξὺ τῆς χημικῆς συστάσεως σώματος τινὸς καὶ τῆς διαλυτότητος αὐτοῦ, ὡς πρὸς ὀρισμένον διαλυτικὸν μέσον. Εἶναι ὁμως γεγονός, ὅτι ἐνώσεις ἐμφανίζουσαι χημικὴν ὁμοιότητα, ἔχουν τὴν τάσιν νὰ ἀλληλοδιαλύονται, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς χημικῶς ἀνομοίους οὐσίας (ὁμοια, ὁμοίους διαλύονται).

3. Διαλύματα ἀερίων εἰς ὑγρά. Ἡ διαλυτότης τῶν ἀερίων εἰς ὑγρά ποικίλλει ἀναλόγως τῆς φύσεως αὐτῶν καὶ τοῦ διαλύτου. Γενικῶς, τὰ μὴ ἀντιδρῶντα μὲ τὸ ὕδωρ (H_2 , N_2 , O_2 , $CO...$) διαλύονται ἐλάχιστα εἰς αὐτό. Ἀντιθέτως, μεγαλύτερα εἶναι ἡ διαλυτότης τῶν ἀερίων, τὰ ὅποια, κατὰ τὴν διάλυσίν των εἰς τὸ ὕδωρ, ἀντιδρῶν χημικῶς μὲ αὐτὸ CO_2 , SO_2 , NH_3 , HCl κ. ἄ.).

Ἡ διαλυτότης τῶν ἀερίων εἰς τὸ ὕδωρ ἐλαττοῦται αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας καὶ αὐξάνει μετὰ τῆς πίεσεως.

4. Διαλύματα ὑγρῶν εἰς ὑγρά. Διακρίνομεν τὰς ἐξῆς περιπτώσεις :

α) Ὑγρά μὴ ἀναμιγνύμενα, ὡς π. χ. ἔλαιον καὶ ὕδωρ.

β) Ὑγρά ἀναμιγνύμενα ὑπὸ ὀρισμένην ἀναλογίαν, ὡς π.χ. ὕδωρ καὶ αἰθέρ.

γ) Ὑγρά ἀναμιγνύμενα ὑπὸ οἰανδήποτε ἀναλογίαν, ὡς π.χ. ὕδωρ καὶ ἄλκοολ.

Ἡ διαλυτότης τῶν μερικῶς διαλυομένων ὑγρῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θερμοκρασίας καὶ εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς πίεσεως.

5. Διαλύματα στερεῶν εἰς ὑγρά. Κατὰ κανόνα ἡ διαλυτότης τῶν στερεῶν εἰς τὸ ὕδωρ αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας καὶ εἰς ὀλίγας μόνον περιπτώσεις συμβαίνει τὸ ἀντίθετον. Π. χ. ἡ διαλυτότης τοῦ $CaSO_4$ εἰς τὸ ὕδωρ αὐξάνεται διὰ ψύξεως.

Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ διάλυσις τοῦ στερεοῦ λαμβάνει χώραν ὑπὸ ἀπορρόφῃσιν θερμότητος. Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν, ἀντιθέτως, τὰ σώματα διαλύονται ὑπὸ ἐκλυσιν θερμότητος καὶ συνεπῶς ἡ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας προκαλεῖ μείωσιν τῆς διαλυτότητος αὐτῶν, γεγονός τὸ ὅποιον εἶναι σύμφωνον μὲ τὴν ἀρχὴν τοῦ Le Chatelier (βλ. σελ. 76).

6. Ταξινομήσις τῶν διαλυμάτων. Τὰ διαλύματα ταξινομοῦνται ἀναλόγως τῆς φύσεως τῶν σωματιδίων τοῦ διαλελυμένου σώματος, τῶν περιεχομένων ἐντὸς τοῦ διαλύματος, εἰς μοριακά, εἰς ἰονικά καὶ εἰς κolloειδῆ διαλύματα.

α) **Μοριακά διαλύματα** καλούνται τὰ διαλύματα, εἰς τὰ ὅποια ἡ ἐν διαλύσει οὐσία εὐρίσκεται ὑπὸ μορφήν μορίων, π.χ. διάλυμα καλαμοσακχάρου εἰς ὕδωρ.

β) **Ίονικά διαλύματα** καλούνται τὰ διαλύματα, εἰς τὰ ὅποια ἡ ἐν διαλύσει οὐσία εὐρίσκεται ὑπὸ μορφήν ἰόντων. Τοιαῦτα διαλύματα εἶναι, ὡς θὰ ἴδωμεν, τὰ διαλύματα τῶν ἠλεκτρολυτῶν (βλ. σελ. 87).

Εἰς τὰς δύο ἀνωτέρω κατηγορίας τῶν διαλυμάτων ἡ διάμετρος τῶν διεσπαρμένων σωματιδίων τῆς διαλελυμένης οὐσίας εἶναι περίπου 0,2—1 μμ.

γ) **Κολλοειδῆ διαλύματα** καλοῦνται τὰ διαλύματα, εἰς τὰ ὅποια ἡ ἐν διαλύσει οὐσία εὐρίσκεται ὑπὸ μορφήν τεμαχιδίων μεγέθους 1—100 μμ.

Καίτοι τὰ διεσπαρμένα ταῦτα τεμαχίδια, τὰ ὅποια καλοῦνται **μικκύλα**, δὲν εἶναι ὄρατά διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, παρέχουν, λόγῳ τοῦ μεγέθους των, ἐπιφάνειαν ἀνακλάσεως. Οὕτω, ἂν τὸ κολλοειδὲς διάλυμα φωτισθῇ ὑπὸ ἰσχυρᾶς δέσμης φωτός, παρατηροῦμενον καθέτως πρὸς τὸ προσπίπτον φῶς, φαίνεται θολόν, λόγῳ σκεδασμοῦ τοῦ φωτός. Τὸ φαινόμενον τοῦτο λέγεται φαινόμενον Tyndall καὶ εἰς αὐτὸ ὀφείλεται ἡ λειτουργία τοῦ ὑπερμικροσκοπίου.

Ἐνῶ δηλαδή τὰ κολλοειδῆ διαλύματα, ἐξεταζόμενα εἰς τὸ σύνθηες μικροσκόπιον, φαίνονται ὁμογενῆ, εἰς τὸ ὑπερμικροσκόπιον, τὸ προσπίπτον φῶς διέρχεται πλῆρως καὶ τὸ αἰωρούμενα τεμαχίδια, λόγῳ παραθλάσεως τοῦ φωτός ἐπ' αὐτῶν, ἐμφανίζονται ὡς φωτεινοὶ κύκλοι ἐπὶ σκοτεινοῦ πεδίου.

Εἰς τὰ κολλοειδῆ διαλύματα, τὰ διεσπαρμένα τεμαχίδια δὲν καθίζανουν, καίτοι εἶναι πυκνότερα τοῦ μέσου διασπορᾶς, διότι φέρουν ὁμώνυμον ἠλεκτρικὸν φορτίον, τὸ ὅποιον ὀφείλεται εἰς τὴν προσόφησιν ἰόντων. Οὕτω τὰ τεμαχίδια ἀπωθῶνται καὶ διατηροῦνται ἐν αἰωρήσει.

Κροκιδωσις ἢ θρόμβωσις κολλοειδοῦς διαλύματος καλεῖται ἡ συσσωμάτωσις τῶν ἐν διασπορᾷ σωματιδίων πρὸς μεγαλύτερα ἀθροίσματα, ὄρατά διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, τὰ ὅποια ἀποχωρίζονται τοῦ μέσου διασπορᾶς. Ἡ κροκιδωσις κολλοειδοῦς διαλύματος ἐπιτυγχάνεται διὰ διαφόρων μεθόδων, αἱ ὅποια ἀποβλέπουν εἰς τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ φορτίου τῶν σωματιδίων.

2. Ἀθροιστικαὶ ἰδιότητες τῶν διαλυμάτων

Κατὰ τὴν διάλυσιν στερεοῦ εἰς τι ὑγρὸν διαλυτικὸν μέσον, παρατηρεῖται μεταβολὴ τῶν χαρακτηριστικῶν φυσικῶν ἰδιοτήτων τοῦ ὑγροῦ. Τὰς ἰδιότητας ταύτας, προκειμένου περὶ διαλυμάτων, εἰς τὰ ὅποια ἡ ἐν διαλύσει οὐσία περιέχεται ὑπὸ μορφήν μορίων, δυνάμεθα νὰ τὰς κατατάξωμεν εἰς δύο κατηγορίας.

Εἰς τὴν πρώτην κατηγορίαν περιλαμβάνονται αἱ ἰδιότητες, αἱ ὅποια ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς φύσεως τῶν μορίων τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας, ὡς π.χ. ἡ πυκνότης, ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις, ἡ εἰδικὴ θερμότης κ.ἄ.

Εἰς τὴν δευτέραν κατηγορίαν ἀνήκουν αἱ ἰδιότητες, αἱ ὅποια εἶναι ἀνεξάρτητοι τῆς φύσεως τῶν μορίων τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας, ἐξαρτῶμεναι μόνον ἐκ τοῦ σχετικοῦ ἀριθμοῦ αὐτῶν. Οὕτω, κατὰ τὴν διάλυσιν μὴ πτητικῆς οὐσίας εἰς τι ὑγρὸν παρατηρεῖται: α) ἐλάττωσις τῆς τάσεως τῶν ἀτμῶν αὐτοῦ, β) ἀνύψωσις τοῦ σημείου ζέσεως καὶ γ) ταπείνωσις τοῦ σημείου πήξεως. Αἱ μεταβολαὶ τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν, ὡς καὶ ἡ ὠσμωτικὴ πίεσις τοῦ σχηματιζομένου διαλύματος, εὐρέθῃ εἶναι ἀνεξάρτητοι τῆς φύσεως τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας καὶ ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ σχετικοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐν διαλύσει μορίων αὐτῆς. Ἔνεκα τούτου αἱ ἰδιότητες αὗται ἐκλήθησαν **ἀθροιστικαὶ ἢ ἀριθμητικαὶ ἰδιότητες**.

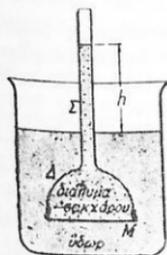
1. Ἐλάττωσις τῆς τάσεως τῶν ἀτμῶν ὑγροῦ διὰ διαλύσεως εἰς αὐτὸ μὴ πτητικῆς οὐσίας. Ἐὰν διαλύσωμεν εἰς τὸ ὕδωρ σῶμα μὲ ἀμελητέαν τῶν ἀτμῶν π.χ. καλαμοσακχάρου, ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ προκύπτοντος διαλύματος εἶναι, διὰ τὴν ἴδιαν θερμοκρασίαν, μικρότερα ἐκείνης τοῦ καθαροῦ ὕδατος.

4. Ώσμωτική πίεσις. 'Εάν θέσωμεν ἐντὸς ὕδατος ξηρὰς σταφίδας, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι αὐταὶ διογκοῦνται. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ἡ μεμβρὰνὴ ἢ καλύπτουσα τὰς σταφίδας ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ ἐπιτρέπῃ νὰ διέρχωνται δι' αὐτῆς τὰ μόρια τοῦ ὕδατος, ἐνῶ ἐμποδίζει τὴν ἐξοδὸν τῶν μορίων τοῦ σακχάρου.

Μεμβράναι, ὡς ἡ ἀνωτέρω, αἱ ὁποῖαι εἶναι περαταὶ δι' ὠρισμένα μόρια καὶ ἀδιαπέρατοι δι' ἕτερα, ὀνομάζονται **ἡμιπεραταὶ μεμβράναι** καὶ τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ὠσμωσις**.

Ἡ ὠσμωσις εἶναι φαινόμενον μεγάλης βιολογικῆς σημασίας, διότι ὅλαι αἱ ζῶαι καὶ φυτικαὶ μεμβράναι εἶναι περαταὶ διὰ τὸ ὕδωρ καὶ ὠρισμένα μόρια (ἢ ἰόντα) καὶ ἀδιαπέρατοι δι' ἄλλα, κυρίως τὰ ἔχοντα μεγάλον μοριακὸν βάρος. Δι' αὐτὸ τὸ φαινόμενον τοῦτο εἶναι συνδεδεμένον μὲ τὴν φυσιολογικὴν λειτουργίαν τοῦ κυττάρου.

Τὸ φαινόμενον τῆς ὠσμώσεως δυνάμεθα νὰ ἐπιδείξωμεν διὰ τοῦ ἀκολουθοῦντος πειράματος. 'Εντὸς ποτηρίου (σχ. 30) περιέχοντος καθαρὸν ὕδωρ, θέτομεν ὕαλινον δοχεῖον Δ, τὸ κάτω ἀνοιγμα τοῦ ὁποῖου φράσσεται δι' ἡμιπερατῆς μεμβράνης, τὸ δὲ ἕτερον καταλήγει εἰς στενὸν ὕαλινον σωλήνα Σ. 'Εάν τὸ δοχεῖον Δ περιέχῃ πυκνὸν διάλυμα σακχάρου, θὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ὑγρὸν ἀρχίζει νὰ ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλήνος Σ, λόγῳ τοῦ φαινομένου τῆς ὠσμώσεως, ἢ τῆς διόδου τῶν μορίων τοῦ ὕδατος διὰ τῆς μεμβράνης. Ὅταν ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ φθάσῃ εἰς ὠρισμένον ὕψος h, ἡ πίεσις τῆς στήλης τοῦ ὑγροῦ προκαλεῖ τὴν παῦσιν τοῦ φαινομένου τῆς ὠσμώσεως. Ἡ πίεσις αὕτη, ἡ ἀναγκαία διὰ νὰ καταπαύσῃ ἡ ὠσμωσις, καλεῖται **ὠσμωτικὴ πίεσις**.



Σχ. 30

Νόμος τῆς ὠσμωτικῆς πίεσεως (Van't Hoff). Εὐρέθη πειραματικῶς, ὅτι ἀραιὸν διάλυμα ὄγκου V, περιέχον n γραμμ. μόρια διαλελυμένου σώματος, παρουσιάζει εἰς θερμοκρασίαν (ἀπόλυτον) T, ὠσμωτικὴν πίεσιν Π, ἢ ὁποῖα δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου :

$$\Pi = \frac{n}{V} R \cdot T$$

Ἡ σταθερὰ R εὐρέθη ὅτι εἶναι ἡ παγκόσμιος σταθερὰ τῶν ἀερίων.

Ἐκ τοῦ ἄνω τύπου προκύπτει ὅτι ἡ ὠσμωτικὴ πίεσις διαλύματος εἶναι ἀνάλογος τῆς συγκεντρώσεως αὐτοῦ — δηλ. τοῦ πηλίκου τοῦ ἀριθμοῦ τῶν γραμμ. μορίων n διὰ τοῦ ὄγκου V τοῦ διαλύματος — καὶ τῆς ἀπολύτου θερμοκρασίας, ἀνεξάρτητος δὲ τῆς φύσεως τῶν μορίων τοῦ διαλελυμένου σώματος. Συνεπῶς, διαλύματα τῆς αὐτῆς συγκεντρώσεως, ἔχουν τὴν αὐτὴν ὠσμωτικὴν πίεσιν, καλοῦνται δὲ **ἰσοτονικά**.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

1. Ἀσκήσεις ἐπὶ τῶν διαφορῶν ἐκφράσεων τῆς περιεκτικότητος διαλύματος

84. Διάλυμα ἀμμωνίας περιέχει 35% κατὰ βάρους NH_3 καὶ ἔχει πυκνότητα $0,882 \text{ gr/cm}^3$.
Νὰ εὐρεθῇ ἡ κατ' ὄγκον περιεκτικότης τοῦ διαλύματος. (Ἄπ. 30,87% κ. ὄ.)

85. Διάλυμα ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος περιέχει 55% κατ' ὄγκον καθαρὸν HCl καὶ ἔχει πυκνότητα $1,2 \text{ gr/cm}^3$. Ποία ἡ κατὰ βάρους περιεκτικότης τοῦ διαλύματος;
(Ἄπ. 45,83% κ. β.)

86. Νὰ εὐρεθῇ ὁ ὄγκος τοῦ διαλύματος NaCl , περιεκτικότητος 20% κ. β., ὁ ὁποῖος εἶναι δυνατόν νὰ παρασκευασθῇ ἐκ 10 gr NaCl . Ἡ πυκνότης τοῦ διαλύματος NaCl 20% κ. β. εἶναι $1,1 \text{ gr/cm}^3$.
(Ἄπ. 45,45 cm^3)

87. Πόσα mol HCl περιέχονται εἰς $4,5 \text{ cm}^3$ διαλύματος ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος, πυκνότητος $1,2 \text{ gr/cm}^3$ καὶ περιεκτικότητος 39,1% κατὰ βάρους;
(Ἄπ. 0,057 mol)

88. Πόσα cm^3 διαλύματος H_2SO_4 , περιεκτικότητας 40% κατά βάρος και πυκνότητας $1,2 \text{ gr cm}^{-3}$, δυνάμεθα να παρασκευάσωμεν από 4 mol H_2SO_4 ; ('Απ. 816,6 cm^3)

89. Πόσα γραμμάρια διαλύματος άμμωνίας περιεκτικότητας 20% κατ' όγκον και πυκνότητας $0,9 \text{ gr/cm}^3$, περιέχουν την ίδιαν ποσότητα άμμωνίας με 500 cm^3 διαλύματος άμμωνίας, περιεκτικότητας 35% κατά βάρος και πυκνότητας $0,85 \text{ gr/cm}^3$; ('Απ. 669,4 gr)

2. Ασκήσεις μίξεως διαλυμάτων

90. Υπό ποίαν αναλογίαν βάρους, πρέπει να γίνη ή ανάμιξις δύο διαλυμάτων NaCl , εκ των οποίων τὸ ἓν εἶναι περιεκτικότητος 25% καὶ τὸ ἄλλο 7% κατά βάρος, ἵνα προκύψῃ διάλυμα περιεκτικότητος 15% κατά βάρος; ('Απ. 8 : 10)

91. Πόσα Kgr H_2O πρέπει να προστεθοῦν εἰς 3 lt διαλύματος ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, πυκνότητος $1,1 \text{ gr/cm}^3$ καὶ περιεκτικότητος 20% κατά βάρος εἰς HCl , ὅστε να προκύψῃ διάλυμα 8% κατά βάρος; ('Απ. 4,95 Kgr)

92. Πόσα cm^3 διαλύματος HCl , πυκνότητος $1,18 \text{ gr/cm}^3$ καὶ περιεκτικότητος 35,4% κατά βάρος, πρέπει να προστεθοῦν εἰς 800 cm^3 H_2O , ἵνα τὸ προκύπτον διάλυμα περιέχει 20% κατά βάρος εἰς HCl ; ('Απ. 88,03 cm^3)

93. 1500 gr διαλύματος, περιεκτικότητος 10% κατά βάρος εἰς NaOH , πρόκειται να μετατραποῦν εἰς διάλυμα περιεκτικότητος 25% κατά βάρος. Τοῦτο εἶναι δυνατόν να επιτευχθῇ διὰ προσθήκης NaOH ἢ εξατμίσεως H_2O . Ζητεῖται ἡ ποσότης τοῦ NaOH ἢ ὁποῖα πρέπει να προστεθῇ ὡς καὶ ἡ ποσότης τοῦ ὕδατος, ἡ ὁποῖα πρέπει να εξατμισθῇ. ('Απ. 300 gr NaOH , 900gr H_2O)

94. Πόσα Kgr ἔξ ἑκάστου ἐκ δύο διαλυμάτων H_2SO_4 , περιεκτικότητος 12% καὶ 62% κατά βάρος ἀντιστοίχως, δεόν να ἀναμιχθοῦν διὰ τὴν παρασκευὴν 20 Kgr διαλύματος 40% κατά βάρος; ('Απ. 9,36 Kgr —10,64 Kgr)

95. 200 Kgr διαλύματος KCl , περιεκτικότητος 8% κατά βάρος, ἀναμιγνύονται με 50 Kgr διαλύματος KCl , περιεκτικότητος 10% κατά βάρος. Ποία ἢ ἐπὶ τοῖς ἑκατόν κατά βάρος περιεκτικότης τοῦ σχηματιζομένου διαλύματος; ('Απ. 8,4% κ. β.)

3. Ασκήσεις ἐπὶ τῶν νόμων ὠσμωτικῆς πίεσεως καὶ Raoult

96. Να ὑπολογισθῇ ἡ ὠσμωτικὴ πίεσις διαλύματος γλυκόζης ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 2% κατ' όγκον εἰς 15° C. ('Απ. 2,62 Atm)

97. Πόσα gr οὐρίας ($M. B. = 60$) περιέχονται εἰς 800 cm^3 ὕδατικοῦ διαλύματος αὐτῆς, δεδομένου ὅτι τοῦτο παρουσιάζει ὠσμωτικὴν πίεσιν 15 Atm εἰς 10° C; ('Απ. 32,1 gr)

98. Ποῖον βάρος καλαμοσακχάρου ($M. B = 342$) ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ σ. ζ. 50 gr ὕδατος κατὰ 0,1° C; (K_z ὕδατος = 0,521) ('Απ. 3,28 gr)

99. 1,8 gr οὐρίας, διαλυόμενα εἰς 100 gr αἰθέρος, προκαλοῦν ἀνύψωσιν τοῦ σ. ζ. κατὰ 0,34°. Ποῖον τὸ $M. B.$ τῆς οὐρίας, ἐὰν γνωρίζωμεν ὅτι, 1 mol αὐτῆς διαλυόμενον εἰς 2110 gr αἰθέρος, προκαλεῖ ἀνύψωσιν τοῦ σ. ζ. κατὰ 1° C. ('Απ. 111)

100. Τὸ σ.π. τοῦ καθαροῦ βενζολίου εἶναι 5,44°, ἐνῶ τὸ σ.π. διαλύματος αὐτοῦ, περιέχοντος 0,837 gr ὀργανικῆς ἐνώσεως εἰς 40 gr βενζολίου, εὔρεθῆ ἴσον πρὸς 4,44° C. Να εὔρεθῇ τὸ μοριακὸν βάρος τῆς ἐνώσεως (K_p βενζολίου = 5,07). ('Απ. 106,1)

101. Διάλυμα περιέχον 10 gr καλαμοσακχάρου ἀνά lt, παρουσιάζει ὠσμωτικὴν πίεσιν 499 mmHg εἰς 0° C. Να εὔρεθῇ τὸ $M. B.$ τοῦ καλαμοσακχάρου. ('Απ. 342)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΥΡΕΣΕΩΣ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΒΑΡΩΝ

1. Εύρεσις μοριακῶν βαρῶν

Ὁ προσδιορισμὸς τοῦ μοριακοῦ βάρους ἐπιτυγχάνεται εἴτε διὰ χημικῶν εἴτε διὰ φυσικῶν μεθόδων.

Μὲ τὴν βοήθειαν χημικῶν μεθόδων, τὸ Μ.Β. εὐρίσκεται ἐὰν σχηματίσωμεν ὀριζόμενα παράγωγα τῆς πρὸς ἐξέτασιν ἐνώσεως καὶ προβῶμεν εἰς τὴν ἀνάλυσιν αὐτῶν. Οὕτω, διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ Μ. Β. τῶν ὀξέων παρασκευάζονται, συνήθως, τὰ μετ' ἀργύρου ἄλατα αὐτῶν.

Αἱ χημικαὶ μέθοδοι εὐρέσεως τοῦ Μ. Β. δὲν παρέχουν πάντοτε ἀκριβὲς ἀποτέλεσμα. Ἀκριβέστεραι εἶναι αἱ κατωτέρω περιγραφόμεναι φυσικαὶ μέθοδοι προσδιορισμοῦ τοῦ μοριακοῦ βάρους.

1. Μέθοδοι εὐρέσεως τοῦ Μ.Β. σωμάτων ἀερίων ἢ δυναμένων νὰ εξαερωθοῦν.

1. Εὐρεσις τοῦ Μ.Β. ἀερίου ἐκ τῆς σχετικῆς πυκνότητος αὐτοῦ ὡς πρὸς ἕτερον ἀέριον γνωστοῦ Μ.Β. Συμφώνως πρὸς τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Avogadro «ἴσοι ὄγκοι ἀερίων περιέχουν, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων». Συνεπῶς, ὁ λόγος τῶν βαρῶν ἴσων ὄγκων δύο ἀερίων, μετρηθέντων ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, ἰσοῦται μὲ τὸν λόγον τῶν μοριακῶν των βαρῶν :

$$\frac{\text{Βάρος ὄγκου } V \text{ ἀερίου } A (b_1)}{\text{Βάρος ὄγκου } V \text{ ἀερίου } B (b_2)} = \frac{\text{Βάρος } n \text{ μορίων ἀερίου } A}{\text{Βάρος } n \text{ μορίων ἀερίου } B} = \frac{\text{Μ.Β. ἀερίου } A}{\text{Μ.Β. ἀερίου } B}$$

Σχετικὴ πυκνότης (d) ἀερίου A , ὡς πρὸς ἕτερον ἀέριον B , καλεῖται ὁ λόγος τοῦ βάρους (b_1) ὀρισμένου ὄγκου A πρὸς τὸ βᾶρος (b_2) ἴσου ὄγκου τοῦ ἀερίου B , τῶν ὄγκων μετρηθέντων ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας. Συνεπῶς :

$$(M. B.)_A = d \cdot (M. B)_B \quad (1)$$

Δηλαδή: Τὸ Μ. Β. ἀερίου A ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς σχετικῆς πυκνότητος αὐτοῦ ὡς πρὸς ἕτερον ἀέριον B , ἐπὶ τὸ Μ.Β. τοῦ ἀερίου B .

Π. χ. ἂν d_H εἶναι ἡ σχετικὴ πυκνότης ὡς πρὸς ὑδρογόνον ἀερίου τινός, τὸ Μ.Β. αὐτοῦ δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου : $M. B. = d_H \cdot 2$

2. Εὐρεσις τοῦ Μ.Β. ἀερίου ἐκ τῆς σχετικῆς πυκνότητος αὐτοῦ, ὡς πρὸς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Ὁ λόγος τοῦ βάρους ὀρισμένου ὄγκου ἀερίου πρὸς τὸ βᾶρος ἴσου ὄγκου ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, καλεῖται σχετικὴ πυκνότης τοῦ ἀερίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα ἢ ἀπλῶς σχετικὴ πυκνότης τοῦ ἀερίου. Ἐξ αὐτῆς τὸ Μ.Β. εὐρίσκεται ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ τύπου :

$$(M. B.) = d \cdot 28,96 \quad (2)$$

Δηλαδή: Τὸ Μ.Β. ἀερίου τινός ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τῆς σχετικῆς πυκνότητος αὐτοῦ, ὡς πρὸς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, ἐπὶ 28,96.

Ὁ τύπος (2) εἶναι ταυτῶσμος μὲ τὸν τύπον (1) τῆς προηγουμένης παραγράφου, διότι τὸ 28,96 εἶναι

τό υποθετικόν Μ.Β. του ατμοσφαιρικού αέρος, δοθέντος ότι 1 lt ατμοσφαιρικού αέρος υπό Κ.Σ. λαμβανόμενον, ζυγίζει 1,293 gr. Ούτω τὰ 22,4 lt του ατμοσφαιρικού αέρος—δηλαδή ο υποθετικός μοριακός όγκος αυτού—λαμβανόμενα υπό Κ.Σ. ζυγίζουν : $22,4 \times 1,293 = 28,96$ gr.

3. Εύρεσις του Μ.Β. αερίου εκ της απόλυτου πυκνότητος αυτού. 'Ως γνωστόν, ο όγκος ενός γραμμομορίου ούοιδήποτε αερίου (ή ατμών), υπό Κ.Σ. είναι τσος πρὸς 22,4 lt. 'Ο όγκος ούτος εκλήθη μοριακός όγκος (V_m).

'Εάν $D = m/V$ είναι η πυκνότης αερίου τινός εις gr/lt, υπό Κ.Σ., θα ίσχύη, συμφώνως πρὸς τὰ άνωτέρω, η σχέσις :

$$D = m/V_m \quad \text{ή άλλως} \quad 1 \text{ mol} = 22,4 \text{ lt} \cdot D \quad (3)$$

"Ητοι, τὸ Μ.Β. αερίου ίσοῦται αριθμητικῶς μετὸ γινόμενον τῆς πυκνότητος αὐτοῦ εις gr/lt, μετρηθείσης υπό Κ.Σ., ἐπὶ 22,4.

'Εξ ὄλων τῶν άνωτέρω μεθόδων εύρέσεως τοῦ Μ. Β., χρησιμοποιεῖται ἀποκλειστικῶς ἡ τελευταία εκτεθεισα μέθοδος τοῦ προσδιορισμοῦ τῆς απόλυτου πυκνότητος. Πρακτικῶς ὅμως, ἀντὶ νὰ προσδιορίσωμεν πειραματικῶς τὴν πυκνότητα τοῦ αερίου, τοῦ ὁποίου ζητεῖται τὸ Μ. Β., υπό Κ. Σ. καὶ νὰ εφαρμόσωμεν τὸν τύπον (3), προσδιορίζομεν τὴν πυκνότητα ὑπὸ τυχούσας συνθήκας πιέσεως καὶ θερμοκρασίας καὶ εκ τῶν εύρεθεισῶν τιμῶν D , P καὶ T ὑπολογίζομεν τὸ Μ.Β. ἐπὶ τῇ βάσει τῆς καταστατικῆς εξίσώσεως τῶν αερίων : $PV = nRT$.

Διότι ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμμομορίων n ίσοῦται μετὸ πηλίκον τῆς μάζης διὰ τοῦ Μ.Β. Συνεπῶς :

$$PV = \frac{m}{M.B.} RT \quad \text{καὶ} \quad M.B. = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{P} \quad \text{ή} \quad M.B. = D \cdot \frac{RT}{P}$$

4. Εύρεσις τοῦ Μ.Β. αερίου διὰ μετρήσεως τῆς ταχύτητος διαπιδύσεως αὐτοῦ. Συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ Graham, αὶ ταχύτητες διαπιδύσεως δύο αερίων είναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν πυκνοτήτων των ἢ τῶν μοριακῶν των βαρῶν :

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\sqrt{D_2}}{\sqrt{D_1}} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}}$$

'Εκ τοῦ άνωτέρω τύπου συνάγεται, ὅτι είναι δυνατὴ ἡ εύρεσις τοῦ Μ.Β. αερίου διὰ μετρήσεως τῶν ταχυτήτων διαπιδύσεως αὐτοῦ καὶ ἐτέρου αερίου γνωστοῦ Μ.Β.

2. Μέθοδοι εύρέσεως τοῦ Μ. Β. σωμάτων δυναμένων νὰ σχηματίσουν μοριακά διαλύματα. 1) Διὰ μετρήσεως τῆς ὡσμωτικῆς πιέσεως διαλύματος τοῦ σώματος, τοῦ ὁποίου ζητεῖται τὸ Μ. Β. καὶ εφαρμογῆς τοῦ τύπου : $\Pi V = nRT$. 'Εξ αὐτοῦ προκύπτει ὅτι :

$$M = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{\Pi}$$

Π = ἡ ὡσμωτικὴ πίεσις, T = ἡ απόλυτος θερμοκρασία

ἐνθα : M = τὸ Μ.Β. τοῦ διαλελυμένου σώματος
 m = ἡ μάζα » » »
 V = ὁ όγκος τοῦ διαλύματος

2) **Ζεοσκοπικῶς ἢ κρυσκοπικῶς.** Συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ Raoult, ἡ ἀνύψωσις τοῦ σ. ζ. καὶ ἡ ταπεινωσις τοῦ σ. π. ἐνός ὑγροῦ, κατὰ τὴν διάλυσιν οὔσις τινός ἐντός αὐτοῦ, δίδονται ὑπὸ τῶν τύπων (βλ. σελ. 83) :

$$\Delta t = K \frac{\alpha \cdot 1000}{\beta \cdot M} \quad (1)$$

$$\text{ή} \quad M = K \frac{\alpha \cdot 1000}{\beta \cdot \Delta t} \quad (2)$$

ἐνθα : Δt = ἡ ἀνύψωσις τοῦ σ. ζ. ἢ ἡ ταπεινωσις τοῦ σ. π., α = ἡ μάζα τοῦ διαλύματος, M = τὸ Μ.Β. τῆς ἐν διαλύσει οὔσις, β = ἡ μάζα τοῦ διαλύτου, K (K_z ἢ K_π) = σταθερά (μοριακῆς ἀνύψωσεως ἢ μοριακῆς ταπεινώσεως), ἐξαρτωμένη ἐκ τῆς φύσεως τοῦ διαλύτου. Αὕτη ίσοῦται ἀριθμητικῶς μετὸν μεταβολὴν τοῦ σ. ζ. (ἢ τοῦ σ. π.) τὴν ἐπερχομένην κατὰ τὴν διάλυσιν 1 mol σώματος εις 1000 gr διαλύτου.

Ἡ **ζεοσκοπικὴ μέθοδος** εὐρέως τοῦ Μ. Β. συνίσταται εἰς τὴν μέτρησιν τῆς ἀνωψώσεως τοῦ σ. ζ. διαλυτικοῦ τινος ὑγροῦ, τὴν ἐπερχομένην διὰ διαλύσεως ἐντὸς ὠρισμένης ποσότητος αὐτοῦ (α), γνωστῆς ποσότητος (β) τοῦ σώματος, τοῦ ὁποίου ζητεῖται τὸ Μ. Β.

Τελείως ἀνάλογος εἶναι ἡ **κρυσκοπικὴ μέθοδος**, ἡ ὁποία συνίσταται εἰς τὴν μέτρησιν τῆς ταπεινώσεως τοῦ σ. π. τὴν προκαλουμένην κατὰ τὴν διάλυσιν γνωστῆς ποσότητος τῆς οὐσίας, τῆς ὁποίας ζητεῖται τὸ Μ. Β. εἰς ὠρισμένην ποσότητα τοῦ ὑγροῦ. Δέον νὰ σημειωθῇ εἰσέτι ὅτι ἡ κρυσκοπικὴ μέθοδος δίδει ἀκριβέστερα ἀποτελέσματα ἀπὸ τὴν ζεοσκοπικὴν.

3. Προσδιορισμὸς τῶν ἀτομικῶν βαρῶν

Τὰ ἀτομικὰ βάρη τῶν στοιχείων προσδιορίζονται σήμερον μὲ ἀπόλυτον ἀκρίβειαν διὰ διαφόρων χημικῶν καὶ φυσικῶν μεθόδων, αἱ περισσότεραι τῶν ὁποίων προϋποθέτουν τὴν γνώσιν τοῦ χημικοῦ ἰσοδυναμοῦ ἢ τοῦ Μ. Β. τοῦ στοιχείου.

Ὑπενθυμίζομεν ὅτι τὰ περισσότερα στοιχεῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ μίγμα διαφόρων ἰσοτόπων. Συνεπῶς, τὰ ἀτομικὰ βάρη τῶν στοιχείων, τὰ προσδιοριζόμενα δι' ὅλων τῶν κατωτέρω περιγραφομένων μεθόδων, ἀποτελοῦν μίαν μέσσην τιμὴν τῶν ἀτομικῶν βαρῶν τῶν ἰσοτόπων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸ στοιχεῖον, λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς ἀναλογίας αὐτῶν.

1. Προσδιορισμὸς τοῦ ἀτομικοῦ βάρους στοιχείου διὰ σχηματισμοῦ διαφορῶν ἐνώσεων αὐτοῦ. Ἡ μέθοδος αὕτη, ἡ ὁποία εἶναι ἡ πρώτη ἐφαρμοσθεῖσα μέθοδος πρὸς προσδιορισμὸν τῶν ἀτομικῶν βαρῶν, ὑπεδείχθη ὑπὸ τοῦ Cannizzaro (1858). Ἡ μέθοδος στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς, ὅτι **τὸ γραμμοάτομον ἐνὸς στοιχείου εἶναι ἡ μικροτέρα ποσότης ὑπὸ τὴν ὁποίαν εἰσέρχεται τοῦτο εἰς τὰ γραμμομόρια διαφορῶν ἐνώσεών του** (ἀρχὴ Cannizzaro).

Ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ἀνωτέρω ἀρχῆς, δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν τὸ ἀτομικὸν βᾶρος στοιχείου, διὰ σχηματισμοῦ μεγάλου ἀριθμοῦ ἐνώσεων αὐτοῦ. Τῶν ἐνώσεων αὐτῶν προσδιορίζομεν τὰ μοριακὰ βάρη καὶ δι' ἀναλύσεως καθορίζομεν τὴν σύστασιν αὐτῶν. Ἡ μικροτέρα ποσότης, ὑπὸ τὴν ὁποίαν εἰσέρχεται τὸ στοιχεῖον εἰς τὰ γραμμομόρια τῶν διαφορῶν ἐνώσεών του εἶναι τὸ γραμμοάτομον αὐτοῦ.

Εἶναι βεβαίως φανερόν, ὅτι ἐάν τυχὸν οὐδεμία τῶν ἐνώσεων, τὰς ὁποίας σχηματίζομεν, δὲν περιέχῃ ἓν μόνον ἄτομον τοῦ στοιχείου εἰς τὸ μόριόν της, ἀλλὰ περισσότερα, τότε τὸ προσδιοριζόμενον διὰ τῆς μεθόδου ταύτης ἀτομικὸν βᾶρος θὰ εἶναι πολλαπλάσιον τοῦ πραγματικοῦ.

Ἐνεκα τούτου ἡ μέθοδος αὕτη συνδυάζεται μὲ ἑτέραν μέθοδον, ἡ ὁποία δίδει τὸ ἀτομικὸν βᾶρος κατὰ προσέγγισιν (ὡς π. χ. ἡ κατωτέρω). Τὸ ἀκριβὲς ἀτομικὸν βᾶρος εἶναι τὸ ἀκέραιον ὑποπολλαπλάσιον τοῦ Α. Β., τοῦ εὐρεθέντος διὰ τῆς μεθόδου Cannizzaro, τὸ ὁποῖον πλησιάζει περισσότερον πρὸς τὸ κατὰ προσέγγισιν εὐρεθέν.

2. Προσδιορισμὸς τοῦ ἀτομικοῦ βάρους ἐκ τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ στοιχείου, ἐν στερεῇ καταστάσει, ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ κανόνος τῶν Dulong καὶ Petit.

Ἡ **ἀτομικὴ θερμότης** στοιχείου καλεῖται τὸ γινόμενον τῆς εἰδικῆς θερμότητος αὐτοῦ ἐπὶ τὸ ἀτομικόν του βᾶρος.

Οἱ Dulong καὶ Petit ἀπέδειξαν, ὅτι ἡ ἀτομικὴ θερμότης τῶν περισσοτέρων στερεῶν στοιχείων ἰσοῦται κατὰ προσέγγισιν πρὸς 6,4.

$$A.B.XC=6,4 \quad \text{καὶ} \quad A.B.=\frac{6,4}{C}$$

Εἶναι συνεπῶς δυνατόν νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ ἀτομικὸν βᾶρος στοιχείου, διαιρῶντες τὸ 6,4 διὰ τῆς εἰδικῆς του θερμότητος.

Τὰ διὰ τῆς μεθόδου ταύτης προσδιοριζόμενα ἀτομικὰ βάρη εἶναι ἀκριβῆ διότι ἡ ἀτομικὴ θερμότης μεταβάλλεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας τείνουσα πρὸς τὸ μηδέν, ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία κατέρχεται. Διὰ τὰ περισσότερα στερεὰ στοιχεῖα ἡ ἀτομικὴ θερμότης μετρηθεῖσα μεταξύ 0°C καὶ 100°C εὔρεθη κομαιομένη μεταξύ 6 καὶ 6,5. Ἐνεκα τούτου ἡ μέθοδος αὕτη συνδυάζεται, ὡς ἀνεφέρθη, μετὰ τὴν προηγουμένην μέθοδον ἢ μετὰ τὴν κατωτέρω περιγραφομένην.

3. Προσδιορισμὸς τοῦ ἀτομικοῦ βάρους ἐκ τοῦ χημικοῦ ἰσοδυναμοῦ καὶ τοῦ σθένους τοῦ στοιχείου. Τὸ ἀτομικὸν βᾶρος ἑνὸς στοιχείου ἰσοῦται ὡς γνωστὸν μετὰ τὸ γινόμενον τοῦ χημικοῦ τοῦ ἰσοδυναμοῦ ἐπὶ τὸ σθένος αὐτοῦ:

$$A. B. = \text{Χημικὸν ἰσοδύναμον} \times \text{σθένος}$$

Δεδομένου ὅτι τὸ Χ.Ι. δύναται νὰ ὑπολογισθῇ μετὰ ἀπόλυτον ἀκρίβειαν, διὰ διαφόρων χημικῶν μεθόδων καὶ τὸ σθένος εἶναι ἀκέραιος ἀριθμὸς, δυνάμεθα ἐκ τοῦ ἀνωτέρω τύπου, νὰ προσδιορίσωμεν τὸ ἀτομικὸν βᾶρος μετὰ ἀπόλυτον ἀκρίβειαν.

Πρὸς τοῦτο προσδιορίζομεν τὸ Χ.Ι. τοῦ στοιχείου καὶ κατόπιν τὸ κατὰ προσέγγυον ἀτομικὸν βᾶρος ἐκ τῆς ἀτομικῆς του θερμότητος. Τὸ ἀτομικὸν βᾶρος τοῦ στοιχείου εἶναι τὸ ἀκέραιον πολλαπλάσιον τοῦ Χ.Ι., τὸ ὁποῖον πλησιάζει περισσότερον πρὸς τὸ κατὰ προσέγγυον πειραματικῶς εὔρεθὲν Α.Β.

4. Προσδιορισμὸς τοῦ ἀτομικοῦ βάρους στοιχείου διὰ προσδιορισμοῦ τῆς ἀτομικότητος αὐτοῦ. Ἡ ἀτομικότης στοιχείου, εἰς ἀέριον κατάστασιν, δύναται νὰ εὔρεθῇ ἐκ τοῦ λόγου $\gamma = \text{Cp} : \text{Cv}$ (τῆς ἐιδικῆς θερμότητος αὐτοῦ ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, πρὸς τὴν ἐιδικὴν θερμότητα αὐτοῦ ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον), ἡ τιμὴ τοῦ ὁποίου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀτομικότητος τοῦ αερίου. Διὰ διαιρέσεως τοῦ Μ.Β. τοῦ στοιχείου διὰ τῆς εὔρεθείσης ἀτομικότητος προσδιορίζεται ἐπακριβῶς τὸ Α.Β. τοῦ στοιχείου.

5. Προσδιορισμὸς τῶν ἀτομικῶν βαρῶν διὰ τοῦ φασματογράφου μαζῶν τοῦ Ἀστον. Ἡ μέθοδος συνίσταται εἰς τὴν διαβίβασιν ἰονοσθέντων ἀτόμων τοῦ στοιχείου, τοῦ ὁποίου ζητεῖται τὸ Α.Β., διὰ μέσου ἠλεκτρικῶν καὶ μαγνητικῶν πεδίων, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ὁποίων ἀποκλίνουν τῆς τροχιάς των, καταλήγοντα τελικῶς εἰς φωτογραφικὴν πλάκα, τὴν ὁποίαν προβάλλουν, προκαλοῦντα μελανὰς ταινίας (φάσματα μαζῶν). Ἐκ τῆς θέσεως τῶν ταινιῶν αὐτῶν δύναται νὰ προσδιορισθῇ τὸ Α.Β. τοῦ στοιχείου, διὰ συγκρίσεως πρὸς τὰς ταινίας, τὰς ὁποίας ἔδωσαν ἰονιοσθέντα ἄτομα γνωστοῦ ἀτομικοῦ βάρους, καὶ εὐὲς αὐτοῦ φορτίου. Διότι, αἱ ἀποκλίσεις δύο ὁμοειδῶν ταινιῶν τοῦ αὐτοῦ φορτίου εἶναι ἀνάλογοι τῆς μάζης των.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

102. Νὰ εὔρεθῇ τὸ βᾶρος 1 lt αερίου, ὑπὸ Κ. Σ., τοῦ ὁποίου ἡ σχετικὴ πυκνότης εἶναι 1,5. (Μαθηματικὴ Σχολὴ 1948) (Ἰ.Α.π. 1,939 gr)

103. Ἐνα λίτρον ἀζότου, ὑπὸ Κ.Σ. λαμβανόμενον, ζυγίζει 1,2507 gr. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ σχετικὴ πυκνότης αὐτοῦ ὡς πρὸς ὕδρογόνον. (Ἰ.Α.π. 13,74)

104. Νὰ εὔρεθῇ τὸ Μ.Β. αερίου, ἡ πυκνότης τοῦ ὁποίου εἶναι 1,045 gr/lt εἰς 24°C καὶ 742 mmHg πίεσιν. (Ἰ.Α.π. 26)

105. Ἡ ἐιδικὴ θερμότης τοῦ κοβαλτίου εἶναι 0,11 Cal/gr.grad καὶ ἐν ὀξειδίῳ αὐτοῦ περιέχει 78,65% Co. Νὰ εὔρεθῇ τὸ ἀτομικὸν βᾶρος τοῦ μετάλλου. (Ἰ.Α.π. 58,94)

106. Ἐν στοιχείῳ σχηματίζει τρεῖς ἑνώσεις, τὰ Μ.Β. τῶν ὁποίων εἶναι ἀντιστοιχῶς 17, 30 καὶ 44. Αἱ ἑνώσεις αὗται περιέχουν ἀντιστοιχῶς 82,4%, 46,7% καὶ 63,6% ἐκ τοῦ στοιχείου. Νὰ εὔρεθῇ τὸ Α.Β. τοῦ στοιχείου. (Ἰ.Α.π. 14,008)

ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΩΝ

1. Γενικά περί ηλεκτρολυτῶν καὶ ηλεκτρολύσεως
Θεωρία τῆς ηλεκτρολυτικῆς διαστάσεως

1. **Ὅρισμοί.** Ἡλεκτρικὸν ρεῦμα καλεῖται ἡ συνεχῆς ροὴ ἠλεκτρικῶν φορτίων καὶ τὰ σώματα, διὰ τῶν ὁποίων εἶναι δυνατὴ ἡ διόδος ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ὀνομάζονται **ἄγωγοί**.

Εἰς τοὺς συνήθεις **μεταλλικοὺς ἄγωγούς**, τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ὀφείλεται εἰς τὴν ροὴν τῶν **ἐλευθέρων ἠλεκτρονίων** (*), τὰ ὁποῖα χαρακτηρίζουν τὴν μεταλλικὴν κατάσταση. Ἡ διόδος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος μέσῳ τῶν ἀγωγῶν αὐτῶν δὲν προκαλεῖ οὐδεμίαν χημικὴν μεταβολήν, ἐνῶ ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν θέρμανσιν αὐτῶν (θερμότης Joule). Οἱ ἄγωγοί οὗτοι καλοῦνται **ἄγωγοί πρώτου εἴδους** ἢ **ἠλεκτρονικοὶ ἄγωγοί**.

Ἐκτός τῶν μετάλλων, τὰ ὁποῖα ἐμφανίζουν ἠλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα, τὸσον ἐν στερεῷ ὅσον καὶ ἐν τετηκυῖᾳ καταστάσει, παρατηρήθη ὅτι ἡ διόδος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἶναι δυνατὴ καὶ μέσῳ τῶν διαλυμάτων τῶν ὀξέων, τῶν βάσεων καὶ τῶν ἀλάτων.

Οὕτω, ἐάν ἐντὸς διαλύματος ὀξέος, βάσεως ἢ ἀλατος ἐμβαπίσωμεν δύο μεταλλικὰ ἑλάσματα (ἠλεκτρόδια) καὶ τὰ συνδέσωμεν μὲ τοὺς πόλους μιᾶς ἠλεκτρικῆς πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος, παρατηροῦμεν ὅτι διὰ τοῦ διαλύματος διέρχεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἐνῶ συγχρόνως εἰς τὰ ἠλεκτρόδια γίνεται ἀπόθεσις ὑλικῶν (ἢ ἔκλυσις ἀερίων), προερχομένων ἐκ τῆς χημικῆς διασπάσεως τοῦ διαλελυμένου σώματος.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐκλήθη **ἠλεκτρόλυσις** καὶ τὰ σώματα, τῶν ὁποίων τὰ διαλύματα ἐμφανίζουν ἠλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα, ἐκλήθησαν **ἠλεκτρολύται**.

Ὡστε, **ἠλεκτρολύται** καλοῦνται τὰ ὀξέα, αἱ βάσεις καὶ τὰ ἀλατα, τῶν ὁποίων τὰ διαλύματα ἐμφανίζουν ἠλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα, διασπώμενα συγχρόνως κατὰ τὴν διόδον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος μέσῳ τῶν διαλυμάτων των, ἐνῶ **ἠλεκτρολύσεις** καλεῖται τὸ σύνολον τῶν χημικῶν μεταβολῶν, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν κατὰ τὴν διόδον ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, μέσῳ διαλύματος ἠλεκτρολύτου ἢ τήγματος βάσεως ἢ ἀλατος.

Τὰ διαλύματα τῶν ἠλεκτρολυτῶν ὡς καὶ τὰ τήγματα τῶν βάσεων καὶ ἀλάτων, εἰς τὰ ὁποῖα ἡ διόδος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος—ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς ἄγωγούς α' εἴδους—συνοδεύεται ἐπὶ χημικῶν μεταβολῶν, ἐκλήθησαν **ἄγωγοί β**



Σχ. 31

εἴδους ἢ **ἠλεκτρολυτικοὶ ἄγωγοί**.

Πρὸς ἐξήγησιν τῆς ἀγωγιμότητος τῶν ἠλεκτρολυτικῶν διαλυμάτων ὁ Faraday διετύπωσε πρῶτος τὴν ἀποψιν, ὅτι αὕτη ὀφείλεται εἰς τὴν κίνησιν φορτισμένων

(*) Τὸ κρυσταλλικὸν πλέγμα τῶν μετάλλων ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀτομα αὐτῶν, τὰ ὁποῖα ὁμοῦ ἐπίρρονονται ὑπὸ μορφήν θετικῶν ἰόντων, διότι τὰ ἠλεκτρόνια τῆς ἐξωτάτης των στιβάδος δὲν περιβάλλουν ἕκαστον ἐξ αὐτῶν, ἀλλ' ἀποτελοῦν νέφος, τὸ ὁποῖον διαχέεται ἐλευθέρως ἐντὸς τοῦ κρυστάλλου καὶ ἀνήκουν ἀπὸ κοινοῦ εἰς τὸ σύνολον τῶν ἀτόμων τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος.

άτόμων ή ομάδων ατόμων, προερχομένων εκ της διασπάσεως του ηλεκτρολύτου, τα όποια ώνόμασεν **Ιόντα**, ως ώδεύοντα προς τα ηλεκτρόδια. Έξ αυτών τα θετικώς φορτισμένα, τα ώδεύοντα προς τὸ ἀρνητικὸν ηλεκτρόδιον (κάθοδον) ώνομάσθησαν **κατιόντα**, ἐνὼ τὰ ἀρνητικῶς φορτισμένα, τα ώδεύοντα προς τὸ θετικὸν ηλεκτρόδιον (ἀνοδον), ώνομάσθησαν **ἀνιόντα**. Ὁ Faraday ἐδέχετο διὰ τὰ Ιόντα ταῦτα σχηματίζονται κατὰ τὴν δίοδον ρεύματος μέσω τῶν διαλυμάτων τῶν ηλεκτρολυτῶν, τοῦτο ὅμως ἀπεδείχθη ἐσφαλμένον.

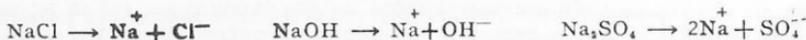
2. Φυσικαὶ ιδιότητες τῶν διαλυμάτων τῶν ηλεκτρολυτῶν. Τὰ διαλύματα τῶν ηλεκτρολυτῶν δὲν διαφέρουν τῶν λοιπῶν διαλυμάτων μόνον ὡς προς τὴν ηλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα, τὴν ὁποίαν ἐμφανίζουν. Παρατηρήθη ἐπίσης διὰ τὰ διαλύματα ταῦτα δὲν ὑπακούουν εἰς τοὺς νόμους τῶν Raoult καὶ Van't Hoff τοὺς διέποντας τὰς μεταβολὰς τῶν ἀθροιστικῶν ιδιοτήτων τῶν διαλυμάτων.

Ὁὔτω, ἡ πειραματικῶς εὐρισκομένη ὡσμωτικὴ πίεσις τῶν διαλυμάτων τῶν ηλεκτρολυτῶν εἶναι πολλαπλάσια τῆς θεωρητικῶς ὑπολογιζομένης ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Van't Hoff, τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει μετὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ σ.ζ. καὶ τὴν ταπείνωσιν τοῦ σ.π., αἱ ὁποῖαι εἶναι πολλαπλάσια τῶν ὑπολογιζομένων ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Raoult. Π.χ. ὑδατικὸν διάλυμα NaCl ἐμφανίζει διπλασίαν ὡσμωτικὴν πίεσιν ἀπὸ διάλυμα καλαμοσακχάρου τῆς αὐτῆς συγκεντρώσεως.

3. Θεωρία τῆς ηλεκτρολυτικῆς διαστάσεως τοῦ Arrhenius. Ὁ Σουηδὸς χημικὸς Svante Arrhenius (βραβεῖον Nobel 1903) διετύπωσε τὴν θεωρίαν τῆς ηλεκτρολυτικῆς διαστάσεως διὰ τὴν ἐξηγήσῃ ἀφ' ἑνὸς μὲν τὴν ἀγωγιμότητα τῶν διαλυμάτων τῶν ηλεκτρολυτῶν, ἀφ' ἑτέρου δὲ τὴν ἀπόκλισιν αὐτῶν ἐκ τῶν νόμων τοῦ Van't Hoff καὶ Raoult.

Κατὰ τὴν θεωρίαν ταύτην τὰ Ιόντα σχηματίζονται κατὰ τὴν διάλυσιν τῶν ηλεκτρολυτῶν εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ὄχι κατὰ τὴν διέλευσιν τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος ὡς ἐπίστευεν ὁ Faraday. Αἱ βασικαὶ ἀρχαὶ τῆς θεωρίας τοῦ Arrhenius εἶναι δυνατόν νὰ συνοψισθοῦν ὡς ἀκολούθως :

1. Κατὰ τὴν διάλυσιν τῶν ηλεκτρολυτῶν εἰς τὸ ὕδωρ, οὗτοι διασπῶνται εἰς ἀντιθέτως φορτισμένα Ιόντα. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἠλεκτρολυτικὴ διάστασις** καὶ ὀφείλεται εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ διαλυτικοῦ μέσου ἐπὶ τοῦ ηλεκτρολύτου :

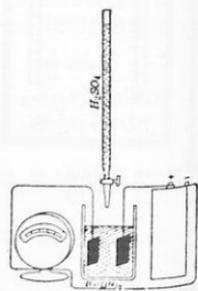


2. Ὁ συνολικὸς ἀριθμὸς τῶν θετικῶν φορτίων τῶν κατιόντων εἶναι ἴσος μετὰ τῶν συνολικῶν ἀριθμῶν τῶν ἀρνητικῶν φορτίων τῶν ἀνιόντων, ὥστε τὸ διάλυμα νὰ εἶναι ἠλεκτρικῶς οὐδέτερον.

3. Ἡ ἀγωγιμότης τῶν διαλυμάτων τῶν ηλεκτρολυτῶν ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός, ὅτι ἐὰν ἐφαρμόσωμεν διαφορὰν δυναμικοῦ μεταξὺ τῶν ηλεκτροδίων, τὰ ὁποῖα εἶναι ἐμβαπτισμένα ἐντὸς διαλύματος ηλεκτρολύτου, τὰ ἤδη προϋπάρχοντα Ιόντα, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς δυνάμεως τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ ἐπ' αὐτῶν τὸ δημιουργηθὲν ἠλεκτρικὸν πεδίου, ὀδεύουν προς τὰ ἀντιθέτως φορτισμένα ηλεκτρόδια. Οὔτω λαμβάνει χώραν κίνησις ἠλεκτρικῶν φορτίων καὶ συνεπῶς δίοδος ἠλεκτρικοῦ ρεύματος

4. Ὅταν τὰ Ιόντα φθάσουν εἰς τὰ ἀντιθέτως φορτισμένα ηλεκτρόδια ἀποβάλλουν τὸ ἠλεκτρικὸν τῶν φορτίων εἰς προσλήψεως ἢ ἀποβολῆς ἠλεκτρονίων καὶ μεταπίπτουν εἰς οὐδέτερα σώματα (ἠλεκτρόλυσις).

Τὰ κατιόντα, ἀποβάλλουν τὸ θετικὸν τῶν φορτίων ἐπὶ τῆς καθόδου, διὰ προσλήψεως ἠλεκτρονίων ἐξ αὐτῆς, ἐνὼ τὰ ἀνιόντα, ἀποβάλλουν τὸ ἠλεκτρικὸν τῶν φορτίων εἰς τὴν ἀνοδον, δι' ἀποδόσεως ἠλεκτρονίων εἰς ταύτην.



Σχ. 32. Ἡ ἔντασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἶναι ἀνάλογος τῆς συγκεντρώσεως τῶν Ιόντων τοῦ διαλύματος.

Π.χ. κατά την ηλεκτρόλυσιν διαλύματος CuCl_2 λαμβάνουν χώραν αί αντίδρασεις:



Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω ἢ ηλεκτρόλυσις εἶναι, ὡς περαιτέρω θὰ ἀναπτύξωμεν, φαινόμενον ὀξειδοαναγωγῆς, δεδομένου, ὅτι εἰς τὴν κάθοδον λαμβάνει χώραν πρόσληψις ηλεκτρονίων καθοδικῆ ἀναγωγῆ) καὶ εἰς τὴν ἀνοδὸν ἀποβολὴ ηλεκτρονίων (ἀνοδικῆ ὀξειδωσις).

Διὰ τῆς θεωρίας τοῦ Arrhenius ἐξηγήθησαν ἱκανοποιητικῶς τόσον ἡ ηλεκτρικὴ ἀγωγιμότης τῶν διαλυμάτων τῶν ηλεκτρολυτῶν, ὅσον καὶ ἡ ἀπόκλισις αὐτῶν ἐκ τῶν νόμων τῆς ὠμοιωτικῆς πιέσεως καὶ τοῦ Raoult. Διότι αἱ ἀθροιστικαὶ ἰδιότητες τῶν διαλυμάτων ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ συνολικοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐν διαλύσει σωματιδίων καὶ εἶναι ἀνεξάρτητοι τῆς φύσεως αὐτῶν. Συνεπῶς τὰ ἰόντα ἐπιφέρουν τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα μὲ τὰ μόρια ἐπὶ τῆς ὠμοιωτικῆς πιέσεως, τῆς ἀνυψώσεως τοῦ σ.ζ. καὶ τῆς ταλειώσεως τοῦ σ.π. Οὕτω ἐξηγεῖται διατὶ τὸ διάλυμα τοῦ NaCl ἔχει διπλασίαν ὠμοιωτικὴν πίεσιν ἀπὸ διάλυμα καλαμοσακχάρου τῆς αὐτῆς συγκεντρώσεως.

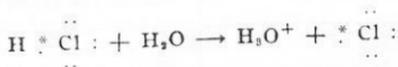
4. Ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῆς ηλεκτρολυτικῆς διαστάσεως. Αὕτη εἶναι διάφορος διὰ τὰς βάσεις καὶ τὰ ἅλατα ἀφ' ἑνὸς καὶ διὰ τὰ ὀξέα ἀφ' ἑτέρου.

1. Αἱ **βάσεις** καὶ τὰ **ἅλατα** εἶναι ἐνώσεις ἑτεροπολικαί, δηλαδὴ ἐνώσεις ἀντιθέτως φορτισμένων ἰόντων, τὰ ὁποῖα συγκρατοῦνται ἐντὸς τῶν κρυσταλλικῶν πλεγμάτων (σελ. 65) διὰ δυνάμειος φύσεως ηλεκτροστατικῆς τοῦ τύπου: $F = 1/e \cdot q_1 q_2 / r^2$, ἔνθα e εἶναι ἡ διηλεκτρικὴ σταθερὰ τοῦ μέσου.

Διὰ τὸ ὕδρω $\epsilon = 80$, ἐπομένως, ἡ ηλεκτροστατικὴ ἔλξις μεταξὺ τῶν ἰόντων τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος βάσεως ἢ ἁλατος, κατὰ τὴν διάλυσιν αὐτῶν εἰς τὸ ὕδρω, γίνεται 80 φορές μικροτέρα, μὲ συνέπειαν τὸν ἀποχωρισμὸν τῶν ἰόντων ἀπ' ἀλλήλων, τὰ ὁποῖα οὕτω κινοῦνται ἐλευθέρως ἐντὸς τοῦ διαλύματος.

2. Τὰ **ὀξέα** εἶναι ὁμοιοπολικαὶ ἐνώσεις καὶ συνεπῶς εἰς τὸ μόριόν των δὲν ὑπάρχουν ἰόντα. Τοῦτα σχηματίζονται κατὰ τὴν διάλυσιν τῶν ὀξέων εἰς τὸ ὕδρω, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν πεπολωμένων μορίων αὐτοῦ ὡς ἑξῆς:

Τὸ ὁμοιοπολικῶς ἠνωμένον ὕδρογόνον τοῦ ὀξέος ἀποχωρίζεται τοῦ ὑπολοίπου μορίου, ἐγκαταλείπον τὸ μοναδικόν του ηλεκτρόνιον εἰς αὐτό, τὸ ὁποῖον οὕτω φορτίζεται θετικῶς, καὶ ὑπὸ μορφῆν πρωτονίου προσκολλᾶται εἰς ἓν μόριον ὕδατος σχηματίζον μετ' αὐτοῦ τὸ ἰὸν τοῦ ὀξωνίου (H_3O^+):



Ἐπομένως κοινὸν χαρακτηριστικὸν τῶν διαλυμάτων τῶν ὀξέων εἶναι τὸ ἰὸν τοῦ ὀξωνίου. Ἐπὶ τὸ ἀπλούτερον ὁμῶς ὀμιλοῦμεν συχνὰ περὶ τοῦ ὕδρογονοκατιόντος ὡς κοινοῦ χαρακτηριστικοῦ τῶν διαλυμάτων τῶν ὀξέων.

2. Περὶ τῶν ἰόντων

Ὡς ἀνεφέρθη, ἰόντα καλοῦνται ἄτομα ἢ συγκροτήματα ἀτόμων ηλεκτρικῶς φορτισμένα, ὑπάρχουν δὲ καὶ εἰς τὰς τρεῖς καταστάσεις τῆς ὕλης.

Τὰ ἰόντα προκύπτουν γενικῶς ἐξ οὐδετέρων ἀτόμων διὰ προσλήψεως ἢ ἀποβολῆς ηλεκτρονίων, ἢ μεταπίπτει δὲ αὕτη τῶν οὐδετέρων ἀτόμων εἰς ἰόντα εἶναι δυνατόν νὰ προκληθῇ ὑπὸ διαφόρων αἰτιῶν:

1. Κατὰ τὴν ἔνωσιν ἐνὸς ηλεκτροθετικοῦ καὶ ἐνὸς ηλεκτροαρνητικοῦ στοιχείου λαμβάνει χώραν μεταβίβασις ηλεκτρονίων ἐκ τῶν ἀτόμων τοῦ ἐνὸς εἰς τὰ ἄτομα τοῦ ἑτέρου, εἰς τρόπον ὥστε ταῦτα νὰ ἀποκτήσουν πλέον σταθερὰν δομὴν. Κατ' αὐτὸν τρόπον, εἰς τὸν τρόπον, τὰ οὐδέτερα ἄτομα μεταπίπτουν εἰς ἀντιθέτως φορτισμένα ἰόντα, τὰ ὁποῖα συγκρατοῦνται δι' ηλεκτροστατικῶν ἑλξεων εἰς ὠριμένας θέσεις ἐν τῷ ὅλῳ, συνιστῶντα τὰ ἰοντικὰ κρυσταλλικὰ πλέγματα (σελ. 65).

2. Ίόντα είναι δυνατόν να υπάρχουν και εις την αέριον κατάστασιν. Ὡς είναι δὲ γνωστὸν ἐκ τῆς Φυσικῆς, ὁ Ιονισμὸς αέριου, δηλ. τὸ φαινόμενον τῆς παραγωγῆς ἰόντων ἐξ οὐδετέρων ἀτόμων ἢ μορίων, ἐπιτυγχάνεται διὰ προσφορᾶς εἰς ταῦτα ἐνεργείας εἴτε διὰ κρούσεως με̄ ἕτερον σωματίον μεγάλης ταχύτητος (Ιονισμὸς κρούσεως), εἴτε δι' ἐπιδράσεως ἀκτινοβολίας ὡς ἡ ὑπεριώδης, αἱ ἀκτίνες Röntgen κ. ἄ. (Ιονισμὸς δι' ἀπορροφήσεως ἀκτινοβολίας).

3. Εἰς τὴν ὑγρὰν τέλος κατάστασιν, ἰόντα εὐρίσκονται ἐν ἐλευθέρῃ καταστάσει ἐντὸς τῶν διαλυμάτων τῶν ἠλεκτρολυτῶν. Τὰ ἰόντα ταῦτα εἴτε προϋπάρχουν ἐντὸς τῶν κρυστάλλων τοῦ ἠλεκτρολύτου, καὶ κατὰ τὴν διάλυσιν ἀποχωρίζονται ἀλλήλων ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ὕδατος, ὅπως συμβαίνει εἰς τὰς βάσεις καὶ τὰ ἄλατα, εἴτε σχηματίζονται κατὰ τὴν διάλυσιν τοῦ ἠλεκτρολύτου εἰς τὸ ὕδωρ, ὅπως συμβαίνει εἰς τὰ ὄξέα.

Αἱ ἰδιότητες τῶν ἰόντων εἰς οἰανδήποτε κατάστασιν εἶναι τελειῶς διάφοροι τῶν ἰδιοτήτων τῶν οὐδετέρων ἀτόμων, ἐκ τῶν ὁποίων προήλθον διὰ προσλήψεως ἢ ἀποβολῆς ἠλεκτρονίων. Γενικῶς, τὰ ἰόντα εἶναι ἀδρανέστερα τῶν ἀτόμων τοῦτο δὲ εἶναι συνέπεια τοῦ γεγονότος, ὅτι ἔχουν εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν σιβάδα πλεον σταθερὰν δομὴν.

Αἱ διαφοραὶ μεταξὺ ἰόντος καὶ οὐδετέρου ἀτόμου τοῦ αὐτοῦ στοιχείου εἶναι δυνατόν νὰ κατανοηθῶν καὶ ἐκ τοῦ κατωτέρω παραδείγματος, εἰς τὸ ὁποῖον γίνονται σύγκρισις μεταξὺ τοῦ ἀτόμου τοῦ φθορίου καὶ τοῦ ἰόντος αὐτοῦ.

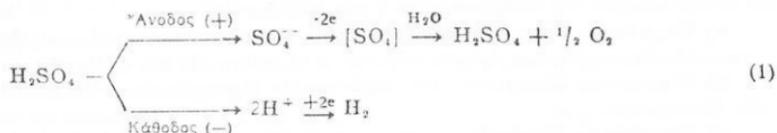
Ἄτομον φθορίου (F ⁰)	Ἴον φθορίου (F ⁻)
Ἔχει 9e καὶ 9p εἰς τρόπον ὥστε νὰ εἶναι ἠλεκτρικῶς οὐδέτερον.	Ἔχει 10e καὶ 9p, εἰς τρόπον ὥστε τὸ ἄτομον αὐτοῦ νὰ εἶναι φορτισμένον δι' ἐνὸς στοιχειώδους ἀρνητικοῦ ἠλεκτρικοῦ φορτίου.
Ἔχει 7e εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτοῦ σιβάδα καὶ τείνει νὰ συμπληρώσῃ ταύτην διὰ προσλήψεως 1e.	Ἔχει 8e εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτοῦ σιβάδα, ἥτοι σταθερὰν δομὴν, τὴν ὁποίαν δὲν τείνει νὰ μεταβάλῃ.
Εἶναι λίαν ἐνεργόν : Διασπᾷ τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ. Ἐνοῦται με̄ τὸ ὕδρογόνον ὑπὸ ἔκλυσιν θερμοτήτος καὶ φωτός. Ἀντιδρᾷ μετὰ τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων ὑπὸ ἔκλυσιν θερμοτήτος καὶ φωτός.	Εἶναι χημικῶς ἀδρανές : Δὲν διασπᾷ τὸ ὕδωρ. Δὲν ἐνοῦται με̄ τὸ ὕδρογόνον. Δὲν ἀντιδρᾷ με̄ τὰς ὀργανικὰς ἐνώσεις

3. Ἀντιδράσεις εἰς τὴν περιοχὴν τῶν ἠλεκτροδίων κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν

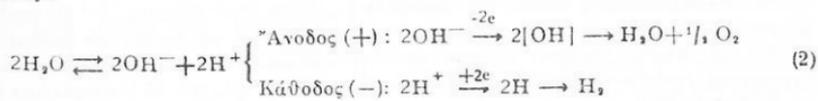
Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τῶν διαλυμάτων τῶν ἠλεκτρολυτῶν, πολλάκις τὰ ἐμφανιζόμενα εἰς τὰ ἠλεκτρόδια προϊόντα δὲν εἶναι τὰ ἀναμενόμενα νὰ προέλθουν ἐκ τῶν ὑπαρχόντων ἰόντων τοῦ ἠλεκτρολύτου, ἀλλὰ διάφορα. Οὕτω κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν διαλύματος H₂SO₄, με̄ ἠλεκτρόδια ἐκ Pt, εἰς μὲν τὴν κάθοδον ἐκλύεται ὕδρογόνον, εἰς δὲ τὴν ἀνοδον ὀξυγόνον, καίτοι τὰ ἰόντα τῆς ἠλεκτρολυομένης ἐνώσεως εἶναι H⁺ καὶ SO₄⁻.

Ὁ σχηματισμὸς τῶν προϊόντων αὐτῶν ἐξηγεῖτο παλαιότερον διὰ τῆς παραδοχῆς, ὅτι μετὰ τὴν ἀπόθεσιν τῶν φορτίων τῶν ἰόντων λαμβάνουν χώραν ἀντιδράσεις μεταξὺ τῶν οὐδετέρων ἀτόμων, τὰ ὁποῖα προκύπτουν ἐξ αὐτῶν, καὶ τοῦ ὕδατος ἢ τῶν ἠλεκτροδίων. Οὕτω, πρὸς ἐξήγησιν τοῦ γεγονότος ὅτι κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν ὕδατικοῦ διαλύματος H₂SO₄ λαμ-

βάνεται H_2 και O_2 , παρεδέχοντο, ότι τα ιόντα SO_4^{2-} μετά την αποβολήν του φορτίου των εις την άνοδον, αντιδρούν με το H_2O και παρέχουν οξυγόνον, ενώ ανασηματίζεται H_2SO_4 . 'Αφ' ἑτέρου, εις την κάθοδον, τα H^+ διά προσλήψεως ηλεκτρονίων παρέχουν H_2 :



Σήμερον όμως γνωρίζομεν, ότι το ύδωρ διίσταται κατ' ελάχιστον βαθμὸν εις ιόντα H^+ και OH^- , ὡς ἀποδεικνύεται και ἐκ τοῦ γεγονότος, ότι και εις ἀπολύτως καθαρὰν κατάστασιν δεικνύει ἐλαχίστην ἡλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα. Εἶναι λοιπὸν δυνατόν τὰ πρῶτόντα τῆς ἡλεκτρολύσεως τοῦ ὕδατικοῦ διαλύματος H_2SO_4 νὰ ὀφείλωνται εις τὰ ιόντα τοῦ ὕδατος :

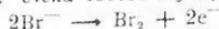


'Επ' αὐτοῦ δέον νὰ ληφθῆ ὑπ' ὄψιν, ὅτι κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν, ὅταν εἶναι πιθανὴ περισσότερα ἀντιδράσεις, λαμβάνει χώραν ἐκείνη ἢ ἀντίδρασις, ἢ ὁποία ἀπαιτεῖ τὴν ἐλαχίστην ἡλεκτρικὴν ἐνέργειαν διὰ νὰ πραγματοποιηθῆ. 'Απὸ τῆς ἀπόψεως ταύτης πρέπει νὰ δεχθῶμεν, ὅτι λαμβάνουν χώραν αἱ ἀντιδράσεις (2), διότι τὰ ιόντα OH^- , ὡς πρῶτον ἡλεκτραρνητικὰ τῶν ἰόντων SO_4^{2-} , ἀποβάλλουν εὐκολώτερον τὸ φορτίον των. Συνεπῶς αἱ ἀντιδράσεις (1) δὲν δύνανται νὰ θεωρηθῶν ὡς πραγματοποιήσιμοι.

'Υπὲρ τῶν ἀνωτέρω ἀπόψεων συνηγορεῖ και τὸ γεγονὸς ὅτι κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν κανονικῶν διαλυμάτων H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 , $NaOH$, KOH με ἡλεκτρόδια ἐκ Pt , και ὑπὸ τὴν αὐτὴν τάσιν διασπάσεως (*) (1,7v), λαμβάνονται τὰ αὐτὰ προϊόντα, H_2 εις τὴν κάθοδον και οξυγόνον εις τὴν ἄνοδον. 'Εφ' ὅσον λοιπὸν εις ὅλας τὰς ἀνωτέρω ἀντιδράσεις και ὑπὸ τὴν αὐτὴν τάσιν διασπάσεως, λαμβάνονται τὰ αὐτὰ προϊόντα, δὲν εἶναι δυνατόν παρὰ αἱ λαμβάνουσα χώραν ἀντιδράσεις νὰ εἶναι αἱ αὐταί. Καὶ αὐταί εἶναι αἱ ἀντιδράσεις αἱ συμβολιζόμεναι ὑπὸ τῶν ἐξισώσεων (2).

Κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν κανονικοῦ διαλύματος ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος λαμβάνεται ὕδρογόνον και χλώριον ὅταν ἡ τάσις διασπάσεως εἶναι 1,31v, ἐνῶ λίαν ἀραιὸν διάλυμα αὐτοῦ εις τάσιν 1,7v παρέχει ὕδρογόνον και οξυγόνον.

Κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν κανονικοῦ διαλύματος HBr (ἢ HJ), ἀντιθέτως, λαμβάνεται ὕδρογόνον και βρώμιον (ἢ ἰώδιον), διότι τὰ ιόντα Br^- (ἢ J^-) εἶναι ὀλιγώτερον ἡλεκτραρνητικὰ τῶν ἰόντων OH^- και ἔνεκα τούτου εις τὴν ἄνοδον λαμβάνει χώραν ἡ ἀντίδρασις :



Κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν διαλύματος $CuSO_4$ με ἡλεκτρόδια ἐκ χαλκοῦ, εις τὴν κάθοδον ἀποτίθεται μεταλλικὸς χαλκός, ἐνῶ ἡ ἄνοδος διαλύεται. Τοῦτο συμβαίνει διότι εις τὸ διάλυμα ὑπάρχουν ιόντα Cu^{++} , SO_4^{2-} , H^+ και OH^- ὅπου εις τὴν κάθοδον ἀποβάλλεται μεταλλικὸς Cu , διότι οὗτος εἶναι ὀλιγώτερον ἡλεκτροθετικὸν μέταλλον ($Cu^{++} + 2e \rightarrow Cu$). 'Αφ' ἑτέρου ἡ τάσις τῶν ἰόντων SO_4^{2-} και OH^- νὰ ἀποβάλλουν ἡλεκτρόνια εἶναι μικρότερα τῆς τάσεως τὴν ὁποίαν ἔχουν τὰ ἄτομα τοῦ χαλκοῦ πρὸς ἀποβολὴν ηλεκτρονίων. Ἐνεκα τούτου τὰ ἄτομα τοῦ χαλκοῦ ἀποβάλλουν ἡλεκτρόνια και εἰσέρχονται εις τὸ διάλυμα ὡς ιόντα Cu^{++} και οὕτω ἡ ἄνοδος διαλύεται.

(*) Τάσις διασπάσεως καλεῖται ἡ ἐλαχίστη ἐκείνη τάσις, ἢ ὁποία πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῆ μεταξὺ τῶν ἡλεκτροδίων διὰ νὰ ὑπερβληθῆ ἡ τάσις πολώσεως (βλ. Φυσικὴν) και λάβῃ χώραν ἡ ἡλεκτρόλυσις.

4. Έφαρμογαί τῆς ἠλεκτρολύσεως

1. Ἡλεκτρολυτικὴ παρασκευὴ διαφόρων σωμάτων. Ἀναφέρονται τὰς κυριωτέρας ἐκ τῶν πολυαρίθμων ἠλεκτρολυτικῶν παρασκευῶν διαφόρων σωμάτων, αἱ ὁποῖαι χρησιμοποιοῦνται σήμερον εἰς τὸ ἐργαστήριον ἢ τὴν βιομηχανίαν :

α) **Παρασκευὴ ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου.** Ταῦτα παρασκευάζονται εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα δι' ἠλεκτρολύσεως ἀραιῶν ὕδατικῶν διαλυμάτων H_2SO_4 ἢ $NaOH$.

β) **Παρασκευὴ ἄλογόνων.** Ἐπιτυγχάνεται δι' ἠλεκτρολύσεως ὕδατικῶν διαλυμάτων τῶν ἀλάτων τῶν.

γ) **Παρασκευὴ ὕδροξειδίου τοῦ νατρίου.** Ἐπιτυγχάνεται δι' ἠλεκτρολύσεως ὕδατικοῦ διαλύματος $NaCl$.

δ) **Παρασκευὴ διαφόρων μετάλλων.** Τὰ λίαν ἠλεκτροθετικὰ μέταλλα K , Na , Ca , Mg καὶ Al παρασκευάζονται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς δι' ἠλεκτρολύσεως τμημάτων ἀλάτων τῶν. Πλὴν τῶν ἀνωτέρω, πλείστα ἄλλα μέταλλα λαμβάνονται εἰς λίαν καθαρὰν κατάστασιν δι' ἠλεκτρολύσεως ὕδατικῶν διαλυμάτων τῶν ἀλάτων τῶν.

2. Ἡλεκτρολυτικὴ κάθαρσις μετάλλων. Αὕτη ἐπιτυγχάνεται δι' ἠλεκτρολύσεως ὕδατικοῦ διαλύματος ἄλατος τοῦ πρὸς κάθαρσιν μέταλλου, μὲ ἄνοδον τὸ ἀκάθαρτον μέταλλον καὶ κάθοδον τεμάχιον καθαρῶν μετάλλων. Οὕτω κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τὸ μέταλλον μεταφέρεται ἐκ τῆς ἀνόδου καθαρὸν εἰς τὴν κάθοδον (βλ. σελ. 91 ἠλεκτρόλυσιν $CuSO_4$ μὲ ἄνοδον ἐκ Cu).

3. Ἐπιμετάλλωσις. Ἐπὶ τῆς ἠλεκτρολύσεως βασίζεται καὶ ἡ γαλβανοπλαστική, διὰ τῆς ὁποίας ἐπιτυγχάνεται ἡ ἐπικάλυψις διαφόρων ἀντικειμένων, ὑπὸ στρώματος μετάλλου τινός.

Οὕτω, δι' ἠλεκτρολύσεως ἐπιτυγχάνεται ἡ ἐπικάλυψις ἀντικειμένων, ἐκ μετάλλων εὐκόλως ὀξειδουμένων, διὰ στρώματος ἑτέρου μετάλλου εὐγενεστέρου π.χ. δι' ἀργύρου (ἐπαργύρωσις), νικελίου (ἐπινικέλωσις), χρωμίου (ἐπιχρωμίωσις) κ. ἄ. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται ὡς κάθοδος τὸ πρὸς ἐπιμετάλλωσιν ἀντικείμενον καὶ ὡς λουτρόν ἠλεκτρολύσεως διάλυμα ἄλατος τοῦ μετάλλου, μὲ τὸ ὁποῖον πρόκειται νὰ γίνῃ ἡ ἐπιμετάλλωσις. Ὡς ἄνοδος χρησιμοποιεῖται τεμάχιον ἐκ τοῦ ἀποτιθεμένου μετάλλου, εἰς τρόπον ὅστε νὰ ἀνασχηματίζεται συνεχῶς τὸ ἄλας καὶ ἡ πυκνότης τοῦ ἠλεκτρολυτικοῦ λουτροῦ νὰ παραμένῃ σταθερά. Εἶναι δυνατόν, ὡς ἄνοδος νὰ χρησιμοποιηθῇ καὶ ἀδρανὲς ἠλεκτρόδιον, ὁπότε ὁμως πρέπει νὰ προστίθεται συνεχῶς ἡ ἀπαιτουμένη ποσότης ἄλατος.

Προκειμένον περὶ ἐφαρμογῆς τῆς γαλβανοπλαστικῆς ἐπὶ ἀντικειμένων ἐξ ὕλικῶν κακοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐπικαλύπτεται ἡ ἐπιφάνεια αὐτῶν διὰ λεπτοῦ στρώματος γραφίτου, καθισταμένη ἀγωγός. Οὕτω λαμβάνονται π.χ. χάλκινα ἐκμαγεῖα διαφόρων ἀντικειμένων, ὡς νομισμάτων κ. ἄ. Πρὸς τοῦτο διὰ γουταπέριχης λαμβάνεται τὸ ἀρνητικὸν ἀποτύπωμα τῆς ὄψεως τοῦ νομίσματος. Ἀκολουθῶς ἡ γουταπέριχα καλύπτεται διὰ στρώματος γραφίτου καὶ ὑψίσταται ἐπικάλυψιν, τοποθετουμένη ὡς κάθοδος εἰς λουτρόν θεικοῦ χαλκοῦ, εἰς τὸ ὁποῖον ὡς ἄνοδος χρησιμοποιεῖται πλάξ ἐκ χαλκοῦ. Ὅταν ἀποτεθῇ ἐπὶ τῆς γουταπέριχης ἀρκετὸν στρώμα χαλκοῦ, διακόπτεται ἡ ἠλεκτρόλυσις καὶ ἡ γουταπέριχα ἐμβαπτίζεται ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος, ὁπότε τήκεται καὶ ἀποχωρίζεται τοῦ στρώματος τοῦ χαλκοῦ, εἰς τὸ ὁποῖον εἶναι ἀποτυπωμένη ἡ ὄψις τοῦ νομίσματος.

5. Νόμοι τῆς ἠλεκτρολύσεως (Faraday 1833)

Οἱ νόμοι τῆς ἠλεκτρολύσεως, τοὺς ὁποίους συνήγαγε πειραματικῶς ὁ Faraday, διευτυπώθησαν ἀρχικῶς ὡς ἑξῆς :

1ος νόμος : Ἡ μᾶζα (m) τῶν ἰόντων, τῶν ἀποτιθεμένων εἰς τὴν ἄνοδον ἢ εἰς τὴν κάθοδον, κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν οὐδὲποτε ἠλεκτρολύτου, εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ πρὸς τὸν ἠλεκτρικὸν φορτίου (q) τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ ἠλεκτρολύτου :

$$m = a \cdot q$$

Ἐνθα a εἶναι σταθερὰ ἐξαρτωμένη ἐκ τῆς φύσεως τῶν ἰόντων. Αὕτη καλεῖται

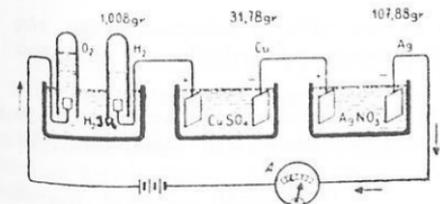
ηλεκτροχημικόν ισοδύναμον και ίσοῦται ἀριθμητικῶς μετὴν μάζαν τὴν ἐλευθερωμένην, εἰς τὴν ἀνοδὸν ἢ τὴν κάθοδον, ὅταν διὰ τοῦ διαλύματος τοῦ ηλεκτρολύτου διέλθῃ ἡ μόνὰς τοῦ ηλεκτρικοῦ φορτίου.

Οὕτω, ἐὰν ἐκφράσωμεν τὴν μάζαν εἰς gr και τὸ φορτίον εἰς Cb, ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι $q = 1Cb$, προκύπτει $m = a gr$. Ἦτοι τὸ ηλεκτροχημικόν ισοδύναμον ἰσοῦται ἀριθμητικῶς μετὴν μάζαν τοῦ ἰόντος εἰς gr, τὴν ἀποτιθεμένην ὑπὸ ηλεκτρικοῦ φορτίου 1Cb.

Ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι τὸ ποσὸν τοῦ ηλεκτρικοῦ φορτίου (q) ἰσοῦται μετὸ γινόμενον τῆς ἐντάσεως τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος (i), ἐπὶ τὸν χρόνον διελεύσεως τοῦ ρεύματος (t), ὁ ἄνω τύπος δύναται νὰ γραφῇ ὡς ἑξῆς: $m = a \cdot i \cdot t$.

2ος νόμος: Τὸ αὐτὸ ποσὸν ηλεκτρικοῦ φορτίου ἐλευθερώνει και εἰς τὰ δύο ηλεκτρόδια ἐξ οἰουδήποτε ηλεκτρολύτου ποσὰ χημικῶς ισοδύναμα.

Οὕτω, ἐὰν συνδέσωμεν ἐν σειρᾷ τρία βολτάμετρα, περιέχοντα ἀντιστοίχως διαλύματα H_2SO_4 , $CuSO_4$ και $AgNO_3$, ἐὰν ἐκ τοῦ α' βολταμέτρου ἐλευθερωθῇ 1 gr ὕδρογόνου—δηλ. ἐν γραμμοῖσοδύναμον αὐτοῦ—θὰ ἐλευθερωθοῦν ἐκ τοῦ β' και γ' βολταμέτρου 31,78 gr Cu και 107,88 gr Ag ἀντιστοίχως. Ἐπομένως,



Σχ. 33. Πείραμα διὰ τὴν ἐπαλήθευσιν τοῦ νόμου τοῦ Faraday.

διὰ νὰ ἐλευθερωθῇ ἐν γραμμοῖσοδύναμον στοιχείου ἐξ οἰουδήποτε ηλεκτρολύτου, ἀπαιτεῖται σταθερὰ ποσότης ηλεκτρικοῦ φορτίου ἣτις, μετρηθεῖσα πειραματικῶς εὔρεθη ἴση πρὸς 96500 Cbs. Ἡ σταθερὰ αὕτη ποσότης ηλεκτρικοῦ φορτίου καλεῖται σταθερὰ τοῦ Faraday και συμβολίζεται διὰ τοῦ F :

$F = 96500 \text{ Cbs} / \text{γραμμοῖσοδύναμον}$	Σταθερὰ τοῦ Faraday
---	---------------------

Ἦτοι ἡ ποσότης τοῦ ηλεκτρικοῦ φορτίου, ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται ἵνα ἐξουδετερωθῇ δι' ηλεκτρολύσεως τὸ φορτίον ἐνὸς γραμμοῖσοδύναμου οἰουδήποτε ἰόντος εἶναι σταθερὰ και ἴση πρὸς 96500 Cbs.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

- 107. Ποσότης ηλεκτρισμοῦ, κατὰ τὴν ηλεκτρόλυσιν διαλύματος θεικοῦ χαλκοῦ ἐλευθερώνει 120 gr χαλκοῦ. Ποῖον ποσὸν ἀργύρου θὰ ἰδύνατο νὰ ἐλευθερώσῃ ἡ αὕτη ποσότης ηλεκτρισμοῦ, ἐκ διαλύματος νιτρικοῦ ἀργύρου; (Ἄπ. 407,46 gr)
- 108. Δύο βολτάμετρα, περιέχοντα ἀντιστοίχως διαλύματα θεικοῦ χαλκοῦ και ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος, συνδέονται ἐν σειρᾷ. Νὰ εὔρεθῇ ὁ ὄγκος τοῦ ὕδρογόνου, εἰς 17°C και πίεσιν 750 mmHg, τὸ ὅποῖον θὰ ἐλευθερωθῇ εἰς τὸ δεύτερον βολτάμετρον. ὅταν εἰς τὸ πρῶτον ἐλευθερωθῇ 1 gr χαλκοῦ. (Ἄπ. 379 cm³)
- 109. Ἐπὶ πόσον χρόνον πρέπει νὰ διαβιβάζεται ρεῖμα 20 A (Ampère) μέσφ διαλύματος καυστικοῦ νατρίου, ἵνα ἐλευθερωθῇ ἐξ αὐτοῦ 1 λίτρον ὀξυγόνου, μετρομένου εἰς 20°C και 780 mmHg πίεσιν. (Ἄπ. 827 sec)
- 110. Κατὰ τὴν ηλεκτρόλυσιν ἀραιοῦ διαλύματος H_2SO_4 και ἐντὸς 20 λεπτῶν, ἐκλύονται 56 cm³ ἀερίου, ὑπὸ Κ.Σ. Ζητοῦνται: α) Τὸ χρησιμοποιηθὲν ποσὸν τοῦ ηλεκτρικοῦ φορτίου. β) Ἡ ἔντασις εἰς Amperes τοῦ χρησιμοποιηθέντος ρεύματος. (Ἄπ. 378Cb-0,26 A)
- 111. Πόσα Cbs ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν ηλεκτρόλυσιν 500 gr NaCl; (Ἄπ. 824786 Cbs)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'

ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ - ΑΛΑΤΑ

1. Γενικά περί οξέων, βάσεων και αλάτων

Ὡς ἀνεφέρθη, οἱ ἠλεκτρολύται ἀνήκουν εἰς τρεῖς τάξεις σωμάτων : τὰ ὀξέα, τὰς βάσεις καὶ τὰ ἅλατα. Συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τοῦ Arrhenius, αἱ κατωτέρω ἐνώσεις ὀρίζονται ὡς ἀκολούθως :

1. Ὀξέα καλοῦνται οἱ ἠλεκτρολύται, οἱ ὁποῖοι, κατὰ τὴν διάλυσίν των εἰς τὸ ὕδωρ, διίστανται εἰς κατιὸν ὑδρογόνου καὶ ἀνιὸν ἀμέταλλον ἢ ρίζαν ἠλεκτραρνητικὴν :



Τὰ ὀξέα, διαλυόμενα εἰς τὸ ὕδωρ, ἐμφανίζουσι σειράν κοινῶν ἰδιοτήτων, ὀφειλομένων εἰς τὸ κοινὸν συστατικὸν τῶν διαλυμάτων των, τὸ κατιὸν ὑδρογόνου. Αἱ κοινὰ αὐτὰ ἰδιότητες τῶν ὀξέων, τὰς ὁποίας ἐμφανίζουν ταῦτα ὅταν εὑρίσκονται διαλυμένα ἐντὸς τοῦ ὕδατος, εἶναι αἱ ἑξῆς :

α) Ἐχουσι ὀξύτητα, καὶ τὰ ἐξ αὐτῶν πτητικὰ δραστικὴν ὁσμήν.

β) Μεταβάλλουσι τὸ χρῶμα ὀργανικῶν ἐνώσεων, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται δείκται. Οὕτω μετατρέπουσι τὸ κυανοῦν βάμμα τοῦ ἠλιοτροπίου εἰς ἐρυθρὸν καὶ τὸ πορτοκαλλόχρου διάλυμα τῆς ἡλιανθίνης εἰς ἐρυθρὸν.

γ) Ἀντιδρῶσι μὲ διάφορα μέταλλα καὶ σχηματίζουν ἅλατα, ὑπὸ σύγχρονον ἔκλυσιον ὑδρογόνου :

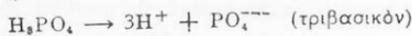
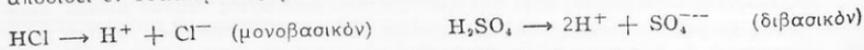


δ) Ἀντιδρῶσι μὲ τὰς βάσεις καὶ παρέχουσι ἅλατα, ὑπὸ σχηματισμὸν ὕδατος. Ἡ ἀντίδρασις αὕτη καλεῖται **ἐξουδετέρωσις** :

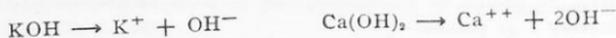


Τὸ σύνολον τῶν ἀνωτέρω ἰδιοτήτων, αἱ ὁποῖαι χαρακτηρίζουσι τὰ ὀξέα, λέγεται **ἕξινοι ἀντίδρασις**.

Τὰ ὀξέα διακρίνουσι ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὑδρογονοκατιόντων, τὰ ὁποῖα ἀποδίδει ἐν ὕδατικῷ διαλύματι ἐν μέρει αὐτῶν, εἰς **μονοβασικά** καὶ **πολυβασικά** :



2. Βάσεις καλοῦνται οἱ ἠλεκτρολύται, οἱ ὁποῖοι, κατὰ τὴν διάλυσίν των εἰς τὸ ὕδωρ, διίστανται εἰς ἀνιὸν ὑδροξύλιον καὶ κατιὸν μέταλλον ἢ ἠλεκτροθετικὴν ρίζαν :



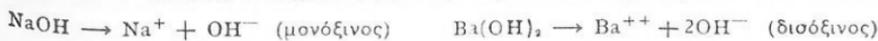
Αἱ βάσεις, διαλυόμεναι εἰς τὸ ὕδωρ, ἐμφανίζουσι σειράν κοινῶν ἰδιοτήτων, ὀφειλομένων εἰς τὸ κοινὸν συστατικὸν τῶν διαλυμάτων των, τὸ ἀνιὸν ὑδροξύλιον. Αἱ κοινὰ αὐτὰ ἰδιότητες τῶν βάσεων, τὰς ὁποίας ἐμφανίζουν ὅταν εὑρίσκονται διαλελυμένοι ἐντὸς τοῦ ὕδατος, εἶναι αἱ ἑξῆς :

α) Ἐχουσι γεῖον καυστικὴν καὶ ἀφήν σαπωνοειδῆ.

β) Μεταβάλλουσι ὁμοιομόρφως τὸ χρῶμα τῶν δεικτῶν. Οὕτω, ἐπαναφέρουσι τὸ κυανοῦν χρῶμα εἰς τὸ βάμμα τοῦ ἠλιοτροπίου, τὸ ἐρυθρανθὲν ὑπὸ τίνος ὀξέος, καὶ ἐρυθραίνουσι τὸ ἄχρου διάλυμα τῆς φαινολοφθαλεΐνης.

γ) 'Αντιδροῦν μετὰ τῶν ὀξέων καὶ παρέχουν ἄλατα κοῖ ὕδωρ (ἐξουδετέρωσις). Τὸ σύνολον τῶν ἀνωτέρω ἰδιοτήτων, αἱ ὁποῖαι χαρακτηρίζουν τὰς βάσεις, λέγεται **βασικὴ ἢ ἀλκαλικὴ ἀντίδρασις**.

Αἱ βάσεις διακρίνονται ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὑδροξυλιόντων, τὰ ὁποῖα ἀποδίδουν ἐν ὕδατι καὶ διαλύματι εἰς **μονοξίνους** καὶ **πολυξίνους**:



3. **"Αλατα** καλοῦνται οἱ ἠλεκτρολύται, οἱ ὁποῖοι προκύπτουν ἐκ τῆς ἐξουδετέρωσως ὀξέων ὑπὸ βάσεων. Ταῦτα, διαλυόμενα εἰς τὸ ὕδωρ, δίστανται εἰς κατιόν μέταλλον ἢ ρίζαν ἠλεκτροθετικὴν καὶ ἀνιόν ἀμέταλλον ἢ ρίζαν ἠλεκτραρνητικὴν:



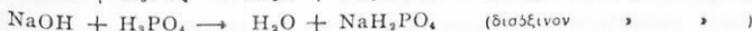
Τὰ ἄλατα διακρίνονται εἰς ἀπλά, διπλά, μικτὰ καὶ σύμπλοκα.

1. **'Απλά ἄλατα** καλοῦνται τὰ ἄλατα, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθῇ ὅτι προέρχονται ἐκ τῆς ὀλικῆς ἢ μερικῆς ἀντικαταστάσεως τῶν ὑδρογονοκατιόντων ἐνὸς πολυβασικοῦ ὀξέος, ὑπὸ μετάλλου ἢ ρίζης ἠλεκτροθετικῆς ἢ τῶν ὑδροξυλιόντων μιᾶς βάσεως, ὑπὸ ἀμετάλλου ἢ ρίζης ἠλεκτραρνητικῆς. Τὰ ἀπλά ἄλατα διακρίνονται εἰς **οὐδέτερα**, **ὄξινα** καὶ **βασικά**.

α) **Οὐδέτερα** καλοῦνται τὰ ἄλατα, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθῇ ὅτι προέρχονται ἐκ τῆς ὀλικῆς ἀντικαταστάσεως τῶν ὑδρογονοκατιόντων ἐνὸς ὀξέος, ὑπὸ μετάλλου ἢ ρίζης ἠλεκτροθετικῆς, ἢ τῶν ὑδροξυλιόντων μιᾶς βάσεως, ὑπὸ ἀμετάλλου ἢ ρίζης ἠλεκτραρνητικῆς. Ταῦτα προκύπτουν ὡς προϊόντα τῆς πλήρους ἀλληλοἐξουδετέρωσως ὀξέων καὶ βάσεων:

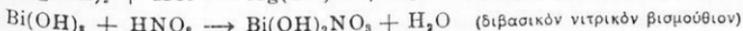
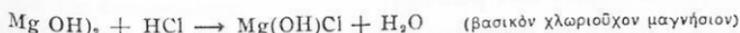


β) **"Οξινα** καλοῦνται τὰ ἄλατα, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθῇ ὅτι προέρχονται ἐκ τῆς μερικῆς ἀντικαταστάσεως τῶν ὑδρογονοκατιόντων ἐνὸς πολυβασικοῦ ὀξέος, ὑπὸ μετάλλου ἢ ρίζης ἠλεκτροθετικῆς. 'Αναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὑδρογονοκατιόντων, τὰ ὁποῖα παραμένουν, διακρίνονται εἰς **μονόξινα**, **δισόξινα** κλπ. Προκύπτουν διὰ μερικῆς ἐξουδετέρωσως τῶν πολυβασικῶν ὀξέων ὑπὸ βάσεων:



γ) **Βασικά** καλοῦνται τὰ ἄλατα, τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθῇ ὅτι προέρχονται ἐκ τῆς μερικῆς ἀντικαταστάσεως τῶν ὑδροξυλιόντων μιᾶς βάσεως, ὑπὸ ἀμετάλλου ἢ ρίζης ἠλεκτραρνητικῆς.

Ταῦτα προκύπτουν διὰ μερικῆς ἐξουδετέρωσως τῶν πολυξίνων βάσεων ὑπὸ ὀξέων:



Τὰ βασικά ἄλατα σπανίως ἀντιστοιχοῦν εἰς τόσον ἀπλοῦς τύπους, ὡς οἱ ἀνωτέρω, θεωροῦνται δὲ ὡς προϊόντα συνενώσεως τοῦ οὐδετέρου ἄλατος καὶ τῆς ἐλευθέρως βάσεως, ὑπὸ ὄρισμένην ἀναλογίαν, ἢ ὁποῖα ἔμως δὲν εἶναι πάντοτε ἀπλή: $x\text{CuCO}_3 \cdot y\text{Cu(OH)}_2$ (βασικὸς ἀνθρακικὸς χαλκός).

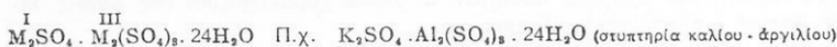
Ἐκ τῶν πολυβασικῶν ἀλάτων εἶναι δυνατὴ ἡ ἀποβολὴ ἐνὸς μορίου ὕδατος, ὅποτε προκύπτουν τὰ καλούμενα ὀξυἄλατα. Π.χ. ἐκ τοῦ βασικοῦ χλωριόχου βισμούθου $[\text{Bi(OH)}_2\text{Cl}]$, δι' ἀποβολῆς ἐνὸς μορίου ὕδατος προκύπτει τὸ ὀξυχλωριόχον βισμούθιον BiOCl .

2. **Διπλά ἄλατα** καλοῦνται τὰ ἄλατα, τὰ ὁποῖα προκύπτουν διὰ συγκρυστάλλωσως δύο ἀπλῶν ἀλάτων, ὑπὸ ὄρισμένην ἀναλογίαν. Συνήθως τὰ ἀπλά ἄλατα, τὰ συνιστώμενα ἐν διπλοῦν ἄλας, ἔχουν κοινὸν ἀνιόν, σπανιώτερον δὲ κοινὸν κατιόν:

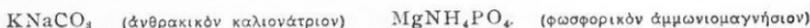


Ἐἰδικὸν τύπον διπλῶν ἀλάτων ἀποτελοῦν αἱ **στυπτηριαί**, αἱ ὁποῖαι εἶναι διπλά

θειικά άλατα μονοσθενούς και τρισθενούς μετάλλου, ήτοι έχουν γενικόν τύπον :



3. **Μικτά άλατα** καλούνται τά άλατα, τά όποια προέρχονται έκ τής έξουδετερώσεως ενός πολυβασιικού όξέος, υπό περισσοτέρων τής μιās βάσεων, και αντίστροφως. Π.χ.



Έθεωρείτο ότι ή διαφορά μεταξύ διπλών και μικτών αλάτων συνίσταται εις τό ότι τά διπλά άλατα είναι ενώσεις προσθήκης, ενώ τά μικτά, προϊόντα αντικαταστάσεως. Κατά τās σημερινάς όμως άπόψεις, θεωρούνται άμφότερα ως προϊόντα συγκρουταλλώσεως άπλών αλάτων, υπό όρισμένην αναλογία, τά όποια διαλυόμενα εις ύδωρ παρέχουν πάντα τά ίόντα, έκ τών όποιων συνίστανται.

4. **Σύμπλοκα άλατα** ονομάζονται τά άλατα, τά όποια, διαλυόμενα εις τό ύδωρ διίστανται εις ίόντα, έκ τών όποιων έν τουλάχιστον είναι πολυπλόκου συντάξεως, άποτελούμενον έκ συγκροτήματος άπλών ίόντων και καλείται **σύμπλοκον ίόν**.

Π.χ. κατά την επίδρασιν KCN επί $Fe(CN)_2$ λαμβάνει χώραν ή αντίδρασις :



Τό σχηματιζόμενον άλας $K_4[Fe(CN)_6]$ (σιδηροκυανιοϋχον κάλιον), έν ύδατικῷ διαλύματι, παρέχει τās χαρακτηριστικās αντιδράσεις του ίόντος K^+ , όχι όμως και τās αντιδράσεις τών ίόντων Fe^{++} και CN^- . Άντιθέτως τό διάλυμα του άλατος αυτού παρουσιάζει τās τελείως διαφόρους αντιδράσεις του συμπλόκου ίόντος $[Fe(CN)_6]^{--}$.

Τά σύμπλοκα ίόντα συνίστανται έξ ενός άπλου ίόντος, συνήθως κατιόντος βαρέος μετάλλου : Fe, Ni, Co, Ag, Cu, Au, Pt κ. ά. καλούμενον **κεντρικόν άτομον**, τό όποιον συγκρατεί όρισμένον αριθμόν έτέρων άπλών ίόντων ή ουδέτερων ριζών ή μορίων, τά όποια καλούνται **υποκαταστάται**. Ό αριθμός τών υποκαταστατών, τούς όποιους συγκρατεί τό κεντρικόν άτομον, καλείται **άριθμός μοριακής συντάξεως**.

Πρός εξήγησιν τής συντάξεως τών συμπλόκων ίόντων, ό Werner (1893) παρεδέχθη ότι τά στοιχεία, τά όποια εισέρχονται ως κεντρικά άτομα προς σχηματισμόν συμπλόκων ίόντων, διαθέτουν, πλην τών κυρίων σθενών των και **δευτερεύοντα σθένη** (ή παρατομικότητα), διά τών όποιων τό άτομον αυτών δύναται νά συγκρατήση διάφορα ίόντα ή και ουδέτερα μόρια.

Σήμερον γνωρίζομεν ότι ή σύνταξις του συμπλόκου ίόντος έξαρτάται έκ τής ηλεκτρονικής δομής, τόσον του κεντρικού άτόμου, όσον και τών υποκαταστατών και ότι οι μετὰξυ αυτών δεσμοί όφείλονται, όπως συμβαίνει γενικῶς με τούς χημικούς δεσμούς, εις δυνάμεις ηλεκτρικής φύσεως.

2. Άνυδρίται όξέων και βάσεων

Τά όξειδια, αναλόγως του χημικού των χαρακτήρος, ταξινομούνται εις όξινα, βασικά, έπαμφοτερίζοντα και ουδέτερα.

α) **Όξινα όξειδια** καλούνται τά όξειδια, τά όποια αντιδρούν με βάσεις και σχηματίζουν άλατα, συμπεριφερόμενα οϋτω ως όξεία :



Τά όξινα όξειδια είναι συνήθως όξειδια άμετάλλων, ονομάζονται δε και **άνυδρίται όξείων**, διότι προκύπτουν έκ τών όξέων δι' αφαιρέσεως ύδατος :



Τά όξινα όξειδια ονομάζονται επίσης και **όξεογόνα**, διότι τά πλείστα έξ αυτών αντιδρούν μετά του ύδατος και παρέχουν όξεία :



β) Βασικά οξείδια καλούνται τα οξείδια, τα οποία αντιδρούν με τα όξέα και σχηματίζουν άλατα, συμπεριφερόμενα ούτω ως βάσεις :



Τα βασικά οξείδια είναι οξείδια μετάλλων, ονομάζονται δε και **άνυδρίται βάσεων**, διότι προκύπτουν εκ των βάσεων δι' αφαιρέσεως ύδατος :



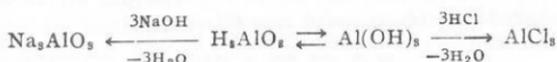
Τα βασικά οξείδια ονομάζονται επίσης και **βασεογόνα**, διότι τινά εξ αυτών αντιδρούν μετά του ύδατος και παρέχουν βάσεις :



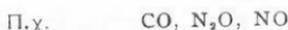
γ) Έπαμφοτερίζοντα οξείδια καλούνται τα οξείδια, τα οποία αντιδρούν τόσον με όξέα όσον και με βάσεις και σχηματίζουν άλατα, συμπεριφερόμενα ούτω άλλοτε ως όξια και άλλοτε ως βασικά :



Τα έπαμφοτερίζοντα οξείδια δύνανται να θεωρηθούν ως άνυδρίται των έπαμφοτερίζοντων ύδροξειδίων, τα οποία παρουσία όξέων συμπεριφέρονται ως βάσεις και παρουσία βάσεων ως όξια :



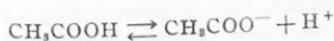
δ) Ουδέτερα οξείδια καλούνται τα οξείδια, τα οποία δέν έχουν ούτε όξινους ούτε βασικές ιδιότητες, δηλαδή δέν αντιδρούν ούτε με όξέα, ούτε με βάσεις :



3. Ίσχυς των όξέων και βάσεων Άσθενείς και ίσχυροί ήλεκτρολύται

Συμφώνως προς την θεωρίαν του Arrhenius, τα διαλύματα του ύδροχλωρικού και του όξικου όξέος (CH_3COOH), το μόριον εκάστου των οποίων παρέχει εις το ύδωρ δύο ίοντα, θα έπρεπε να έμφανίζουν διπλάσιαν όσωμωτικήν πίεσιν από διαλύματα μη ήλεκτρολύτου (π.χ. καλαμοσακχάρου) τής αútής συγκεντρώσεως. Η πειραματικώς εύρισκομένη όμως όσωμωτική πίεσις διαλύματος HCl ύπολείπεται κατά τι τής άναμενομένης τιμής, ένω εις τα διαλύματα του CH_3COOH είναι κατά πολύ μικρότερα. Έπίσης ή πειραματικώς προσδιοριζόμενη άγωγιμότης των διαλυμάτων αυτών είναι μικρότερα τής άναμενομένης.

Πρός έξήγησιν των άνωτέρω ό Arrhenius διετύπωσε την άποψιν περί τής μερικής διαστάσεως των ήλεκτρολυτών, συμφώνως προς την όποιαν, κατά την διάλυσιν ήλεκτρολύτου τινός εις το ύδωρ, δέν δίσταται το σύνολον των μορίων αυτού εις ίοντα, αλλά μεγαλύτερον ή μικρότερον ποσοστόν εξ αυτών, άποκαθισταμένης δυναμικής ίσορροπίας μεταξύ των ίοντων και των άδιαστάτων μορίων :



Βαθμός διαστάσεως ή ιονισμού ήλεκτρολύτου τινός καλείται το κλάσμα του γραμμορίου αυτού, το όποιον εύρίσκεται έν διαστάσει, ή άλλως το επί τοις εκατόν ποσόν των έν διαστάσει εύρισκομένων μορίων.

Ο βαθμός διαστάσεως ήλεκτρολύτου προσδιορίζεται είτε διá μετρήσεως τής ήλεκτρικής άγωγιμότητος των διαλυμάτων του είτε δι' ύπολογισμού τής άποκλίσεως, την όποιαν έμφανίζουν ταύτα εκ των νόμων τής όσωμωτικής πίεσεως και του Raoult.

Διά τοιούτων μετρήσεων εύρεθη π.χ. ότι ο βαθμός ιονισμού διαλυμάτων υδροχλωρικού όξέος και όξικου όξέος 0,1 Μ είναι αντίστοιχώς 92% και 1,34 %.

Ο βαθμός διαστάσεως εξαρτάται κατ' αρχήν έκ της φύσεως του ηλεκτρολύτου επηρεάζεται όμως σημαντικώς και έκ διαφόρων παραγόντων, όπως είναι ή συγκέντρωσις του διαλύματος. Ούτω, όσον άραιότερον είναι τό διάλυμα ενός ηλεκτρολύτου, τόσον μεγαλύτερα είναι ή διάστασις αυτού.

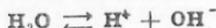
Επί τη βάσει τών άνωτέρω ό Arrhenius διακρίνει τούς ηλεκτρολύτας εις Ισχυρούς και άσθενείς. Ός **Ισχυροί** χαρακτηρίζονται οι ηλεκτρολύται, οι όποιοι εις τά διαλύματα τών δίστανται εις μεγάλον βαθμόν (π.χ. HCl), ενώ **άσθενείς** οι ηλεκτρολύται, οι όποιοι ύφίστανται εις τά διαλύματά τών μικράν μόνον διάστασιν (π.χ. CH₃COOH).

Ούτω Ισχυροί ηλεκτρολύται είναι έκ τών όξέων τά HCl, HNO₃, H₂SO₄ και έκ τών βάσεων τά υδροξείδια του K⁺, Na⁺, Ca⁺⁺ και Ba⁺⁺.

4. Συγκέντρωσις Ιόντων υδρογόνου

Ένεργός όξύτης - P_H

Τό ύδωρ και όταν όκόμε ή είναι χημικώς καθαρόν παρουσιάζει έλαχίστην τινά ηλεκτρικήν άγωγιμότητα, ή όποία δέν είναι δυνατόν νά εξηγηθί έκ της παρουσίας ξένων ούσιών. Τό γεγονός τούτο, έν συνδυασμῷ πρὸς τήν χημικήν συμπεριφοράν του ύδατος εις τινας περιπτώσεις, ώδήγησεν εις τό συμπέρασμα, ότι **τό ύδωρ δίσταται κατ' έλάχιστον βαθμόν εις Ιόντα, κατά τήν έξίσωσιν :**



Συνεπὸς εις τό χημικώς καθαρόν ύδωρ ύπάρχει ίσος αριθμός H⁺ και OH⁻. Ένεκα τούτου ή αντίδρασις του είναι ουδέτερα.

Ός άποδεικνύεται Ισχύει ή σχέσησις: $[H^+] \cdot [OH^-] = K^-$ ένθα K⁻ ή σταθερά του γινόμενου τών συγκεντρώσεων τών Ιόντων του ύδατος, τής όποιας ή τιμή εξαρτάται έκ της θερμοκρασίας.

Ητοι, τό γινόμενον τών συγκεντρώσεων τών Ιόντων του ύδατος είναι σταθερόν δι' ώρισμένην θερμοκρασίαν. Η τιμή του γινομένου τούτου εις 25° C είναι ίση πρὸς 10⁻¹⁴ (1), έφ' όσον δέ αί συγκεντρώσεις τών H⁺ και OH⁻ εις τό χημικώς καθαρόν ύδωρ είναι ίσαι, έπιεται ότι ή συγκέντρωσις έκάστου τών Ιόντων αυτού είναι 10⁻⁷ γραμμοίοντα (*) ανά λίτρον (2).

$$(1) \quad [H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

$$(2) \quad [H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$$

Έπομένως εις έν λίτρον χημικώς καθαρού ύδατος περιέχονται (εις 25° C) 10⁻⁷ γραμμοίοντα H⁺ = 10⁻⁷ gr Ιόντων H⁺ και 10⁻⁷ γραμμοίοντα OH⁻ = 17 · 10⁻⁷ gr Ιόντων OH⁻.

Έφ' όσον τό γινόμενον τών συγκεντρώσεων τών Ιόντων του H₂O είναι σταθερόν, εάν ή συγκέντρωσις ενός έξ αυτών αύξηθί, διά προσθήκης μικράς ποσότητος όξέος ή βάσεως, τότε έλαττοῦται αυτομάτως ή συγκέντρωσις του έτέρου, ώστε τό γινόμενον νά παραμένη σταθερόν.

Συμφώνως πρὸς τά άνωτέρω, δεδομένου ότι ή-δζινος ή ή βασιική αντίδρασις ενός διαλύματος εξαρτάται έκ τών συγκεντρώσεων τών Ιόντων H⁺ και OH⁻, είναι δυνατόν αύτη νά έκφρασθί διά τής συγκεντρώσεως του ενός μόνον έξ αυτών, έφ' όσον αύτη έπιτρέπει τήν γνώσιν τής συγκεντρώσεως και του έτέρου· π.χ. εάν ή συγκέντρωσις τών H⁺ είναι 10⁻⁶ γραμμοίοντα / lt, ή συγκέντρωσις τών OH⁻ θά είναι 10⁻⁸ γραμμοίοντα / lt, ώστε νά Ισχύη ή σχέσησις: 10⁻⁶ · 10⁻⁸ = 10⁻¹⁴

(*) Γραμμοίον καλεϊται μάζα τώσων gr έκ τινος Ιόντος, όσον τό άθροισμα τών ατομικῶν βαρῶν τών ατόμων, έκ τών όποίων αποτελείται. Π.χ. 1 γραμμοίον SO₄⁻² = 96 gr.

Ούτως επεκράτησε να χαρακτηρίζεται ή δξινος ή ή βασική αντίδρασις ενός διαλύματος διά τής συγκεντρώσεως τών Ιόντων ύδρογόνου αυτού. Αύτη, ως λίαν μικρά, εις τās περισσοτέρας περιπτώσεις, εκφράζεται δι' ενός πολύ μικρού αριθμού, ό όποιος αναγράφεται υπό μορφήν άρνητικής δυνάμεως του δέκα: $[H^+] = 10^{-P}$

Η συχνή όμως χρήςις τής συγκεντρώσεως τών H^+ , επέβαλε τον υπό του Sørensen προταθέντα άπλοότερον τρόπον εκφράσεως ταύτης. Κατ' αυτόν, ή δξινος ή ή βασική αντίδρασις ενός διαλύματος εκφράζεται διά του εκθέτου P τής συγκεντρώσεως τών H^+ με αντίθετον σημείον, ήτοι διά του άρνητικού δεκαδικού λογαριθμού τής συγκεντρώσεως τών H^+ και συμβολίζεται διά του συμβόλου P_H (puissance Hydrogène).

$$P_H = -\log [H^+]$$

Π.χ. εάν ή συκέντρωσις τών Ιόντων H^+ ενός διαλύματος είναι 10^{-5} γραμμοί/lt, τότε $P_H = -\log 10^{-5} = 5$.

Ούτω, εις διάλυμα ουδετέρας αντίδράσεως : $[H^+] = 10^{-7}$ και $P_H = 7$,
 » » δξίνου » : $[H^+] > 10^{-7}$ » $P_H < 7$
 και » » άλκαλικής » : $[H^+] < 10^{-7}$ » $P_H > 7$

Τό P_H άποδίδει τήν καλουμένην **ένεργον ή πραγματικήν δξύτητα** διαλύματος, ή όποια δέν είναι άνάλογος τής συγκεντρώσεως του έν διαλύσει όξέος, αλλά του αριθμού τών H^+ , τά όποία τούτο άποδίδει.

Ο κατωτέρω πίναξ δεικνύει τήν σχέσιν μεταξύ $[H^+]$, $[OH^-]$ και P_H .

$[OH^-]$	10^{-14}	10^{-13}	10^{-12}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0
$[H^+]$	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}	10^{-14}
P_H	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Ισχυρως

δξινον

ασθενως

οξυτερον

ασθενως

αλκαλικον

Ισχυρως

Η ανωτέρω κλίμαξ του Sorensen θα ήδύνατο να επεκταθ ή προς τά κάτω και προς τά άνω, δηλ. εις διαλύματα συγκεντρώσεως H^+ μεγαλυτέρας του 1 ή μικροτέρας του 10^{-14} . Τούτο όμως δέν έχει πρακτικήν αξίαν και ένεκα τούτου δέν όμιλούμεν περι άρνητικών τιμών του P_H , είτε περι τιμών ανωτέρων του 14.

Η έννοια του P_H έχει μεγάλην σημασίαν διά τās φυσικάς έπιστήμας έν γένει, τήν τεχνικήν και τήν Ιατρικήν. ΑΙ φυσιολογικά αντίδράσεις συνδέονται με έν ώρισμένον P_H και κάθε όργον έντός όργανισμου έχει σταθερόν P_H . Α. χ. τό αίμα 7,32-7,35, τά ούρα 5,3-7, τό γαστρικόν όργον 1,73, ό σιελος 6,7-7,2.

Προσδιορισμός του P_H — Δείκται — Ρυθμιστικά διαλύματα. Τό P_H προσδιορίζεται διά διαφόρων μεθόδων, μία τών όποιων είναι ή **χρωματομετρική μέθοδος**. Αύτη στηρίζεται εις τό γεγονός, ότι οργανικά τινες ένώσεις, καλούμενα **δείκται**, μεταβάλλουν χρώμα, όταν μεταβάλλεται τό P_H του διαλύματος, έντός του όποιου εύρίσκονται.

Διά τόν προσδιορισμόν του P_H ενός διαλύματος συγκρίνομεν τό χρώμα, τό όποιον λαμβάνει ό κατάλληλος δείκτης έντός αυτού, με τό χρώμα τό όποιον λαμβάνει ό αυτός δείκτης εις σειράν διαλυμάτων γνωστού P_H . Τοιαύτα διαλύματα είναι τά καλούμενα **ρυθμιστικά διαλύματα**, τά όποια είναι διαλύματα ασθενών όξέων μετά τών άλάτων των, έχοντα σταθερόν P_H , μη μεταβαλλόμενον δι' άραιώσεως είτε διά προσθήκης μικράς ποσότητος όξέος ή βάσεως.

5. ΄Εξουδετέρωσις — ΄Υδρολύσις

1. ΄Εξουδετέρωσις. ΄Ως ανέφερθη, τὰ διαλύματα τῶν ὀξέων παρουσιάζουν δξινον ἀντίδρασιν, ὀφειλομένην εἰς τὴν περίσσειαν τῶν ἰόντων H^+ ἔναντι τῶν ἰόντων OH^- καὶ τὰ διαλύματα τῶν βάσεων ἀλκαλικῆν ἀντίδρασιν, ὀφειλομένην εἰς τὴν περίσσειαν τῶν ἰόντων OH^- ἔναντι τῶν ἰόντων H^+ .

΄Εάν εἰς τὸ διάλυμα ὀξέος προστεθῆ διάλυμα περιέχον ἰσοδύναμον πρὸς τὸ ὀξέον ποσότητα βάσεως, ἐξουδετεροῦνται τὸσον αἱ δξινὸν ἰδιότητες τοῦ ὀξέος, ὅσον καὶ αἱ ἀλκαλικαὶ ἰδιότητες τῆς βάσεως καὶ τὸ προκύπτον διάλυμα εἶναι οὐδέτερον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἐξουδετέρωσις**.

Τὸ γεγονός ὅτι κατὰ τὴν ἀλληλεπίδρασιν ἰσοδυνάμων ποσοτήτων ὀξέος καὶ βάσεως, λαμβάνεται διάλυμα οὐδέτερας ἀντιδράσεως, δηλαδὴ μὴ δεικνύον οὔτε δξινον οὔτε βασικὴν ἀντίδρασιν, ἐξηγεῖται ἐκ τοῦ ὅτι τὰ κατιόντα ὑδρογόνου καὶ τὰ ἀνιόντα ὑδροξυλίου συνηνώθησαν μεταξύ των πρὸς σχηματισμὸν μορίων ὕδατος, ἐκ τῆς ἐλαχίστης διαστάσεως τῶν ὁποίων προκύπτει ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς H^+ καὶ OH^- .

΄Εστω ὡς παράδειγμα ἡ ἀντίδρασις μεταξύ $NaOH$ καὶ HCl , ἡ ὁποία παρίσταται ὑπὸ τῆς ἐξίσωσεως :



Δεδομένου ὅτι, τὸσον τὸ HCl καὶ τὸ $NaOH$, ὅσον καὶ τὸ σχηματιζόμενον $NaCl$ εἶναι ἰσχυροὶ ἠλεκτρολύται, διιστάμενοι ποσοτικῶς εἰς ἰόντα, ἡ ἐξίσωσις δύναται νὰ παρασταθῆ οὕτω :

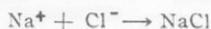


καὶ δι' ἀπαλοιφῆς τῶν ὁμοίων ἰόντων εἰς τὰ δύο μέλη τῆς ἐξίσωσεως :



΄Επομένως, κατὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν δὲν ἐπέρχεται οὐδεμία μεταβολὴ εἰς τὸ ἀνίον τοῦ ὀξέος καὶ τὸ κατιόν τῆς βάσεως, τὰ ὁποῖα παραμένουν εἰς τὸ διάλυμα ὑπὸ τὴν αὐτὴν κατάστασιν. Συνεπῶς, ἡ **ἐξουδετέρωσις συνίσταται εἰς τὴν συνένωσιν κατιόντων ὑδρογόνου μετ' ἀνιόντων ὑδροξυλίου πρὸς σχηματισμὸν μορίων ὕδατος**, εἶναι δὲ ἀντίδρασις ἐξώθερος.

Κατὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ ὡς ἄνω προκύψαντος κατὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν διαλύματος, ἀπομένει κρυσταλλικὸν σῶμα, τὸ ἅλας $NaCl$, οἱ κρυσταλλοὶ τοῦ ὁποίου συνίστανται ἐκ τῶν κατιόντων τῆς βάσεως (Na^+) καὶ τῶν ἀνιόντων τοῦ ὀξέος (Cl^-) :



Κατὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν, ἀντιθέτως, διαλύματος H_2SO_4 ὑπὸ διαλύματος $Ca(OH)_2$ τὸ σχηματιζόμενον ἅλας ($CaSO_4$) πίπτει ὑπὸ μορφὴν κρυσταλλικοῦ ἰζήματος, προερχομένου ἐκ τῆς συνενώσεως τῶν κατιόντων (Ca^{++}) τῆς βάσεως καὶ τῶν ἀνιόντων (SO_4^{--}) τοῦ ὀξέος, ἐνῶ μικρὸς μόνον ἀριθμὸς αὐτῶν παραμένει ἐν διαλύσει, σχηματίζων κρυστάλλους μόνον μετὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ διαλύματος :



΄Εξ ὅλων τῶν ἀνωτέρω συνάγεται, ὅτι **ἐξουδετέρωσις** εἶναι ἡ ἀντίδρασις μεταξύ ὀξέος καὶ βάσεως, κατὰ τὴν ὁποῖαν τὰ κατιόντα ὑδρογόνου τοῦ ὀξέος συνεννοῦνται μετὰ τῶν ἀνιόντων ὑδροξυλίων τῆς βάσεως πρὸς σχηματισμὸν ὕδατος, ἐνῶ συγχρόνως τὰ ἀνιόντα τοῦ ὀξέος μετὰ τὰ κατιόντα τῆς βάσεως σχηματίζουν ἅλας, τὸ ὁποῖον ἀναλόγως τῆς διαλυτότητος αὐτοῦ, εἴτε πίπτει κατὰ μέγιστον μέρος ὑπὸ μορφὴν κρυσταλλικοῦ ἰζήματος, εἴτε παραμένει ἐν διαλύσει, ὑπὸ μορφὴν ἰόντων :



βάσις

ὀξέο

ἅλας

ὕδωρ

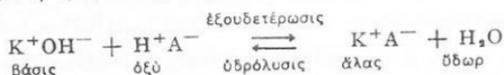
K^+ = κατιόν μέταλλον ἢ ρίζα ἠλεκτροθετικῆ

A^- = ἀνιόν ἀμέταλλον ἢ ρίζα ἠλεκτραρνητικῆ

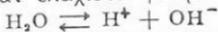
2. Ύδρολυσις. Τό διάλυμα του NaCl, τό όποϊον προέκυψεν έκ τής άλληλοεξουδετερώσεως Ισοδυνάμων ποσοτήτων HCl και NaOH έμφανίζει, ώς άνεμένετο, ούδετέραν αντίδρασιν. Είς τās περισσοτέρας περιπτώσεις, έν τούτοις, τό διάλυμα άλλατος δέν δεικνύει ούδετέραν, άλλά δξινον ή βασιικήν αντίδρασιν, όφειλομένην είς τό φαινόμενον τής υδρολύσεως.

Ύδρολυσις άλλατος καλείται ή υπό του ύδατος διάσπασις αύτου είς τό δξυ και τήν βάσιν έκ τών όποϊων προέρχεται.

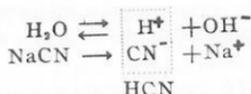
Επομένως ή υδρολύσις είναι φαινόμενον αντίθετον τής έξουδετερώσεως. Άκριβέστερον, τά δύο αύτά φαινόμενα συνιστούν άμφίδρομον αντίδρασιν, ή όποία, άναλόγως τής φύσεως του άλλατος και τών έξωτερικών συνθηκών, εύρίσκεται μετατοπισμένη πρός τά δεξιά ή πρός τά άριστερά :



Η υδρολύσις τών άλλατων όφείλεται είς τήν κατ' έλάχιστον βαθμόν διάσπασιν τών μορίων του ύδατος κατά τήν έξίσωσιν :

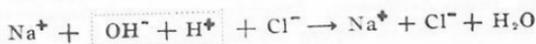


Συνεπώς, έν είς τό ύδωρ προστεθή ούσία δεσμεύουσα τό έν τών Ιόντων του, ή Ισορροπία μετατοπίζεται πρός τά δεξιά και τοιουτοτρόπως ή συγκέντρωσις του έτέρου Ιόντος αύξάνει. Ούτω, άνιόντα άσθενούς όξέος δεσμεύουν τά H^+ σχηματίζοντα μετ' αύτών άδιάστατα μόρια όξέος, με συνέπειαν τήν αύξησιν τής συγκέντρώσεως τών OH^- :

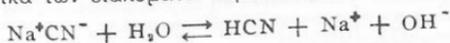


Συμφώνως πρός τά άνωτέρω, τό φαινόμενον τής υδρολύσεως λαμβάνει χώραν είς διαλύματα άλλατων, τών όποϊων τό άνιόν ή τό κατιόν, ή και άμφότερα, προέρχονται έξ άσθενούς όξέος ή άσθενούς βάσεως άντιστοίχως. Ούτω διακρίνομεν τās έξής περιπτώσεις :

1. "Αλατα προερχόμενα έξ Ισχυρού όξέος και Ισχυράς βάσεως. Ταύτα δέν υδρολύνονται και συνεπώς τά ύδατικά των διαλύματα έμφανίζουν ούδετέραν αντίδρασιν. Ένεκα τούτου ή έξουδετέρωσις Ισχυρού όξέος, υπό Ισχυράς βάσεως, είναι ώς λέγομεν, ποσοτική αντίδρασις :



2. "Αλατα προερχόμενα έξ άσθενούς όξέος και Ισχυράς βάσεως. Ταύτα υδρολύνονται και τά ύδατικά των διαλύματα παρουσιάζουν άλκαλικήν αντίδρασιν :



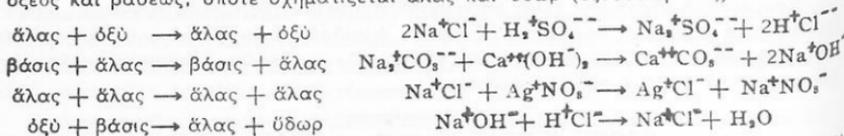
3. "Αλατα προερχόμενα έξ Ισχυρού όξέος και άσθενούς βάσεως. Ταύτα υδρολύνονται και τά ύδατικά των διαλύματα παρουσιάζουν δξινον αντίδρασιν.

4. Τά άλλατα τά προερχόμενα έξ άσθενούς όξέος και άσθενούς βάσεως υδρολύνονται και μάλιστα είς μεγαλύτερον βαθμόν, έφ' όσον ή υδρολύσις όφείλεται είς άμφότερα τά Ιόντα. Η αντίδρασις, τήν όποϊαν δεικνύει τό ύδατικόν διάλυμα τοιούτου άλλατος, έξαρτάται έκ τής σχετικής Ισχύος του όξέος και τής βάσεως, έκ τών όποϊων προέρχεται. Τό Ισχυρότερον έξ αύτών ύπερισχύει δίδον είς τό διάλυμα τήν Ιδικήν του αντίδρασιν.

Ός άνεφέρθη, λόγω του άμφιδρόμου τής αντιδράσεως, ή υδρολύσις είς έλαχίστας περιπτώσεις προχωρεί μέχρι τής όλικής διασπάσεως του άλλατος. Είς τās περισσότεράς τών περιπτώσεων άποκαθίσταται Ισορροπία μεταξύ έξουδετερώσεως και υδρολύσεως, με άποτέλεσμα τήν εμφάνισιν έλαφρώς δξινού ή βασιικής αντιδράσεως είς τό διάλυμα.

6. 'Αντιδράσεις Ιόντων (διπλής αντικαταστάσεως)

Αι αντιδράσεις μεταξύ των ηλεκτρολυτών λαμβάνουν χώραν ἐντός διαλυμάτων δι' ἀνταλλαγῆς τῶν ἰόντων των. Ἐίναι δηλαδή ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως, κατὰ τὰς ὁποίας σχηματίζονται σώματα τῆς ἰδίας χημικῆς τάξεως μετὰ τὴν ἀντιδρῶντα, ἐξαιρέσει τῆς περιπτώσεως, κατὰ τὴν ὁποίαν ἔχομεν ἀντίδρασιν μεταξὺ ὀξέος καὶ βάσεως, ὅποτε σχηματίζεται ἄλας καὶ ὕδωρ (ἐξουδετέρωσις):

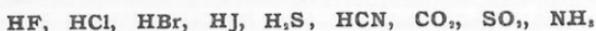


'Αντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως μεταξύ δύο ὀξέων ἢ δύο βάσεων ἢ μεταξὺ δύο ἁλῶν ἐχόντων ὅμοιον τὸ ἓν ἐκ τῶν δύο ἰόντων, εἶναι φανερόν ὅτι δὲν νοοῦνται.

Αἱ ἀνωτέρω ἀντιδράσεις, δὲν λαμβάνουν χώραν κατὰ τὴν ἀνάμειξιν τῶν διαλυμάτων δύο ὁμωνύμων ηλεκτρολυτῶν. Οὕτω, κατὰ τὴν ἀνάμειξιν διαλυμάτων KCl καὶ NaJ , οὐδεμία ἀντίδρασις λαμβάνει χώραν, ἐντός τοῦ διαλύματος δὲ συνυπάρχουν ἀνεξάρτητα ἀλλήλων ἰόντα K^+ , Cl^- , Na^+ καὶ J^- .

Αἱ ἀνωτέρω ἀντιδράσεις εἶναι δυνατὰ μόνον ὅταν δύο ἐκ τῶν ἐν διαλύσει εὑρισκομένων ἰόντων, τῶν προερχομένων ἐκ τῆς διαστάσεως δύο ηλεκτρολυτῶν, συνεννοῦνται μεταξύ των πρὸς σχηματισμὸν σώματος, τὸ ὁποῖον εἴτε καταπίπτει ὡς ἀδιάλυτον ἴζημα, εἴτε ἐκφεύγει ὡς ἀέριον, εἴτε ἰονίζεται κατ' ἐλάχιστον βαθμὸν.

1. Σχηματισμὸς ἀερίου. Τὰ συνηθέστερον σχηματιζόμενα ἀέρια κατὰ τὰς ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως μεταξύ ηλεκτρολυτῶν εἶναι τὰ ἐξῆς:



Αἱ κατωτέρω ἀντιδράσεις ὀφείλονται ἀκριβῶς εἰς τὸν σχηματισμὸν τοιούτων ἀερίων ἐνώσεων:



'Επὶ τῶν ἀντιδράσεων αὐτῶν, δέον νὰ ληφθῶν ὑπ' ὄψιν εἰσὶ τὰ ἐξῆς:

α. Ὅταν τὸ ἀέριον, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται, εἶναι λίαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὑδατὸς τότε, διὰ νὰ λάβῃ χώραν ἀντίδρασις, ἀπαιτεῖται προσφορὰ θερμότητος, ὥστε νὰ ἐλαττωθῇ ἡ διαλυτότης αὐτοῦ καὶ νὰ ἐκφύγῃ τοῦ διαλύματος:



'Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἐξισώσεων καταφαίνεται, ὅτι αἱ ἀντιδράσεις, εἰς τὰς ὁποίας συμμετέχουν πολυβασικὰ ὀξέα, λαμβάνουν χώραν εἰς περισσότερα τοῦ ἑνὸς στάδια.

'Ἐννοεῖται, ὅτι αἱ ἀντιδράσεις αὗται δὲν εἶναι δυνατόν νὰ λάβουν χώραν εἰς κλειστὸν πῶρον, εἰς τὸν ὁποῖον ἀποκλείεται ἡ διαφυγὴ τοῦ σχηματιζομένου ἀερίου. Εἰς τὰς περιπτώσεων ταύτην ἀποκαθίσταται ἰσορροπία μεταξύ ἀντιδρῶντων σωμάτων καὶ προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν σχηματίζεται εὐδιάλυτον σῶμα καὶ δὲν προσφέρεται θερμότης, ὥστε νὰ ἐλαττωθῇ ἡ διαλυτότης αὐτοῦ. Ἡ ἰσορροπία καὶ εἰς τὰς δύο ἀνωτέρω περιπτώσεις εἶναι μετατοπιζομένη πρὸς τὸ μέρος τῶν ἀντιδρῶντων σωμάτων:



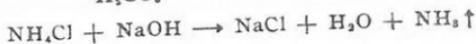
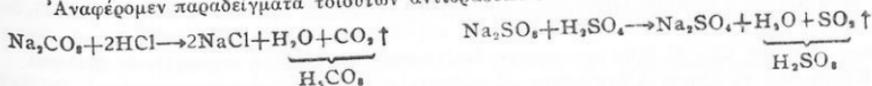
β. 'Αντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως λαμβάνουν χώραν καὶ ὅταν ἐν ἐκ τῶν ὄντων τῆς ἀντιδράσεως δὲν εἶναι μὲν ὑπὸ συνήθεις συνήθεις ἀέριον, ἀλλὰ ἡ ἀντίδρασις ἐπιτελεῖται εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τοῦ σ. ζ. αὐτοῦ:



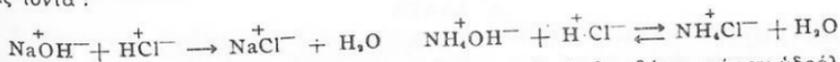
γ. Εἰς τινὰς περιπτώσεις, αἱ ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως ὀφείλονται εἰς τὸ γεγονός, ὅτι ἐν ἑκ τῶν σχηματιζομένων προϊόντων διασπάται, παρέχον ἀέριον, τὸ ὅποιον ἐκφεύγει. Τοῦτο συμβαίνει εἰς τὴν περίπτωσιν σχηματισμοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος (H_2CO_3), ἢ θειώδους ὀξέος (H_2SO_3), τὰ ὁποῖα διασπῶνται εἰς τοὺς ἀερίους ἀνυδρίτας τῶν καὶ ὕδωρ:



Ἀναφερόμεν παραδείγματα τοιούτων ἀντιδράσεων :

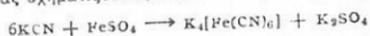


2. Σχηματισμὸς σώματος ἐλάχιστου ἰονιζομένου. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ὑπάγονται καὶ αἱ ἀντιδράσεις ἐξουδετερώσεως μεταξὺ ὀξέων καὶ βάσεων, κατὰ τὰς ὁποίας σχηματίζεται ὕδωρ, τὸ ὅποιον, ὡς γνωστὸν, δίσταται κατ'ἐλάχιστον βαθμὸν εἰς ἰόντα :



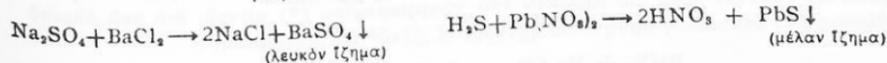
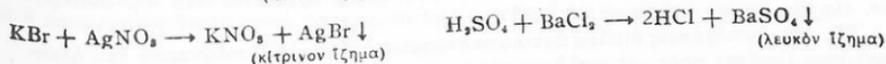
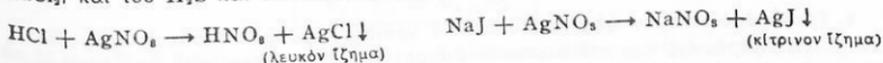
Ἐὰν τὸ ὀξύ ἢ ἡ βᾶσις ἢ καὶ ἀμφότερα εἶναι ἀσθενῆ, λαμβάνει χώραν ὑδρόλυσις τοῦ σχηματιζομένου ἄλατος, ἀποκαθισταμένης δυναμικῆς ἰσορροπίας μεταξὺ ἐξουδετερώσεως καὶ ὑδρόλυσεως. Ἀντιθέτως, ἐὰν τὸ ὀξύ καὶ ἡ βᾶσις εἶναι ἰσχυρὴ ἢ ηλεκτρολύται, ἢ ἀντίδρασις λαμβάνει χώραν ποσοτικῶς.

Εἰς τὴν κατηγορίαν ταύτην εἶναι δυνατόν νὰ συμπεριλάβωμεν καὶ τὰς ἀντιδράσεις ἐκείνας μεταξὺ ἠλεκτρολυτῶν, κατὰ τὰς ὁποίας σχηματίζονται, διὰ συνδυασμοῦ τῶν ἀπλῶν ἰόντων, σύμπλοκα τοιαῦτα:



3. Σχηματισμὸς ἰζήματος. Ἡ περίπτωση εἰς αὕτη εἶναι ἡ συνηθέστερον ἐμφανιζομένη εἰς τὰς ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως καὶ ἀποτελεῖ τὴν κυριώτερον μέθοδον ἀνιχνεύσεως καὶ ποσοτικῶν προσδιορισμῶν τῶν διαφόρων σωμάτων.

Π.χ. Ἡ ἀνιχνεύσις καὶ ὁ ποσοτικὸς προσδιορισμὸς τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, τοῦ ὑδροβρωμικοῦ ὀξέος καὶ τοῦ ὑδροϊωδικοῦ ὀξέος, ὡς καὶ τῶν ἀλάτων αὐτῶν, γίνεται διὰ προσθήκης εἰς τὰ διαλύματα τῶν $AgNO_3$, ὅποτε πύπτουν χαρακτηριστικὰ ἰζήματα $AgCl$, $AgBr$, καὶ AgI ἀντιστοίχως. Ἐπίσης ἡ ἀνιχνεύσις καὶ ὁ ποσοτικὸς προσδιορισμὸς τοῦ H_2SO_4 καὶ τῶν ἀλάτων του, ἐπιτυγχάνεται διὰ προσθήκης διαλύματος $BaCl_2$, καὶ τοῦ H_2S καὶ τῶν ἀλάτων του, διὰ προσθήκης διαλύματος $Pb(NO_3)_2$:

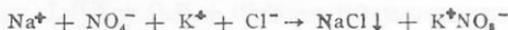


Εἰς τὸ τέλος τῆς παραγράφου, παρατίθεται πίναξ ἐμφαίνων τὰ συνηθέστερον ἀπαντώμενα ἰζήματα κατὰ τὰς ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως.

Εἶναι ὁμως ἀνάγκη νὰ τονισθῇ, ὅτι δὲν ὑπάρχουν ἠλεκτρολύται τελείως ἀδιάλυτοι ἢ διαλυτοὶ ὑπὸ οἰανδήποτε ἀναλογίᾳ, ἀλλὰ ἀπλῶς ἠλεκτρολύται μὲ μικροτέραν ἢ μεγαλύτεραν διαλυτότητα εἴτε ἀπλούστερον εὐδιάλυτοι καὶ δυσδιάλυτοι. Μεταξὺ αὐτῶν δὲν ὑπάρχει σαφὴς διαχωρισμὸς, διότι ἡ μετάβασις, ἐκ τῶν λίαν εὐδιάλυτων εἰς τοὺς πλέον δυσδιάλυτους ἠλεκτρολύτας, εἶναι συνεχῆς.

Οὕτω κατωτέρω ἀναφέρονται οἱ πλέον δυσδιάλυτοι τῶν ἠλεκτρολυτῶν, οἱ ὁποῖοι ἀποτελοῦν, ὡς λέγομεν, χαρακτηριστικὰ ἰζήματα, χωρὶς αὐτὸ νὰ σημαίη, ὅτι οἱ ἀναφερόμενοι ὡς εὐδιάλυτοι δὲν παρουσιάζουν σημαντικὰς διαφορὰς διαλυτότητος μεταξὺ τῶν.

Υπενθυμίζομεν επίσης, ότι, ως αναφέρεται εις την προηγουμένην παράγραφον, διά νά λάβη χώραν μία αντίδρασις διπλής αντικαταστάσεως, δέν είναι απαραίτητον νά σχηματίζεται ως προϊόν έν εκ των κατωτέρω ίζημάτων. Διότι, κατά την συμπύκνωσιν του διαλύματος δύο αλάτων, τά ιόντα αυτών συνδυάζονται κατά τοιοῦτον τρόπον, ὥστε νά σχηματισθῆ τό ἄλας τό ἔχον τήν μικροτέραν διαλυτότητα, τό ὁποῖον καί κρυσταλλοῦται πρῶτον. Οὕτω κατά τήν βραδείαν ψύξιν πυκνοῦ διαλύματος KNO_3 καί NaCl , περιέχοντος ιόντα, K^+ , NO_3^- , Na^+ καί Cl^- , ἀποβάλλεται, διά συνδυασμοῦ τῶν ιόντων Na^+ καί Cl^- , τό ἔχον μικροτέραν διαλυτότητα NaCl , ἐνῶ παραμένει ἐν διαλύσει τό KNO_3 , διά τό ὅποιον ἡ αντίδρασις αὕτη ἀποτελεῖ καί μέθοδον παρασκευῆς:



Π Ι Ν Α Ξ V

Ἐμφαίνων τήν διαλυτότητα τῶν κυριωτέρων ἀνοργάνων χημικῶν ἐνώσεων εἰς H_2O

Α' ΑΛΑΤΑ

Νιτρικά (NO_3^-)	Εὐδιάλυτα	Ἀνθρακικά (CO_3^{--})	Δυσδιάλυτα πλήν τῶν αλάτων: Na^+ , K^+ , NH_4^+
Χλωρικά (ClO_3^-)		Πυριτικά (SiO_3^{--})	
Ὄξινα (CH_3COO^-)		Φωσφορικά (PO_4^{--})	
Χλωριούχα (Cl^-)	Εὐδιάλυτα πλήν τῶν αλάτων:	Ὄξινα ἀνθρ. (HCO_3^-)	Εὐδιάλυτα
Βρωμιούχα (Br^-)		Δισόξ. φωσ. (H_2PO_4^-)	
Ἰωδιούχα (I^-)	Ag^+ , Pb^{++} , Hg^+ , Cu^+	Φθοριούχα (F^-)	Δυσδιάλυτα πλήν K^+ , Na^+ , NH_4^+ ,
Θειικά (SO_4^{--})	Εὐδιάλυτα πλήν τῶν αλάτων: Ba^{++} , Ca^{++} , Pb^{++}	Θειούχα (S^{--})	Δυσδιάλυτα πλήν K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{++} , Ba^{++} , Mg^{++}

Β' ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΑ

Εἶναι δυσδιάλυτα πλήν τῶν ὑδροξειδίων: K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{++} , Ba^{++} .

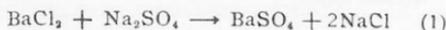
Γ' ΟΞΕΑ

Εἶναι εὐδιάλυτα, πλήν ἐλαχίστων ἐξαιρέσεων, ὡς π.χ. τό H_3BO_3

7. Γραμμοῖσοδύναμον ἤλεκτρολύτου - Κανονικά διαλύματα

1. Γραμμοῖσοδύναμον ἤλεκτρολύτου. Τό γραμμοῖσοδύναμον μιᾶς ἐνώσεως δέν εἶναι μία σταθερά, ὡς π.χ. τό μοριακόν βάρος, ἀλλά ἐξαρτάται ἀπό τήν αντίδρασιν, εἰς τήν ὁποίαν λαμβάνει μέρος ἡ ἔνωσις.

Εἰς τὰς ἀντιδράσεις διπλής αντικαταστάσεως, τό γραμμοῖσοδύναμον τοῦ ἤλεκτρολύτου ἰσοῦται πρὸς τό πηλίκον τοῦ γραμμομορίου (*) αὐτοῦ διά τοῦ ὀλικοῦ σθένους τοῦ θετικοῦ ἢ ἀρνητικοῦ ἰόντος. Π.χ. εἰς τήν ἀντίδρασιν:



τό γραμμοῖσοδύναμον τοῦ BaCl_2 ἰσοῦται πρὸς τό πηλίκον τοῦ γραμμομορίου αὐτοῦ διά δύο, διότι τό σθένος τοῦ ἰόντος βαρίου εἶναι δύο.

Ἐπίσης εἰς τήν ἀντίδρασιν: $\text{BaCl}_2 + \text{NaHSO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{NaCl} + \text{HCl}$ (2) τό γραμμοῖσοδύναμον ἀμφοτέρων τῶν ἐνώσεων ἰσοῦται πρὸς τό ἥμισυ τοῦ γραμμομορίου των, διότι τό δισθενές βαρίον ἐνοῦται μέ τό δισθενές ἰόν SO_4^{--} .

Εἰς τὰς ἀντιδράσεις ἐξουδετερώσεως, τό γραμμοῖσοδύναμον τοῦ ὀξέος ἢ τῆς βάσεως ἰσοῦται πρὸς τό πηλίκον τοῦ γραμμομορίου αὐτῶν διά τοῦ ἀριθμοῦ τῶν

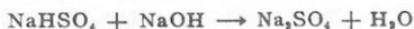
(*) Ἀντί τοῦ γραμμομορίου, προκειμένου περί βάσεων ἢ αλάτων, λέγομεν μᾶζα τῶσων γραμμάτων ὅσον τό τυπικόν βάρος αὐτῶν (βλ. σελ. 77).

κατιόντων υδρογόνου ή ανιόντων υδροξυλίου, τὰ ὅποια ἀποδίδει ἀντιστοίχως ἐν μέρει αὐτῶν π.χ.



Εἰς τὰς ἀνωτέρω ἀντιδράσεις, τὰ γραμμοῖσοδύναμα τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος καὶ τοῦ θεικοῦ ὀξέος εἶναι ἴσα πρὸς τὸ πηλίκον τοῦ γραμμομορίου των διὰ τρία τοῦ πρώτου καὶ διὰ δύο τοῦ δευτέρου.

Εἰς τὴν ἀντίδρασιν μεταξύ NaHSO_4 καὶ NaOH , τὸ γραμμοῖσοδύναμον τοῦ NaHSO_4 ἰσοῦται πρὸς τὸ γραμμομόριον αὐτοῦ καὶ ὄχι πρὸς τὸ γραμμομόριον αὐτοῦ διὰ δύο ὅπως εἰς τὴν ἀντίδρασιν (2), διότι τοῦτο ἀποδίδει ἐν κατιόν υδρογόνου:



*Ὡς θὰ ἴδωμεν εἰς τὰς ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς τὸ γραμμοῖσοδύναμον τῆς ἐνώσεως ἰσοῦται πρὸς τὸ πηλίκον τοῦ γραμμομορίου ταύτης διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἠλεκτρονίων, τὰ ὅποια ἀποδίδει ἢ προσλαμβάνει.

2. Κανονικὰ διαλύματα. Κανονικότης (normality) διαλύματος ἠλεκτρολύτου καλεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμμοῖσοδυνάμων αὐτοῦ, τῶν διαλυμένων εἰς ἓν λίτρον διαλύματος. Αὕτη συμβολίζεται διὰ τοῦ N. Οὕτω :

Κανονικὸν διάλυμα (1 N) καλεῖται τὸ διάλυμα, τὸ περιέχον ἓν γραμμοῖσοδύναμον ἠλεκτρολύτου ἀνὰ λίτρον διαλύματος.

Δεκατοκανονικὸν διάλυμα (0,1 N ἢ N/10) καλεῖται τὸ διάλυμα, τὸ περιέχον ἓν δέκατον τοῦ γραμμοῖσοδυνάμου ἠλεκτρολύτου ἀνὰ λίτρον διαλύματος.

*Αναλόγως διάλυμα 0,4 N, 0,01 N ἢ 3 N καλεῖται τὸ διάλυμα, τὸ ὅποιον περιέχει 0,4, 0,01 ἢ 3 γραμμοῖσοδύναμα ἀντιστοίχως ἀνὰ λίτρον διαλύματος.

*Ἡ χρησιμοποίησις τῶν κανονικῶν διαλυμάτων διευκολύνει κατὰ πολὺ τοὺς ὑπολογισμοὺς κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις μεταξύ ἠλεκτρολυτῶν, διότι ἴσοι ὄγκοι διαλυμάτων τῆς αὐτῆς κανονικότητος περιέχουν ποσότητας ἰσοδυνάμους μεταξύ των. Οὕτω, ὠρισμένοι ὄγκοι διαλύματος ὀξέος ἐξουδετερῶναι ἴσον ὄγκον διαλύματος βάσεως τῆς αὐτῆς κανονικότητος.

*Ἀποδεικνύεται, ὅτι κατὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν διαλυμάτων ὀξέων καὶ βάσεων, διαφόρου κανονικότητος, ἰσχύει ἡ σχέσηις :

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

ἔνθα V_1 καὶ N_1 ὁ ὄγκος καὶ ἡ κανονικότης διαλύματος ὀξέος καὶ V_2 καὶ N_2 ὁ ὄγκος καὶ ἡ κανονικότης διαλύματος βάσεως, τὸ ὅποιον ἐξουδετερῶναι πλήρως τὸ πρῶτον.

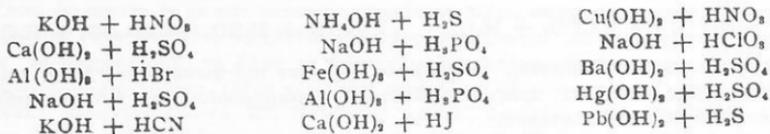
Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

1. Ἀσκήσεις ἐπὶ χημικῶν ἀντιδράσεων

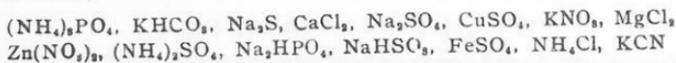
112. Νὰ γραφοῦν αἱ ἰονικαὶ ἐξισώσεις τῆς ἠλεκτρολυτικῆς διαστάσεως τῶν ἀκολουθῶν ἠλεκτρολυτῶν :

HCl	H_2PO_4	FeCl_2	NaOH	Ba(OH)_2
Ca(OH)_2	$\text{Pb(NO}_3)_2$	MgSO_4	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	ZnCl ₂
Na_2SO_4	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	AgNO_3	$\text{Zn(NO}_3)_2$	CuSO_4
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	MgI_2	K_2PO_4	AlCl_3	BiI_3
K_2SO_4	Al(OH)_3	Ag_2SO_4	Cu(OH)_2	NaHCO_3
H_2AsO_4	H_2AlO_2	H_2SO_4	HNO_2	$\text{Ca(H}_2\text{PO}_4)_2$

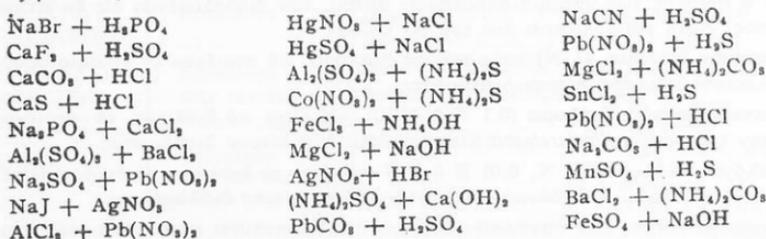
113. Να συμπληρωθούν αι χημικαί εξισώσεις των αντιδράσεων εξουδετερώσεως μεταξύ των κατωτέρω αναγραφόμενων οξέων και βάσεων :



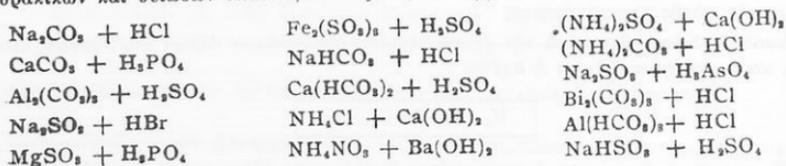
114. Τι αντίδρασιν παρουσιάζουν τα ύδατικά διαλύματα των κάτωθι αναγραφόμενων υλάτων και διατι :



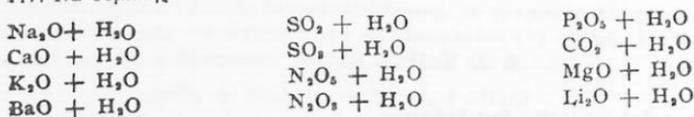
115. Να συμπληρωθούν αι χημικαί εξισώσεις των αντιδράσεων μεταξύ των κατωτέρω ιναγραφόμενων ηλεκτρολυτών και να σημειωθούν διά τών καταλλήλων συμβόλων τά σχη-ιατιζόμενα αέρια και ιζήματα.



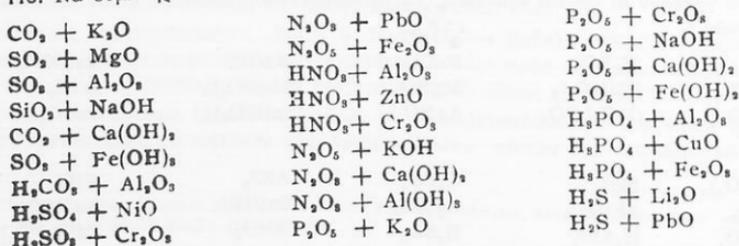
116. Να συμπληρωθούν αι χημικαί εξισώσεις των κατωτέρω αντιδράσεων διασπάσεως άνθρακικών και θειωδών υλάτων, υπό οξέων, και άμμωνιακών, υπό ισχυρών βάσεων.



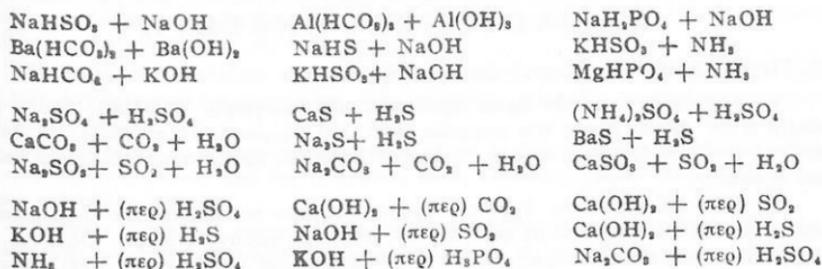
117. Να συμπληρωθούν αι κατωτέρω αντιδράσεις άνυδριτών οξέων και βάσεων με ύδωρ.



118. Να συμπληρωθούν αι κατωτέρω αντιδράσεις μεταξύ άνυδριτών οξέων και βάσεων.



119. Νά συμπληρωθοῦν αἱ ἀκόλουθοι ἀντιδράσεις. (Νά ληφθῆ ὑπ' ὄψιν ὅτι κατὰ τὴν ἐπίδρασιν περισσεύας πολυβασικοῦ ὀξέος ἐπὶ βάσεως ἢ ἄλατος λαμβάνεται ὄξινον ἄλας).



2. Ἀσκήσεις ἐπὶ κανονικῶν καὶ μοριακῶν διαλυμάτων

120. Ποία ἡ κατ' ὄγκον περιεκτικότης κανονικοῦ διαλύματος : α) NaCl , β) CuSO_4 καὶ γ) Na_2PO_4 ; ('Απ. 5,85% . 8% 5,46%)
121. Ποία ἡ μοριακότης διαλύματος Na_2SO_4 , περιεκτικότητος 0,2% κατ' ὄγκον; ('Απ. 0,014 M)
122. Μόσα gr KOH ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν 500 cm^3 διαλύματος 1 N; ('Απ. 28 gr)
123. Πόσα gr H_2SO_4 περιέχονται εἰς 250 cm^3 διαλύματος 5 N; ('Απ. 61,25 gr)
124. Ποία ἡ κανονικότης διαλύματος H_3PO_4 , περιεκτικότητος 20% κατ' ὄγκον; ('Απ. 6,12 N)
125. Πόσα cm^3 διαλύματος ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος 13 N ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν 1 lt διαλύματος ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος 5 N; ('Απ. 384,6 cm^3)
126. Πόσα cm^3 διαλύματος 1 N NaOH ἀπαιτοῦνται πρὸς ἐξουδετέρωσιν 15,5 cm^3 διαλύματος 5 N HCl ; ('Απ. 77,5 cm^3)
127. Ἐντὸς δοχείου φέρονται 20 cm^3 διαλύματος H_2SO_4 0,5 M, 100 cm^3 διαλύματος HCl 0,1 M καὶ 20 cm^3 διαλύματος KOH 0,5 M. Νά εὑρεθῆ ὁ ὄγκος τοῦ διαλύματος NaOH 1 N, ὁ ἀπαιτούμενος διὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν τοῦ μίγματος. ('Απ. 20 cm^3)
128. Πόσα cm^3 δεκατοκανονικοῦ διαλύματος NaOH ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν 10 gr διαλύματος H_2SO_4 περιεκτικότητος 10%; ('Απ. 204 cm^3)
(Ὁδοντιατρικὴ Σχολὴ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν 1957)
129. Νά εὑρεθοῦν αἱ συγκεντρώσεις τῶν ἰόντων ὑδρογόνου καὶ ὑδροξυλίου ὡς καὶ τὸ pH τῶν ἀκολουθῶν διαλυμάτων :
- | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| 1 N HCl | 0,1 N HCl | 0,01 N HCl | 0,001 N HCl |
| 1 N NaOH | 0,1 N NaOH | 0,01 N NaOH | 0,001 N NaOH |
- ('Απ. pH 0, 1, 2, 3, 14, 13, 12, 11).
130. Εἰς 100 gr H_2O διαλύομεν 36 gr NaCl . Ποία ἡ κανονικότης τοῦ διαλύματος, εἰάν ἡ πυκνότης αὐτοῦ εἶναι 1,197 gr/cm^3 ; ('Απ. 5,416 N)

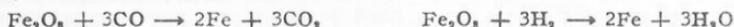
ΟΞΕΙΔΩΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΓΩΓΗ

1. Περί οξειδώσεως και αναγωγής

1. **Άρχική έννοια τών ὄρων οξειδωσις και αναγωγή.** Ὁξειδωσις ἐκλήθη κατ' ἀρχὴν ἢ ἀπ' εὐθείας ἔνωσις τῶν στοιχείων μετὰ τοῦ ὀξυγόνου. Τὸ στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, λέγομεν ὅτι οξειδοῦται, καὶ τὰ προϊόντα τῆς οξειδώσεως καλοῦμεν οξειδία.

Ἡ μετὰ τοῦ ὀξυγόνου ἔνωσις διαφόρων οὐσιῶν συντελεῖται πολὺ ζωηρότερον καὶ πολλακίς συνοδεύεται μὲ φωτοβολίαν, ἐάν λάβῃ χώραν ἐν θερμῷ. Οὕτω τὸ Mg, θερμαινόμενον εἰς τὸν ἀέρα, καίεται μετὰ ζωηροτάτης φλογός πρὸς MgO. Τὴν ταχίαν ταύτην οξειδωσιν τῶν οὐσιῶν, τὴν συνοδευομένην ἀπὸ ἐκκλιουσιν θερμότητος καὶ φωτός, ἐκάλεσαν καῦσιν.

Ὄρισμέναι οὐσίαι, αἵτινες ἐνοῦνται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, δύνανται νὰ ἀποσπᾶσιν τὸ ὀξυγόνον ἀπὸ τὰ προϊόντα τῆς οξειδώσεως. Π.χ. CO καὶ τὸ H₂ ἀποσποῦν τὸ ὀξυγόνον ἀπὸ τοῦ Fe₂O₃ :



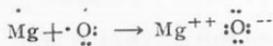
Εἰς τὰς ἀνωτέρω ἀντιδράσεις, τὸ οξειδίου τοῦ σιδήρου λέγομεν ὅτι ἀνάγεται καὶ τὸ φαινόμενον καλεῖται ἀναγωγή. Τὸ CO καὶ τὸ H₂, τὰ ὁποῖα προκαλοῦν τὴν ἀναγωγὴν τοῦ Fe₂O₃, ἐκλήθησαν ἀναγωγικὰ μέσα.

2. **Ἐπέκτασις τῆς ἐννοίας τῆς οξειδώσεως και αναγωγῆς.** Ἐκ τῆς μελέτης τῶν ἀντιδράσεων ὀρισμένων στοιχείων πρὸς ἀμέταλλα στοιχεῖα, διάφορα τοῦ ὀξυγόνου, προκύπτει ὅτι αἱ ἀντιδράσεις αὐταὶ εἶναι ἀνάλογα πρὸς τὰς μετὰ τοῦ ὀξυγόνου ἀντιδράσεις τῶν στοιχείων αὐτῶν. Π.χ. ὁ ἄνθραξ καίεται εἰς ἀτμόσφαιραν φθορίου ζωηρότερον παρὰ εἰς ὀξυγόνον, τὸ δὲ H₂ καίεται εἰς ἀτμόσφαιραν F₂ ἢ Cl₂ :



Ἐνεκα τῆς ὁμοιότητος τοῦ σχηματισμοῦ τῶν ἐνώσεων αὐτῶν πρὸς τὰς μετὰ τοῦ ὀξυγόνου ἐνώσεις, ἡ ἐννοια τῆς οξειδώσεως ἐπεξετάθη καὶ εἰς τὰς ἀντιδράσεις αὐτάς. Ἦτοι, ἡ ἀντιδρασις τοῦ C μετὰ τὸ Fe πρέπει νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀντιδρασις οξειδώσεως.

Ὁ τρόπος μὲ τὸν ὁποῖον ἐνοῦνται τὰ στοιχεῖα εἰς τὰς ἀντιδράσεις οξειδώσεως, δεικνύει ὅτι, ὅταν τὸ οξειδούμενον στοιχεῖον εἶναι μέταλλον, ἠλεκτρόνια μεταφέρονται ἐκ τῶν ἀτόμων αὐτοῦ πρὸς τὰ άτομα τοῦ ἀμετάλλου.



Ἡ ἐννοια λοιπὸν τῆς οξειδώσεως θὰ πρέπει νὰ ἐπεκταθῇ εἰς ὅλας τὰς ἀντιδράσεις, κατὰ τὰς ὁποίας μία οὐσία ἀποβάλλει ἠλεκτρόνια καὶ ἀντιθέτως ὡς ἀναγωγή θὰ πρέπει νὰ χαρακτηρισθῇ κάθε ἀντιδρασις, κατὰ τὴν ὁποίαν μία οὐσία προσλαμβάνει ἠλεκτρόνια.

Ἡ οὐσία ἣτις προσλαμβάνει ἠλεκτρόνια καλεῖται οξειδωτικὸν σῶμα, ἐνῶ ἡ οὐσία ἣτις ἀποδίδει ἠλεκτρόνια, καλεῖται ἀναγωγικὸν σῶμα. Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω ἡ οξειδωσις καὶ ἡ ἀναγωγή εἶναι φαινόμενα ἀλληλένδετα καὶ αἱ ἀντιδράσεις, κατὰ τὰς ὁποίας λαμβάνουν χώραν, καλοῦνται ἀντιδράσεις οξειδοαναγωγῆς. Κατὰ τὰς ἀντιδράσεις αὐτάς τὸ οξειδωτικὸν σῶμα, τὸ ὁποῖον προσλαμβάνει ἠλεκτρόνια, ἀνάγεται, ἐνῶ τὸ ἀναγωγικὸν σῶμα, τὸ ὁποῖον ἀποδίδει ἠλεκτρόνια, οξειδοῦται.

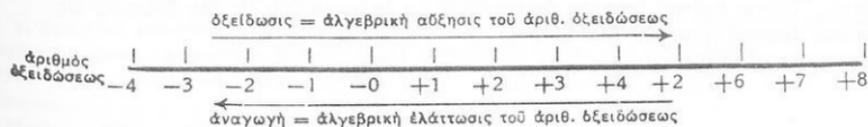
3. **Σύγχρονοι ὁπίψεις περὶ οξειδώσεως και αναγωγῆς.** Ἡ μελέτη τῶν ἀντιδράσεων οξειδώσεως καὶ ἀναγωγῆς δεικνύει, ὅτι ὁ καθορισμὸς τῆς οξειδώσεως ὡς ἀντιδράσεως κατὰ τὴν ὁποίαν ἠλεκτρόνια ἀποσπῶνται ἀπὸ τὸ οξειδούμενον σῶμα, δὲν ἰσχύει δι' ὅλας τὰς περιπτώσεις. Π.χ. εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς οξειδώσεως τοῦ C ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου, πρὸς CO, δὲν λαμβάνει χώραν μεταφορὰ ἠλεκτρονίων, διότι εἰς τὸ

σχηματιζόμενον μόριον ο δεσμός είναι ομοιοπολικός. Ένεκα τούτου το φαινόμενον τῆς οξειδοαναγωγῆς ὀρίζεται σήμερον ἀκριβέστερον, ὥστε νὰ περιλαμβάνη διὰς τὰς περιπτώσεις οξειδώσεως καὶ ἀναγωγῆς, ὡς ἑξῆς :

Ἄξιδοαναγωγή καλεῖται τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ ὁποῖον μεταβάλλεται τὸ σθένος τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων εἴτε διὰ μεταφορᾶς εἴτε δι' ἀμοιβαίας συνεισφορᾶς ἠλεκτρονίων.

Λέγομεν δὲ ὅτι ἐν στοιχείῳ οξειδούται, ὅταν λαμβάνη χώραν ἀλγεβρική αὐξήσις τοῦ σθένους αὐτοῦ, καὶ ὅτι ἀνάγεται, ὅταν λαμβάνη χώραν ἀλγεβρική ἐλάττωσις τοῦ σθένους αὐτοῦ.

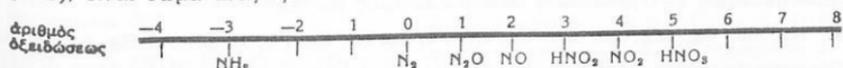
Τὸ τυπικόν σθένος τῶν στοιχείων, τὸ ὁποῖον μεταβάλλεται κατὰ τὰς ἀντιδράσεις οξειδοαναγωγῆς, καλεῖται καὶ ἀριθμὸς οξειδώσεως. Τὰ άτομα εἰς στοιχειακὴν κατάστασιν λέγομεν ὅτι ἔχουν ἀριθμὸν οξειδώσεως μηδέν.



Ἐκ τῶν στοιχείων τὰ μὲν μέταλλα, ὡς πομποὶ ἠλεκτρονίων, εἶναι σώματα ἀναγωγικά, τὰ δὲ ἀμέταλλα, ἐφ' ὅσων εἶναι δέκται ἠλεκτρονίων εἶναι σώματα οξειδωτικά.

Ἐάν ἐν μόριον ἢ ἐν ἰὸν περιέχη στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς τὴν ἀνωτάτην αὐτοῦ κατάστασιν οξειδώσεως, ἡ οὐσία εὐκόλως ἀνάγεται καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς οξειδωτικὸν μέσον. Ἐάν ἐν μόριον ἢ ἐν ἰὸν περιέχη στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον εὑρίσκεται εἰς τὴν κατωτάτην κατάστασιν οξειδώσεως, ἡ οὐσία εὐκόλως οξειδούται καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς ἀναγωγικὸν μέσον.

Π.χ. τὸ HNO_3 , εἰς τὸ ὁποῖον τὸ ἄζωτον εὑρίσκεται εἰς τὴν ἀνωτάτην αὐτοῦ κατάστασιν οξειδώσεως (ἀριθ. οξειδώσεως +5) εἶναι οξειδωτικόν, ἐνῶ ἡ NH_3 , ἣτις περιέχει τὸ ἄζωτον εἰς τὴν κατωτάτην αὐτοῦ κατάστασιν οξειδώσεως (ἀριθ. οξειδώσεως -3), εἶναι σῶμα ἀναγωγικόν :

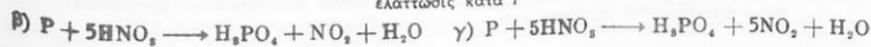
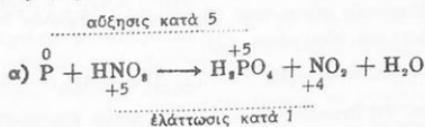
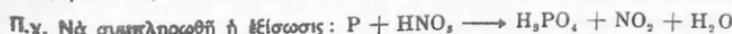


4. Ὑπολογισμὸς τῶν συντελεστῶν εἰς τὰς ἀντιδράσεις οξειδοαναγωγῆς.

α) Εὑρίσκομεν τὰ στοιχεῖα, τῶν ὁποίων ὁ ἀριθμὸς οξειδώσεως μεταβάλλεται καὶ προσδιορίζομεν τὴν αὐξήσιν τοῦ ἀριθμοῦ οξειδώσεως τοῦ οξειδωμένου στοιχείου καὶ τὴν ἐλάττωσιν τοῦ ἀριθμοῦ οξειδώσεως τοῦ ἀναγομένου στοιχείου.

β) Καθορίζομεν τοὺς συντελεστὰς τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων, εἰς τὰ ὁποῖα περιέχεται τὸ στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον οξειδούται, καὶ τὸ στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον ἀνάγεται, εἰς τρόπον ὥστε τὸ γινόμενον τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων τοῦ οξειδωμένου στοιχείου ἐπὶ τὴν αὐξήσιν τοῦ ἀριθμοῦ οξειδώσεως αὐτῶν, νὰ ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων τοῦ ἀναγομένου στοιχείου, ἐπὶ τὴν ἐλάττωσιν τοῦ ἀριθμοῦ οξειδώσεως αὐτῶν.

γ) Ἐπὶ τῇ βάσει τῶν καθορισθέντων συντελεστῶν τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων, ὑπολογίζομεν τοὺς συντελεστὰς τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως.



2. Τα σπουδαιότερα οξειδωτικά και αναγωγικά μέσα

1. Στοιχεία. Γενικώς, τα μέταλλα, ως πομποί ηλεκτρονίων, είναι αναγωγικά μέσα. Έκ των αμετάλλων άλλα είναι οξειδωτικά και άλλα αναγωγικά μέσα.

I. Όξειδωτικά: Έκ των στοιχείων οξειδωτικά είναι τα πλέον ηλεκτραρνητικά αμέταλλα, της 7ης και της 6ης ομάδος του περιοδικού συστήματος.

1. Αλογόνα: F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 . Η οξειδωτική των Ικανότης όφειλεται εις την τάσιν, την οποίαν έχουν να προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια κατά την έξισωσιν: $X_2 + 2e \rightarrow 2X^-$ ($X = \text{άλογονον}$). Η οξειδωτική των Ικανότης βαίνει ελαττουμένη εκ του φθορίου προς το Ιώδιον. Ένεκα τούτου έκαστον αντικαθιστά τα έπομένά του εις τας ένώσεις, εις τας οποίας εμφανίζονται ως ηλεκτραρνητικά:



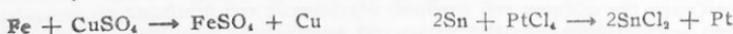
2. Όξυγόνον: Τουτό οξειδώνει όλα σχεδόν τα στοιχεία, ένούμενον απ' εϋθείας μετ' αυτών, υπό διαφόρους δι' έκαστον συνθήκας. Δέν ένούται απ' εϋθείας με τα άλογόνα, τα ευγενή μέταλλα (Ag , Pt , Au) και φυσικά με τα ευγενή άέρια.

II. Αναγωγικά: Έκ των στοιχείων αναγωγικά είναι όλα τα μέταλλα και τινά αμέταλλα (C , H_2). Αμέταλλα τινά εμφανίζουν οξειδωτικήν και αναγωγικήν δράσιν.

Όλα τα μέταλλα, ως πομποί ηλεκτρονίων, είναι αναγωγικά μέσα. Η αναγωγική των Ικανότης βαίνει ελαττουμένη, συμφώνως προς την κατωτέρω σειράν ηλεκτροθετικότητος των μετάλλων, από του K προς τον Au :

K , Na , Ba , Ca , Mg , Al , Mn , Zn , Cr , Fe , Co , Ni , Sn , Pb , H , Bi , Cu , Hg , Ag , Pt , Au .

Έκαστον μέταλλον, ως αναγωγικότερον των έπομένων του εις την ανωτέρω σειράν, δύναται να αντικαταστήση ταύτα εις τας ένώσεις των. Κατά τας αντιδράσεις αυτάς, έφ' όσον το μέταλλον έχει περισσότερα σθένη, λαμβάνει το μικρότερον εξ αυτών:



Τα μέταλλα δρουν αναγωγικώς εις τας ακόλουθους περιπτώσεις:

1) Κατά την ένωσιν των με το όξυγόνον ή έτερον αμέταλλον.

2) Αντικαθιστώντα το ύδρογόνον των όξέων, όταν επιδροϋν επί των υδατικών διαλυμάτων αυτών: $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ $Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2$

Παρατηρήσεις: 1) Τα ολιγότερον ηλεκτροθετικά του ύδρογόνου μέταλλα (Bi , Cu , Hg , Ag , Pt , Au) δέν αντικαθιστούν το ύδρογόνον των όξέων. 2) Διά να λάβη χώραν έκκλισις ύδρογόνου, πρέπει το όξύ να μην είναι οξειδωτικόν ως το HNO_3 και το πυκνόν H_2SO_4 . 3) Κατά την αντικατάστασιν, έάν το μέταλλον έχη περισσότερα σθένη, λαμβάνει το μικρότερον εξ αυτών.

3) Διασπώντα το ύδωρ: Τα μέταλλα K , Na , Ca και Ba , διασποϋν το ύδωρ υπό συνθήκας συνθήκας και παρέχουν το ύδροξείδιον του μετάλλου και ύδρογόνον. (1)

Τα λοιπά μέταλλα διασποϋν μόνον τους ύδρατμούς εις ύψηλήν θερμοκρασίαν και παρέχουν οξειδιον του μετάλλου και ύδρογόνον. (2)



4) Μέταλλα τινά (Zn , Sn , Al) αντικαθιστούν και το ύδρογόνον του ύδροξυλλου των βάσεων:

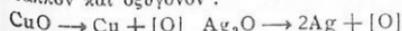


2. Χημικαί ένώσεις, δρῶσαι ὡς ὀξειδωτικά ἢ ἀναγωγικά μέσα

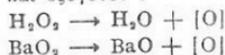
‘Οξειδωτικά μέσα :

1. ‘Οξείδια :

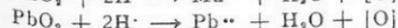
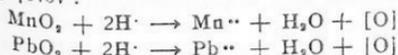
α. ‘Οξείδια μετάλλων, ὀλιγότερον ἢλεκτροθετικῶν τοῦ ὑδρογόνου, διασπῶνται πρὸς μέταλλον καὶ ὀξυγόνον :



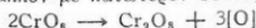
β. ‘Υπεροξείδια : διασπῶνται εἰς κανονικά ὀξείδια καὶ ὀξυγόνον :



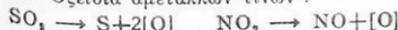
γ. Διοξείδια μετάλλων τινῶν διασπῶνται, παρουσίᾳ ὀξέων, παρέχοντα ἄλατα, περιέχοντα τὸ μέταλλον μὲ κατώτερον σθένος, καὶ ὀξυγόνον :



δ. ‘Οξείδια μετάλλων τινῶν, περιέχοντα μέταλλον, εφρισκόμενον εἰς ὑψηλὴν βαθμίδα σθένους, διασπῶνται πρὸς ὀξείδια, περιέχοντα τὸ μέταλλον μὲ κατώτερον σθένος.



ε. ‘Οξείδια ἀμετάλλων τινῶν :

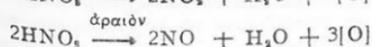
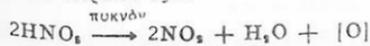


2. ‘Οξέα :

α. Τὸ πυκνὸν καὶ θερμὸν θεικὸν ὀξύ :

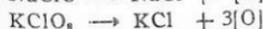
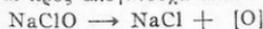


β. Τὸ νιτρικὸν ὀξύ :

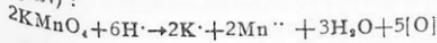


3. ‘Αλατα :

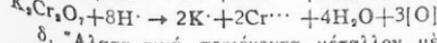
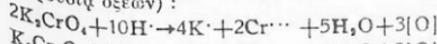
α. Τὰ ὀξυγονοῦχα ἄλατα τῶν ἀλογόνων, διασπῶνται πρὸς ἀλογονοῦχα ἄλατα :



β. Τὸ ὑπερμαγγανικὸν κάλιον (παρουσία ὀξέων) :



γ. Τὸ χρωμικὸν καὶ τὸ διχρωμικὸν κάλιον (παρουσία ὀξέων) :



δ. ‘Αλατα τινά, περιέχοντα μέταλλον μὲ τὸ μεγαλύτερον ἐκ τῶν σθενῶν του, δροῦν ὀξειδωτικῶς ἀναγόμενα πρὸς ἄλατα, περιέχοντα τὸ μέταλλον μὲ κατώτερον σθένος :



‘Αναγωγικά μέσα :

1. ‘Οξείδια :

α. ‘Οξείδια ἀμετάλλων, περιέχοντα ἀμέταλλον μὲ κατώτερον σθένος :



β. ‘Οξείδια μετάλλων περιέχοντα μέταλλον μὲ τὸ κατώτερον ἐκ τῶν σθενῶν του :



Ταῦτα παρουσίᾳ ὀξέων δίδουν τὰ ἀντίστοιχα ἄλατα.

γ. Τὸ ὑπεροξείδιον τοῦ ὑδρογόνου, παρουσίᾳ ὀξειδωτικῶν, δρᾷ ἀναγωγικῶς :



‘Αμμωνία :

‘Η ἀμμωνία δρᾷ ἀναγωγικῶς, ὀξειδουμένη συνήθως πρὸς ἀζωτον :



‘Εάν εἰς τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως ὑπάρξη βξύ ἢ ἀμμωνία παρέχει μετ’ αὐτοῦ ἄλας τοῦ ἀμμιονίου.

2. ‘Οξέα :

α. Τὰ ὑδραλογόνα (πλὴν τοῦ HF) δροῦν ἀναγωγικῶς, ὀξειδούμενα εὐκόλως πρὸς ἀλογόνον : $2\text{HX} + [\text{O}] \rightarrow \text{X}_2 + \text{H}_2\text{O}$

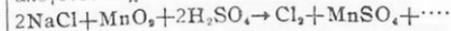
β. Τὸ ὑδρόθειον : $\text{H}_2\text{S} + [\text{O}] \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$

γ. Τὰ ὀξυγονοῦχα ὀξέα, τὰ περιέχοντα ἀμέταλλον μὲ τὸ κατώτερον ἐκ τῶν σθενῶν του :

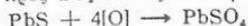


4. ‘Αλατα :

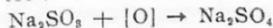
α. Τὰ ἄλατα τῶν ὑδραλογόνων (πλὴν τοῦ HF), τὰ περιέχοντα μέταλλον μὲ σταθερὸν σθένος, ὀξειδούνται παρουσίᾳ H_2SO_4 , πρὸς ἀλογόνον π.χ.



β. Τὰ θειοῦχα ἄλατα ὀξειδοῦνται πρὸς θεικὰ ἢ πρὸς SO_2 καὶ ὀξείδιον μετάλλου :



γ. Τὰ ἄλατα τῶν ὀξέων, τὰ ὅποια περιέχουν ἐν ἀμέταλλον μὲ τὸ κατώτερον ἐκ τῶν σθενῶν του :



δ. Τὰ ἄλατα, τὰ περιέχοντα μέταλλον μὲ τὸ κατώτερον ἐκ τῶν σθενῶν του, ὀξειδοῦνται παρουσίᾳ τοῦ ἀντιστοίχου ὀξέος, πρὸς ἄλατα, περιέχοντα τὸ μέταλλον μὲ ἀνώτερον σθένος :



3. Επίδρασις τῶν ὀξειδωτικῶν ὀξέων ἐπὶ διαφόρων στοιχείων :

1. **Επίδρασις τῶν ὀξειδωτικῶν ὀξέων ἐπὶ ἀμετάλλων.** Εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα ἀναγράφονται τὰ ἀμέταλλα, τὰ ὁποῖα ὀξειδούνται ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ H_2SO_4 καὶ ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ HNO_3 , ὡς καὶ τὰ λαμβανόμενα προϊόντα :

Ὄξειδωτικὸν ὀξύ	J ₂	S	P	As	Sb	C	B
πυκνὸν H_2SO_4	—	SO_2	$H_3PO_3 + H_3PO_4$	As_2O_3	$Sb_2(SO_4)_3$	CO_2	—
πυκνὸν HNO_3	HJO_2	H_2SO_4	H_3PO_4	H_3AsO_4	Sb_2O_5	CO_2	H_2BO_3

2. Επίδρασις τῶν ὀξειδωτικῶν ὀξέων ἐπὶ τῶν μετάλλων:

α) Τὸ πυκνὸν H_2SO_4 ὀξειδώνει ὅλα τὰ μέταλλα πρὸς θειικά ἅλατα (πλὴν τοῦ Au καὶ Pt) ἀναγόμενον πρὸς SO_2 .

β) Τὸ ἀραιὸν HNO_3 ὀξειδώνει ὅλα τὰ μέταλλα πρὸς νιτρικά ἅλατα (πλὴν τοῦ Au, Pt, Cr) ἀναγόμενον πρὸς NO .

γ) Τὸ πυκνὸν HNO_3 ὀξειδώνει ὅλα τὰ μέταλλα πρὸς νιτρικά ἅλατα (πλὴν τοῦ Au καὶ Pt) ἀναγόμενον πρὸς NO_2 . Τὰ μέταλλα Fe, Co, Ni, Al καὶ Cr, τῇ ἐπίδρασει πυκνοῦ HNO_3 μεταπίπτουν εἰς «παθητικὴν κατάστασιν». Προσβάλλονται δηλαδὴ ἐπιφανειακῶς μόνον, καλυπτόμενα ὑπὸ ἀδιοράτου προστατευτικοῦ ἐπιστρώματος ὀξειδίου, τὸ ὁποῖον παρεμποδίζει τὴν περαιτέρω προσβολὴν τοῦ μετάλλου. Τέλος ὁ Sn τῇ ἐπίδρασει πυκνοῦ HNO_3 παρέχει μετακασσιτερικὸν ὀξύ (H_2SnO_3).

δ) Τὸ βασιλικὸν ὕδωρ εἶναι μίγμα νιτρικοῦ καὶ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ὑπὸ ἀναλογίαν γραμμομορίων 1 : 3. Τοῦτο ὀξειδώνει ὅλα τὰ μέταλλα - συμπεριλαμβανομένων καὶ τῶν εὐγενῶν - πρὸς χλωριούχα ἅλατα, ὑπὸ ἔκλυσιν μονοξειδίου τοῦ ἀζώτου.

Παρατήρησις. Κατὰ τὰς ἀνωτέρω ὀξειδώσεις τὸ μέταλλον λαμβάνει κατὰ κανόνα τὸ μεγαλύτερον ἐκ τῶν σθενῶν του.

3. Ἡ τεχνικὴ τῆς γραφῆς τῶν χημικῶν ἐξισώσεων τῶν ἀντιδράσεων ὀξειδοαναγωγῆς

Διὰ νὰ γράψωμεν τὴν ἐξίσωσιν μιᾶς ἀντιδράσεως ὀξειδοαναγωγῆς μεταξύ δύο ἢ περισσοτέρων σωμάτων, πρέπει κατ' ἀρχὴν νὰ γνωρίζωμεν τὰ λαμβανόμενα προϊόντα. Πρὸς τοῦτο, εἶναι ἀπαραίτητον νὰ ἀπομνημονεύσωμεν καλῶς τοὺς ἀναγραφόμενους εἰς τὰς προηγουμένας σελίδας κανόνας, τοὺς ἀναφερομένους εἰς τὸν τρόπον, μὲ τὸν ὁποῖον ἀντιδρῶν τὰ κυριώτερα ὀξειδωτικά καὶ ἀναγωγικά μέσα. Ἡ τελεία γνῶσις αὐτῶν μᾶς ἐπιτρέπει νὰ γράψωμεν τὰς ἐξισώσεις τῶν ἀντιδράσεων ὀξειδοαναγωγῆς, ἐργαζόμενοι εἰς ἐκάστην περίπτωσιν, ὡς περιγράφεται κατωτέρω :

1. Ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς μεταξύ δύο σωμάτων, κατὰ τὰς ὁποίας ἓν στοιχεῖον ὀξειδοῦται καὶ ἓν ἀνάγεται.

Διὰ νὰ γράψωμεν τὴν ἐξίσωσιν τοιαύτης ἀντιδράσεως ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς :

1. Γράφομεν εἰς τὸ πρῶτον μέλος τῆς ἐξισώσεως τὰ ἀντιδρῶντα σώματα καὶ εἰς τὸ δεύτερον τὰ προϊόντα αὐτῶν, τὰ περιέχοντα τὸ ὀξειδούμενον καὶ τὸ ἀναγόμενον στοιχεῖον.

2. Ὑπολογίζομεν τὰς μεταβολὰς τῶν σθενῶν τοῦ ὀξειδουμένου καὶ τοῦ ἀναγομένου στοιχείου καὶ τὴν μεταβολὴν τοῦ σθένους ἐκάστου ἐξ αὐτῶν, θέτομεν ὡς συντελεστὴν τῆς ἐνώσεως, τῆς περιεχομένης τὸ ἕτερον (*):

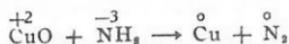
(*) Ἀντὶ τοῦ δρου ἀριθμὸς ὀξειδώσεως θὰ γίνεταί χάριν εὐκολίας χρήσις τοῦ δρου σθένους. Δεδομένου διὰ αἱ μεταβολαὶ τῶν σθενῶν παριστῶν ἀναλογίαν ἀτόμων, ἐπιβάλλεται: α) Νὰ γίνεταί ἀπλοποίησης αὐτῶν, ὅταν τοῦτο εἶναι δυνατόν. β) Ἐάν εἰς τὸ μῆριον μιᾶς ἐνώσεως ὑπάρχουν περισσότερα τοῦ ἐνὸς ἀτομοῦ τοῦ ὀξειδουμένου ἢ ἀναγομένου στοιχείου, ὁ συντελεστὴς ταύτης πρέπει νὰ διαιρεθῆ διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων τῶν περιεχομένων εἰς τὸ μῆριόν τῆς.

3. 'Επί τῆ βάσει τῶν εὐρεθέντων συντελεστῶν τῶν δύο ἀντιδρώντων σωμάτων, καθορίζομεν τοὺς συντελεστὰς τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως.

4. 'Εάν ἐμφανίζεται διαφορά εἰς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων τοῦ ὕδρογόνου, τὰ ὁποῖα ὑπάρχουν εἰς τὰ δύο μέλη τῆς ἐξισώσεως, προσθέτομεν εἰς τὸ μέλος τὸ ἔχον τὰ ὀλιγώτερα ἄτομα ὕδρογόνου τόσα μόρια ὕδατος, ὅσα ἀπαιτοῦνται διὰ νὰ ἔχωμεν ἴσον ἀριθμὸν ἀτόμων ὕδρογόνου καὶ εἰς τὰ δύο μέλη τῆς ἐξισώσεως.

Παράδειγμα : 'Οξειδωσις τῆς NH_3 ὑπὸ CuO .

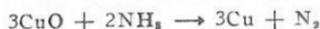
α) 'Εκ τοῦ πίνακος τῆς σελίδος 117, γνωρίζομεν, ὅτι τὸ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ ἀνάγεται πρὸς μεταλλικὸν χαλκόν, ἐνῶ ἡ ἀμμωνία ὀξειδοῦται πρὸς ἀζωτον :



β) Δεδομένου ὅτι ὁ χαλκὸς ἀνάγεται κατὰ 2 σθένη καὶ τὸ ἀζωτον ὀξειδοῦται κατὰ 3 σθένη, λαμβάνομεν ὡς συντελεστὴν τοῦ CuO τὸ 3 καὶ ὡς συντελεστὴν τῆς NH_3 τὸ 2 :



γ) 'Επί τῆ βάσει τῶν συντελεστῶν τοῦ α' μέλους, καθορίζομεν τοὺς συντελεστὰς τοῦ β' μέλους τῆς ἐξισώσεως :



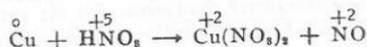
δ) Δεδομένου ὅτι εἰς τὸ α' μέλος ὑπάρχουν 6 ἄτομα ὕδρογόνου, προσθέτομεν εἰς τὸ δεύτερον μέλος τρία μόρια ὕδατος :



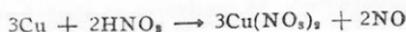
2. 'Αντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς κατὰ τὰς ὁποίας ἐν στοιχείῳ ὀξειδοῦται ἢ ἀνάγεται ἐν μέρει μόνον.

Παράδειγμα 1ον : 'Οξειδωσις τοῦ Cu ὑπὸ τοῦ ἀραιοῦ HNO_3 .

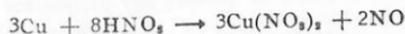
α) Γνωρίζομεν ὅτι τὸ ἀραιὸν HNO_3 ὀξειδώνει ὄλα τὰ μέταλλα — πλὴν Au , Pt καὶ τινων ἄλλων—πρὸς νιτρικὰ ἅλατα, ἀναγόμενον πρὸς NO :



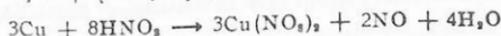
β) 'Ο χαλκὸς ὀξειδοῦται κατὰ 2 σθένη καὶ τὸ ἀζωτον ἀνάγεται κατὰ 3 σθένη, συνεπῶς :



γ) Παρατηροῦμεν ὅτι ἐκτὸς τῶν 2 μορίων τοῦ HNO_3 , τὰ ὁποῖα ἀνάγονται πρὸς NO , ἀπαιτοῦνται ἕτερα 6 μόρια HNO_3 διὰ τὸν σχηματισμὸν τῶν τριῶν μορίων τοῦ $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. Συνεπῶς ὁ συντελεστὴς τοῦ HNO_3 εἰς τὸ α' μέλος τῆς ἐξισώσεως πρέπει νὰ γίνῃ 8 :

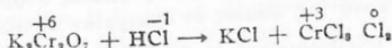


δ) Πρὸς ἐξισοῦσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων ὕδρογόνου εἰς τὰ δύο μέλη τῆς ἐξισώσεως, προσθέτομεν εἰς τὸ β' μέλος 4 μόρια ὕδατος :



Παράδειγμα 2ον : 'Οξειδωσις τοῦ HCl ὑπὸ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$:

α) τὸ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ὀξειδώνει τὸ HCl πρὸς Cl_2 , διασπώμενον πρὸς KCl καὶ CrCl_3 :

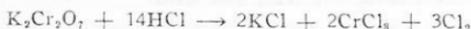


β) Τὸ χρώμιον ἀνάγεται κατὰ 3 σθένη καὶ τὸ χλώριον ὀξειδοῦται κατὰ 1 σθένος. Δεδομένου ὅτι εἰς τὸ μόριον τοῦ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ περιέχονται 2 ἄτομα χρωμίου, διὰ νὰ ἔχω-

μεν την απαιτούμενη αναλογίαν ατόμων χλωρίου και χλωρίου 1:3, πρέπει να λάβωμεν ως συντελεστήν τοῦ $K_2Cr_2O_7$ τὸ 1 καὶ ὡς συντελεστήν τοῦ HCl τὸ 6:



γ) Παρατηροῦμεν ὅτι ἐκτός τῶν 6 μορίων τοῦ HCl , τὰ ὁποῖα ὀξειδοῦνται πρὸς χλωρίον, ἀπαιτοῦνται ἕτερα 8 μόρια HCl πρὸς σχηματισμὸν τῶν 2 μορίων τοῦ KCl καὶ τῶν δύο μορίων τοῦ $CrCl_3$. Συνεπῶς ὁ συντελεστὴς τοῦ HCl εἰς τὸ α' μέλος τῆς ἐξίσωσης πρέπει νὰ γίνῃ 14:



δ) Πρὸς ἐξίσωσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ατόμων τοῦ ὕδρογόνου εἰς τὰ δύο μέλη τῆς ἐξίσωσης, προσθέτομεν εἰς τὸ β' μέλος 7 μόρια ὕδατος:



Παράδειγμα 3ον: Ὁξείδωσις τῆς NH_3 ὑπὸ Cl_2 .

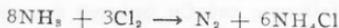
α) Τὸ Cl_2 ὀξειδώνει τὴν NH_3 πρὸς N_2 , ἀναγόμενον πρὸς HCl , τὸ ὁποῖον παρῆκει μὲ τὴν ἀμμωνίαν NH_4Cl :



β) Τὸ χλωρίον ἀνάγεται κατὰ 1 σθένος καὶ τὸ ἄζωτον ὀξειδοῦται κατὰ 3 σθένη. Δεδομένου ὅτι τὸ μόριον τοῦ χλωρίου ἔχει 2 ἄτομα, θέτομεν ὡς συντελεστήν τῆς NH_3 τὸ 2 καὶ ὡς συντελεστήν τοῦ Cl_2 τὸ 3:



γ) Παρατηροῦμεν ὅτι ἐκτός τῶν 2 μορίων τῆς ἀμμωνίας, τὰ ὁποῖα ὀξειδοῦνται πρὸς N_2 , ἀπαιτοῦνται ἕτερα 6 μόρια NH_3 πρὸς σχηματισμὸν τῶν 6 μορίων τοῦ NH_4Cl . Συνεπῶς, ὁ συντελεστὴς τῆς NH_3 εἰς τὸ α' μέλος πρέπει νὰ εἶναι 8:



Ἐκ τῶν ἀνωτέρω παραδειγμάτων συνάγεται, ὅτι εἰς τὰς ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς, κατὰ τὰς ὁποίας ὀξειδοῦται ἢ ἀνάγεται μέρος μόνον ἑνὸς ἐκ τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα συμμετέχουν εἰς τὴν ἀντίδρασιν, ἢ ἐργασία ἀκολουθεῖ τὰς ἑξῆς στάδια:

α. Γράφομεν εἰς τὸ α' μέλος τῆς ἐξίσωσης τὰ ἀντιδρῶντα σώματα καὶ εἰς τὸ β' τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως, τὰ περιέχοντα τὸ ὀξειδοῦμενον καὶ τὸ ἀναγόμενον στοιχεῖον.

β. Δι' ὑπολογισμοῦ τῆς μεταβολῆς τῶν σθενῶν τοῦ ὀξειδοῦμένου καὶ τοῦ ἀναγομένου στοιχείου, καθορίζομεν κατὰ τὰ γνωστά τοὺς συντελεστὰς τῶν σωμάτων, εἰς τὰ ὁποῖα περιέχονται ταῦτα.

γ. Μετροῦμεν εἰς τὸ β' μέλος τὸ σύνολον τῶν ατόμων τοῦ ὀξειδοῦμένου ἢ ἀναγομένου στοιχείου καὶ διορθώνομεν εἰς τὸ α' μέλος τὸν συντελεστήν τῆς ἑνώσεως, εἰς τὴν ὁποίαν περιέχεται τοῦτο.

δ. Ἐξισώνομεν τὸν ἀριθμὸν τῶν ατόμων τοῦ ὕδρογόνου εἰς τὰ δύο μέλη τῆς ἐξίσωσης, προσθέτοντες, εἰς τὸ ἔχον τὰ ὀλιγώτερα ἄτομα ὕδρογόνου, τὸν ἀνάλογον ἀριθμὸν μορίων ὕδατος.

3. Ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς, εἰς τὰς ὁποίας συμμετέχουν περισσότερὰ τῶν δύο σωμάτων καὶ κατὰ τὰς ὁποίας ἓν στοιχεῖον ὀξειδοῦται καὶ ἓν ἀνάγεται.

Παράδειγμα 1ον: Ὁξείδωσις τοῦ $NaCl$, ὑπὸ MnO_2 , παρουσίᾳ H_2SO_4 .

α) Τὸ H_2SO_4 ἐπιδρᾷ ἐν θερμῷ ἐπὶ τοῦ $NaCl$ καὶ ἐλευθερώνει HCl . Ἀφ' ἐτέρου

τό MnO_2 , διασπάται παρουσιάζει θειικού οξέος έν θερμῶ και παρέχει οξυγόνον, τό όποϊον οξειδώνει τό HCl πρὸς χλώριον :



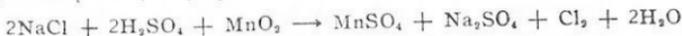
β) Τό χλώριον οξειδούται κατά 1 σθένος και τό μαγγάνιον ανάγεται κατά 2 σθένη. Συνεπῶς, συντελεστής τοῦ $NaCl$ θά είναι τό 2 και τοῦ MnO_2 , τό 1 :



γ) Μετροῦμεν εἰς τό β' μέλος τῆς ἐξισώσεως τόν ἀριθμόν τῶν ἀτόμων τοῦ θείου, και θέτομεν αὐτόν ὡς συντελεστήν τοῦ H_2SO_4 , εἰς τό α' μέλος :

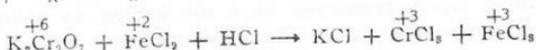


δ) Πρὸς ἐξίσωσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων τοῦ ὕδρογόνου εἰς τά δύο μέλη τῆς ἐξισώσεως, προσθέτομεν εἰς τό β' μέλος 2 μόρια ὕδατος :

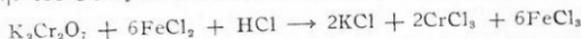


Παράδειγμα 2ον : Ὁξείδωσις τοῦ $FeCl_2$, ὑπὸ $K_2Cr_2O_7$, παρουσιάζει HCl .

α) Τό $K_2Cr_2O_7$, παρουσιάζει HCl παρέχει KCl , $CrCl_3$ και χλώριον, τό όποϊον οξειδώνει τόν διχλωριούχον σίδηρον πρὸς τριχλωριούχον :

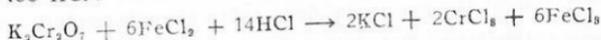


β) Τό χρώμιον ανάγεται κατά 3 σθένη και ὁ σίδηρος οξειδούται κατά 1 σθένος. Δεδομένου ὅτι εἰς τό μόριον τοῦ $K_2Cr_2O_7$, περιέχονται 2 άτομα χρωμίου θέτομεν ὡς συντελεστήν τοῦ $FeCl_2$, τό 6 και ὡς συντελεστήν τοῦ $K_2Cr_2O_7$, τήν μονάδα.

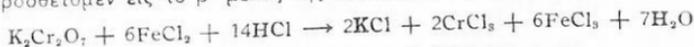


Οὕτω ἡ ἀναλογία μεταξύ ἀτόμων χρωμίου και σιδήρου είναι 1 : 3

γ) Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων τοῦ χλωρίου εἰς τό β' μέλος τῆς ἐξισώσεως είναι 26 ἐνῶ εἰς τό α' μέλος περιέχονται, εἰς τόν διχλωριούχον σίδηρον, 12 άτομα χλωρίου. Πρέπει συνεπῶς νά ὑπάρχουν ἔτερα 14. Πρὸς τοῦτο θέτομεν τόν ἀριθμόν αὐτόν ὡς συντελεστήν τοῦ HCl :

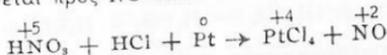


δ) Πρὸς ἐξίσωσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων τοῦ ὕδρογόνου εἰς τά δύο μέλη τῆς ἐξισώσεως, προσθέτομεν εἰς τό β' μέλος τῆς ἐξισώσεως 7 μόρια H_2O :

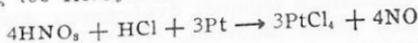


Παράδειγμα 3ον : Ὁξείδωσις τοῦ Pt ὑπὸ βασιλικοῦ ὕδατος.

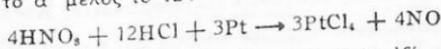
α) Τό HNO_3 , ανάγεται πρὸς NO και ὁ Pt οξειδούται πρὸς $PtCl_4$:



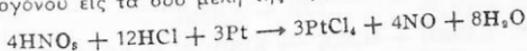
β) Τό ἄζωτον ανάγεται κατά 3 σθένη και ὁ λευκόχρυσος οξειδούται κατά 4 σθένη. Συνεπῶς, συντελεστής τοῦ HNO_3 είναι τό 4 και συντελεστής τοῦ Pt τό 3 :



γ) Δεδομένου ὅτι εἰς τό β' μέλος ὑπάρχουν 12 άτομα χλωρίου, θέτομεν ὡς συντελεστήν τοῦ HCl εἰς τό α' μέλος τό 12 :



δ) Προσθέτομεν 8 μόρια H_2O εἰς τό β' μέλος πρὸς ἐξίσωσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων τοῦ ὕδρογόνου εἰς τά δύο μέλη τῆς ἐξισώσεως :



Ἐξ ὅλων τῶν ἀνωτέρω παραδειγμάτων προκύπτει, ὅτι διὰ τὴν γραφὴν τῆς ἐξισώσεως μιᾶς ἀντιδράσεως ὀξειδοαναγωγῆς, εἰς τὴν ὁποίαν συμμετέχουν τρία σώματα—ἐκ τῶν ὁποίων ἓν ὀξειδοῦται καὶ ἓν ἀνάγεται—ἡ ἐργασία ἀκολουθεῖ τὰ ἑξῆς στάδια:

1. Γράφομεν εἰς τὸ πρῶτον μέλος τῆς ἐξισώσεως τὰ τρία ἀντιδρώντα σώματα καὶ εἰς τὸ δεύτερον τὰ προϊόντα, τὰ ὅποια δίδουν τὸ ὀξειδούμενον καὶ τὸ ἀναγόμενον σῶμα.

2. Ὑπολογίζομεν τὰς μεταβολὰς τῶν σθένων τοῦ ὀξειδουμένου καὶ ἀναγομένου στοιχείου καὶ ἐπὶ τῇ βῆσει αὐτῶν καθορίζομεν, κατὰ τὰ γνωστά, τοὺς συντελεστὰς τῶν σωμάτων, εἰς τὰ ὅποια περιέχονται.

3. Καθορίζομεν τὸν συντελεστὴν τοῦ τρίτου ἐκ τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων—τὸ ὅποιον δὲν περιέχει στοιχεῖον ὀξειδούμενον ἢ ἀναγόμενον κατὰ τὴν ἀντίδρασιν αὐτῆν (H_2SO_4 , HCl κ.ἄ.)—μετροῦντες τὸν ἀριθμὸν τῶν περιεχομένων εἰς αὐτὸ ἀτόμων ἢ ριζῶν (SO_4^{--} , S , Cl^- κ.λ.), τῶν εὑρισκομένων εἰς τὸ β' μέλος τῆς ἐξισώσεως.

4. Προσθέτομεν εἰς τὸ μέλος, τὸ ἔχον τὰ ὀλιγώτερα ἄτομα ὑδρογόνου, τὸν ἀνάλογον ἀριθμὸν μορίων ὕδατος, ὥστε νὰ ὑπάρξῃ ἴσος ἀριθμὸς ἀτόμων ὑδρογόνου εἰς ἀμφότερα τὰ μέλη τῆς ἐξισώσεως.

4. Ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς κατὰ τὰς ὁποίας ἓν στοιχεῖον ὀξειδοῦται ἢ ἀνάγεται πρὸς περισσοτέρας βαθμίδας σθένους.

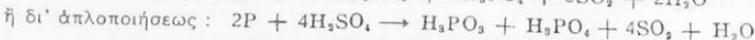
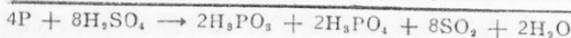
Εἰς τὴν περίπτωσιν, κατὰ τὴν ὁποίαν ἓν σῶμα ὀξειδοῦται ἢ ἀνάγεται συγχρόνως πρὸς περισσοτέρα τοῦ ἑνὸς σώματα, περιέχοντα ἓν καὶ τὸ αὐτὸ στοιχεῖον εἰς διαφόρους βαθμίδας τοῦ σθένους, ἡ ἐξίσωσις τῆς ἀντιδράσεως γράφεται ὡς ἑξῆς:

α) Γράφομεν χωριστὰ τὰς ἐξισώσεις τῆς ὀξειδώσεως ἢ ἀναγωγῆς τοῦ σώματος πρὸς ἓν ἕκαστον τῶν προϊόντων, τὰ ὅποια ἀποδίδει—πρόϊοντα τὰ ὅποια περιέχουν ἓν καὶ τὸ αὐτὸ στοιχεῖον εἰς διαφόρους βαθμίδας σθένους.

β) Ἐὰν δίδεται ἡ ἀναλογία τῶν μορίων, ὑπὸ τὴν ὁποίαν παράγονται τὰ ἀνωτέρω προϊόντα, πολλαπλασιάζομεν ἕκαστην τῶν ἀντιδράσεων ἐπὶ τὸν κατάλληλον συντελεστὴν, ὥστε νὰ ἐπιτευχθῇ ἡ ἐπιζητούμενη ἀναλογία.

γ) Προσθέτομεν ἀλγεβρικῶς τὰς γραφείας ἐξισώσεις καὶ ἀπλοποιῶμεν τοὺς συντελεστὰς τῆς τελικῆς ἐξισώσεως, ἐφ' ὅσον τοῦτο εἶναι δυνατόν.

Παράδειγμα : Ὄξειδωσις P ὑπὸ πυκνοῦ H_2SO_4 πρὸς μίγμα H_3PO_3 καὶ H_3PO_4 .

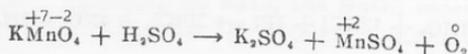


5. Ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς, κατὰ τὰς ὁποίας τὸ ὀξειδούμενον καὶ τὸ ἀναγόμενον στοιχεῖον περιέχονται εἰς τὴν αὐτὴν χημικὴν ἔνωσιν.

Χαρακτηριστικὸν παράδειγμα τοιούτων ἀντιδράσεων, ἀποτελοῦν αἱ ἐπιτελούμεναι ἀπουσίᾳ ἀναγωγικοῦ μέσου διασπάσεις τῶν ὀξειδωτικῶν σωμάτων, κατὰ τὰς ὁποίας ἐλευθεροῦται ὀξυγόνον.

Παράδειγμα : Παρασκευὴ ὀξυγόνου διὰ θερμάνσεως $KMnO_4$, παρουσίᾳ H_2SO_4 .

α) Τὸ $KMnO_4$ διασπώμενον παρέχει τὰ ὀξείδια τῶν μετάλλων, τὰ ὅποια περιέχει καὶ ὀξυγόνον. Παρουσίᾳ H_2SO_4 , ὅμως, ἀντὶ τῶν ὀξειδίων λαμβάνονται τὰ ἀντίστοιχα θεϊκὰ ἔλαια:

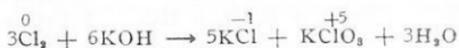


β) Το μαγγάνιον ανάγεται κατά 5 σθένη και το οξυγόνον οξειδούται κατά 2 σθένη. Τους αριθμούς αυτούς τοποθετούμε αντίστροφως ως συντελεστάς του $MnSO_4$ και του O_2 , εις το β' μέλος της εξισώσεως. Δεδομένου όμως ότι το οξυγόνον είναι διατομικόν, θέτομεν ως συντελεστήν αυτού το $\frac{5}{2}$:



γ) 'Επί τη βάσει των καθορισθέντων συντελεστών, εύρισκομεν τους συντελεστάς των υπολοίπων δρών της εξισώσεως :

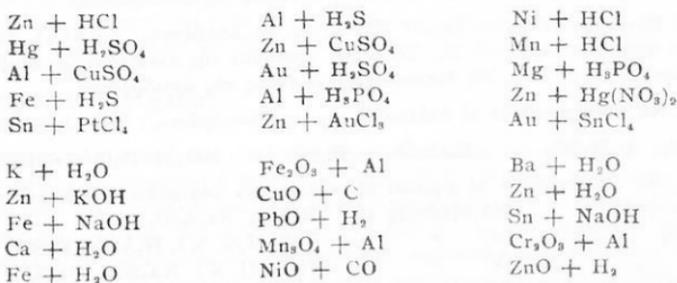
6. 'Αντιδράσεις αυτοξειδοαναγωγής. Ούτω καλούνται αί αντιδράσεις, κατά τας οποίας εν και το αυτό σώμα εν μέρει οξειδούται και εν μέρει ανάγεται. Τοῦτο συμβαίνει π.χ. κατά την επίδρασιν του Cl_2 εις πυκνόν διάλυμα KOH , ὅποτε μέρος αὐτοῦ οξειδούται πρὸς $KClO_3$, μέρος δὲ ανάγεται πρὸς KCl :



Εἶναι εὐνόητον, ὅτι διὰ νὰ λάβῃ χώραν τὸ φαινόμενον τῆς αυτοξειδοαναγωγῆς εἶναι ἀπαραίτητον ἐν στοιχείῳ νὰ εὕρισκεται εἰς μέσην κατάστασιν ὀξειδώσεως, ὥστε νὰ εἶναι δυνατόν τοῦτο ἐν μέρει νὰ ὀξειδωθῇ καὶ ἐν μέρει νὰ ἀναχθῇ.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

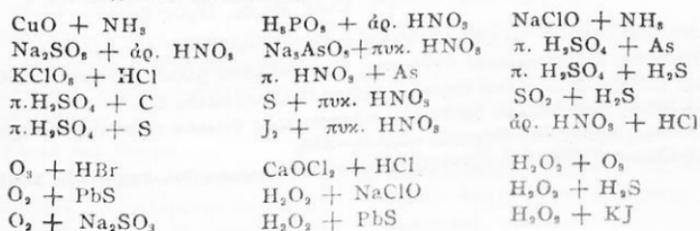
131. Νὰ συμπληρωθοῦν ὅσαι ἐκ τῶν κατωτέρω ἀντιδράσεων εἶναι δυναταί :



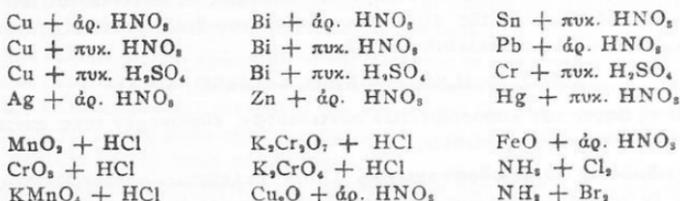
132. Νὰ εὑρεθῇ τὸ σθένος τῶν κατωτέρω στοιχείων εἰς τὰς ἀκολουθοῦσας ἐνώσεις :

τοῦ N	εἰς τὰς ἐνώσεις :	NH_3	HNO_3	$NaNO_3$	NH_4Cl	NH_4NO_3	H_2NOH
» S	» » » :	Na_2S	Al_2S_3	H_2SO_3	Na_2SO_4	$H_2S_2O_7$	Cu_2SO_4
» P	» » » :	PH_3	$Ca_3(PO_4)_2$	$H_4P_2O_7$	H_3PO_3	H_3PO_4	$NaHS_2PO_3$
» Mn	» » » :	$MnSO_4$	MnO_2	$Mn(OH)_2$	K_2MnO_4	$KMnO_4$	Mn_2O_7

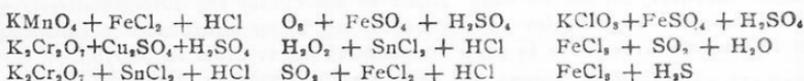
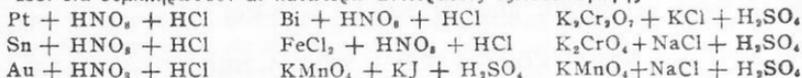
133. Νὰ συμπληρωθοῦν αἱ κατωτέρω ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς :



134. Νά συμπληρωθούν ὄσαι ἐκ τῶν κατωτέρω ἀντιδράσεων εἶναι δυναταί :



135. Νά συμπληρωθούν αἱ κατωτέρω ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς :

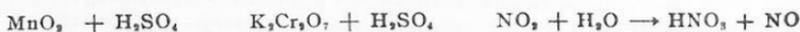


136. Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν HNO_3 ἐπὶ Zn λαμβάνεται $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, H_2O καὶ τὰ ἀέρια N_2O καὶ NO ὑπὸ ἀναλογίαν ὄγκων 5 : 2. Νά διατυπωθῆ ἡ ἐξίσωσις τῆς ἀντιδράσεως.
(Σχολῆ Μηχανολόγων Ε.Μ.Π. 1956)

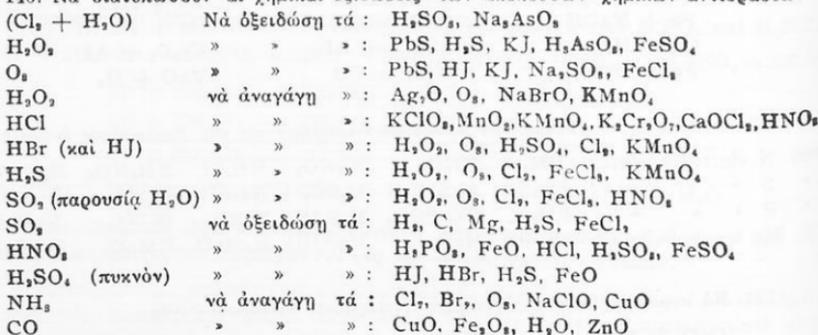
137. Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν ἀραιοῦ HNO_3 ἐπὶ Sn , λαμβάνεται $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$, ἐνῶ τὸ HNO_3 ἀνάγεται πρὸς NH_4NO_2 . Νά διατυπωθῆ ἡ ἐξίσωσις τῆς ἀντιδράσεως.

138. Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν ἀραιοῦ HNO_3 ἐπὶ Zn , λαμβάνεται $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, ἐνῶ τὸ HNO_3 ἀνάγεται πρὸς NO , N_2O καὶ N_2 . Τὰ ἀέρια προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως λαμβάνονται ὑπὸ ἀναλογίαν ὄγκων 2 : 1 : 3. Νά διατυπωθῆ ἡ ἐξίσωσις τῆς ἀντιδράσεως.

139. Νά συμπληρωθούν αἱ ἀκόλουθοι χημικαὶ ἀντιδράσεις : $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$



140. Νά διατυπωθούν αἱ χημικαὶ ἐξισώσεις τῶν ἀκολουθῶν χημικῶν ἀντιδράσεων :



141. Νά διατυπωθούν αἱ χημικαὶ ἐξισώσεις τῶν ἀκολουθῶν ἀντιδράσεων :

1. *Ὄξειδωσις α) στοιχειακοῦ ἄνθρακος, β) μεταλλικοῦ χαλκοῦ, γ) μεταλλικοῦ ἀργύρου ὑπὸ πυκνοῦ HNO_3 . (Εἰσαγωγικαὶ ἐξετάσεις Σχολῆς Πολ. Μηχανικῶν Ε.Μ.Π.—1954).

2. *Ὄξειδωσις τοῦ θειικοῦ δισθενοῦς σιδήρου πρὸς θεικὸν τρισθενῆ σίδηρον. (Εἰσαγωγικαὶ ἐξετάσεις Σχολῆς Πολ. Μηχανικῶν Ε.Μ.Π.—1957).

3. *Ὄξειδωσις FeSO_4 ὑπὸ ὄξοντος. (Εἰσαγωγικαὶ ἐξετάσεις Πολ. Μηχανικῶν Ε.Μ.Π.—1958).

ΓΕΝΙΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΤΑΞΕΩΝ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Ἐξ ὅλων ὧν ἀνεπτύχθησαν μέχρι τοῦδε, ἐξάγεται τὸ συμπέρασμα, ὅτι ἡ Χημεία δὲν εἶναι τὸ μάθημα τῆς ἀχαρίστου ἀπομνημονεύσεως σειρᾶς ἰδιωτήτων καὶ παρασκευῶν διαφορῶν σωματίων, ὡς ἐθεωρεῖτο παλαιότερον.

Σήμερον, παρὰ τὸ γεγονός, ὅτι, λόγῳ τῆς προόδου τῆς ἐπιστήμης, ἡ ποσότης τῆς διδασκίας ὕλης εἰς τὸ μάθημα τῆς Χημείας εἶναι ἠξημεμένη, ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν διδασκόμενὴν παλαιότερον, ἡ ἐκμάθησις ταύτης εἶναι εὐκολωτέρα. Διότι ἀντὶ τῆς κοπιώδους ἀποστηθίσεως ἰδιωτήτων, ἀσχετῶν μεταξὺ των, τῆς ἀσυνδέτου περιγραφῆς τῶν διαφορῶν σωματίων καὶ τῆς ἀφορήτου ἀπομνημονεύσεως τῶν «εἰρογλυφικῶν» τῶν χημικῶν ἐξισώσεων, παρέχεται σήμερον ἐν ἐνιαίῳ σύνολον γνώσεων, συνδεδεμένων μεταξὺ των, πρᾶγμα, τὸ ὁποῖον ἐπιτρέπει τὴν ἐξαγωγήν γενικῶν συμπερασμάτων, δυναμένων νὰ ἐφαρμοσθῶν εἰς ἐκάστην μερικὴν περίπτωσιν.

Ἦδη, ἡ μελέτη τοῦ Γενικοῦ μέρους παρέχει τὴν δυνατότητα τῆς προβλέψεως τῶν περισσοτέρων ἰδιωτήτων τῶν στοιχείων καὶ τῶν χημικῶν ἐνώσεων ὡς καὶ τοῦ τρόπου παρασκευῆς αὐτῶν. Διὰ τὴν δειξόμεν τὴν ὀρθότητα τῶν ἀνωτέρω σκέψεων, ἐκθέτομεν κατωτέρω τὸν τρόπον, μετὰ τὸν ὁποῖον πρέπει νὰ ἐξετάζονται τὰ στοιχεῖα καὶ αἱ χημικαὶ ἐνώσεις.

1. Ἐξέτασις τῶν στοιχείων

1. Ταξινομήσις τῶν στοιχείων - μέταλλα καὶ ἀμέταλλα. Βάσιν διὰ τὴν ἐξέτασιν τῶν διαφορῶν στοιχείων ἀποτελεῖ ἡ θέσις των εἰς τὸ Π.Σ. Ἡ θέσις αὕτη καθορίζει, συμπῶνως πρὸς τὴν ἠλεκτρονικὴν θεωρίαν, τὴν ἠλεκτρονικὴν δομὴν ἐκάστου ἐξ αὐτῶν καὶ συνεπῶς τὴν χημικὴν του συμπεριφορὰν. Οὕτω, ἐπὶ τῇ βάσει τῆς θέσεως ταύτης, τὰ στοιχεῖα ταξινομοῦνται εἰς **μέταλλα** καὶ **ἀμέταλλα**. Ἐκάστη τῶν κατηγοριῶν αὐτῶν περιλαμβάνει στοιχεῖα, ἐμφανίζοντα πολλὰς κοινὰς φυσικὰς ἰδιότητας, αἱ κυριώτεροι τῶν ὁποίων περιέχονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα.

Α' Φυσικαὶ ἰδιότητες

Μέταλλα

1. Ὅλα τὰ μέταλλα εἶναι στερεά, κατὰ κανόνα ὑψηλοῦ σ.τ., πλὴν τοῦ Hg, ὁ ὁποῖος εἶναι ὑγρὸς (χαμηλὰ σ.τ. ἔχουν ἐπίσης τὰ Cs: 28,5° καὶ Ga: 26,7°).
2. Τὰ μέταλλα ἔχουν κατὰ κανόνα μεγαλύτεραν πυκνότητα ἀπὸ τὰ ἀμέταλλα.
3. Παρουσιάζουν χαρακτηριστικὴν μεταλλικὴν λάμψιν.
4. Εἶναι ἐλατὰ καὶ ὀλιγμα.
5. Ἐμφανίζουν θερμικὴν καὶ ἠλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα, ὀφειλομένην εἰς τὴν ὑπαρξίν των ἐλευθέρων ἠλεκτρονίων.

Ἀμέταλλα

1. Ἐκ τῶν ἀμετάλλων 11 εἶναι αἶρια (H₂, O₂, N₂, F₂, Cl₂ καὶ τὰ ἔξ εὐγενῆ) ἐν ὑγρῶν (Br₂) καὶ πάντα τὰ λοιπὰ εἶναι στερεά.
2. Ἐχουν μικροτέραν πυκνότητα.
3. Δὲν ἐμφανίζουν μεταλλικὴν λάμψιν (ἐξαίρεσι τοῦ I₂ καὶ τοῦ γραφίτου).
4. Δὲν εἶναι ἐλατὰ καὶ ὀλιγμα.
5. Δὲν ἐμφανίζουν θερμικὴν καὶ ἠλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα (ἐξαίρεσι τοῦ γραφίτου).

Ἡ διάκρισις μεταξύ μετάλλων καὶ ἀμετάλλων, ἐπὶ τῆ βάσει τῶν διαφορῶν εἰς τὰς φυσικὰς τῶν ἰδιότητας, δὲν εἶναι πάντοτε εὐκόλος, λόγῳ τῶν ἐμφανιζομένων ἐξαιρέσεων. Οὕτω π. χ. τὰ Li, Na καὶ K, καίτοι μέταλλα, ἔχουν μικρὰν πυκνότητα καὶ χαμηλὸν σ.τ. ἐνῶ ὁ C, καίτοι ἀμέταλλον, εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ (ὑπὸ μορφὴν γραφίτου) καὶ ἔχει ὑψηλὸν σ.τ.

Οὕτε τὸ γεγονός, ὅτι τὰ μέταλλα εἰς κατάστασιν ἀτμῶν εἶναι μονοατομικά, δύνανται νὰ θεωρηθῇ ὡς χαρακτηριστικὴ ἰδιότης αὐτῶν. Διότι πλείστα ἀμέταλλα στοιχεῖα, ὡς τὰ εὐγενῆ ἀέρια, εἶναι ἐπίσης μονοατομικά, ἐνῶ ἀντιθέτως συχνὰ ἐμφανίζονται διατομικὰ μόρια εἰς τοὺς ἀτμούς τῶν μετάλλων τῶν ἀλκαλίων.

Πλέον ἐπιτυχῆς εἶναι ἡ διάκρισις τῶν στοιχείων εἰς μέταλλα καὶ ἀμέταλλα ἐπὶ τῆ βάσει τοῦ χημικοῦ τῶν χαρακτήρος :

Β' Χημικὰ ἰδιότητες

Μέταλλα	Ἀμέταλλα
1. Τὰ μέταλλα τείνουν νὰ συμπληρώσουν τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα δι' ἀποβολῆς ἠλεκτρονίων, μεταπίπτοντα εἰς θετικὰ ἰόντα. Οὕτω τὰ μέταλλα κατὰ τὴν ἠλεκτρολύσειν τῶν ἀλάτων τῶν ὀδεύουν, ὑπὸ μορφὴν κατιόντων εἰς τὴν κάθοδον.	1. Τείνουν νὰ συμπληρώσουν τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα εἴτε διὰ προσλήψεως ἠλεκτρονίων, ὅποτε μεταπίπτον εἰς ἀρνητικὰ ἰόντα, εἴτε διὰ σχηματισμοῦ κοινῶν ζευγῶν. Κατὰ τὴν ἠλεκτρολύσειν τῶν ἀλάτων τῶν, ὀδεύουν, ὑπὸ μορφὴν ἀνιόντων, εἰς τὴν ἀνοδον.
2. Ὡς πομποὶ ἠλεκτρονίων εἶναι σώματα ἀναγωγικά.	2. Τὰ περισσότερα ἠλεκτραρνητικὰ ἔξ αὐτῶν, ὡς δέκται ἠλεκτρονίων, εἶναι σώματα ὀξειδωτικά.
3. Ἐνοῦνται μὲ τὰ ἀμέταλλα.	3. Ἐνοῦνται μὲ τὰ μέταλλα, ἀλλὰ καὶ μεταξὺ τῶν.
4. Σχηματίζουν, κατὰ κανόνα, ὀξειδία βασικά.	4. Σχηματίζουν, κατὰ κανόνα, ὀξείδια ὀξειδία.
5. Αἱ χλωριούχοι ἐνώσεις τῶν μετάλλων—πλὴν ἐλαχίστων ἐξαιρέσεων—δὲν ὕδρολύονται ἢ ὕδρολύονται κατ' ἐλάχιστον βαθμῶν.	5. Αἱ χλωριούχοι ἐνώσεις τῶν ἀμετάλλων ὕδρολύονται εἰς σημαντικὸν βαθμῶν.

Σαφῆς ἐν τούτοις διάκρισις μεταξύ μετάλλων καὶ ἀμετάλλων δὲν δύναται νὰ γίνῃ, καθ' ὅσον ἡ μετάβασις ἀπὸ τὰ μὲν εἰς τὰ δὲ εἶναι συνεχῆς καὶ ὑπάρχουν στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα μετέχουν τῶν ἰδιοτήτων ἀμφοτέρων τῶν κατηγοριῶν. Τὰ στοιχεῖα ταῦτα καλοῦνται ἡμιμέταλλα ἢ ἐπαμφοτερίζοντα στοιχεῖα.

Ἐάν εἰς τὸ Π.Σ. φέρωμεν ἀπὸ τοῦ Β διαγώνιον, διερχομένην διὰ τοῦ Si, τοῦ As καὶ τοῦ Te, μέχρι τοῦ At (Ἀστατόν), χωρίζεται τοῦτο εἰς δύο μέρη (σελ. 127). Τὸ ἀριστερὸν μέρος περιλαμβάνει ἀποκλειστικῶς μέταλλα, ἐνῶ εἰς τὰς κυρίας ὀξείδωσις τοῦ δεξιῶν μέρους περιλαμβάνονται ἀμέταλλα.

Τὰ παρὰ τὴν διαγώνιον εὐρισκόμενα στοιχεῖα B, Ge, As, Sb, Bi, Te κλπ. εἶναι στοιχεῖα μετέχοντα τῶν ἰδιοτήτων ἀμφοτέρων τῶν κατηγοριῶν, μὲ μεγαλυτέραν ἀπόκλισιν πρὸς τὰ μὲν ἢ τὰ δὲ.

2. Ταξινομήσις τῶν ἀμετάλλων εἰς τὸ Π.Σ. Κατωτέρω θὰ περιορισθῶμεν εἰς τὴν ἐξέτασιν τῶν ἀμετάλλων, τὰ ὁποῖα περιλαμβάνονται εἰς τὸ Β' μέρος τοῦ παρόντος βιβλίου καὶ ἡ θέσις τῶν ὁποίων εἰς τὸ Π.Σ. ὑποδεικνύεται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα VI.

Π Ι Ν Α Κ Σ VI

Περὶ- οδος	I κυρ. ὁμάς	II κυρ. ὁμάς	III κυρ. ὁμάς	IV κυρ. ὁμάς	V κυρ. ὁμάς	VI κυρ. ὁμάς	VII κυρ. ὁμάς	Μηδενική ὁμάς
1η	1H 1							2He 2
2α	Li	Be	5B 2, 3	6C 2, 4	7N 2, 5	8O 2, 6	9F 2, 7	10Ne 2, 8
3η	Na	Mg	Al	14Si 2, 8, 4	15P 2, 8, 5	16S 2, 8, 6	17Cl 2, 8, 7	18A 2, 8, 8
4η	K	Ca	Ga	Ge	33As 2, 8, 18, 5	Se	35Br 2, 8, 18, 7	36Kr 2, 8, 18, 8
5η	Rb	Sr	In	Sn	51Sb 2, 8, 18, 18, 5	Te	53J 2, 8, 18, 18, 7	86Xe 2, 8, 18, 18, 8
6η	Cs	Ba	Tl	Pb	83Bi 2, 8, 18, 32, 18, 5	Po	At	86Rn 2, 8, 18, 32, 18, 8

Ἡ μηδενική ὁμάς περιλαμβάνει, ὡς γνωστὸν τὰ εὐγενῆ ἀέρια, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀδραγῆ, λόγῳ τῆς σταθερότητος τῆς ηλεκτρονικῆς τῶν δομῆς (ἡ ἐξωτάτη ηλεκτρονικὴ στιβάς εἶναι συμπληρωμένη δι' ὀκτάδος ηλεκτρονίων). Διὰ τὰ ἀμέταλλα, τὰ ὁποῖα περιλαμβάνονται εἰς τὰς λοιπὰς ὁμάδας τοῦ Π.Σ. ἰσχύουν τὰ ἑξῆς :

α) Ὁ ηλεκτραρνητικὸς χαρακτήρ τῶν στοιχείων ἐξασθενεῖ κατὰ τὴν μετάβασιν ἐκ τῆς VIIης πρὸς τὴν Iην ὁμάδα τοῦ Π.Σ.

β) Εἰς τὰ στοιχεία ἐκάστης ὁμάδος, ἐμφανίζεται μείωσις τῆς ηλεκτραρνητικότητος αὐτῶν, κατὰ μετάβασιν, ἐκ τῆς Iης πρὸς τὴν 6ην περίοδον τοῦ Π.Σ.

Τοῦτο καταφαίνεται ἐκ τῆς κατωτέρω ἐξετάσεως τοῦ χημικοῦ χαρακτήρος τῶν στοιχείων ἐκάστης ὁμάδος τοῦ Π.Σ.

1. Ἡ VII κυρία ὁμάς τοῦ Π.Σ. — ὁμάς τῶν ἀλογόνων — περιλαμβάνει στοιχεῖα, ἔχοντα 7e σθένους εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα. Ταῦτα τείνουν νὰ ἀποκτήσουν δεκάτην εὐγενεὺς ἀερίου, διὰ προσλήψεως ἑνὸς e, μεταπίπτοντα εἰς μονοσθενῆ ἀρνητικὰ ἰόντα :

$$X_2 + 2e \rightarrow 2X' \quad (X = F, Cl, Br, J) \quad (1)$$

Ἔνεκα τούτου τὰ ἀλογόνα εἶναι ἰσχυρῶς ηλεκτραρνητικὰ στοιχεῖα, ἀντιδρῶντα εὐκόλως μὲ τὰ μέταλλα, πρὸς σχηματισμὸν ἐνώσεων, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζου ἐτεροπολικὸν σθένος -1.

Ὡς δέκται ηλεκτρονίων εἶναι σώματα ὀξειδωτικὰ καὶ αἱ περισσότεραι τῶν χημικῶν ιδιοτήτων ὀφείλονται ἀκριβῶς εἰς τὴν ὀξειδωτικὴν τῶν ἰκανότητα, ἣτις ἀποδίδεται ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως (1).

Τὰ ἀλογόνα ἐνοῦνται καὶ μετ' ἀμετάλλων, σχηματίζοντα ὁμοιοπολικὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζου τυπικὸν θετικὸν σθένος (+1, +3, +5, +7)

Ἡ δραστικότητα τῶν ἀλογόνων, ὡς ηλεκτραρνητικῶν στοιχείων, βαίνει ἐλαττωμένη ἐκ τοῦ φθορίου πρὸς τὸ ἰώδιον, ἐνῶ ἀντιθέτως αὐξάνει ἡ ἰκανότης αὐτῶν πρὸς σχηματισμὸν ὁμοιοπολικῶν ἐνώσεων.

2. Ἡ VI κυρία ὁμάς τοῦ Π.Σ. — ὁμάς ὀξυγόνου· θείου—περιλαμβάνει στοιχεῖα, ἔχοντα 6e σθένους εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα, τὴν ὁποίαν τείνουν νὰ συμπληρώσουν διὰ προσλήψεως δύο ηλεκτρονίων, κατὰ τὴν ἐξίσωσιν :

$$X_2 + 4e \rightarrow 2X''$$

Ένεκα τούτου ενοούνται εύκόλως με τὰ μέταλλα πρὸς σχηματισμὸν ἐνώσεων, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζουν ἑτεροπολικὸν σθένος —2.

Ὡς δέκται ἠλεκτρονίων εἶναι σώματα ὀξειδωτικά. Ἡ ἠλεκτραρνητικότης ὁμοίων αὐτῶν καὶ συνεπῶς ὁ ὀξειδωτικὸς τῶν χαρακτήρ ἐλαττοῦται, αὐξανόμενου τοῦ Α.Β. Ἐνοούνται ἐπίσης με ἀμέταλλα, σχηματίζοντα ὁμοιοπολικὰ ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας τὸ μὲν ὀξυγόνον ἐμφανίζει πάντοτε τυλικὸν σθένος —2, τὸ δὲ θεῖον + 4 καὶ + 6. Γενικῶς ὁ ἀμέταλλος χαρακτήρ εἶναι σαφὴς μόνον εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ θείου· εἰς τὰ ἐπόμενα στοιχεῖα σελήνιον καὶ τελλούριον ἐμφανίζονται καὶ μεταλλικαὶ τινὲς ιδιότητες.

3. Ἡ V κυρία ὁμάς τοῦ Π.Σ.—ὁμάς τοῦ ἀζώτου—περιλαμβάνει στοιχεῖα με 5ε σθένους εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα, ἢ συμπλήρωσις τῆς ὁποίας γίνεται συνήθως διὰ σχηματισμοῦ ὁμοιοπολικῶν δεσμῶν. Σπανιώτερον, συνδέονται δι' ἑτεροπολικῶν δεσμῶν. Εἰς τὰς ἐνώσεις τῶν ἐμφανίζουν τυλικὸν σθένος —3, +3, +5.

Γενικῶς, ὁ ἠλεκτραρνητικὸς χαρακτήρ τῶν στοιχείων αὐτῶν, ὁ ὁποῖος ἐμφανίζεται μειωμένος, ἐν συγκρίσει πρὸς τὰ ἀμέταλλα τῆς VIIης καὶ τῆς VIης ομάδος, ἐλαττοῦται ἔτι περισσότερο, αὐξανόμενου τοῦ Α.Β. Οὕτω ὁ ἀμέταλλος χαρακτήρ εἶναι σαφὴς εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ ἀζώτου καὶ τοῦ φωσφόρου, ἐνῶ ἀπὸ τοῦ As καὶ πέραν, ἐμφανίζονται καὶ μεταλλικαὶ τινὲς ιδιότητες, αἱ ὁποῖαι γίνονται πλέον σαφεῖς, εἰς τὸ Βί.

4. Ἡ IV κυρία ὁμάς τοῦ Π.Σ.—ὁμάς τοῦ ἄνθρακος—περιλαμβάνει στοιχεῖα με 4ε σθένους εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα. Ἐξ αὐτῶν ἀμέταλλα εἶναι μόνον τὰ δύο πρῶτα στοιχεῖα — ἄνθραξ καὶ πυρίτιον — τὰ ὅποια εἰσὶν ἐν τῇ συμπληρώσει τῆς ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα ἀποκλειστικῶς διὰ σχηματισμοῦ ὁμοιοπολικῶν δεσμῶν. Εἰς τὰς ἐνώσεις τῶν ἐμφανίζουν τυλικὸν σθένος + 4 καὶ — 4. Τὰ ὑπόλοιπα στοιχεῖα τῆς ομάδος ταύτης γερμάνιον, κασσίτερος καὶ μόλυβδος εἶναι μέταλλα.

5. Τέλος ἡ III κυρία ὁμάς τοῦ Π.Σ. περιλαμβάνει ἐν μόνον ἀμέταλλον στοιχεῖον, τὸ βόριον. Τοῦτο ὁμοίως ἐμφανίζει καὶ μεταλλικὰς τινὰς ιδιότητας.

Πάντα τὰ λοιπὰ στοιχεῖα τῆς IIIης ομάδος εἶναι μέταλλα, ὅπως καὶ τὰ στοιχεῖα τῆς Iης καὶ τῆς IIης ομάδος. Μέταλλα εἶναι ἐπίσης καὶ τὰ στοιχεῖα ὅλων τῶν δευτέρου ὁμάδων τοῦ Π.Σ.

3. Πῶς ἐξετάζεται ἐν ἀμέταλλον. Πρὸς εύκολωτέραν ἀπομνημόνευσιν ὅλων ὅσων πρέπει νὰ γνωρίζωμεν περὶ τῶν διαφόρων στοιχείων, ἐπιβάλλεται ἡ ὁμοιόμορφος ἐξέτασις αὐτῶν. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον καθίσταται δυνατὴ ἡ ἐξαγωγή γενικῶν κανόνων, δυναμένων νὰ ἐφαρμοσθοῦν εἰς ἐκάστην μερικὴν περίπτωσιν καὶ ἡ χρησιμοποίησις συνοπτικῶν πινάκων, οἱ ὁποῖοι νὰ περιέχουν δόλοκληρον τὴν ὕλην καὶ νὰ καθιστοῦν δυνατὰς τὰς συχνὰς καὶ συντόμους ἐπαναλήψεις. Εἰς τὴν παράγραφον ταύτην περιγράφεται ἡ σειρά, τὴν ὁποίαν θὰ ἀκολουθήσωμεν κατὰ τὴν ἐξέτασιν τῶν ἀμετάλλων.

1. Προέλευσις. Ἡ μελέτη ἐνὸς ἀμετάλλου ἀρχίζει με τὴν ἐξέτασιν τῆς προελεύσεως αὐτοῦ. Ἐξετάζονται δηλαδὴ κατὰ σειράν τὰ ἑξῆς: α) Ὁ βαθμὸς διαδόσεως αὐτοῦ εἰς τὴν Φύσιν (σελ. 10). β) Ἄν ἀπαντᾷται ἐλεύθερον καὶ ποῦ ἀνευρίσκεται ὡς τοιοῦτον. γ) Ἄν ἀπαντᾷται ἠγόμενον καὶ ὑπὸ μορφῆν ποίων ἐνώσεων ἀνευρίσκεται εἰς τὸν ἀνόργανον καὶ τὸν ἐνόργανον κόσμον.

2. Παρασκευαί. Ἀκολουθεῖς ἐξετάζονται αἱ μέθοδοι παρασκευῆς τοῦ στοιχείου. Γίνεται διάκρισις ἐργαστηριακῶν καὶ βιομηχανικῶν παρασκευῶν καὶ δίδεται ἰδιαιτέρα προσοχὴ εἰς τὰς πρῶτας ὕλας, τὰς χρησιμοποιουμένας εἰς τὰς δευτέρας ἐξ αὐτῶν. Οὕτω δυνάμεθα νὰ σχηματίσωμεν μίαν εἰκόνα περὶ τῶν πρώτων ὕλων ἐκ τῶν ὁποίων παράγεται τὸ σύνολον τῶν ποικίλων προϊόντων τῆς χημικῆς βιομηχανίας.

Ἡ μελέτη τῶν διαφόρων παρασκευῶν δὲν πρέπει νὰ περιλαμβάνῃ μόνον τὴν ἀντίδρασιν, διὰ τῆς ὁποίας λαμβάνεται ἐν στοιχεῖον, ἀλλὰ καὶ τὰς συνθήκας, ὑπὸ τὰς ὁποίας αὐτὴ λαμβάνει χώραν. Αὐτὸ δὲν σημαίνει ἀπομνημόνευσιν τοῦ βαθμοῦ τῆς ἀπαιτουμένης θερμοκρασίας ἢ τὴν ἀκριβῆ τιμὴν τῆς ἐξακουμένης πίεσεως. Πρέπει ὁμοίως νὰ γνωρίζωμεν, ἐὰν αἱ ἀντιδράσεις ἐπιτελοῦνται ὑπὸ συνήθους συνθήκας ἢ ἐν θερμῷ καὶ ὑπὸ πίεσιν.

3. **Φυσικὴ ἰδιότητες.** Ἐξετάζονται κατὰ σειρὰν τὰ ἑξῆς: α) Ἡ φυσικὴ κατάστασις τοῦ στοιχείου καὶ ἡ εὐκολία, μὲ τὴν ὁποίαν μεταπίπτει τοῦτο ἐκ τῆς μιᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ἄλλην (π.χ. ἀέριον δυσκόλως ὑγροποιούμενον, ὑγρὸν πτητικὸν κλπ). β) Τὸ χρῶμα, ἡ ὄσμη καὶ ἡ γεῦσις τοῦ στοιχείου. γ) Χαρακτηρίζεται ἡ πυκνότης τοῦ στοιχείου, διὰ συγκρίσεως πρὸς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα — ἂν εἶναι ἀέριον — ἢ πρὸς τὸ ὕδωρ, ἂν εἶναι ὑγρὸν (*). δ) Ἡ διαλυτότης τοῦ στοιχείου εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἄλλα διαλυτικὰ μέσα. ε) Ἡ ἀτομικότης τοῦ στοιχείου καὶ αἱ τυχόν ἐμφανιζόμεναι μεταβολαὶ ταύτης.

4. **Φυσιολογικὴ δράσις.** Ἀναφέρεται ἡ ἐπίδρασις τοῦ ἐξεταζομένου στοιχείου ἐπὶ τοῦ ὄργανισμοῦ τοῦ ἀνθρώπου καὶ τῶν ἄλλων ζωικῶν καὶ φυτικῶν ὀργανισμῶν, ἐφ' ὅσον αὕτη παρουσιάζει ἰδιαίτερον ἐνδιαφέρον.

5. **Χημικαὶ ἰδιότητες.** Ἡ ἐξέτασις τῶν χημικῶν ἰδιοτήτων ἀποτελεῖ τὸ κυριώτερον μέρος τῆς μελέτης ἐνὸς στοιχείου, περιλαμβάνει δὲ τὰ ἑξῆς:

α) **Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ.** Ἐξετάζεται ἡ ἠλεκτρονικὴ δομὴ τοῦ στοιχείου (σελ. 127) καὶ ὁ τρόπος, μὲ τὸν ὁποῖον τείνει νὰ συμπληρωσῇ τὴν ἐξωτάτην αὐτοῦ στιβάδα, τὸ εἶδος τῶν δεσμῶν, τοὺς ὁποίους συνάπτει, καὶ τὸ σθένος, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζει εἰς τὰς ἐνώσεις του. Ἐξ ὧν αὐτῶν, συνάγονται συμπεράσματα περὶ τοῦ χημικοῦ χαρακτήρος, τῆς δραστηριότητος καὶ τῆς ὀξειδωτικῆς ἢ ἀναγωγικῆς ἰκανότητος τοῦ στοιχείου. Συγκρίνονται ἐπίσης αἱ ἰδιότητες τοῦ ἐξεταζομένου στοιχείου μὲ τὰς ἰδιότητας τῶν ἄλλων στοιχείων τῆς ἰδίας ὁμάδος τοῦ Π.Σ.

Τέλος, ἀναφέρονται αἱ συνθήκαι, ὑπὸ τὰς ὁποίας τὸ ἐξεταζόμενον στοιχεῖον ἐμφανίζεται ὑπὸ μορφήν πλεον ἐνεργὸν τῆς συνήθους, πρᾶγμα τὸ ὁποῖον παρατηρεῖται εἰς τινὰ στοιχεῖα (O_2 , H_2 , N_2 , κ.ά.).

β) **Ἀντιδράσεις μὲ ἀμέταλλα.** Ἀναφέρονται αἱ κυριώτεραι ἐνώσεις, τὰς ὁποίας σχηματίζει μετὰ διαφόρων ἀμετάλλων, κατὰ τὴν σειρὰν ἐξετάσεως αὐτῶν (ὄξυγόνον, ὕδρον, ἄλ. ὄνα, θειόν, ἀμέταλλα τῆς V ὁμάδος, ἄνθραξ, πυρίτιον καὶ βόριον) ὡς καὶ αἱ συνθήκαι, ὑπὸ τὰς ὁποίας ἐπιτυγχάνεται ἡ ἐνωσις τῶν δύο στοιχείων.

Ἐὰν ἡ ἀντιδράσις συνοδεύεται ἀπὸ ἐκclusiv θερμότητος καὶ φωτός, τότε λέγομεν ὅτι λαμβάνει χώραν καύσις.

Πολλάκις, καίτοι δύο στοιχεῖα δὲν ἐνοῦνται δι' ἀπ' εὐθείας ἀντιδράσεως μετὰ τῶν, σχηματίζουν διαφόρους ἐνώσεις ἐμμέσως. Π.χ. ὁ Au δὲν ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μετὰ τοῦ ὄξυγόνου, ἐμμέσως ὁμως — δηλ. διὰ σειρᾶς ἀντιδράσεων — σχηματίζει Au_2O_3 .

γ) **Ἀντιδράσεις μὲ μέταλλα.** Ἐξετάζεται ἡ συμπεριφορὰ τῶν στοιχείων ἔναντι τῶν μετάλλων ἐν γένει καὶ ἀναφέρονται παραδείγματα τῶν κυριωτέρων ἐνώσεων του μετ' αὐτῶν.

δ) **Ἀντιδράσεις μὲ διαφόρους ἐνώσεις:** Ἀναφέρονται αἱ ἀντιδράσεις τοῦ στοιχείου: α) μετὰ τοῦ ὕδατος, β) μετὰ τῶν διαλυμάτων τῶν ὕδροξειδίων τῶν ἀλκαλίων, γ) μετὰ τῶν ὀξειδωτικῶν ὀξέων, πυκνοῦ-θερμοῦ H_2SO_4 καὶ HNO_3 (σελ. 118), δ) μετ' ἄλλων ἀνοργάνων ἐνώσεων καὶ ε) μετὰ διαφόρων ὀργανικῶν ἐνώσεων.

6. **Ἀνίχνευσις:** Ἐξετάζεται ἡ μέθοδος ἀνίχνευσσεως τοῦ στοιχείου, τὸσον ὅταν εὐρίσκειται ἐν ἐλευθέρῳ καταστάσει, ὅσον καὶ ὑπὸ μορφήν ἰόντος.

7. **Χρήσεις:** Ἀναφέρονται αἱ ἐφαρμογαί, τὰς ὁποίας εὐρίσκει τὸ στοιχεῖον. Πρὸς διευκόλυνσιν τῆς ἀπομνημονεύσεως αὐτῶν, ἡ σειρὰ ἢ ὁποία ἀκολουθεῖται κατὰ τὴν ἐξέτασιν τῶν, συνδυάζεται μὲ τὴν σειρὰν, μὲ τὴν ὁποίαν ἀναπτύσσονται αἱ ἰδιότητες τοῦ στοιχείου, ἐπὶ τῶν ὁποίων στηρίζονται.

(*) Δυνάμεθα νὰ εἰρωμεν ἂν ἐν ἀέριον εἶναι βαρύτερον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἐκ τῆς τιμῆς τοῦ λόγου τοῦ Μ.Β. τοῦ ἀερίου διὰ τοῦ ὀμοθετικοῦ Μ.Β. τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος (28,96). Ἐὰν ἡ τιμὴ αὕτη εἶναι μεγαλύτερα τῆς μονάδος, τὸ ἀέριον εἶναι βαρύτερον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ἂν μικρότερη εἶναι ἐλαφρότερον.

Ἡ ἀπόλυτος πυκνότης τοῦ ἀερίου εἰς g/lit , ὑπὸ Κ.Σ., εὐρίσκειται διὰ διαίρεσεως τοῦ Μ.Β. αὐτοῦ διὰ τοῦ μοριακοῦ ὄγκου (22,4).

2. Ήξέτασις τών χημικών ένώσεων

Αί χημικάί ένώσεις ταξινομούνται εις τάξεις, τὰ μέλη έκάστης τών όποιών παροισαζούν όμοιότητα εις τόν χημικόν τύπον, τήν χημικήν συμπεριφοράν, τόν τρόπον παρασκευής και τήν όνοματολογίαν. Αί τάξεις, εις τάς όποιάς συμπεριλαμβάνεται τό μεγαλύτερον μέρος τών ένώσεων τής Άνοργάνου Χημείας, είναι τέσσαρες: τὰ όξειδια, τὰ όξέα, αί βάσεις και τὰ άλατα.

3. Όξειδια

1. Όρισμός. Όξειδια καλοΰνται αί ένώσεις τοΰ όξυγόνου με έν άλλον στοιχείον. Πλείστα έξ αύτών, ώς π.χ. τό ύδωρ (H_2O), τό διοξειδιον τοΰ άνθρακος (CO_2), τό διοξειδιον τοΰ πυριτίου (SiO_2) κ.ά. είναι ένώσεις λίαν διαδεδομέναί εις τήν Φύσιν, ένώ άλλα έξ αύτών παρεσκευάσθησαν εις τὰ έργαστήριον. Σήμερον είναι γνωστά όξειδια όλων τών στοιχείων μετάλλων και άμετάλλων - έξαιρέσει βεβαίως τών εύγενών άερίων.

2. Ταξιόμησις. Τά όξειδια ταξινομούνται κατά τούς άκολουθους δύο τρόπους: **Α' Άναλόγως τής περιεκτικότητος αύτών εις όξυγόνον και τής συντάξεως τοΰ μορίου των, ταξινομούνται εις τάς κάτωθι τάξεις:**

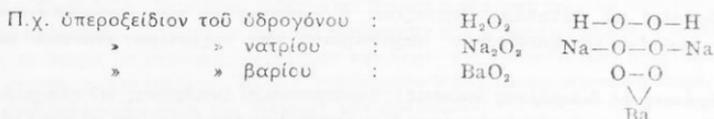
α) Κανονικά όξειδια. Οΰτω καλοΰνται τὰ όξειδια, τὰ όποια περιέχουν εις τό μόριόν των τόσα άτομα όξυγόνου, όσα όπαιτεί τό σύνηθες σθένος τών στοιχείων:



β) Όποξειδια. Ταΰτα περιέχουν όλιγώτερα άτομα όξυγόνου έξ όσων άπαιτεί τό σύνηθες σθένος τών στοιχείων π.χ. CO, N_2O .

γ) Όπεροξειδια. Οΰτω καλοΰνται τὰ όξειδια, τὰ όποια περιέχουν εις τό μόριόν των τήν δισθενή ήπεροξειδικήν ή ήπερόξυ ομάδα: $-O-O-$

Ένεκα τούτου ό μοριακός τύπος αύτών δεικνύει, ότι περιέχουν έν άτομον όξυγόνου περισσότερον έξ όσων άπαιτεί τό σύνηθες σθένος τών στοιχείων. Δι' άναγραφής όμωσ τών συντακτικών τύπων, γίνεται άντιληπτόν ότι τὰ στοιχεία έμφανίζουν εις τās ένώσεις αύτάς τό σύνηθες σθένος των.



Εις τās άντιδράσεις όξειδοαναγωγής, διά τόν όπολοισμόν τής μεταβολής τών σθενών, ώς σθένος τοΰ όξυγόνου εις τὰ ήπεροξειδια λαμβάνεται τό -1. Όπάρχουν και όξειδια, εις τὰ όποια ώς σθένος τοΰ όξυγόνου λαμβάνεται τό -1/2. Ταΰτα καλοΰνται ήπερ- ήπεροξειδια (Superoxides) π.χ. KO_2

Χαρακτηριστική είναι ή ίδιότητα όλων τών μεταλλικών ήπεροξειδίων δι' ήπιδράσεως άραιων όξέων έν ψυχρῳ, νά παρέχουν ήπεροξειδιον τοΰ ύδρογόνου:



δ) Διοξειδια μετάλλων. Εις τήν τάξιν αύτήν περιλαμβάνονται τὰ όξειδια μετάλλων τινών, εις τὰ όποια τό μέταλλον έμφανίζει σθένος μεγαλύτερον τοΰ συνηθους, π.χ. MnO_2, PbO_2 . Ένεκα τούτου έχαρακτηρίζοντο παλαιότερον ώς ήπεροξειδια. Τοΰτο όμωσ δέν είναι όρθόν, διότι δέν περιέχουν τήν ήπεροξειδικήν ομάδα. Άπόδειξις, ότι δι' ήπιδράσεως άραιων όξέων έν ψυχρῳ δέν έλευθερώνουν H_2O_2 , δι' ήπιδράσεως δέ όξέος έν θερμῳ έλευθερώνουν όξυγόνον:



ε) Μικτά οξειδία ή επιτεταρτοξειδία. Ούτω καλούνται τὰ οξειδία, τὰ ὁποῖα περιέχουν ἓν μέταλλον μὲ δύο διαφόρα σθένη.

Π.χ. επιτεταρτοξειδιον τοῦ σιδήρου : Fe_2O_4 ἢ $FeO \cdot Fe_2O_3$
 » » μαγγανίου: Mn_2O_4 ἢ $2MnO \cdot MnO_2$
 » » μολύβδου: Pb_2O_4 ἢ $2PbO \cdot PbO_2$

Β' Ἀναλόγως τοῦ χημικοῦ των χαρακτηρὸς τὰ οξειδία ταξινομοῦνται εἰς ὄξινα, βασικά, ἐπαμφοτερίζοντα καὶ οὐδέτερα (βλ. σελ. 99).

Γενικαὶ παρατηρήσεις περὶ τῆς φύσεως τῶν οξειδίων.

Τὰ οξειδία τῶν ἀμετάλλων εἶναι κατὰ τὸ πλεῖστον ὄξινα (SO_2 , SO_3 , N_2O_5 , N_2O_4 , P_2O_5 , P_2O_3 , CO_2 , SiO_2) μερικὰ εἶναι οὐδέτερα (N_2O , NO , CO), ἐλάχιστα εἶναι ἐπαμφοτερίζοντα (As_2O_3 , Sb_2O_3), οὐδὲν ἐξ αὐτῶν ὅμως εἶναι βασικόν.

Τὰ οξειδία τῶν μετάλλων εἶναι κατὰ τὸ πλεῖστον βασικά· ὑπάρχουν ὅμως καὶ ἐπαμφοτερίζοντα, ὡς καὶ ὄξινα μεταλλικά οξειδία.

Γενικῶς ἰσχύουν τὰ ἑξῆς: 1. Εἰς τὰς ὀριζοντίους σειρὰς (περίόδους) τοῦ Π.Σ., κατὰ τὴν μετάβασιν ἐκ τῆς 1ης πρὸς τὴν 7ην ὁμάδα, ἐλαττοῦται ὁ βασικὸς καὶ αὐξάνεται ὁ ὄξινος χαρακτήρ των οξειδίων αὐτῶν. Π.χ.

Na_2O	MgO	Al_2O_3	CO_2	P_2O_5	SO_2	Cl_2O_7
ἀνυδρίτης	ἀνυδρίτης	ἀνυδρίτης	ἀνυδρίτης	ἀνυδρίτης	ἀνυδρίτης	ἀνυδρίτης
ισχ. βάσεως μετρ.	ισχ. βάσεως ἐπιμφ.	ὄξινος ὄξινος	ὄξινος ὄξινος	μετρ. ισχ. ὄξινος	ισχ. ὄξινος	ισχ. ὄξινος
$NaOH$	$Mg(OH)_2$	$Al(OH)_3$	H_2CO_3	H_2PO_4	H_2SO_4	$HClO_4$

2. Εἰς τὰς καθέτους στήλας (ὁμάδας) τοῦ Π.Σ., αὐξανόμενον τοῦ Α.Β. τῶν στοιχείων, ἐλαττοῦται ὁ ὄξινος καὶ αὐξάνεται ὁ βασικὸς χαρακτήρ των οξειδίων των. Π.χ. εἰς τὴν 5ην ὁμάδα τοῦ Π. Σ.

N_2O_5	P_2O_5	As_2O_5	Sb_2O_5	Bi_2O_5
ἀνυδρίτης	ἀνυδρίτης	ἐπαμφοτερίζοντα οξειδία μὲ συνεχῶς ἐλαττούμενον ὄξινον χαρακτήρα		
ισχυροῦ ὄξινος	μετρ. ισχ. ὄξινος			

3. Εἰς ἕκαστον τῶν στοιχείων ὁ ὄξινος χαρακτήρ των οξειδίων του αὐξάνεται, αὐξανόμενον τοῦ σθένους αὐτοῦ. Π.χ.

II	III	VI	II	III	IV
CrO	Cr_2O_3	CrO_3	FeO	Fe_2O_3	FeO_2
βασικόν οξειδιον	ἐπαμφοτερίζον οξειδιον	ὄξινον οξειδιον	βασικόν οξειδιον	ἐπαμφοτερίζον οξειδιον	ὄξινον οξειδιον

3. Γενικαὶ μέθοδοι παρασκευῆς.

Α' Ὄξειδίων ἀμετάλλων

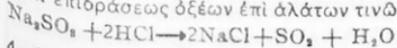
1. Δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως τοῦ ἀμετάλλου μετὰ τοῦ ὀξυγόνου :



2. Δι' ἀφυδατώσεως ὀξέων :



3. Δι' ἐπιδράσεως ὀξέων ἐπὶ ἀλάτων τινῶν :

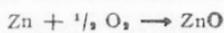


4. Διὰ θερμικῆς διασπάσεως ἀλάτων :



Β' Ὄξειδίων μετάλλων

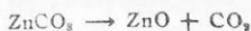
1. Δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως τοῦ μετάλλου μετὰ τοῦ ὀξυγόνου :



2. Δι' ἀφυδατώσεως ὕδροξειδίων.



3. Διὰ θερμικῆς διασπάσεως ἀλάτων :



4. Φυσική κατάσταση. Τα οξείδια των μετάλλων είναι στερεά. Έκ των οξειδίων των άμετάλλων άλλα είναι αέρια (SO_2 , N_2O , NO , CO_2 , CO κ.ά.), άλλα υγρά (N_2O_4 , Cl_2O , κ.ά.) και άλλα στερεά (SO_3 , N_2O_5 , P_2O_5 , SiO_2 κ.ά.)

5. Χημική ιδιότητες. Αυτά εξαρτώνται εκ του χημικού χαρακτήρος των οξειδίων είναι δε δι' εκάστην των ανωτέρω τάξεων αί ακόλουθοι :

α) 'Ιδιότητες οξίνων οξειδίων : 1. Τα πλείστα εξ αυτών αντιδρούν μετά του ύδατος και σχηματίζουν οξέα (έξ ου και οξεογόνα οξείδια ή ανυδρίται οξέων) :



2. 'Αντιδρούν με βάσεις και σχηματίζουν άλατα και ύδωρ :



3. 'Αντιδρούν με βασικά οξείδια και σχηματίζουν άλατα :



β) 'Ιδιότητες βασικών οξειδίων : 1. Τινά εξ αυτών αντιδρούν μετά του ύδατος και σχηματίζουν βάσεις (έξ ου και βασεογόνα οξείδια ή ανυδρίται βάσεων) :



2. 'Αντιδρούν με οξέα και σχηματίζουν άλατα και ύδωρ :



3. 'Αντιδρούν με δξίνα οξείδια και σχηματίζουν άλατα :



γ) 'Ιδιότητες έπαμφοτεριζόντων οξειδίων : 1. 'Αντιδρούν με οξέα σχηματίζοντα άλατα και ύδωρ :



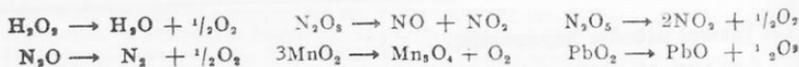
2. 'Αντιδρούν και με βάσεις σχηματίζοντα έπίσης άλατα και ύδωρ :



δ) 'Ιδιότητες ουδετέρων οξειδίων : Δέν αντιδρούν ούτε με οξέα ούτε με βάσεις.

Πώς εξετάζονται αί χημικαί ιδιότητες ενός οξειδίου

1. 'Εξετάζεται ή σταθερότης του μορίου του και ό τρόπος, με τον όποιον τυχόν διασπάται διά θερμάνσεως. Π. χ.



2. Προσδιορίζεται τό είδος του οξειδίου και περιγράφονται αί χημικαί ιδιότητες, τας όποιας έμφανίζει, επί τη βάσει των γενικών ιδιοτήτων των οξίνων, βασικών ή έπαμφοτεριζόντων οξειδίων, των υπεροξειδίων ή διοξειδίων (βλ. άνω § 5).

3. 'Εξετάζεται ή οξειδωτική ή ή αναγωγική δράσις, την όποιαν τυχόν έμφανίζει τό εξεταζόμενον οξείδιον. Έκ των οξειδίων, τά όποια θα εξετάσωμεν :

α) 'Εμφανίζουν οξειδωτικήν δράσιν τά : H_2O_2 , SO_2 , NO_2 , N_2O , PbO_2 .

β) 'Εμφανίζουν αναγωγικήν δράσιν τά : N_2O_5 , SO_2 , P_2O_5 , CO .

4. 'Εξετάζονται άλλαι τυχόν χαρακτηριστικαί ιδιότητες του εξεταζόμενου οξειδίου.

4. Όξέα

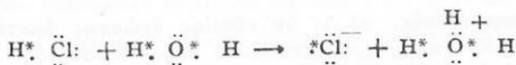
1. Όρισμός. Ός ανεφέρθη ήδη εις την τάξιν των όξέων περιλαμβάνονται ένώσεις εμφανίζουσαι κοινάς ιδιότητες, τό σύνολον των όποιων περιλαμβάνεται υπό τόν γενικόν όρον **όξινοσ χαρακτήρ**. Ούτω τά ύδατικά διαλύματα των όξέων εμφανίζουν όξινοσ γεύσιν, μεταβάλλουν τό χρώμα των δεικτών και κατά την επίδρασίν των επί μετάλλων έλευθερώνουν ύδρογόνον.

Έάν συγκρίνωμεν τούς μοριακοús τύπουσ των διαφόρων όξέων, προκύπτει ότι όλα έχουν ως κοινόν χαρακτηριστικόν τοú μορίου των τό ύδρογόνον, εις τό όποιον πρέπει συνεπώς νά άποδοθούν αί κοινάί των ιδιότητες. Η άπλή συμμετοχή όμως τοú ύδρογόνοσ εις τό μόριον μιås ένώσεωσ, δέν δύναται νά έρμηνεύσθι τόν όξινοσ χαρακτήρα των σωμάτων αυτών, δεδομένου ότι αί περισσότεραι ύδρογονούχοι ένώσεις δέν είναι όξέα. Ό όξινοσ χαρακτήρ θά έξαρτάται συνεπώς έκ τοú τρόπου, μέ τόν όποιον συνδέεται τό ύδρογόνον μέ τό υπόλοιπον μόριον.

Ό Arrhenius στηριχθείσ εις τό γεγονός, ότι αί κοινάί ιδιότητες των όξέων εμφανίζονται όταν ταύτα εύρίσκονται διαλελυμένα εις τό ύδωρ και ότι κατά την ήλεκτρολύσιν των διαλυμάτων των έλευθερούται ύδρογόνον εις την κάθοδον, διετύπωσε την άποψιν, ότι τό κοινόν χαρακτηριστικόν των ύδατικών διαλυμάτων των όξέων είναι τό κατιόν ύδρογόνον (H⁺).

Ότοι, κατά τόν Arrhenius, όξέα είναι οι ήλεκτρολύται, οι όποιοι κατά την διάλυσίν των εις τό ύδωρ δίστανται εις κατιόν ύδρογόνον και άνιον άμέταλλον ή ρίζαν ήλεκτραρνητικήν. Συνεπώς, όξέα είναι εκείναι μόνοι των ύδρογονούχων ένώσεων, εις τάσ οποιάσ εν ή περισσότερα ύδρογόνα τοú μορίου των δύναται νά λάβουν την μορφήν ίόντοσ (δηλ. πρωτονίου).

Ός ανεφέρθη όμως και κατά την εξήγησιν τοú μηχανισμού τήσ ήλεκτρολυτικήσ διάσσεωσ (σελ. 89), ή μελέτη τήσ φύσεωσ τοú ίόντοσ ύδρογόνοσ, των ύδατικών διαλυμάτων των όξέων, άποδεικνύει ότι τοúτο δέν εύρίσκειται έλευθερον υπό μορφήν πρωτονίου, ως παρίσταται συνήθωσ, άλλ' ήνωμένον μέ εν μόριον ύδατοσ υπό την μορφήν τοú ίόντοσ τοú όξωνίου (H₃O⁺):



Τούτο όφελεται εις τό γεγονός ότι τό πρωτόνιον είναι τό μόνον ίόν, περίξ τοú πυρήνοσ τοú όποιοσ ούδέν ήλεκτρόνιον περιστρέφεται. Ένεκα τούτοσ ή διάμετροσ αυτοú είναι τήσ τάξεωσ 10⁻¹³ cm, δηλαδή 10⁸ φοράσ μικρότερα από την μέσην διάμετρον των άλλων ίόντων, ή όποια είναι τήσ τάξεωσ τοú 10⁻⁸ cm.

Συνεπώς τό ήλεκτρικόν πεδίοσ περί τό ίόν H⁺, είναι λίαν ισχυρόν, μέ αποτέλεσμα νά έχη τοúτο την τάσιν νά προσκολλάται εις άλλα μόρια, διαθέτονα άσύζευκτον ζεύγοσ ήλεκτρονίων.

Ανάλογα συμπεράσματα προκύπτουν έκ τήσ μελέτησ των διαλυμάτων των όξέων εις άλλους διαλύτεσ, περιέχοντασ άσύζευκτον ζεύγοσ ήλεκτρονίων.

Πάντα νά άνωτέρω, ώδήγησαν εις την δημιουργίαν μιås νέασ θεωρίασ περί των όξέων (σελ. 109), συμφώνωσ πρόξ την όποιαν **όξύ** είναι πάν μόριον ή ίόν, τό όποιον έχει την τάσιν νά έκχωρήσθι πρωτόνια (H⁺).

2. Ταξιόμησησ των όξέων. Εις τό περί χημικού συμβολισμού κεφάλαιον, ανεφέρθη ότι τά όξέα διακρίνονται εις **όξυγονούχα** και **μη όξυγονούχα** και διευτυώθησαν οι κανόνες επί των όποιων στηρίζεται ή όνοματολογία των (σελ. 40). Κατωτέρω θά έξετάσωμεν τόν τρόπον μέ τόν όποιον ταξινομούνται τά διάφορα όξέα.

α) Όξέα μονοβασικά και πολυβασικά. Τά όξέα αναλόγωσ τοú αριθμού των H⁺, τά όποια άποδίδει εν μόριον αυτών, διακρίνονται εις μονοβασικά και πολυβασικά (μονο-δι-τρι- και τετρα-βασικά σελ. 97). Κατά την διάλυσιν πολυβασικοú όξέοσ εις τό ύδωρ, ή διάστασισ αυτοú λαμβάνει χώραν εις περισσότερα τοú ένόσ

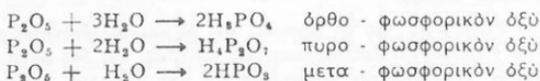
στάδια και εις έκαστην διάστασιν ἀντιστοιχεί ὠρισμένος βαθμὸς διαστάσεως :



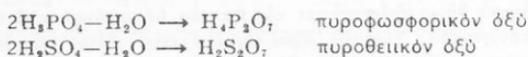
β) **Όξεα Ισχυρά, μετρίως Ισχυρά και ἄσθενῆ.** Ἀναλόγως τοῦ βαθμοῦ διαστάσεως αὐτῶν, τὰ ὀξεῖα διακρίνονται εἰς ἰσχυρά, μετρίως ἰσχυρά καὶ ἄσθενῆ (σελ. 101).

Λόγῳ τοῦ διαφόρου βαθμοῦ διαστάσεως τῶν ὀξέων, ἡ δξύτης τῶν διαλυμάτων αὐτῶν δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς συγκεντρώσεως τοῦ ὀξέος, ἀλλὰ ἐκ τῆς συγκεντρώσεως τῶν H^+ , ἡ ὁποία καλεῖται ἐνεργὸς ἢ πραγματικὴ δξύτης καὶ ἀποδίδεται διὰ τοῦ P_n .

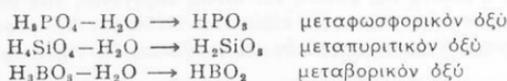
γ) **Όρθο - μετα - καὶ πυρο - ὀξεῖα.** Ἐνίστε εἰς τὸν αὐτὸν ἀνυδρίτην ἀντιστοιχοῦν περισσότερα τοῦ ἐνὸς ὀξέα, διαφέροντα μεταξύ των ὡς πρὸς τὴν περιεκτικότητά των εἰς ὕδωρ. Ἐξ αὐτῶν τὰ ἔχοντα τὴν μεγαλύτεραν περιεκτικότητα εἰς ὕδωρ ὀνομάζονται **ὀρθοξέα**, τὰ ἔχοντα τὴν μικροτέραν περιεκτικότητα **μεταξέα** καὶ τὰ ἐνδιάμεσου περιεκτικότητος **πυροξέα**. Π.χ.



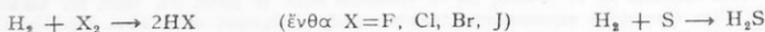
Τὰ πυροξέα προέρχονται ἐκ δύο μορίων ὀρθοξέος δι' ἀποσπάσεως, ἐνὸς μορίου ὕδατος. Εἶναι προφανές ὅτι πυροξέα δύνανται νὰ προκύψουν ἐκ διβασικοῦ τουλάχιστον ὀρθοξέος :



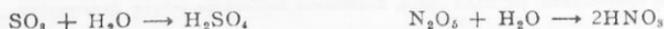
Τὰ μεταξέα προκύπτουν δι' ἀφαίρεσεως ἐνὸς μορίου ὕδατος ἐξ ἐνὸς μορίου τοῦ ἀντιστοίχου ὀρθοξέος, εἶναι δὲ προφανές ὅτι μεταξέα δύνανται νὰ προκύψουν ἐκ τριβασικοῦ τουλάχιστον ὀρθοξέος :



3. Μέθοδοι παρασκευῆς. α) **Δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως ἀμετάλλου μετὰ τοῦ ὕδρογόνου.** Ἡ μέθοδος αὕτη χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν μὴ ὀξυγονούχων ὀξέων, ὅπως εἶναι τὰ ὕδραλογόνα καὶ τὸ ὕδρόθειον :



β) **Δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ τοῦ ἀνυδρίτου τοῦ ὀξέος.** Ἡ μέθοδος αὕτη χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν ὀξυγονούχων ὀξέων, ὡς π.χ. τὰ H_2SO_4 , HNO_3 κ.δ.



γ) **Δι' ἐπιδράσεως ἐτέρου ὀξέος ἐπὶ ἄλατος περιέχοντος τὸ ἀνίον τοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον θέλομεν νὰ παρασκευάσωμεν.** Ἡ μέθοδος αὕτη εἶναι γενικὴ διὰ τὰ ὀξυγονούχα καὶ μὴ ὀξυγονούχα ὀξεῖα :



Αἱ ἄνωτέρω ἀντιδράσεις, ὡς διπλαῖ ἀντικαταστάσεις (σελ. 106), εἶναι δυνατὰ ὑπὸ τὰς ἀκολούθους προϋποθέσεις : α) Ὅταν τὸ σχηματιζόμενον ὀξύ ἐκφύγη, διὰ θερμάνσεως, ὡς ἀέριον. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην πρέπει τὸ ὀξύ, τοῦ ὁποίου ἐπιζητεῖται ἡ παρασκευὴ, νὰ ἔχη χαμηλότερον σ.ζ., ἀπὸ τὸ ὀξύ, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιοῦμεν. Ἐνεκα τούτου χρησιμοποιεῖται κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην τὸ H_2SO_4 , τὸ ὁποῖον ἔχει ὕψηλόν σ.ζ. β) Ὅταν ἐν ἐκ τῶν σχηματιζομένων προϊόντων εἶναι δυσδιάλυτον καὶ καταπίπτει ὡς ἴζημα.

4. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Ἐκ τῶν ὀξέων ἄλλα εἶναι ἀέρια ὑπὸ συνήθους συνθήκας (HCl , HBr , HJ , H_2S), ἄλλα ὑγρά (HNO_3 , H_2SO_4) καὶ ἄλλα στερεὰ (H_3PO_4 , H_3BO_3).

Χαρακτηριστική φυσική ιδιότητα όλων των οξέων είναι η δεινός γεύσις και η ηλεκτρική αγωγιμότης των διαλυμάτων των. Τα πτητικά οξέα εμφανίζουν δηκτική οσμήν.

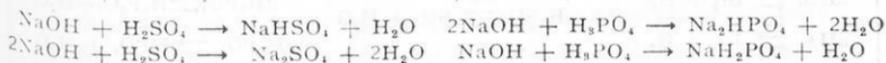
5. **Ανίχνευσις.** Ανιχνεύονται εκ τής αλλαγής του χρώματος των δεικτών. Ούτω μετατρέπουν το κυανού **βάμμα του ήλιοτροπίου** εις έρυθρόν, το πορτοκαλλόχρουν διάλυμα τής **ήλιανθίνης** εις έρυθρόν και άποχρωματίζουν το υπό βάσεων έρυθραν-θέν διάλυμα τής **φαινολοφθαλείνης**.

6. **Χημικαί ιδιότητες.** Κατωτέρω αναπτύσσονται αί κοιναί ιδιότητες των οξέων(*), αί όποια, ως άνεφέρθη, εμφανίζονται εις τά ύδατικά των διαλύματα.

α) **Αντιδρούν με βάσεις και σχηματίζουν άλας και ύδωρ (έξουδετέρωσις) :**



Τά διβαρικά οξέα δίδουν δύο και τά τριβαρικά τρεις σειράς άλάτων :



β) **Αντιδρούν με βασιικά οξειδία και σχηματίζουν άλας και ύδωρ :**



γ) **Αντιδρούν με τά ηλεκτροθετικώτερα του ύδρογόνου μέταλλα, δίδοντα άλας, υπό σύγχρονον έκκλισην ύδρογόνου (σελ. 116) :**



Όρισμένα οξέα, τά όποια είναι συγχρόνως οξειδωτικά μέσα, όπως το HNO_3 και το πυκνόν H_2SO_4 , δέν έλευθερώνουν ύδρογόνον κατά την επίδρασην επί μετάλλων.

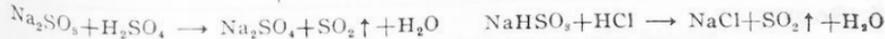
δ) **Κατά την ηλεκτρόλυση των διαλυμάτων των, έλευθερώνουν ύδρογόνον εις την κάθοδον (βλ. σελ. 91).**

ε) **Αντιδρούν με άλατα, παρέχοντα αντιδράσεις διπλής άντικαταστάσεως, έφ' όσον εν εκ των προϊόντων έκφευγει ως άερίον ή πίπτει ως ίζημα.**

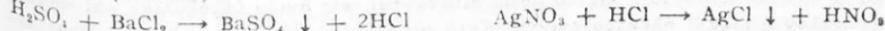
Ούτω όλα τά οξέα: α) Διασπούν τά άνθρακικά άλατα, υπό έκκλισην CO_2 :



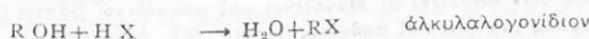
β) Διασπούν τά θειώδη άλατα, υπό έκκλισην SO_2 :



γ) Με ώρισμένα άλατα παρέχουν χαρακτηριστικά ίζήματα, διά των όποίων ανιχνεύονται (σελ. 107) :



στ) **Αντιδρούν με τας άλκοόλας και τά μεν οξυγονούχα παρέχουν έστέρας, ένω τά ύδραλογόνα άλκυλαλογονίδια :**



ένθα R=άλκύλιον (όργανική ρίζα) και X=άλλογόνον.

Πλήν των άνωτέρω εξ γενικών ιδιοτήτων των οξέων, έκαστον οξύ, αναλόγως τής φύσεως αύτου, εμφανίζει και έτέρας ιδιότητας, διά των όποίων και χαρακτηρίζεται. Ούτω ή σταθερότης του μορίου δέν είναι ή αύτή εις τά διάφορα οξέα, πλείστα εξ αύτων είναι οξειδωτικά μέσα (σελ. 111), έτερα άναγωγικά (σελ. 111) κ.ο.κ.

(*) Περιγράφονται αί γενικαί ιδιότητες των οξέων, ως ταύτα όρίζονται συμφώνως προς την κλασικήν θεωρίαν του Arrhenius και όχι συμφώνως προς τας νεωτέρας άπόψεις.

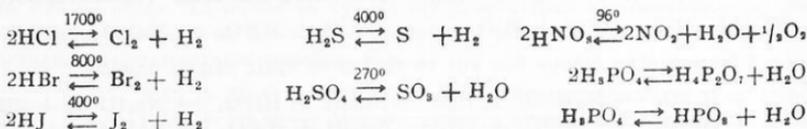
Πώς εξετάζονται οι χημικοί ιδιότητες ενός οξέος

Έκ τῶν οξέων εἰς τὸ παρὸν βιβλίον ἐξετάζονται τὰ ἑξῆς :



Ἡ ἐξέτασις τῶν χημικῶν ιδιοτήτων τῶν ἀνωτέρω οξέων, ἀκολουθεῖ τὴν ἑξῆς σειράν :

1. Ἐξετάζεται ἡ σταθερότης τοῦ μορίου του καὶ ὁ τρόπος μὲ τὸν ὁποῖον τυχόν διασπᾶται διὰ θερμάνσεως. Π.χ.



2. Ἐξετάζεται ἐὰν τὸ οξύ εἶναι μονοβασικὸν ἢ πολυβασικὸν, ἡ ἰσχὺς του καὶ περιγράφονται αἱ ιδιότητες, τὰς ὁποίας ἐμφανίζει ὡς οξύ, ἐπὶ τῇ βάσει τῶν ἑξ γεικῶν ιδιοτήτων τῶν οξέων, τὰς ὁποίας ἀνεπτύξαμεν (σελ. 129).

3. Ἐξετάζεται ἡ ὀξειδωτικὴ ἢ ἡ ἀναγωγικὴ δράσις, τὴν ὁποίαν τυχόν ἐμφανίζει τὸ ἐξεταζόμενον οξύ. Διὰ τὰ ἀνωτέρω οξέα ἰσχύουν τὰ ἑξῆς :

HF : δὲν ὀξειδοῦται ὅπως τὰ ἄλλα ὕδραλογόνα.	H ₂ S : λιαν ἀναγωγικόν
HCl : ἔνωσης εὐοξειδωτος	HNO ₃ : ἰσχυρὸν ὀξειδωτικὸν μέσον
HBr : σαφῶς ἀναγωγικόν	H ₂ SO ₄ : ὀξειδωτικὸν μόνον ὅταν εἶναι πυκνὸν καὶ θερμὸν
HJ : λιαν ἀναγωγικόν	H ₃ PO ₄ : δὲν ἐμφανίζει ὀξειδωτικὴν ἢ ἀναγωγικὴν δράσιν

4. Ἐξετάζονται ἄλλαι τυχόν ὑπόχουσαι χαρακτηριστικαὶ ιδιότητες τοῦ ἐξεταζομένου οξέος ὡς π.χ. ἡ ἐπίδρασις τοῦ HF ἐπὶ τῶν πυριτικῶν ἀλάτων, ἡ ἀφυδατικὴ δράσις τοῦ πυκνοῦ H₂SO₄ κ. ἄ.

5. Βάσεις

1. **Ὁρισμός.** Βάσεις ἐκλήθησαν ὑπὸ τοῦ Arrhenius οἱ ἠλεκτρολύται, οἱ ὁποῖοι κατὰ τὴν διάλυσιν τῶν εἰς τὸ ὕδωρ διίστανται εἰς ἀνιόν ὑδροξύλιον καὶ κατιόν μέταλλον ἢ ρίζαν ἠλεκτροθετικὴν. Κατὰ τὰς νεωτέρας θεωρίας (σελ. 105) βάσις καὶ λέγεται πᾶν μῆριον ἢ ἰόν δυνάμενον νὰ προσλάβῃ πρωτόνια.

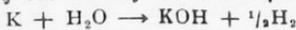
Κατωτέρω περιγράφονται αἱ γενικαὶ μέθοδοι παρασκευῆς καὶ αἱ γενικαὶ ιδιότητες τῶν βάσεων, ὡς ὀρίζονται αὐτὰ κατὰ τὴν κλασσικὴν θεωρίαν τοῦ Arrhenius.

2. **Ταξινομήσις τῶν βάσεων:** α) Μονόξινοι καὶ πολυόξινοι βάσεις (βλ. σελ. 94)
β) Ἰσχυραί, μετρίως ἰσχυραὶ καὶ ἀσθενεῖς βάσεις (βλ. σελ. 98).

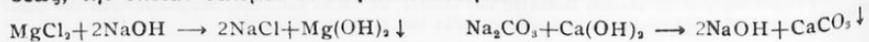
3. **Παρασκευαί:** 1. Δι' ἐπίδρασεως ὕδατος ἐπὶ τοῦ ἀντιστοίχου ἀνυδρίτου.



2. Διὰ διασπάσεως τοῦ ὕδατος ὑπὸ λιαν ἠλεκτροθετικοῦ μετάλλου (ὡς τὰ K, Na, Ca, Ba) :



3. Δι' ἐπίδρασεως ἐτέρας βάσεως ἐπὶ ἄλατος περιέχοντος τὸ κατιὸν τῆς βάσεως, τὴν ὁποίαν θέλομεν νὰ παρασκευάσωμεν :

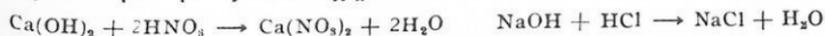


4. Φυσικοί Ιδιότητες. "Όλα τὰ ὑδροξειδία εἶναι σώματα στερεά. Χαρακτηριστικὰ καὶ φυσικὰ ἰδιότητες τῶν βάσεων εἶναι ἡ καυστικὴ γεῦσις, καὶ ἡ σαπωνοειδὴς ἀφή τὴν ὁποῖαν ἐμφανίζουν, ὡς καὶ ἡ ἠλεκτρικὴ ἀγωγιμότης τῶν διαλυμάτων καὶ τηγμάτων των. Ἐκ τῶν ὑδροξειδίων λίαν διαλυτὰ εἰς τὸ ὕδωρ εἶναι τὰ NaOH, καὶ KOH ὀλιγώτερον διαλυτὰ εἶναι τὰ Ca(OH)₂ καὶ Ba(OH)₂. "Όλοι αἱ ἄλλαι βάσεις εἶναι ἐλάχιστα διαλυταί, θεωροῦμενα πρακτικῶς ὡς ἀδιάλυτοι.

5. Ἀνίχνευσις. Ἀνιχνεύονται ἐκ τῆς ἀλλαγῆς τοῦ χρώματος τῶν δεικτῶν. Οὕτω τὰ διαλύματά των καθιστοῦν κυανοῦν τὸ βάμμα τοῦ ἠλιοτροπίου, πορτοκαλλόχρου τὴν ἡλιανθίνην καὶ ἐρυθρὰν τὴν φαινολοφθαλεΐνην.

6. Χημικὰ ἰδιότητες. Αἱ βάσεις παρουσιάζουν κοινὰς ἰδιότητες, ὀφειλομένας εἰς τὸ ἀνιόν ὑδροξυλίον αὐτῶν. Τὸ σύνολον τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν ἀποδίδεται διὰ τοῦ ὅρου **βασικὸς χαρακτήρ**, αἱ κυριώτεροι δὲ ἐξ αὐτῶν εἶναι αἱ ἑξῆς :

α) Ἀντιδρῶν μὲ ὀξέα καὶ σχηματίζουν ἄλας καὶ ὕδωρ (ἐξουδετέρωσις) :



Αἱ πολυόξινοι βάσεις σχηματίζουν, ἀναλόγως τῆς ποσότητος τοῦ ὀξέος, ἅλατα οὐδέτερα ἢ βασικά :

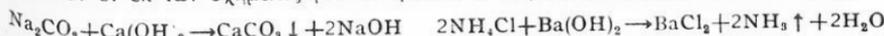


β) Ἀντιδρῶν μὲ ὄξινα ὀξειδία καὶ σχηματίζουν ἄλας καὶ ὕδωρ :

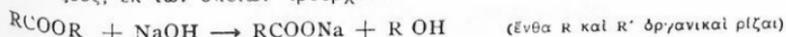


γ) Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τῶν διαλυμάτων ἢ τηγμάτων των, ἐλευθερώνουν ὀξυγόνον εἰς τὴν ἀνοδον (βλ. σελ. 94).

δ) Ἀντιδρῶν μὲ ἅλατα, παρέχουσαι ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως, ἐφ' ὅσον ἓν ἐκ τῶν σχηματιζομένων προϊόντων ἐκφεύγει ὡς ἀέριον ἢ πίπτει ὡς ἰζημα :



ε) Αἱ ἰσχυραὶ βάσεις διασποῦν τοὺς ἐστέρας εἰς τὴν ἀλκοόλην καὶ τὸ ἄλας τοῦ ὀξέος, ἐκ τῶν ὁποίων προέρχονται :



Πῶς ἐξετάζονται αἱ χημικὰ ἰδιότητες μιᾶς βάσεως

1. Ἐξετάζεται ἡ σταθερότης τοῦ μορίου της καὶ ἡ συμπεριφορὰ ταύτης ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς θερμότητος. Γενικῶς τὰ ὑδροξειδία τῶν ὀλιγότερον ἠλεκτροθετικῶν τοῦ ὑδρογόνου μετάλλων εἶναι λίαν ἀσταθῆ, διασπώμενα δι' ἐλαφρᾶς θερμοστάσεως εἰς τοὺς ἀνυδρίτας των καὶ ὕδωρ. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει εἰς ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν καὶ μὲ τὰ λοιπὰ ὑδροξειδία :



Ἐξαιρέσιν ἀποτελοῦν τὰ ὑδροξειδία τοῦ K καὶ Na, τὰ ὁποῖα διασπῶνται μόνον εἰς λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν εἰς τὰ στοιχεῖα των (μέταλλον, H₂ καὶ O₂).

2. Ἐξετάζεται ἐὰν ἡ βίασις εἶναι μονόξινος ἢ πολυόξινος, ἢ ἰσχύς της καὶ ἀναπτύσσονται αἱ ἰδιότητες, τὰς ὁποίας ἐμφανίζει ὡς βίασις, ἐπὶ τῇ βίασει τῶν πέντε κοινῶν ἰδιοτήτων τῶν βάσεων, τὰς ὁποίας ἀνεπτύξαμεν.

3. Ἐξετάζονται αἱ ἀντιδράσεις τῆς ἐξεταζομένης βάσεως, μετὰ διαφόρων μετᾶλλων καὶ ἀμετᾶλλων.

4. Ἐξετάζονται ἄλλαι τυχόν ὑπάρχουσαι χαρακτηριστικαὶ ἰδιότητες τῆς ἐξεταζομένης βάσεως.

6. "Αλατα

1. Όρισμός. "Αλατα καλούνται οι ηλεκτρολύται, οι όποιοι διαλυόμενοι εις τὸ ὕδωρ (ἢ ἕτερον διαλυτικόν μέσον) διίστανται εις κατιόν μέταλλον ἢ ρίζαν ηλεκτροθετικὴν καὶ εις ἀνιόν ἀμέταλλον ἢ ρίζαν ηλεκτραρνητικὴν.

Ὡς γνωστόν, τὰ ἄλατα εἶναι ἐνώσεις ἑτεροπολικαί, συνιστάμεναι ἐξ ἀντιθέτων φορτισμένων ἰόντων, τὰ όποια συγκρατοῦνται δι' ἠλεκτροστατικῶν δυνάμεων εἰς ὠρισμένας θέσεις ἐν τῷ χώρῳ, συνιστῶντα τὰ ἰοντικά κρυσταλλικά πλέγματα. Κατὰ τὴν διάλυσιν αὐτῶν εις τὸ ὕδωρ ἢ ἕτερον διαλυτικόν μέσον, μεγάλης διηλεκτρικῆς σταθερᾶς, ἡ ἠλεκτροστατικὴ ἔλξις μεταξὺ τῶν ἰόντων τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος ἐλαττοῦται, μὲ συνέπειαν τὸν ἀποχωρισμὸν τῶν ἰόντων ἀπ' ἀλλήλων, τὰ όποια οὕτω ἀποκοτῶν τὴν ἀνεξαρτησίαν των καὶ κινοῦνται ἐλευθέρως ἐντὸς τοῦ διαλύματος.

2. Ταξινόμησις (βλ. σελ. 95).

3. Παρασκευαί. 1. Δι' ἐξουδετερώσεως ὀξέος ὑπὸ βάσεως :



2. Δι' ἐπιδράσεως ὀξέος ἐπὶ βασικοῦ ὀξειδίου :



3. Δι' ἐπιδράσεως βάσεως ἐπὶ ὀξίνου ὀξειδίου :



4. Δι' ἐπιδράσεως ὀξίνου ὀξειδίου ἐπὶ βασικοῦ ὀξειδίου :



5. Δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως μετάλλου καὶ ἀμετάλλου :



6. Δι' ἐπιδράσεως ὀξέος ἐπὶ μετάλλου, περισσότερον ἠλεκτροθετικοῦ τοῦ ὕδρογόνου :



7. Διὰ διπλῆς ἀντικαταστάσεως : α) Μεταξὺ ὀξέος καὶ ἄλατος :



β) Μεταξὺ βάσεως καὶ ἄλατος :



γ) Μεταξὺ δύο ἀλάτων :



Πλην τῶν ἀνωτέρω μεθόδων παρασκευῆς, ἄλατα σχηματίζονται ἀκόμη καὶ εἰς πλείοτας ὅσας πολυπλοκώτερας ἀντιδράσεις.

4. Φυσικαὶ ἰδιότητες. "Όλα τὰ ἄλατα εἶναι ὑπὸ συνήθεις συνθήκας στερεὰ κρυσταλλικά σώματα. Κοινὴ φυσικὴ ἰδιότης αὐτῶν εἶναι ἡ ἀγωγιμότης τῶν διαλυμάτων καὶ τηγμάτων των. Ἡ διαλυτότης εις τὸ ὕδωρ τῶν σπουδαιότερων ἀλάτων, ἐξητάσθη ἤδη εις τὴν σελίδα 104.

5. Χημικαὶ ἰδιότητες. Τὰ ἄλατα δὲν ἐμφανίζουν κοινὰς ἰδιότητας, διότι δὲν ἔχουν κοινὸν ἰόν, ὅπως τὰ ὀξέα ἢ αἱ βάσεις, δεδομένου ὅτι συνίστανται ἐξ ἐνὸς οἰουδηποτε ἀνιόντος καὶ ἐνὸς οἰουδηποτε κατιόντος. Κοινὰς ἰδιότητας παρουσιάζουν μόνον τὰ ἄλατα, τὰ όποια ἔχουν εἴτε κοινὸν κατιόν, εἴτε κοινὸν ἀνιόν.

Πώς εξετάζονται αί χημικαί ιδιότητες ενός άλατος

Ἡ εξέτασις τῶν χημικῶν ιδιοτήτων ενός άλατος ακολουθεῖ τήν ἐξῆς σειράν :

1. Ἐξετάζεται ἡ σταθερότης τοῦ άλατος καί ἡ διάσπασις, τήν ὅποιαν τυχόν ὑφίσταται διὰ θερμάνσεως. Κατωτέρω ἀναφέρονται αἱ πλέον χαρακτηριστικαί ἐκ τῶν θερμικῶν διασπάσεων τῶν άλάτων :

α) Τά **άνθρακικά άλατα** διασπῶνται διὰ θερμάνσεως πρὸς ὀξειδίου τοῦ μετάλλου καί CO_2 . Ἐξίρισιν ἀποτελοῦν τὰ άνθρακικά άλατα τοῦ καλίου, τοῦ νατρίου καί τοῦ βαρίου, τὰ ὁποῖα δέν διασπῶνται διὰ θερμάνσεως: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

β) Τά **ὄξινα άνθρακικά άλατα** διὰ θερμάνσεως μεταπίπτουν εἰς οὐδέτερα :

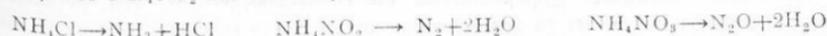


γ) Τά **νιτρικά άλατα** διασπῶνται διὰ θερμάνσεως πρὸς ὀξειδίου τοῦ μετάλλου, διοξειδίου τοῦ ἁζώτου καί ὀξυγόνον: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbO} + 2\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$

Τά νιτρικά άλατα τῶν εὐγενῶν μετάλλων διασπῶνται πρὸς μέταλλον, NO_2 καί O_2 καί τὰ νιτρικά άλατα τῶν ἀλκαλίων πρὸς νιτροῦδη :



δ) Τά **ἀμμωνιακά άλατα** διασπῶνται διὰ θερμάνσεως εἰς NH_3 καί ὄξύ, πλὴν τοῦ NH_4NO_2 καί τοῦ NH_4NO_3 :



ε) Τά **θειικά άλατα** διασπῶνται κατὰ κανόνα διὰ θερμάνσεως πρὸς ὀξειδίου τοῦ μετάλλου καί ὀξειδια τοῦ θείου. Τά θειικά άλατα τῶν ἀλκαλίων, τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν καί τοῦ μολύβδου δέν διασπῶνται διὰ θερμάνσεως. Τά **ὄξινα θειικά άλατα** διὰ θερμάνσεως μεταπίπτουν τελικῶς, κατὰ κανόνα, εἰς οὐδέτερα :



στ) Τά **θειώδη άλατα** διασπῶνται διὰ θερμάνσεως πρὸς μέταλλον καί SO_2 ἐξαιρέσει τῶν άλάτων τῶν ἀλκαλίων. Τά **ὄξινα θειώδη άλατα** διὰ θερμάνσεως μεταπίπτουν εἰς οὐδέτερα: $\text{CaSO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{SO}_2$ $2\text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

ζ) Τά **χλωριούχα άλατα** εἶναι σταθερά εἰς τὰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας, ἐξαιρέσει τῶν χλωριούχων άλάτων τοῦ Au καί Pt : $\text{AuCl}_3 \rightarrow \text{Au} + \frac{3}{2}\text{Cl}_2$

2. Ἐξετάζεται ἡ ἀντίδρασις τήν ὅποιαν ἐμφανίζει ἐν ὕδατιῳ διαλύματι, λόγῳ ὕδρωλύσεως ἢ μὴ αὐτοῦ (σελ. 105).

3. Ἐξετάζονται διάφοροι ἀντιδράσεις ἀπλῆς καί διπλῆς ἀντικαταστάσεως αὐτοῦ, ἐμφανίζουσαι πρακτικὸν ἐνδιαφέρον ὡς παρασκευαί ἢ ὡς ἀνιχνεύσεις διαφόρων σωμάτων. Συνήθως ἡ ἀνίχνευσις τῶν άλάτων, εἰς τὰ διαλύματα αὐτῶν, ἐπιτυγχάνεται διὰ τοῦ ἰδίου ἀντιδραστηρίου, μὲ τὸ ὁποῖον ἀνιχνεύεται τὸ ὄξύ, ἐκ τοῦ ὁποῖου προέρχονται (βλ. σελ. 107)

Χαρακτηριστικαί εἶναι ἐπίσης αἱ διασπάσεις τῶν άνθρακικῶν καί τῶν θειωδῶν άλάτων κατὰ τήν ἐπίδρασιν ὀξέων καί τῶν ἀμμωνιακῶν άλάτων κατὰ τήν ἐπίδρασιν ἰσχυρᾶς βάσεως (σελ. 107).

4. Τέλος, εξετάζεται ἡ ὀξειδοτική ἢ ἡ ἀναγωγική δράσις, τήν ὅποιαν τυχόν ἐμφανίζει τὸ ἐξεταζόμενον άλας. Ἐκ τῶν άλάτων τὰ ὁποῖα θὰ ἐξετασθοῦν, ὀξειδοτυκῆν δράσιν ἐμφανίζουσι τὰ : NaNO_3 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CaOCl_2 , AgNO_3 . Ἄλλα πάλιν ἐξ αὐτῶν ὀξειδοῦνται ἐνόχως, ὡς π.χ. τὸ NaCl πρὸς Cl_2 ὑπὸ MnO_2 , παρουσίασιν, H_2SO_4 , ὁ Hg_2Cl_2 πρὸς HgCl_2 κλπ.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

142. 500 cm³ CO₂ μετρηθέντα εις 15° C και 750 mmHg πίεσιν, διαβιβάζονται εις περισσειαν άσβεστίου ύδατος. Ποιον τó βάρος τού σχηματιζόμενου ίζηματος ;

(Άπ. 14,81 gr)

143. Πόσα lt CO₂ λαμβάνονται εις 40° C και 760 mmHg πίεσιν, κατά την καύσιν 5 lt C₂H₄, μετρηθέντων εις 17° C και 760 mmHg πίεσιν ;

(Άπ. 10,93 lt)

144. Ποίος ó συνολικός όγκος τών εκλυόμενων αερίων εις 20° C και 760 mmHg πίεσιν, κατά την επίδρασιν περισσειάς ύδροχλωρικού όξέος επί μίγματος αποτελουμένου εκ 5 gr Zn και 6 gr CaCO₃ ;

(Άπ. 3,323 lt)

145. Ποίος ó συνολικός όγκος εις 20° C και 750 mmHg πίεσιν, τών αερίων τών εκλυόμενων κατά την επίδρασιν πυκνού και θερμού H₂SO₄ επί 5 gr καθαρού άνθρακος ;

(Άπ. 20,68 lt)

146. Δι' επίδράσεως περισσειάς πυκνού και θερμού H₂SO₄ επί μεταλλικού χαλκού, παράγεται άέριον, τó όποιον όξειδούται υπό τού άτμοσφαιρικού άέρος παρουσία λευκού χύσου. Τó προϊόν τής όξειδώσεως διαβιβάζεται εν συνεχεία εις ύδωρ και προστίθεται περίσσεια BaCl₂, όποτε λαμβάνεται ίζημα βάρους 0,25 gr. Ποιον τó βάρος τού άρχικώς χρησιμοποιηθέντος χαλκού ;

(Άπ. 0,068 gr)

147. Δι' επίδράσεως ύδατος επί μεταλλικού νατρίου παράγεται άέριον, τó όποιον υπό καταλλήλους συνθήκας, χρησιμοποιείται διά την άναγωγίην CuO πρós μεταλλικόν χαλκόν. Πόσον νάτριον πρέπει νά χρησιμοποιήσωμεν, óστε τó εκλυόμενον άέριον νά άναγάγη 5,3 gr CuO ;

(Άπ. 3,08 gr)

148. Εις διάλυμα Na₂SO₃ επίδρωμεν με περίσσειαν διαλύματος H₂SO₄ εν θερμώ. Τó παραγόμενον άέριον διαβιβάζεται εις περισσειαν βρωμιούχου ύδατος και κατοπιν προστίθεται έπαρκής ποσότης BaCl₂. Έάν τó λαμβανόμενον κατά την τελευταίαν ταύτην αντίδρασιν ίζημα είναι 0,233 gr, νά εύρεθῆ ἡ ποσότης τού Na₂SO₃ τού περιεχομένου εις τó άρχικόν διάλυμα.

(Άπ. 1,26 gr)

149. Έπί 2 Kgr έρυθροπυρωθέντος χαλκού, διαβιβάζεται υπό κανονικάς συνθήκας 1 m³ άτμοσφαιρικού άέρος. Ζητείται ἡ σύστασις τού ληφθησομένου χαλκού μίγματος.

(Σχολή Άρχιτεκτόνων Ε. Μ. Π. 54)

(Άπ. 809,4 gr Cu—1490,6 gr CuO)

150. Δι' επίδράσεως περισσειάς ύδροχλωρικού όξέος επί 5 gr όρνικτού άνθρακικού άσβεστίου, λαμβάνονται 296 cm³ CO₂. Νά εύρεθῆ ἡ επί τοις % περιεκτικότης τού όρνικτού εις καθαρόν CaCO₃.

(Άπ. 26 %)

151. Έπί πόσων gr όρνικτού άνθρακικού άσβεστίου, περιεκτικότητος 85 % κ. β. εις καθαρόν άνθρακικόν άσβέστιον, πρέπει νά επίδρωσωμεν με περίσσειαν ύδροχλωρικού όξέος, ίνα λάβωμεν υπό Κ. Σ. 2 lt CO₂ ;

(Άπ. 10,5 gr)

152. Πόσα lt CO₂ παράγονται υπό Κ. Σ. κατά την επίδρασιν περισσειάς ύδροχλωρικού όξέος επί 2 Kgr όρνικτού CaCO₃, περιεκτικότητος 70 % κατά βάρος εις καθαρόν CaCO₃ ;

(Άπ. 313,6 lt)

II. ΑΜΕΤΑΛΛΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'

ΟΞΥΓΟΝΟΝ - ΟΖΟΝ · ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΑΗΡ

ΟΞΥΓΟΝΟΝ (O₂)

'Ατομικός αριθμός	8	Σημείον ζέσεως	-183°
'Ατομικόν βάρος	16	Σημείον πήξεως	-218,7°
'Ηλεκτρονική δομή	1s ² , 1s ² p ⁴	Πυκνότης, gr lt (Κ.Σ.)	1,429
'Ισότοπα	O ¹⁶ , O ¹⁷ , O ¹⁸	Διαλυτότης εις ύδωρ, cm ³ /lt(20°C)	31,1

1. 'Ιστορικόν. Τό δεξυγόνον άνεκαλύφθη σχεδόν ταυτοχρόνως (1771-1774) υπό του Scheele και του Priestley. 'Η όνομασία του όφείλεται εις τόν Lavoisier, ό όποιος τό έμελέτησε και ήρμήνευσε όρθώς τόν ρόλον του εις τά φαινόμενα τής καύσεως και τής άναπνοής.

2. Προέλευσις. Τό δεξυγόνον είναι τό πλέον διαβεδομένο στοιχείον επί τής Γής. 'Αποτελεί τά 49,85% του στερεού φλοιού αύτης, συνυπολογιζομένων τών θαλασσών και τής άτμοσφαιρας.

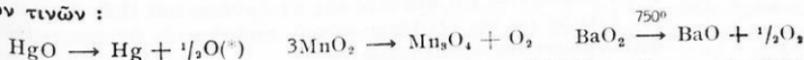
'Ελεύθερον εύρίσκεται εις τόν άτμοσφαιρικόν άέρα, του όποιου άποτελεί τά 21% κατ' όγκον και 23% κατά βάρος, ως και έν διαλύσει εις τό ύδωρ.

'Ηνωμένον μετ' άλλων στοιχείων, υπό μορφήν διαφόρων χημικών ένώσεων, άφθονεί εις τόν άνόργανον και τόν ένόργανον κόσμον.

Όύτω, ως συστατικόν διαφόρων όρυκτών (ζιμμος, άσβεστόλιθοι, άργιλλος, γρανίτης κ.ά.) άποτελεί τά 47,3% του στερεού φλοιού τής Γής. Εύρίσκεται ήνωμένον μετ' του ύδρογόνου εις τό ύδωρ, του όποιου άποτελεί τά 1/8 του βάρους.

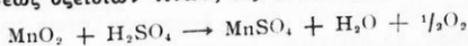
Είναι επίσης έν έκ τών κυριωτέρων στοιχείων του έννοργάνου κόσμου. Εύρίσκεται ήνωμένον μετ' του άνθρακος και άλλων στοιχείων, εις όλους τούς ζωικούς και φυτικούς όργανισμούς, υπό μορφήν διαφόρων ένώσεων, ως αί πρωτεΐναι, οι ύδατάνθρακες, τά λίπη κ.ά.

3. Παρασκευή. Α) Εις τό έργαστήριον. 1. Διά θερμάνσεως ύπεροξειδίων ή όξειδίων τινών :

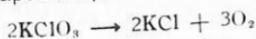


Τό ύπεροξείδιον του βαρίου διά θερμάνσεως εις 750° διασπάται προς BaO και δεξυγόνον. Τό σχηματιζόμενον BaO, διά θερμάνσεως εις 450° προσλαμβάνει έκ νέου δεξυγόνον έκ του άτμοσφαιρικού άέρος και άνασχηματίζει BaO₂. "Ενεκα τούτου ή μέθοδος αύτη έχρησιμοποιήθη παλαιότερον εις βιομηχανικήν κλίμακα.

2. Διά θερμάνσεως όξειδίων τινών, ως τό MnO₂, μετ' πυκνού H₂SO₄:

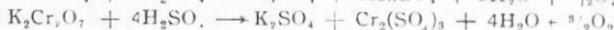


3. Διά θερμάνσεως δεξυγονούχων αλάτων. 'Η θερμάνσις του KClO₃, εις 150° C παρουσιάζει πυρολουσίτου (MnO₂) ως καταλύτου, άποτελεί τήν συνηθέστερον χρησιμοποιουμένην έργαστηριακήν παρασκευήν του δεξυγόνου :

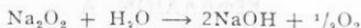


(*) 'Η θερμική διάσπασις του έρυθρού όξειδιου του ύδραργύρου (HgO) άποτελεί τήν ιστορικήν μέθοδον, διά τής όποιας παρεσκευάσθη διά πρώτην φοράν δεξυγόνον υπό του Priestley.

4. Διὰ θερμάνσεως οξυγονούχων τινῶν ἀλάτων, μετὰ πυκνοῦ H_2SO_4 :

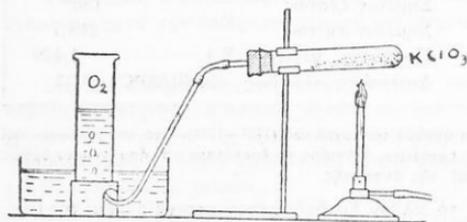


5. Δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου :



Ἡ ἀνωτέρω διάσπασις ἀποτελεῖ πρόχειρον μέθοδον παρασκευῆς οξυγόνου εἰς τὸ ἐργαστήριον καὶ καταλύεται ὑπὸ $CuSO_4$. Ἔνεκα τούτου τὸ Na_2O_2 φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ἀναμεμιγμένον μὲ ἴχνη $CuSO_4$, ὑπὸ τὸ ὄνομα **οξυλίθος**.

Εἰς ὅλας τὰς ἀνωτέρω ἐργαστηριακὰς παρασκευὰς, τὸ οξυγόνον συλλέγεται ὑπὲρ ὕδατος, εἰς συσκευὰς ἀναλόγους πρὸς τὴν εἰκονιζομένην ὑπὸ τοῦ σχήματος 34.



Σχ. 34. Παρασκευὴ οξυγόνου εἰς τὸ ἐργαστήριον διὰ θερμάνσεως $KClO_3$.

καὶ φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ἐντὸς χαλυβδίων Atm. Τὸ οὕτω λαμβανόμενον οξυγόνον περιέχει πρόμειξιν ἀργοῦ μέχρι 3%.

2. Ἐκ τοῦ ὕδατος δι' ἠλεκτρολύσεως. Ἡ μέθοδος αὕτη ἀποτελεῖ συγχρόνως καὶ βιομηχανικὴν παρασκευὴν τοῦ ὕδρογόνου. Συνήθως ἠλεκτρολύεται ἀραιὸν διάλυμα H_2SO_4 ἢ $NaOH$ 30%.

4. **Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ οξυγόνον εἶναι ἀέριον δυσκόλως ὑγροποιούμενον καὶ στερεοποιούμενον εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας καὶ ὑψηλὰς πιέσεις.

Εἶναι ἄχρουν, ἄσμον καὶ ἄγευστον, βαρύτερον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος (32:29) καὶ ὀλίγον διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ (3%). Εἶναι στοιχεῖον διατομικόν.

5. **Χημικαὶ ιδιότητες.** α) Ἡλεκτρονικὴ δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ. Τὸ οξυγόνον εὑρίσκεται ἐπὶ κεφαλῆς τῆς VI ὁμάδος τοῦ Π.Σ. Τὸ ἄτομόν του ἔχει 6ε εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτοῦ στιβάδα τὴν ὁποίαν τείνει νὰ συμπληρώσῃ διὰ προσλήψεως 2ε :



Ἔνεκα τούτου συμπεριφέρεται ὡς ἠλεκτραρνητικὸν στοιχεῖον, ἐμφανίζον εἰς τὰς ἐνώσεις του μετὰ, τῶν μετάλλων ἑτεροπολικὸν σθένος -2. Μετὰ τῶν ἀμετάλλων σχηματίζει ὁμοιοπολικὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζει τυπικὸν σθένος -2.

Εἶναι γενικῶς λίαν δραστικὸν στοιχεῖον. Ὄξειδώνει ὅλα σχεδὸν τὰ στοιχεῖα, ἐνούμενον ἀπ' εὐθείας μετ' αὐτῶν πρὸς σχηματισμὸν ἐνώσεων, αἱ ὁποῖα καλοῦνται **ὀξειδία**. Ὄξειδώνει ἐπίσης πλείστας χημικὰς ἐνώσεις. Πολλὰ τῶν ἀντιδράσεων τοῦ οξυγόνου μετὰ τῶν διαφόρων στοιχείων καὶ χημικῶν ἐνώσεων, χωροῦν εἰς θερμοκρασίαν ὑψηλότεραν τῆς συνήθους ὡς **καύσεις**, συνοδεύονται δηλαδὴ ἀπὸ ἀνάπτυξιν ὑψηλῆς θερμοκρασίας καὶ ἐμφάνισιν φωτός. Διὰ νὰ λάβῃ χώραν καθοῖς ἐνός σώματος πρέπει τοῦτο νὰ θερμανθῇ, παρουσιάσῃ ἀέρος, μέχρις ὠριμένης θερμοκρασίας χαρακτηριστικῆς δι' ἕκαστον σῶμα, ἢ ὁποῖα καλεῖται **θερμοκρασία ἀναφλέξεως**.



Σχ. 35
Τὸ ἄτομον
τοῦ οξυγόνου

Ατομικόν οξυγόνον. Διά σχηματισμοῦ ηλεκτρικῶν ἐκκενώσεων εἰς ἀτμόσφαιραν μοριακοῦ οξυγόνου, ὑπὸ τάσιν 4.000 Volts καὶ ἠλαττωμένην πίεσιν ($P < 1$ Torr), τὰ μόρια αὐτοῦ διασπῶνται εἰς ἄτομα. Ταῦτα τίνουσιν ἀμέσως νὰ ἐνωθοῦν καὶ πάλιν πρὸς μόρια, ὑπὸ σύγχρονον ἐκclusion μεγάλου ποσοῦ θερμότητος. Τὸ ἀτομικόν οξυγόνον εἶναι δραστικώτερον τοῦ συνήθους, δυνάμενον νὰ ὀξειδῶσῃ ἐν ψυχρῷ διάφορα σώματα, ἐπὶ τῶν ὁποίων δὲν ἐπιδρᾷ τὸ σὺνήθες μοριακόν οξυγόνον.

β) Ἀντιδράσεις μετὰ ἀμέταλλα. Τὸ οξυγόνον ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μετὰ ὅλα τὰ ἀμέταλλα, ἐξαιρέσει βεβαίως τῶν εὐγενῶν ἀερίων καὶ τῶν ἀλογόνων, μετὰ τῶν ὁποίων ὁμως σχηματίζει ἐμμέσως ἀσταθῆ ὀξειδία.

Τὸ **ὕδρογόνον** καίεται ὑπὸ τοῦ οξυγόνου πρὸς ὕδωρ, μετὰ φλόγα ἀλαμπῆ ἀλλὰ λίαν θερμαντικῆν. Ἡ ἀντίδρασις λαμβάνει χώραν βραδέως εἰς τοὺς 200°, ἀλλ' ἀκαριαίως εἰς τοὺς 550°, εἴτε τῇ ἐπιδράσει ηλεκτρικοῦ σπινθήρου, εἴτε παρουσίᾳ καταλύτου, ὡς ὁ Pt καὶ τὸ Pd.

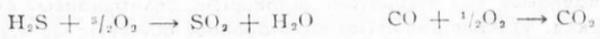
Τὸ **θεῖον** θερμαινόμενον παρουσίᾳ οξυγόνου καίεται πρὸς SO_2 .

Τὸ **ἄζωτον** ἐνοῦται δυσκόλως μετὰ τοῦ οξυγόνου εἰς θερμοκρασίαν 3000° πρὸς NO . Τὰ λοιπὰ στοιχεῖα τῆς V ομάδος τοῦ Π Σ. ἐνοῦνται εὐκολώτερον μετὰ τοῦ οξυγόνου σχηματίζοντα τριοξειδία. Ἐξ αὐτῶν μόνον ὁ **λευκὸς φωσφόρος** ἐνοῦται μετὰ τοῦ οξυγόνου ἐν ψυχρῷ πρὸς P_2O_3 .

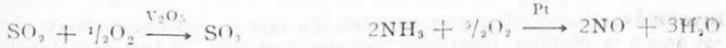
Ὁ **ἄνθραξ**, τὸ **πυρίτιον** καὶ τὸ **βόριο**, θερμαινόμενα παρουσίᾳ οξυγόνου, καίονται ἀντιστοιχῶς πρὸς CO_2 , SiO_2 καὶ B_2O_3 .

γ) Ἀντιδράσεις μετὰ μέταλλα. Τὸ οξυγόνον ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μετὰ ὅλα τὰ μέταλλα, πλὴν τῶν εὐγενῶν τισιούτων (Ag, Pt, Au), ὑπὸ διαφόρους δι' ἕκαστον συνθήκας. Οὕτω τὸ K καὶ τὸ Na ἐκτιθέμενα εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικόν ἀέρα, ὑπὸ συνήθους συνθήκας, ἀναφλέγονται. Τὰ πλεῖστα τῶν μετάλλων ὁμως, ὑπὸ συνήθους συνθήκας, εἴτε προσβάλλοντα βραδέως καὶ ἐπιφανειακῶς μόνον ὑπὸ τοῦ οξυγόνου, εἴτε δὲν προσβάλλονται, ἐνῶ ἀντιθέτως καίονται εἰς ὑψηλῇ θερμοκρασίᾳ, χαρακτηριστικῆν δι' ἕκαστον ἐξ αὐτῶν.

δ) Ἀντιδράσεις μετὰ διαφόρους ἐνώσεις. Τὸ οξυγόνον δύναται, ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας, νὰ ὀξειδῶσῃ πλείστας χημικὰς ἐνώσεις. Πολλὰ ἐξ αὐτῶν καίονται, ἐάν θερμανθοῦν παρουσίᾳ οξυγόνου (ἢ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος), ὅπως π. χ. τὸ ὑδρόθειον πρὸς SO_2 , τὸ μονοξειδιον τοῦ ἄνθρακος πρὸς CO_2 κ.ἄ.



Ἡ ὀξειδωσις ἐνώσεων τινῶν ὑπὸ τοῦ οξυγόνου, ὡς π. χ. τοῦ SO_2 πρὸς SO_3 , τῆς NH_3 πρὸς NO , κ.ἄ., ἐπιτυγχάνεται μόνον παρουσίᾳ τοῦ καταλλήλου καταλύτου (καταλυτικῆ ὀξειδωσις) :



Τέλος, αἱ πλείστα τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων καίονται, ἐάν θερμανθοῦν εἰς ὑψηλῇ θερμοκρασίᾳ, παρουσίᾳ οξυγόνου, πρὸς CO_2 καὶ H_2O :



δ. Ἀνίχνυσις. Τὸ οξυγόνον ἀνιχνεύεται ἐκ τῆς ἰκανότητος αὐτοῦ νὰ διατηρῇ τὴν καίον. Οὕτω π.χ. ἡμιοξεομένη παρασχίς ἀναφλέγεται εἰς ἀτμόσφαιραν οξυγόνου.

Ὅταν εὐρίσκειται ἐν μίγματι μετὰ ἄλλα ἀέρια, δύναται νὰ ἀνιχνευθῇ ὡς ἐξῆς :

α) Δι' ἀπορρόφησιν αὐτοῦ ὑπὸ ἀλκαλικῶν διαλυμάτων πυρογαλλίου, ὅποτε τοῦτο χράνεται βαθέως καστανόν.

β) Δι' ἀναμίξεως τοῦ ἀερίου μίγματος μετὰ περισσεύας ὑδρογόνου ἐντὸς εὐδιομέτρου καὶ σχηματισμοῦ ηλεκτρικοῦ σπινθήρου, ὅποτε σχηματίζεται ὕδωρ, ὑπὸ σύγχρονον ἐλάττωσιν τοῦ ἴκνου τοῦ ἀερίου μίγματος.

γ) Δι' ἀναμίξεως μετὰ NO , τὸ ὁποῖον σχηματίζει μετὰ τοῦ οξυγόνου καστανοῦς ἀτμούς NO_2 .

7. Βιολογική σημασία του οξυγόνου — Άναπνοή. Από βιολογικής άποψέως παρουσιάζει μεγάλην σημασίαν ή επίτελουμένη έντός των ζώντων οργανισμών όξείδωσις διαφόρων οργανικών συστατικών του πρωτοπλάσματος, μέ σκοπόν τήν άπελευθέρωσιν τής έντός αútων έγκεκλεισμένης ένεργείας, ή όποία είναι άπαραίτητος διά τήν επίτελεσιν των λειτουργιών τής ζωής.

Ή άνωτέρω βιολογική όξείδωσις, ή όποία έπεκράτησε νά καλείται καúσις, άπεδείχθη, ότι είναι πολύπλοκον χημικόν φαινόμενον, περιλαμβάνον σειράν έξωθέρμων αντίδράσεων, καταλυομένων υπό διαφόρων ένζύμων.

Τό καúσιμον ύλικόν αποτελείται κυρίως έξ ύδατανθράκων και λιπών, εις πολύ μικροτέραν δέ κλίμακα, έκ πρωτεϊνών. Αί ούσιαι αúται διασπώνται τελικώς πρός CO_2 , H_2O και άζωτούχους τινάς ένώσεις, προερχομένας έκ των πρωτεϊνών.

Τό οξυγόνον, τό άπαιτούμενον γιά τήν βιολογικήν όξείδωσιν, παραλαμβάνεται έκ του περιβάλλοντος διά τής άναπνοής. Εις τόν άνθρωπον και τούς άνωτέρους ζωϊκούς οργανισμούς, τό οξυγόνον, τό λαμβανόμενον έκ του άέρος διά τής άναπνοής, ένοúται εις τούς πνεύμονας μετά τής έρυθράς χρωστικής του αίματος, τής **αιμοσφαιρίνης**, πρός άσταθή τινα ένωσην τήν **δξαιμοσφαιρίνην**. Αúτη διά του άρτηριακού αίματος, μεταφέρεται εις τούς ιστούς, όπου άποδίδει τό οξυγόνον, τό όποιον συγκρατεί, και ένοúται μετά του προϊόντος τής καúσεως, τό CO_2 . Έν συνεχείά διά του φλεβικού αίματος φέρεται έκ νέου εις τούς πνεύμονας, ένθα άποδίδει τό CO_2 εις τόν άέρα διά τής έκπνοής και ένοúται έκ νέου μετά του οξυγόνου, έπαναλαμβανομένου του ίδιου κύκλου.

Τό γεγονός ότι εις τόν έκπνεόμενον άέρα ύπάρχει CO_2 και ύδρατμός, άποδεικνύεται ως εξής : α) Προσφυσόμεν άέρα έκ των πνευμόνων μας έντός διαυγούς διαλύματος $\text{Ca}(\text{OH})_2$, όποτε τουτο θολώνει λόγω σχηματισμού μετά του CO_2 άδιαλύτου CaCO_3 . β) Προσφυσόμεν άπ' εούθείας άέρα έκ των πνευμόνων μας επί τής ψυχράς έπιφανείας κατόπτρου, όποτε αúτη θαμπώνει, λόγω τής συμπυκνώσεως των περιεχομένων εις τόν έκπνεόμενον άέρα ύδρατμών.

8. Χρήσεις. α) Χρησιμοποιείται πρός έπίτευξιν ύψηλής θερμοκρασίας, διά καúσεως εις ειδικάς συσκευάς μίγματος αúτου μεθ' ύδρογόνου ή άκετυλενίου. Ή φλόξ ή παραγομένη κατά τήν καúσιν του ύδρογόνου (όξυυδρική) αναπτύσσει θερμοκρασίαν 2500°, και ή παραγομένη κατά τήν καúσιν του άκετυλενίου (όξυακετυλενική), θερμοκρασίαν 3000°. Εις τάς θερμοκρασίας ταύτας συγκολλώνται διάφορα μέταλλα, τήκονται διάφορα δύστηκτα σώματα και διά καταλλήλου ρυθμίσεως τής φλογός επιτυγχάνεται ή κοπή διαφόρων μετάλλων. β) Χρησιμοποιείται εις τήν Ιατρικήν, εις περιπτώσεις παθήσεων των πνευμόνων, λιποθυμιών, δηλητηριάσεων έκ μονοξειδίου του άνθρακος κλπ. γ) Χρησιμοποιείται εις διαφόρους συνθέσεις ως π.χ. HNO_3 κ.ά.

Ο Ζ Ο Ν (O_3)

1. Ιστορικόν. Από τό 1785 είχεν παρατηρηθή, ότι κατά τόν σχηματισμόν ηλεκτρικών έκκενώσεων εις τόν άέρα ή τό οξυγόνον εμφανίζεται χαρακτηριστική όσμή. Ή όσμή αúτη άπεδόθη εις έν νέον άέριον, τό όποιον ώνομάσθη δ ζ ο ν, έκ του έλληνικού δξω. Πρώτος ό **Soret** τό 1866, έβείβεν ότι τό άέριον αúτό είναι άλλοτροπική μορφή του οξυγόνου.

2. Προέλευσις. Τό όζον άπαντά κατά μικρά ποσά εις τόν άτμοσφαιρικόν άέρα, κυρίως δέ μετά τάς καταιγίδας. Μονίμως άπαντά εις τά άνωτέρα στρώματα τής άτμοσφαιρας, σχηματιζόμενον έκ τής έπίδράσεως των ύπεριωδών ακτίνων επί του οξυγόνου.

3. Παρασκευή. 1. Τό όζον λαμβάνεται συνήθως διά σχηματισμού ηλεκτρικών έκκενώσεων εις ρεύμα άτμοσφαιρικού άέρος ή οξυγόνου, συμφώνως πρός τήν αντίδρασιν :



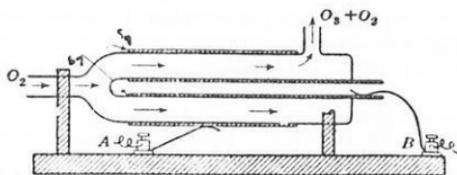
Ό σχηματισμός του όζοντος όφείλεται εις τήν διάσπασιν του μορίου του οξυγόνου :

νου εις τὰ άτομα του, υπό την επίδρασιν τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων, καί τὴν συν-
 ἔνωσιν ἐνός τῶν ἀτόμων τούτων, μεθ' ἐνός μὴ διασπασθέντος μορίου ὀξυγόνου :



Ἐπειδὴ ἡ ἀνωτέρω ἀντίδρασις εἶναι ἀμφίδρομος καὶ κατὰ τὰς συνήθεις φωτει-
 νὰς ἠλεκτρικὰς ἐκκενώσεις ὁ παραγόμενος σπινθὴρ ἀποσυνθέτει τὸ πλεῖστον τοῦ σχη-
 ματιζομένου ὀζοντος, χρησιμοποιοῦνται σκοτεινὰ ἠλεκτρικὰ ἐκκενώσεις (ἀνευ παρα-
 γωγῆς σπινθῆρος), αἱ ὁποῖαι παράγονται εἰς εἰδικὰς συσκευάς, τοὺς **ὀζονιστήρας**.

Ἐπάρχουν διάφοροι τύποι ὀζονι-
 στήρων, συνηθέστερος τῶν ὁποίων
 εἶναι ὁ εἰς τὸ σχῆμα 36 εἰκονιζόμε-
 νος **ὀζονιστὴρ τοῦ Siemens**. Οὗτος
 ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο συγκεντρικοῦς
 ὑάλινους σωλῆνας. Ἡ ἐξωτερικὴ ἐπι-
 φάνεια τοῦ ἐξωτερικοῦ σωλῆνος καί
 ἡ ἐσωτερικὴ τοῦ ἐσωτερικοῦ καλύ-
 πτονται ἀπὸ φύλλα κασσιτέρου, τὰ
 ὁποῖα συνδέονται μὲ τοὺς πόλους A καὶ B



Σχ. 36. Ὀζονιστὴρ τοῦ Siemens.

ἡλεκτρικῆς πηγῆς.

Λόγῳ παρεμβολῆς τῆς ὑάλου μεταξὺ τῶν φύλλων τοῦ κασσιτέρου, αἱ λαμβάνου-
 σαι χῶραν ἠλεκτρικὰ ἐκκενώσεις εἶναι σκοτεινὰί. Κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν ἐκκενώ-
 σεων, διαβιβάζεται ξηρὸν ρεῦμα ὀξυγόνου ἢ ἀέρος, μέρος τοῦ ὁποίου μετατρέπεται
 εἰς ὄζον. Τὸ ὀζονισμένον ὀξυγόνον, τὸ λαμβανόμενον διὰ τῆς μεθόδου ταύτης, πε-
 ριέχει 10% περίπου O_3 .

2. Ὀζονισμένον ὀξυγόνον, λαμβάνεται ἐπίσης κατὰ τὴν ἐπίδρασιν φθορίου ἐπὶ
 ὕδατος εἰς 0° C, κατὰ τὴν ἐπίδρασιν πυκνοῦ H_2SO_4 , ἐπὶ BaO_2 , κ. ἄ.

Καθαρὸν ὄζον λαμβάνεται ἐκ τοῦ ὀζονισμένου ὀξυγόνου διὰ ψύξεως, εἰς τοὺς
 -112°, ὅποτε ἀποχωρίζεται ὡς σκοτεινῶς κυανοῦν ἐκρηκτικὸν ὑγρὸν. Δι' ἐξατμίσεως
 αὐτοῦ λαμβάνεται καθαρὸν ὄζον, τὸ ὁποῖον ὁμως διασπᾶται βραδέως.

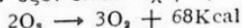
4. **Φυσικαὶ ιδιότητες.** Εἶναι ἀέριον κυανοῦ χρώματος, ἀνιχνεύσιμον καὶ εἰς ἐλα-
 χίστας ποσότητες ἐκ τῆς ἰδιαζούσης αὐτοῦ ὁσμῆς. Δι' ἰσχυρᾶς ψύξεως ὑγροποιεῖται
 πρὸς βαθῆως κυανοῦν ὑγρὸν (σ.ζ. -112).

Εἶναι περισσότερον διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ ἀπὸ τὸ ὀξυγόνον, διαλύεται δὲ καὶ εἰς
 ὠρεμένα ὀργανικὰ διαλυτικὰ μέσα.

5. **Φυσιολογικὴ δράσις.** Εἰσπνεόμενον μετὰ τοῦ ἀέρος εἰς μικρὰ ποσὰ προκαλεῖ
 ἰσχυρὸν ἐρεθισμὸν τῶν ἀναπνευστικῶν ὀργάνων καὶ τῶν ὀφθαλμῶν. Εἰς μεγαλύτερα
 ποσὰ δρᾷ δηλητηριωδῶς.

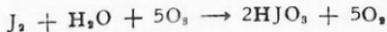
6. **Χημικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ὄζον, ὡς ἀλλοτροπικὴ μορφή τοῦ ὀξυγόνου, ἔχει ὅλας
 τὰς χημικὰς ἰδιότητάς αὐτοῦ, ἀλλὰ εἰς ἐπιξηνημένον βαθμὸν. Ἡ δραστηκότης του
 ὀφείλεται εἰς τὴν ἀστάθειαν τοῦ μορίου του, τὸ ὁποῖον, λόγῳ τοῦ ἐνδοθέρμου τῆς
 παρασκευῆς του, περικλείει μέγαν ποσὸν ἐνεργείας.

1. Διασπᾶται πρὸς μοριακὸν ὀξυγόνον, βραδέως εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, τα-
 χέως δὲ εἰς τοὺς 200° ἢ παρουσίᾳ λεπτῶς διαμερισμένων μετάλλων, δρῶντων κατα-
 λυτικῶς, ὡς ὁ Pt. Τὸ καθαρὸν ὄζον εἶναι ἰσχυρῶς ἐκρηκτικὸν σῶμα :

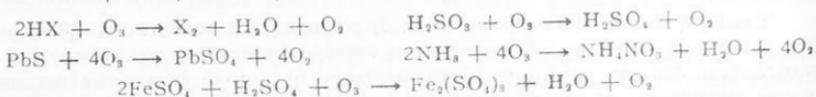


2. Εἶναι ἰσχυρὸν ὀξειδωτικὸν μέσον, δυνάμενον νὰ ὀξειδώσῃ σώματα, μὴ ὀξει-
 δούμενα ὑπὸ τοῦ μοριακοῦ ὀξυγόνου. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτάς τὸ μόριον τοῦ
 ὀζοντος διασπᾶται πρὸς ἓν μόριον καί. ἓν ἄτομον ὀξυγόνου, δυνάμενον νὰ προκα-
 λέσῃ ὀξειδῶσιν κατὰ δύο σθένη: $\text{A} + \text{O}_3 \rightarrow \text{AO} + \text{O}_2$

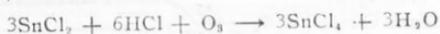
Ἄξειδώνει τὰ διάφορα στοιχεῖα εὐκολώτερον τοῦ ὀξυγόνου, ἐπὶ πλέον δὲ τὸν
 ἄργυρον καὶ τὸ ἰώδιον :



Όξειδώνει τα υδραλογόνα προς τα αντίστοιχα αλογόνα, το KJ προς J₂, τον PbS προς PbSO₄, τα άλατα του δισθενούς σιδήρου προς άλατα τρισθενούς σιδήρου, τα θειώδη και άρσενικώδη άλατα, την άμμωνία κλπ.



Εις περίπτωσην κατά την οποίαν το όξειδούμενον σώμα προσβάλλεται και υπό του μοριακού όξυγόνου, είναι ευνόητον, ότι αντίδρουσιν και τα τρία άτομα του μορίου του όζοντος :



3. Άντιδρά μετά των άκορέστων οργανικών ενώσεων, παρέχον προϊόντα προσθήκης, τα καλούμενα **όζονίδια**, σώματα άσταθη και έκρηκτικα.

7. **Άνίχνευσις.** Εις αναλογία μεγαλύτεραν του 1 : 500000 κατ' όγκον, άνίχνευεται εκ της χαρακτηριστικής του όσμης. Παρέχει επίσης όλας τας χαρακτηριστικάς αντιδράσεις των όξειδωτικών σωμάτων, ως π.χ. έλευθερώνει J₂ εκ διαλύματος KJ :



Η αντίδρασις αυτή εύρισκει εφαρμογήν προς άνίχνευσιν του όζοντος δια του όξοντος σκοπικού χάρτου, ήτοι χάρτου έμποτισθέντος δια διαλύματος KJ και άμύλου εν ύδατι. Ο χάρτης όυτος καθίσταται περισσότερο η όλιγώτερον κυανούς αναλόγως της ποσότητας του όζοντος.

Ο όγκος του O₃ εις άέριον μίγμα προσδιορίζεται δια διαβίβάσεως αυτού μέσω τερεβινθελαιού, το όποιον άπορροφά το O₃.

8. **Χρήσεις.** Όλα αι εφαρμογαί του όζοντος στηρίζονται εις την ίσχυράν όξειδωτικήν δράσιν αυτού, ένεκα της όποιάς καταστρέφει τας διαφόρους οργανικάς ενώσεις. Ούτω εύρισκει τας εξής εφαρμογάς :

- Δια την άποστείρωσιν του ύδατος και του μολυσμένου άερος.
- Δια την άπόδησιν διαφόρων χώρων.
- Δια την λεύκανσιν ύφανσίων ινών και άλλων οργανικών προϊόντων.

Χρησιμοποιείται επίσης δια την παλαιώσιν των ξύλων, εις την βιομηχανίαν ώριμών βιομηχανικών έλαίων (λιnéλαιον) και την τεχνητήν παλαιώσιν των οίνων.

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΑΗΡ

1. **Ίστορικόν.** Παλαιότερον ο άτμοσφαιρικός άήρ έθεωρείτο ως στοιχείον. Κατά τον 17ον αιώνα διεπιστώθη, ότι ο άήρ είναι άπαραίτητος δια την καύσιν και ήρησις να διαμορφούται η αντίληψις, ότι ο άήρ είναι μίγμα δύο τουλάχιστον άερίων.

Κατά τα τέλη του 18ου αιώνος, ο Scheele και ο Priestley ανεκάλυψαν το όξυγόνον και ο Lavoisier έμελέτησε τον ρόλον του εις τα φαινόμενα της καύσεως. Ούτος δια σειόσς πειραμάτων απέδειξεν, ότι ο άήρ συνίσταται από όξυγόνον, το όποιον συντελεί εις την καύσιν και άποτελεί το H₂ του όγκου του άερος, και από έτερον άέριον, το όποιον άποτελεί τα υπόλοιπα H₂, αυτός και δέν συντελεί εις την καύσιν, έξ ου και το όνόμασεν άζωτον.

Έκτοτε έπιστεύετο ότι ο άήρ είναι μίγμα των δύο αυτών άερίων, του όξυγόνου και του άζώτου, και μόλις κατά το τέλος του 19ου αιώνος, ανεκαλύφθη η ύπαρξις των ευγενών άερίων εις τον άτμοσφαιρικόν άέρα και διεπιστώθη η άκριβής σύστασις αυτού.

2. **Σύστασις του άτμοσφαιρικού άερος.** Ο άτμοσφαιρικός άήρ, το περίβλημα της γήινης σφαίρας, άποτελείται κυρίως από άζωτον και όξυγόνον. Έκτός αυτών όμως περιέχει και μικρά ποσά άργου και άλλων ευγενών άερίων, διοξειδίου του άνθρακος και ύδρατιών. Τα ποσά των ύδρατιών, των περιεχομένων εις τον άέρα μεταβάλλονται αισθητώσ από τόπου εις τόπον, κυμαινόμενα περί το 1°.

Πλην των άνωτέρω, ο άτμοσφαιρικός άήρ περιέχει και ίχνη άμμωνίας, όξειδίων του άζώτου, ύδροθερίου, διοξειδίου του θείου, όζοντος και ύδρογόνου.

Ο άήρ περιέχει επίσης κονιορτόν, συνιστάμενον έξ άνθρακος, διοξειδίου του πυριτίου και διαφόρων ειδών αλάτων, ως και διάφορα βακτήρια.

Ἡ μέση σύσταση ἐπὶ τοῖς ἑκατόν, κατ' ὄγκον, τοῦ ξηροῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης εἶναι ἡ ἀκόλουθος :

Ἄζωτον	78,03	Διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος	0,03
Ὁξυγόνον	20,99	Ἵδρογόνον	0,01
Ἄργον	0,922	Λοιπὰ εὐγενῆ ἀέρια	0,002

Ἡ σύσταση τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ὡς πρὸς τὴν περιεκτικότητα τοῦ ἀζώτου, τοῦ ὀξυγόνου, τῶν εὐγενῶν ἀερίων καὶ τοῦ Ἵδρογόνου μεταβάλλεται μόνον αὐξανόμενον τοῦ ὕψους τοῦ στρώματος τῆς ἀτμοσφαιρας. Τὸ περιεχόμενον ὀξυγόνον συνεχῶς ἐλαττοῦται αὐξανόμενον τοῦ ὕψους, ἐνῶ αὐξάνεται ἡ περιεκτικότης εἰς τὰ ἀέρια ἥλιον καὶ Ἵδρογόνον.

3. Ὁ ἀήρ εἶναι μίγμα. Τὸ ὅτι ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ εἶναι μίγμα καὶ ὄχι χημικὴ ἔνωσις ἀποδεικνύεται ἀπὸ τὰ ἑξῆς δεδομένα :

1. Ἡ σύσταση τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος μεταβάλλεται αὐξανόμενον τοῦ ὕψους ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. Ὡς ἐκ τούτου δὲν εἶναι χημικὴ ἔνωσις, διότι δὲν ὑπακούει εἰς τὸν νόμον τῶν σταθερῶν λόγων τοῦ Proust.

2. Ἐκαστον τῶν συστατικῶν του διατηρεῖ τὰς ιδιότητας αὐτοῦ καὶ ἔνεκα τούτου αἱ ιδιότητες τοῦ ἀέρος μεταβάλλονται, μεταβαλλομένης τῆς συστάσεώς του.

3. Εἶναι δυνατὸς ὁ διαχωρισμὸς τῶν συστατικῶν του διὰ φυσικῶν μεθόδων π.χ. διὰ κλασματικῆς ὑγροποιήσεως.

4. Ἡ σύστασις του μεταβάλλεται κατὰ τὴν διάλυσιν αὐτοῦ εἰς τὸ ὕδωρ. Οὕτω, ὁ διαελγμένος εἰς τὸ ὕδωρ ἀήρ περιεχρεῖ 35% ὀξυγόνον καὶ 65% ἄζωτον.

Δυναμέθα νὰ δεῖξωμεν προχείρως ὅτι ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ εἶναι μίγμα δύο κηρίως ἀερίων, ὀξυγόνου καὶ ἀζώτου, διὰ τοῦ ἀκολούθου πειράματος : Ἐπὶ τεμαχίον φελλοῦ ἐπιπλέοντος εἰς ὕδωρ τοποθετοῦμεν μικρὰν κάρψαν καὶ ἐντὸς αὐτῆς τεμάχιον λευκοῦ φωσφόρου, τὸ ὅποιον ἀναφλέγομεν. Μόλις ἀναφλεγῇ ὁ φωσφόρος καλύπτομεν αὐτὸν δι' ὑαλίνου κώδωνος. Ὁ φωσφόρος καίεται πρὸς P_2O_5 , οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὁποίου διαλύονται εἰς τὸ H_2O , ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὁποίου ἀνέρχεται ἐντὸς τοῦ κώδωνος κατὰ τὸ $1/3$ τοῦ ὄγκου του. Ἐὰν ἐν συνεχείᾳ εἰσαγάγωμεν ἐντὸς τοῦ κώδωνος ἀνημμένον κηρίον τοῦτο ἀβέννυται.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συμπεραίνομεν, ὅτι ὁ ἀήρ εἶναι μίγμα δύο συστατικῶν. Τὸ ἓν εἶναι ἐκεῖνον, τὸ ὅποιον συνετέλεσεν εἰς τὴν καθῆσιν τοῦ φωσφόρου, δηλαδὴ τὸ ὀξυγόνον, καὶ ἀποτελεῖ τὸ $1/3$ τοῦ ὄγκου τοῦ ἐγκλεισθέντος ἐντὸς τοῦ κώδωνος ἀέρος, καὶ τὸ ἕτερον τὸ ἄζωτον, τὸ ὅποιον δὲν συντηρεῖ τὴν καθῆσιν τοῦ κηρίου καὶ ἀποτελεῖ τὰ ὑπόλοιπα $2/3$.

4. Προσδιορισμὸς τῆς συστάσεως τοῦ ἀέρος. Α) Κατ' ὄγκον. Ἐντὸς σωλῆνος εὐδομέτρου, ὑπεράνω ὕδραργύρου, εἰσάγεται ὀρισμένος ὄγκος ἀέρος καὶ περίσσεια ὕδρου ὀξυγόνου καὶ διαβιβάζεται μέσῳ τοῦ μίγματος ἠλεκτρικὸς σπινθήρ. Ἐφ' ὅσον οἱ σχηματιζόμενοι ὕδρατμοὶ συμπυκνοῦνται εἰς ἀμελητέον ὄγκον ὑγροῦ ὕδατος, τὸ $1/3$ τῆς παρατηρουμένης συστολῆς τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου μίγματος ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, θὰ εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ ὀξυγόνου εἰς τὴν ληφθεῖσαν ποσότητα τοῦ ἀέρος.

Β) Κατὰ βάρος. Ὄρισμένη ποσότης ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος διαβιβάζεται διὰ σωλῆνος, περιέχοντος πυκνὸν H_2SO_4 , τὸ ὅποιον συγκρατεῖ τοὺς ὕδρατμούς, ἐν συνεχείᾳ δὲ δι' ἐτέρου σωλῆνος, περιέχοντος KOH , τὸ ὅποιον συγκρατεῖ τὸ CO_2 . Ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ βάρους τῶν σωλῆνων πρὸ καὶ μετὰ τὴν διαβίβασιν τοῦ ἀέρος, εὐρίσκομεν τὸ ποσὸν τῶν ὕδρατμῶν καὶ τοῦ CO_2 , τὸ περιεχόμενον εἰς αὐτόν.

Ἡ αὐτὴ ποσότης τοῦ ἀέρος διαβιβάζεται ἐν συνεχείᾳ διὰ θερμογόνου σωλῆνος, περιέχοντος τορνεύματα χαλκοῦ, τὰ ὁποῖα κατακρατοῦν τὸ ὀξυγόνον, μεταρροπούμενα εἰς ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ (CuO). Ἐκ τῆς διαφορᾶς τοῦ βάρους τοῦ σωλῆνος, πρὸ καὶ μετὰ τὴν διαβίβασιν, εὐρίσκειται τὸ ὄξυς τοῦ ὀξυγόνου. Τὸ ἀπομένον ἀέριον, μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τῶν ὕδρατμῶν, τοῦ ὀξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ τοῦ ὀξυγόνου διαβιβάζεται ὑπεράνω διαπίρου μαγνησίου ἢ ἀργιλίου, σωμάτων ἀντιδρώντων μετὰ τοῦ ἀζώτου, τὸ ὅποιον οὕτω συγκρατεῖται καὶ παραμένει ἀδέσμευτος ἢ μικρὰ ποσότης τῶν εὐγενῶν ἀερίων.

5. Ίδιότητες του αέρος. Αί ιδιότητες του αέρος, ό όποιος, ώς ελέχθη, είναι φυσικόν μίγμα και όχι χημική ένωση, όφείλονται εις τά κυριώτερα συστατικά αυτού τό άζωτον και τό όξυγονόν.

Ούτω ό άήρ είναι άχρους, άοσμος και άγευστος, ώς και τά συνιστώντα τουτον συστατικά. Ή πυκνότης του εις την έπιφάνειαν της θαλάσσης και ύπό κανονικάς συνθήκας είναι 1,293 gr/lit.

Ή διαλυτότης του εις τό ύδωρ είναι 29,18 cm³ lit. εις 0° C. έκ των όποίων 34,91% όξυγονόν. Συνεπώς, ό εις τό ύδωρ διαλελυμένος άήρ είναι πλουσιώτερος εις όξυγονόν άπό τον έλεύθερον άέρα, διότι τό όξυγονόν διαλύεται περισσότερον του άζώτου εις τό ύδωρ.

Εις τον άέρα, λόγω του περιεχομένου άζώτου, ή καύσις γίνεται βραδύτερον, παρά εις τό καθαρόν όξυγονόν. Ό άήρ συντελεί εις την ζωήν, λόγω του περιεχομένου εις αυτόν όξυγονου, τό δέ συσπαράχον άζωτον συντελεί εις τό νά δημιουργηθή ή κατάλληλος διά την ζωήν συγκέντρωσις όξυγονου.

5. Ύγρός άήρ. α) Παρασκευή. Ός ανεφέρθη (σ 55), ύπάρχει δι'έκαστον άέριον μία ώρισμένη θερμοκρασία, καλούμενη κρίσιμος θερμοκρασία, κάτωθεν της όποίας τό άέριον είναι δυνατόν νά ύγροποιηθί δια συμπίεσεως. Ή πίεσις, ή όποία πρέπει νά έξασκηθί εις έν άέριον, εύρισκόμενον εις την κρίσιμον θερμοκρασίαν του δια νά ύγροποιηθί καλείται κρίσιμος πίεσις. Διά τό όξυγονόν ή κρίσιμος θερμοκρασία είναι -118° C και ή κρίσιμος πίεσις 50 Atm και διά τό άζωτον -147° και 34 Atm άντιστοιχώς. Συνεπώς πρός ύγροποίησιν του άέρος δέν ζρκει νά έξασκηθί έπ' αύτου ισχυρά πίεσις, αλλά άπαιτείται και ταπεινώσις της θερμοκρασίας κάτω των -147° C. δηλ. κάτω της κρισίμου θερμοκρασίας του άζώτου.

Ή ύγροποίησις του άτμοσφαιρικού άέρος άποτελεί σήμερον σπουδαιότατον κλάδον της βιομηχανίας, ύπάρχουν δε πολλών τύπων μηχαναι παράγουσαι ύγρόν άέρα. Ή περισσότερον χρησιμοποιουμένη έξ αυτών είναι ή μηχανή Linde. Ή άρχή λειτουργίας της μηχανής Linde στηρίζεται έπί του φαινομένου, κατά τό όποιον έν συμπιεσμένον άέριον, έκτονούμενον, άνευ παραγωγής έργου, ψύχεται.

β) Διατήρησις του ύγρου άέρος. Λόγω της εύκολίας, μέ την όποιαν έξαερούται, ό ύγρος άήρ φυλάσσεται έντός ειδικών δοχείων (δοχεία Dewar) άποτελούμενα άπό διπλά ύάλινα τοιχώματα. Διά νά έμποδιθί ή έξωθεν μεταφορά θερμότητος εις τό έσωτερικόν τοίχωμα, έκκεννούνται τελείως τό μεταξύ των τοιχωμάτων διάκενον. Έξ άλλου, τά τοιχώματα των δοχείων έπαργυρούνται, ώστε νά άνακλάται ή προσπίπουσα ακτινοβολία θερμότητος και νά μην είσχωρή εις τό έσωτερικόν. Έντός των δοχείων τούτων, ό άτμοσφαιρικός άήρ δύναται νά διατηρηθί έπί μακρόν σχετικώς χρονικον διάστημα. Παρόμοια δοχεία φέρονται εις τό έμπόριον διά την διατήρησιν έπί πολλάς ώρας θερμών ή ψυχρών ύγρών ή φαγητών (δοχεία Thermos).

γ) Ίδιότητες του ύγρου άέρος. Ό ύγρος άήρ είναι κυανίζον ύγρόν (λόγω του περιεχομένου ύγρου όξυγονου, τό όποιον έχει χρώμα κυανίζον) και έμφανίζει μεγάλην όμοιότητα πρός τό ύδωρ, τό όποιον έχει την αύτην περιπου έπιφανειακήν τάσιν, πυκνότητα, ιξώδες και δείκτην διαθλάσεως.

Λόγω της έξαιρετικώς χαμηλής του θερμοκρασίας, ό ύγρος άήρ παρעυσιάζει πολλά άξιοπεριεργα και ένδιαφέροντα φαινόμενα. Ούτω τό καουτσούκ έμβαπτίζόμενον εις ύγρόν άέρα καθίσταται σκληρόν και εύθραυστον ώς ή ύαλος. Τό αυτό συμβαίνει εις τεμάχιον κρέατος, άνθη, φύλλα κλπ., τά όποια είσαγόμενα εις ύγρόν άέρα σκληρώνονται και δύνανται νά κονιοποιηθούν έντός ίγθίου. Γενικώς ή ύψη και τό χρώμα διαφόρων σωμάτων άλλοιοίνται ισχυρώς εις την ταπεινωτάτην θερμοκρασίαν του ύγρου άέρος. Ούτω τό έρυθρόν HgO καθίσταται κίτρινον και ό άνθραξ άποκτά την ιδιότητα νά άπορροφά μεγάλους όγκους αερίων, τοϋτο δέ έχει μεγάλην τεχνικήν σημασίαν διά την έπιτευξιν λίαν ύψηλου κενου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ - ΥΔΩΡ ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ (H₂)

Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	1	Σημεῖον ζέσεως	-252,8°
Ἀτομικὸν βάρους	1,008	Σημεῖον πήξεως	-259,2°
Ἡλεκτρονικὴ δομὴ	1s ¹	Πυκνότης, gr/lit (Κ.Σ.)	0,08928
Ἰσότοπα	¹ H ⁺ , ² D ⁺ , ³ T ⁺	Διαλυτότης εἰς ὕδωρ cm ³ /lit (Κ.Σ.)	21,5

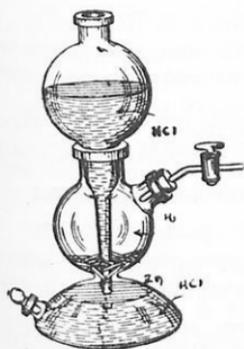
1. Ἱστορικόν. Ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Cavendish, κατὰ τὸ 1766. Οὗτος διεπίστωσεν, ὅτι κατὰ τὴν διάλυσιν μετάλλων εἰς ἀραιὰ ὀξέα, παράγεται ἀναφλέξιμον ἀέριον. Πρῶτος αὐτὸς ἀπέδειξεν ἐπίσης (1781), ὅτι τὸ ὕδωρ εἶναι προϊόν συνθέσεως ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου. Ὠνομάσθη ὑδρογόνον ὑπὸ τοῦ Lavoisier (1783), διότι καίόμενον παράγει ὕδωρ.

2. Πρόξεις. Εἶναι ἔννατον εἰς σειρὰν διαδόσεως μεταξὺ τῶν στοιχείων καὶ ἀποτελεῖ τὰ 0,97% τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς, συνυπολογιζομένων τῶν θαλασσῶν καὶ τῆς ἀτμοσφαιρας. Ὑδρογόνον ὑπάρχει ἐπίσης, ὡς ἀπεδείχθη φασματοσκοπικῶς, εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν τοῦ ἡλίου καὶ ἄλλων ἀστέρων.

Ἐλεύθερον ἀπαντᾷ κατ' ἴχνη εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, ἐνῶ ἀποτελεῖ, τὸ κυριώτερον συστατικὸν ταύτης, εἰς ὕψος πολλῶν χιλιομέτρων.

Ἠνωμένον ἀπαντᾷ εἰς τὸ ὕδωρ, τοῦ ὁποίου ἀποτελεῖ τὸ 1/9 τοῦ βάρους. Περιέχεται ἐπίσης εἰς τὰ ὀξέα, τὰ ὄξινα ἄλατα καὶ τοὺς ὑδρογονάνθρακας, ἐνώσεις ἄνθρακος καὶ ὑδρογόνου, αἱ ὁποῖαι συνιστοῦν τὸ πετρέλαιον καὶ τὰ φυσικὰ ἀέρια.

Εὐρίσκεται ἐπίσης ἠνωμένον μετὰ τοῦ ἄνθρακος καὶ ἄλλων στοιχείων εἰς τὸν ἐνὸργανον κόσμον ὑπὸ μορφὴν ἐνώσεων, ὡς αἱ πρωτεΐναι, οἱ ὕδατάνθρακες, τὰ λίπη καὶ ὅλαι σχεδὸν αἱ ὀργανικαὶ ἐνώσεις.



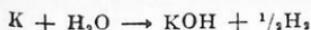
Σχ. 37. Συσκευή Kipp

3. Παρασκευὴ. Α΄) Εἰς τὸ ἐργαστήριον : 1. Δι' ἐπιδράσεως διαλυμάτων ὀξέων ἐπὶ μετάλλων :

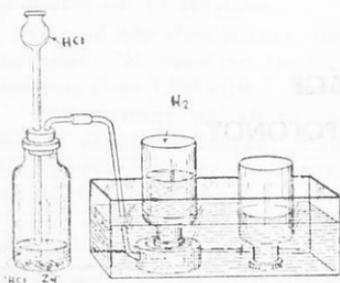


Διὰ τὴν λάβην χώραν ἔκλυσις ὑδρογόνου, πρέπει τὸ ὄξύ νὰ μὴ ἐμφανίζῃ ὀξειδωτικὰς ἰδιότητες, τὸ δὲ μέταλλον νὰ εἶναι περισσότερον ἠλεκτροθετικὸν τοῦ ὑδρογόνου, ὥστε νὰ δύναται νὰ ἀντικαταστήσῃ τοῦτο (βλ. σελ. 110). Συνήθως χρησιμοποιεῖται ἀραιὸν H₂SO₄ καὶ Zn. Λίαν εὐκόλως ἐπιτυγχάνεται ἡ παρασκευὴ τοῦ ὑδρογόνου κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην, διὰ τῆς χρησιμοποίησεως τῆς συσκευῆς Kipp (σχ. 37).

2. Δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ μετάλλων. Τὰ λίαν δραστικὰ μέταλλα : K, Na, Ca καὶ Ba διασποῦν τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ, σχηματίζοντα ὑδροξείδιον τοῦ μετάλλου καὶ H₂:



Ἡ ἀντίδρασις τοῦ Κ καὶ τοῦ Να μετὰ τοῦ ὕδατος, εἶναι λίαν ζωηρά καὶ ἐξώθερμος, μὴ δυναμένη νὰ χρησιμοποιηθῇ πρὸς παρασκευὴν ὑδρογόνου. Ἀντ' αὐτῶν ὁμως χρησιμοποιοῦνται τὰ ἀμαγάλματά των (κράματα μὲ ὑδράργυρον), ὅποτε ἡ ἀντίδρασις πραγματοποιεῖται ἡρέμως καὶ λαμβάνει χώραν κανονικὴ ἔκλυσις ὑδρογόνου.



Σχ. 38. Ἐργαστηριακὴ παρασκευὴ ὑδρογόνου.



4. Δι' ὑδρολύσεως τῶν ὑδριδίων (ὑδρογονούχων μεταλλικῶν ἐνώσεων):



Συνθέστερον, διὰ πρόχειρον παρασκευὴν τοῦ ὑδρογόνου χρησιμοποιεῖται τὸ ὑδρογονοῦχον ἀσβέστιον, τὸ ὅποιον φέρεται ὑπὸ τὸ ὄνομα **υδρολίθου**.

Εἰς τὰς ἀνωτέρω ἐργαστηριακὰς παρασκευὰς, τὸ ὑδρογόνον συλλέγεται ὑπὲρ ὕδατος, εἰς ὑσκαεὺς ἀναλόγους πρὸς τὴν εἰκονιζομένην ὑπὸ τοῦ σχ. 38.

Β) Βιομηχανικῶς: 1. Δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ ὕδατος. Συνήθως ἠλεκτρολύονται ἀραιὰ διαλύματα H_2SO_4 ἢ NaOH . Διάφορα συστήματα διαφραγμάτων μετὰ ἀνόδου καὶ καθόδου ἐμποδίζουν τὴν ἀνάμιξιν τοῦ ὀξυγόνου μετὰ τοῦ ὑδρογόνου.

Ἡλεκτρολυτικῶς, τὸ ὑδρογόνον λαμβάνεται καὶ ὡς παραπροϊόν, κατὰ τὰς ἠλεκτρολύσεις ὑδατικῶν διαλυμάτων χλωριούχων ἀλκαλίων (βλ. παρασκευὴν χλωρίου).

2. Διὰ διαβιβάσεως ὑπερθερμῶν ὑδρατμῶν ὑπεράνω διαπύρων ἀνθράκων:



Τὸ λαμβανόμενον μίγμα CO καὶ H_2 , καλεῖται **υδραέριον** καὶ χρησιμοποιεῖται, εἴτε ὡς καύσιμον ἀέριον, εἴτε πρὸς παραλαβὴν τοῦ H_2 , δι' ἀπομακρύνσεως τοῦ CO .

Διὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ CO , τὸ υδραέριον διαβιβάζεται, ἐν μίγματι μεθ' ὑδρατμῶν, ὑπεράνω καταλλήλου καταλύτου εἰς 400°C . Τὸ CO ἀντιδρᾷ τότε μετὰ τῶν ὑδρατμῶν, μετατρέπομενον πρὸς CO_2 : τὸ ὅποιον ἀπομακρύνεται διὰ πλύσεως μεθ' ὕδατος ὑπὸ πίεσιν: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$

3. Διὰ θερμικῆς διασπάσεως ὑδρογονανθράκων: Π.χ. $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$

4. **Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ὑδρογόνον εἶναι ἀέριον, ὑγροποιούμενον δυσκολώτερον ὢλων τῶν ἄλλων ἀερίων, πλην τοῦ ἡλίου.

Εἶναι ἀχρουν, ἄοσμον, ἄγευστον καὶ ἐλαφρότερον πάντων τῶν ἀερίων. Ὡς πρὸς κῦπτει ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Graham, εἶναι τὸ πλέον διαπιδυτικὸν τῶν ἀερίων, διότι ἔχει τὸ μικρότερον μοριακὸν βάρος (σελ. 55). Εἶναι ἐλάχιστα διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ καὶ στοιχείον διατομικόν.

Ὁρισμένα μέταλλα ὡς τὰ Pd, Pt, Ni κ.ἄ. ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ ἀπορροφῶν ἐντὸς τῆς μάζης των μεγάλας ποσότητας ὑδρογόνου.

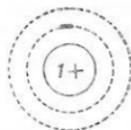
5. **Χημικαὶ ιδιότητες.** α) **Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ.** Τὸ ὑδρογόνον ἔχει τὸ ἀπλούστερον ἄτομον ἐξ ὄλων τῶν στοιχείων, ἀποτελούμενον μόνον ἐξ ἐνὸς πρωτοβίου καὶ ἐνὸς ἠλεκτρονίου.

Τείνει να συμπληρώση τὴν μοναδικὴν αὐτοῦ στιβάδα K, ἐνούμενον δι' ὁμοιοπολικῶ δεσμοῦ.

Εἰς τὰς ἐνώσεις του ἐμφανίζει τυπικὸν σθένος +1, πλὴν τῆς περιπτώσεως κατὰ τὴν ὁποίαν ἐνοῦται μετὰ μέταλλα, ὅποτε ἐμφανίζει σθένος -1.

Τὸ μοριακὸν ὑδρογόνον, ὑπὸ συνήθους συνθήκας, εἶναι ἐλάχιστα ἐνεργόν. Δύναται ὅμως νὰ ληφθῆ ὑπὸ πλέον ἐνεργούσ μορφάς, ὡς τὸ ἀτομικὸν ὑδρογόνον καὶ τὸ ὑδρογόνον ἐν τῷ γεννᾶσθαι.

*** Ἀτομικὸν ὑδρογόνον.** Διὰ σχηματισμοῦ βολταϊκοῦ τόξου εἰς ἀτμόσφαιραν ὑδρογόνου, ὑπὸ ἠλαττωμένην πίεσιν, τὸ μόριον τούτου διασπᾶται εἰς ἄτομα. Ἡ διάσπασις αὕτη ἄρχεται εἰς 2000° C καὶ ὀλοκληροῦται εἰς 5000° C. Τὸ οὕτω λαμβανόμενον ἀτομικὸν ὑδρογόνον εἶναι λίαν ἐνεργόν, δυνάμενον νὰ ἐνωθῆ μετὰ διάφορα στοιχεῖα, ἐπὶ τῶν ὁποίων δὲν ἐπιδρᾷ ὑπὸ συνήθους συνθήκας τὸ μοριακὸν ὑδρογόνον. Εἶναι ὅμως λίαν βραχύβιον καὶ μεταπίπτει εἰς μοριακὸν ὑδρογόνον, ἀποδίδον, ὑπὸ μορφῆν θερμότητος, τὴν ἐνέργειαν, τὴν ὁποίαν ἀπερρόφησε κατὰ τὸν σχηματισμὸν του.



Σχ. 39. Τὸ ἄτομον τοῦ ὑδρογόνου

*** Ὑδρογόνον ἐν τῷ γεννᾶσθαι.** Λίαν ἐνεργόν εἶναι ἐπίσης τὸ ὑδρογόνον κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς παρασκευῆς του κατὰ μίαν ἐξώθερμον ἀντίδρασιν — π.χ. κατὰ τὴν ἐπίδρασιν H_2SO_4 ἐπὶ Zn — ὅποτε καλεῖται ὑδρογόνον ἐν τῷ γεννᾶσθαι. Ἡ δραστηριότης τούτου ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός, ὅτι κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς παρασκευῆς του εὐρίσκεται ὑπὸ μορφῆν ἀτόμων.

β) Ἀντιδράσεις μετὰ μέταλλα. Θερμαινόμενον μετὰ καθαροῦ ὀξυγόνου ἢ εἰς τὸν ἀέρα, ἀναφλέγεται καὶ καίεται μετ' ἀλαμπούς, ἀλλὰ λίαν θερμαντικῆς φλογός πρὸς ὑδρατμόν :

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + 115,6 \text{ Kcal}$$

Ἡ ἀνωτέρω ἀντίδρασις λαμβάνει χώραν βραδέως εἰς τοὺς 200° C, ἀλλ' ἀκαριαίως μετ' ἐκρήξεως εἰς τοὺς 550° C. Ἐπιτυγχάνεται ἐπίσης τῇ βοήθειᾳ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος, ὡς καὶ παρουσίᾳ καταλύτου Pt ἢ Pd.

Κροτοῦν ἀέριον. Οὕτω καλεῖται μίγμα ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου ὑπὸ ἀναλογίαν ὄγκων 2 : 1, λόγῳ τῆς μεγάλης ἐκρηκτικῆς ικανότητος αὐτοῦ. Ἐκρηκτικὸν δὲν εἶναι μόνον τὸ μίγμα τῶν δύο ἀερίων ὑπὸ τὴν ἀναλογίαν ταύτην, ἀλλὰ καὶ πᾶν μίγμα τούτων περιέχον 5—94% O_2 .

*** Ὄξυυδρική φλόξ.** Ἐάν ἡ καύσις τοῦ ὑδρογόνου λάβῃ χώραν παρουσίᾳ καθαροῦ ὀξυγόνου εἰς εἰδικὴν συσκευὴν (λυχνία Daniell), ἡ παραγόμενη φλόξ εἶναι λίαν θερμαντικὴ, ἀναπτύσσουσα θερμοκρασίαν 2500° C καὶ καλεῖται ὀξυυδρική φλόξ. Ἡ λυχνία Daniell ἀποτελεῖται ἐκ δύο συγκεντρικῶν σωλήνων, οἱ ὅποιοι καταλήγουν εἰς τὸ αὐτὸ στόμιον. Διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ σωλήνος διαβιβάζεται καθαρὸν ὀξυγόνον καὶ διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ, ὁ ὅποιος εἶναι διπλασίας χωρητικότητος, τὸ ὑδρογόνον, ὥστε ἡ ἀνάμιξις τῶν δύο ἀερίων εἰς τὸ κοινὸν στόμιον τῶν δύο σωλήνων, νὰ γίνηται ὑπὸ ἀναλογίαν ὄγκων 2 : 1.

Τὸ ὑδρογόνον ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μετὰ ὕδατος καὶ ἀλογόνων καὶ σχηματίζει ὑδραλογόνα (HX), ὑπὸ διαφόρους μεθ' ἑνὸς ἐκάστου συνθήκας. Οὕτω ἐνοῦται μετὰ τὸ φθόριον ἀκαριαίως ἀκόμη ἐν ψυχρῷ καὶ εἰς τὸ σκότος, μετὰ τὸ χλώριον μόνον παρουσίᾳ φωτός, μετὰ τὸ βρώμιον καὶ τὸ ἰώδιον ἐν θερμῷ.

Μετὰ τὸ θεῖον ἐνοῦται ἐν θερμῷ πρὸς ὑδρόθειον (H_2S).

Μετὰ τὸ ἄζωτον ἐνοῦται μόνον ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, παρουσίᾳ καταλυτῶν, πρὸς ἀμμωνίαν (NH_3).

Μετὰ τὰ λοιπὰ ἀμέταλλα τῆς V ομάδος δὲν ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας, ἐμμέσως ὅμως σχηματίζει ἐνώσεις τοῦ τύπου XH_3 (φωσφίνη, ἀρσίνη, ἀντιμονίνη).

Μετὰ τὸ πυρίτιον καὶ τὸ βόριον δὲν ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας, ἐμμέσως ὅμως σχηματίζει ὑδρογονούχους ἐνώσεις καλουμένας ἀντιστοίχως σιλάνια καὶ βοράνια.

γ) **Αντιδράσεις με μέταλλα.** Το υδρογόνο ένοθται άπ' εύθείας μέ τινά μέταλλα ώς τά άλκάλια (Κ, Να κ.ά.), αί άλκαλικά γαιά (Ca, Ba όχι τό Mg) και πολλά μέταλλα τών σπανίων γαιών. Αί αντιδράσεις αύται λαμβάνουν χώραν εις σχετικώς ύψηλός θερμοκρασίας. Αί σχηματιζόμεναι ύδρογονοϋχοι μεταλλικάί ένώσεις κάλυθονται **ύδρίδια**. Ταύτα διασπώνται ύπό του ύδατος, παρέχοντα ύδροξειδίου του μέταλλου και ύδρογόνον (σελ. 150).

δ) **Αντιδράσεις με διαφόρους ένώσεις—Αναγωγική δράσις.** Το ύδρογόνο δέν δεικνύει τάσιν πρός ένωσιν μόνον μετά του έλευθέρου όξυγόνου, αλλά και μετά του ήνωμένου μετ' άλλων στοιχείων τοιούτου. Ούτω διοχετευόμενον ύπεράνω θερμαινόμενων όξειδίων διαφόρων μετάλλων, άποσπά έξ αυτών τό όξυγόνον, μετά του όποιου παράγει ύδωρ, ένώ τό μέταλλον παραμένει έλεύθερον :



Η αντίδρασις αύτη, κατά την όποιάν τη επίδρασις ύδρογόνου άφαιρείται, τό όξυγόνον έξ όξυγονούχων ένώσεων, έκλήθη **άναγωγή** (βλ. σελ. 113).

ε) **Προστίθεται εις τάς άκορεστους όργανικάς ένώθεις,** παρουσία καταλυτών, και μετατρέπει ταύτα πρός κεκορεσμένας (**ύδρογονώσεις**). Η αντίδρασις αύτη παρουσιάζει σημαντικήν έργαστηριακήν και βιομηχανικήν σημασίαν:



6. Ισότοπα του ύδρογόνου. (βλ. σελ. 62)

7. **Ανίχνευσις.** Το ύδρογόνο ανιχνεύεται και κατ' έλάχιστα άκόμα ποσά φασματοσκοπικά. Δύναται νά άναγνωρισθί και εκ τής θερμάντικής και άλαμπούς φλογός μετά τής όποιας κάεται πρός ύδωρ. Αναμειγμένον μετά μικράς ποσότητος O_2 ή άέρος έντός δοκιμαστικού σωλήνος, παράγει κατά την προσέγγισιν φλογός, μικρόν χαρακτηριστικόν κρότον.

8. **Χρήσις.** 1. Χρησιμοποιείται κατά μεγάλα ποσά εις την βιομηχανίαν διά συνθέσεις διαφόρων προϊόντων. Ούτω εύρίσκει έφαρμογήν :

- Εις την συνθετικήν παρασκευήν ύδροχλωρίου και άμμωνίας.
- Εις την παρασκευήν διαφόρων ύδρογονανθράκων και συνθετικής βενζίνης.
- Εις την παρασκευήν μεθανόλης και άλλων άλκοολών.
- Εις την ύδρογόνωσιν τών άκορεστών έλαίων πρός κεκορεσμένα λίπη.

2. Χρησιμοποιείται πρός έπίτευξιν τών ύψηλών θερμοκρασιών, τάς όποιás άναπτύσσει καιόμενον έντός ειδικών συσκευών (όξυυδρική φλόξ, συσκευή Daniell). Ούτω εύρίσκει έφαρμογήν εις την τήξιν, συγκόλλησιν και κοπήν διαφόρων μετάλλων.

3. Παλαιότερον έχρησιμοποιήθη, λόγω τής έλαφρότητός του, πρός πλήρωσιν αεροστάτων και πηδαλιουμένων (Zerpelin). Σήμερον μικραί ποσότητες ύδρογόνου χρησιμοποιούνται πρός πλήρωσιν μπαλονίων σηματοδοτήσεως.

Υ Δ Ω Ρ (H₂O)

1. **Προέλευσις.** Το ύδωρ άπαντά εις την Φύσιν και ύπό τάς τρεις φυσικάς καταστάσεις : α) **Ός ύγρόν ύδωρ** καλύπτει περίπου τά $\frac{5}{6}$ τής έπιφανείας τής Γης, ύπό μορφήν θαλασσών, λιμνών και ποταμών. β) **Ός στερεόν** καλύπτει σημαντικάς έκτάσεις τής έπιφανείας τής Γης, ύπό μορφήν χιόνος και πάγου, εις τούς πόλους και τά ύψηλά όρη. γ) **Ός άέριον,** ύπό μορφήν ύδρατιών, περιέχεται εις τόν άτμοσφαιρικόν άέρα.

Ο ύδρατιός τής άτμοσφαιράς δύναται νά συμπυκνωθί κατά ποικίλους τρόπους. Κατά την ψύξιν τής άτμοσφαιράς άποτίθεται ύπό μορφήν λεπτοτάτων σταγονιδίων ώς δρόσος ή εις χαμηλότεραν θερμοκρασίαν, όπό μετ' ήν μικρών κρυσταλλίων πάγου ώς πάχυνη. Εις τά ύψηλότερα στρώματα τής άτμοσφαιράς, κατά την ψύξιν αυτού παράγονται τά νέφη, διά περαιτέρω συμπυκνώσεως τών όποιων, συσσωματούνται τά σταγονίδια εις σταγόνας, ατίνες πίπτουν επί τής έπιφανείας τής Γης ώς

Βροχή ή εάν ψυχθούν εις θερμοκρασίαν κατωτέραν του μηδενός ως χιόνιον. Πίπτουσα βροχή, στερεοποιημένη καθ' ὄδον λόγω τῆς ταπεινῆς θερμοκρασίας τοῦ περιβάλλοντος, ἀποτελεῖ τὴν χιόνα α.ν.

Τὸ ὕδωρ περιέχεται ἐπίσης εἰς διάφορα ὄρυκτά, ὑπὸ μορφὴν **κρυσταλλικοῦ ὕδατος**, ὡς π.χ. εἰς τὴν χαλκάνθη $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, τὴν γῶψον $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ κ.ἄ.

Τέλος τὸ ὕδωρ ἀποτελεῖ τὸ ἀπαραίτητον συστατικὸν τοῦ ὄργανισμοῦ τῶν ζῶων καὶ τῶν φυτῶν, περιεχόμενον εἰς ταῦτα κατὰ μεγάλην ἀναλογίαν.

2. Φυσικὰ ὕδατα. Τὸ φυσικὸν ὕδωρ τῶν θαλασσῶν, τῶν λιμνῶν, τῶν ποταμῶν κλπ. οὐδέποτε εἶναι χημικῶς καθαρὸν, περιέχον, ἀναλόγως τῆς προελεύσεως αὐτοῦ, πλείστα σώματα στερεὰ ἢ ἀέρια, τὰ ὁποῖα παρέλαβεν, εἴτε ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας, εἴτε ἐκ τῶν πετρωμάτων, διὰ τῶν ὁποίων διήλθεν.

Ἐκ τῶν περιεχομένων εἰς τὸ ὕδωρ στερεῶν οὐσιῶν, ἄλλαι αἰωροῦνται καὶ ἄλλαι εὐρίσκονται διαλελυμέναι ἐντὸς αὐτοῦ.

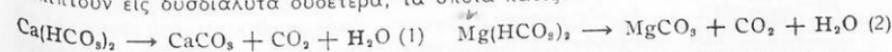
3. Ἴαματικά ἢ μεταλλικὰ ὕδατα. Ταῦτα εἶναι φυσικὰ ὕδατα περιέχοντα ἐν διαλύσει διάφορα συστατικά, τὰ ὁποῖα δὲν ἀπαντοῦν ἢ ἀπαντοῦν κατ' ἴχνη εἰς τὰ συνήθη ὕδατα. Τὰ ὕδατα ταῦτα, προερχόμενα ἐκ μεγάλου σχετικῶς βάθους, ἀνερχοῦνται θερμὰ συνήθως εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐδάφους καὶ ἔχουν θεραπευτικὰς ιδιότητας. Ἀναλόγως τῶν συστατικῶν, τὰ ὁποῖα περιέχουν ἐν διαλύσει, διακρίνονται εἰς **ἀλατοῦχα** (NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 κ.ἄ.), **ἀλκαλικὰ** (NaHCO_3), **θειοῦχα** (Na_2S , H_2S), **σιδηροῦχα** (FeSO_4), **ἀεριοῦχα** (CO_2) κλπ. Πηγαὶ τοιούτων ἱαματικῶν ὑδάτων εὐρίσκονται ἐν Ἑλλάδι, εἰς τὸ Λουτράκι, τὴν Αἰδηψόν, τὰ Μέθανα, τὴν Ὑπάτην, τὴν Ἰακρίαν κ.ἄ.

4. Κάθαρσις τοῦ ὕδατος - αἰωρούμεναι οὐσίαι - διήθησις. Διὰ τὰ ἀπομακρῶμεν τὰς ἐντὸς τῶν φυσικῶν ὑδάτων αἰωρούμενας ἀδιαλύτους οὐσίας, ὑποβάλλομεν ταῦτα εἰς διήθησιν. Πρὸς τοῦτο τὸ ὕδωρ διαβιβάζεται μέσῳ περωδῶν οὐσιῶν, αἱ ὁποῖα κατακρατοῦν τὰς αἰωρούμενας οὐσίας, ἐνῶ τὸ διερχόμενον ὕδωρ καθίσταται ἀιωγές. Προκειμένου περὶ μικρῶν ποσοτήτων ὕδατος, ἡ διήθησις γίνεται τῇ βοηθείᾳ ἡθμοῦ ἐκ πορώδους χάρτου. Προκειμένου περὶ μεγάλων ποσοτήτων ὕδατος, τοῦτο διαβιβάζεται μέσῳ μεγάλων διηθητῶν (δυσλιοτηρίων), περιεχόντων λεπτοὺς χάλικας, ἄμμον, κόνιν ξυλάνθρακος κλπ.

5. Διαλελυμέναι οὐσίαι - σκληρὸν ὕδωρ. Ὡς ἀνεφέρθη, εἰς τὰ φυσικὰ ὕδατα περιέχονται ἐν διαλύσει διάφοροι οὐσίαι, ὡς τὰ ἀέρια ὀξυγόνον, ἄζωτον, διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος κ.ἄ. καὶ τὰ στερεὰ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, CaSO_4 κλπ.

Σκληρὸν ὕδωρ καλεῖται τὸ ὕδωρ, τὸ περιέχον ἐν διαλύσει μεγάλας ποσότητας ἀλάτων τοῦ ἄσβεστιοῦ καὶ μαγνησίου. Ἡ σκληρότης τοῦ ὕδατος ἀναλόγως τοῦ εἴδους τῶν περιεχομένων ἀλάτων διακρίνεται εἰς παροδικὴν καὶ μόνιμον.

Ἡ **παροδικὴ σκληρότης** ὀφείλεται εἰς τὰ εὐδιάλυτα δξίνα ἀνθρακικὰ ἄλατα τοῦ ἄσβεστιοῦ καὶ τοῦ μαγνησίου. Ὀνομάζεται οὕτω διότι ἐξαφανίζεται διὰ βρασμοῦ. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός, ὅτι τὰ δξίνα ἀνθρακικὰ ἄλατα, διὰ θερμάνσεως μεταπίπτουν εἰς δυσδιάλυτα οὐδέτερα, τὰ ὁποῖα καθίζουσιν :



Ἡ **μόνιμος σκληρότης** ὀφείλεται εἰς χλωριούχα καὶ θεικὰ ἄλατα τοῦ μαγνησίου καὶ ἄσβεστιοῦ, τὰ ὁποῖα δὲν καθίζουσιν διὰ βρασμοῦ.

Τὸ σκληρὸν ὕδωρ εἶναι ἀκατάλληλον πρὸς πλύσιν διὰ σάπυον, διότι οὗτος σχηματίζει μετὰ τῶν ἀλάτων τοῦ ἄσβεστιοῦ καὶ μαγνησίου, δυσδιάλυτα ἄλατα, τὰ ὁποῖα καθίζουσιν, καὶ οὕτω δὲν δύναται νὰ δράσῃ ἀπορρυπαντικῶς. Εἶναι ἐπίσης ἀκατάλληλον διὰ τὴν τροφοδότησιν τῶν ἀτμολεβήτων, ὅτι κατὰ τὴν θέρμανσιν ἀποκρίνεται ἐπὶ τῶν τοιωμάτων τῶν ἄλατων τοῦ ἄσβεστιοῦ καὶ μαγνησίου (ἀντιδράσεις 1 καὶ 2), τὰ ὁποῖα ἐλαττώνουν τὴν ἀγωγιμότητα αὐτῶν. Τέλος τὸ σκληρὸν ὕδωρ εἶναι ἀκατάλληλον διὰ τὸν βρασμὸν τῶν ὀσπρίων. Τὸ λιαν σκληρὸν ὕδωρ εἶναι ἀκατάλληλον καὶ πρὸς πόσιν.

Ἡ **ἀποσκληρυνσις** (ἢ γλυκασμός) τοῦ ὕδατος ἐπιτυγχάνεται διὰ διαφόρων μεθόδων ὡς π.χ. διὰ προσθήκης μίγματος $\text{Ca}(\text{OH})_2$ καὶ σόδας (Na_2CO_3) :



Ἐπίσης διὰ προσθήκης εἰς τὸ ὕδωρ ἀργιλλοपुरιτικοῦ ἄλατος τοῦ νατρίου, τὸ ὁποῖον καλεῖται περμουτίτης ἢ ζεόλιθος ὁ ὁποῖος σχηματίζει μετὰ τῶν ἀλάτων τοῦ ἀρθεσίτου καὶ μαγνησίου ἀδιάλυτα ἰζήματα, ἐκ τῶν ὁποίων ὅμως δύναται νὰ παραληφθῇ ἐκ νέου καὶ νὰ χρησιμοποιηθῇ.

Σήμερον ἡ ἀποσκληρυνσις ἐπιτυγχάνεται ἐπίσης διὰ προσθήκης πολυφωσφορικῶν ἀλάτων καὶ δι' ἠλεκτροσμώσεως.

6. Πόσιμα ὕδατα - ἀποστείρωσις. Τὸ ὕδωρ διὰ νὰ εἶναι κατάλληλον πρὸς πόσιν πρέπει : α) Νὰ εἶναι διαυγές, ἄοσμον καὶ εὐχαρίστου γεύσεως. β) Νὰ περιέχῃ ὠρισμένην ποσότητα ἀέρος (20—50 cm^3 ἀνά lt) καὶ ἀνοργάνων ἀλάτων (0,1—0,5 gr ἀνά lt). γ) Νὰ μὴν περιέχῃ ὀργανικὰς οὐσίας ἐν ἀποσυνθέσει καὶ παθογόνους μικροὺς ὀργανισμούς.

Πρὸς ἀπαλλαγὴν τοῦ ὕδατος ἐκ τῶν παθογόνων μικροοργανισμῶν, ὑποβάλλεται τοῦτο εἰς **ἀποστείρωσιν**. Αὕτη προκειμένου περὶ μικρῶν ποσοτήτων ὕδατος ἐπιτυγχάνεται διὰ βρασμοῦ, εἰς μεγάλην δὲ κλίμακα διὰ χημικῶν μέσων.

Συνήθως χρησιμοποιοῦνται διάφορα ὀξειδωτικὰ μέσα ὡς τὸ χλωρίον, τὸ ὄζον, ὑποχλωριώδη ἄλατα κ.ἄ., ἱκανὰ νὰ ὀξειδώσουν τοὺς διαφόρους μικροοργανισμούς καὶ τὰς ὀργανικὰς οὐσίας γενικῶς. Εἰς τὸ δίκτυον ὑδρεύσεως Ἀθηνῶν—Πειραιῶς ἡ ἀποστείρωσις τοῦ ὕδατος ἐπιτυγχάνεται διὰ χλωρίου. Ἐνίοτε πρὸ τῆς προσθήκης τοῦ χλωρίου, προστίθεται εἰς τὸ ὕδωρ ἄμμωνία, ἡ ὁποία μετὰ τοῦ χλωρίου σχηματίζει ἐνώσεις ὀνομαζομένας χλωραμίναις.

7. Χημικῶς καθαρὸν ὕδωρ - Ἀπόσταξις. Εἰς τὰ χημικὰ ἐργαστήρια καὶ ὠρισμένους κλάδους βιομηχανίας, ἀπαιτεῖται ὕδωρ τελείως ἀηλλαγμένον τῶν ἐν διαλύσει οὐσιῶν. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτήν τὸ ὕδωρ ὑποβάλλεται εἰς **ἀπόσταξιν** πρὸς πλήρη καθαρισμόν. Πρὸς τοῦτο τὸ ὕδωρ ὑποβάλλεται εἰς βρασμόν ἐντὸς εἰδικοῦ δοχείου (σχ. 8 σελ. 13), οἱ δὲ παραγόμενοι ἀτμοὶ διέρχονται διὰ μέσου τοῦ ψυκτῆρος σωλήνος ψυχομένου ἐξωτερικῶς δι' ὕδατος, ἔνθα καὶ ὑγροποιοῦνται. Τὸ ἀπόσταγμα

ἐκρέει ἐκ τοῦ ψυκτῆρος εἰς ἕν δοχεῖον, τὸν ὑποδοχέα, ὅπου καὶ συλλέγεται. Τὸ ὕδωρ τοῦτο καλεῖται **ἀπεσταγμένον**.

8. Ἰσχύσεις τοῦ ὕδατος. Α'. Εὐρέσις τῆς συστάσεως τοῦ ὕδατος.

1. Εὐρέσις τῆς κατ' ὄγκον συστάσεως, διὰ συνθέσεως. Ἐντὸς εὐδιομέτρου (σχ. 40) εἰσάγονται ὠρισμένοι ὄγκοι ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου καὶ διαβιβάζεται ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, ὁπότε τὰ δύο ἀέρια ἐνοῦνται σχηματίζοντα ὕδωρ. Δεδομένου ὅτι τὸ σχηματισθὲν ὕδωρ συμπυκνοῦται πρὸς σταγονίδια, ἐπέρχεται μείωσις τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου μίγματος ἐκ τῆς ὁποίας εὐρίσκεται εὐκόλως, ὅτι τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ ὀξυγόνον ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμόν ὕδατος ὑπὸ ἀναλογίαν ὄγκων 2 : 1.

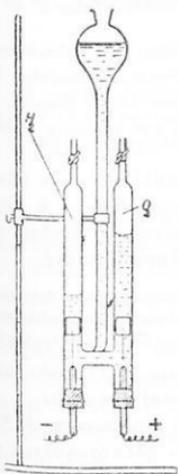
Π.χ. Δι' ὀναμίξεως 20 cm^3 H_2 καὶ 20 cm^3 O_2 καὶ διαβίβασεως ἠλεκτρικοῦ σπινθήρος, εὐρίσκεται ὅτι ἀπομένουν 10 cm^3 O_2 . Συνεπῶς τὰ 20 cm^3 H_2 μετὰ τὰ ὑπόλοιπα 10 cm^3 O_2 , ἐσχίματισαν ὕδωρ.

Σχ. 40. Εὐρέσις τῆς κατ' ὄγκον συστάσεως τοῦ ὕδατος, διὰ συνθέσεως.

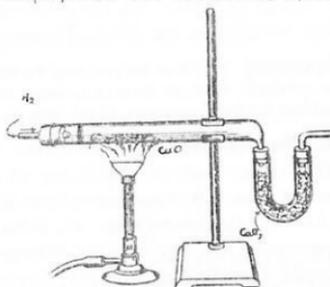
2. Εὐρέσις τῆς κατ' ὄγκον συστάσεως δι' ἀναλύσεως. Δι' ἠλεκτρολύσεως ὀξυνοισθέντος ὕδατος, ἐντὸς καταλλήλου ἠλεκτρολυτικῆς συσκευῆς (σχ. 41), εὐρίσκεται ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου, τὸ ὁποῖον συλλέγεται εἰς τὴν κάθοδον, εἶναι διπλάσιος τοῦ ὄγκου τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον συλλέγεται εἰς τὴν ἀνοδον.

3. Εύρεσις τῆς κατὰ βάρος συστάσεως, διὰ συνθέσεως. Διαβιβάζεται ὑδρογόνον, μέσω θερμαινομένου σωλήνος (σχ. 42) περιέχοντος προζυγισθεῖσαν ποσότητα ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ. Τὸ ὑδρογόνον ἀνάγει τὸ CuO πρὸς μεταλλικὸν χαλκόν, σχηματιζομένου ὕδατος. Τοῦτο συγκρατεῖται ὑπὸ ὑγροσκοπικῆς οὐσίας (π. χ. CaCl_2) περιεχομένης εἰς ἕτερον σωλῆνα συγκοινωνοῦντα μὲ τὸν πρῶτον.

Ἡ διαφορά βάρους τοῦ σωλήνος, τοῦ περιέχοντος τὸ ὀξείδιον τοῦ χαλκοῦ, πρὸ καὶ μετὰ τὸ πείραμα, παριστᾷ τὸ βάρος τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὅποιον περιέχεται εἰς τὴν σχηματισθεῖσαν ποσότητα ὕδατος. Ἀφ' ἑτέρου, ἡ διαφορά βάρους τοῦ ὀξυγόνου, ἀπὸ τὸ βάρος τοῦ σχηματισθέντος ὕδατος, εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑδρογόνου τοῦ ἐνωθέντος πρὸς ὕδωρ.



Σχ. 41. Εύρεσις τῆς κατ' ὄγκον συστάσεως τοῦ ὕδατος, δι' ἀναλύσεως.



Σχ. 42. Εύρεσις τῆς κατὰ βάρος συστάσεως, διὰ συνθέσεως.

Τὰ δεδομένα, τὰ ὁποῖα προκύπτουν ἀπὸ τὴν διεξαγωγὴν τοῦ πειράματος, δίδουν ὅτι ὁ λόγος τοῦ βάρους ὀξυγόνου, πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑδρογόνου, εἶναι 8 : 1.

9. Φυσικαὶ ιδιότητες. Τὸ ὕδωρ, ὅταν εἶναι καθαρὸν, εἶναι διαυγὲς ὕγρον, χωρὶς γεῦσιν καὶ ἄχρουν εἰς μικρὰς ποσότητας, ἐνῶ εἰς μεγάλας ἐμφανίζεται κυανοῦν. Ὑπὸ κανονικὴν πίεσιν πήγνυται εἰς 0°C καὶ ζέει εἰς 100°C . Ἡ πυκνότης τοῦ εἰς τὸ 4°C εἶναι 1 gr/cm^3 . Ψυχόμενον ἀπὸ τῶν 4° εἰς τοὺς 0°C τὸ ὕδωρ διαστέλλεται. Τὸ ὕδωρ ἐμφανίζει καὶ εἰς ἀπολύτως καθαρὰν κατάστασιν ἐλαχίστην ἠλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα ὀφειλομένην εἰς τὴν κατ' ἐλάχιστον βαθμὸν διάστασιν αὐτοῦ εἰς ἰόντα (σελ. 102). Εἶναι ἄριστον διαλυτικὸν μέσον, διαλύον πλεῖστας ὁσας ἀνοργάνους καὶ ὀργανικὰς ἐνώσεις.

10. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Εἶναι ἔνωσις σταθερά, διασπῶμένη εἰς τὰ στοιχεῖα τῆς μόνον εἰς λίαν ὕψηλὰς θερμοκρασίας.

2. Ἀντιδρᾷ μὲ τὰ πλεῖστα τῶν μετάλλων. Τὰ λίαν ἠλεκτροθετικὰ μέταλλα K , Na , Ca καὶ Ba διασποῦν τὸ ὕδωρ εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, σχηματιζομένων ὀξειδίων, ὑπὸ σύγχρονον ἐκκλυσιν ὑδρογόνου. Τὰ ὀλιγώτερον ἠλεκτροθετικὰ μέταλλα, διασποῦν τὸ ὕδωρ εἰς κατάστασιν ὑδρατμῶν καὶ εἰς περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον ὕψηλὴν θερμοκρασίαν σχηματιζομένων ὀξειδίων τῶν μετάλλων, ὑπὸ σύγχρονον ἐκκλυσιν ὑδρογόνου (σελ. 110).

3. Ἀντιδρᾷ μὲ τινα τῶν ἀμετάλλων ὡς π.χ. τὸ φθόριον, τὸ χλώριον, τὸ βρώμιον, ὁ ἄνθραξ καὶ τινα ἄλλα.

4. Ἀντιδρᾷ μὲ τινα βασικά καὶ τὰ πλεῖστα τῶν ὀξείνων ὀξειδίων, παρέχον ἀντιστοιχῶς βάσεις καὶ ὀξέα (σελ. 36).

5. Διασπᾷ τὰ ἕλατα (ὕδρῳλυσις) εἰς τὸ ὀξύ καὶ τὴν βάσιν, ἐκ τῶν ὁποίων προέρχονται, ἐφ' ὅσον τὸ ἔν ἐξ αὐτῶν εἶναι ἀσθενές (σελ. 101).

6. Διασπᾷ, πλὴν τῶν ἀλάτων, καὶ πλεῖστας ἄλλας ἀνοργάνους ἐνώσεις ὑδρίδια, νιτρίδια, ὡς καὶ ὀργανικὰς τοιαύτας (ἐστέρες κλπ.).

11. Κρυσταλλικόν ὕδωρ. Πλείστα σώματα, διὰ συμπυκνώσεως τῶν ὑδατικῶν τῶν διαλυμάτων, σχηματίζουν κρυστάλλους διὰ προσλήψεως ὕδατος. Τὴν ἰκανότητα ταύτην τοῦ σχηματισμοῦ ἐνύδρων κρυστάλλων, τὴν ἐμφανίζουν ὅσα τινα καὶ βάσεις, πλείστα δὲ τῶν ἀλάτων. Τὰ κρυσταλλικά ταῦτα σώματα καλοῦνται **ἐνυδρα** ἢ **ὕδριται** καὶ τὸ ἐντὸς αὐτῶν περιεχόμενον ὕδωρ, **κρυσταλλικόν ὕδωρ**.

Οἱ ὕδριται δὲν εἶναι μίγματα, προερχόμενα ἐκ συγκρυσταλλώσεως, ὑπὸ οἰανδήποτε ἀναλογίαν, τοῦ ἀνύδρου σώματος μετὰ τοῦ ὕδατος, ἀλλὰ χημικαὶ ἐνώσεις, δεδομένου ὅτι τὰ συστατικά αὐτῶν εἰσέρχονται πρὸς σχηματισμὸν τῶν ὑπὸ σταθερὸν λόγον βαρῶν. Οἱ ἀνυδρίται συμβολίζονται δι' ἀναγραφῆς τῶν μορίων τοῦ ὕδατος δεξιὰ τοῦ χημικοῦ τύπου τοῦ ἀνύδρου ἄλατος. Π.χ. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Τὰ ἐνυδρα κρυσταλλικά σώματα διὰ θερμάνσεως χάνουν τὸ κρυσταλλικόν τῶν ὕδωρ· μετατρέπομενα εἰς ἀνυδρα. Τινὰ ἐξ αὐτῶν χάνουν τὸ κρυσταλλικόν τῶν ὕδωρ — ἢ μέρος αὐτοῦ — δι' ἀπλῆς ἐκθέσεως εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, μετατρέπομενα εἰς ἀνυδρα σώματα ἢ ἐνυδρα πτωχότερα εἰς ὕδωρ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἀποσάθρωσις**.

12. Ἀνίχνευσις. Τὸ ὕδωρ ἀνιχνεύεται ἐκ τοῦ κυανοῦ χρώματος, τὸ ὁποῖον λαμβάνει διὰ προσλήψεως τούτου ὁ λευκὸς ἀνυδρὸς θεικὸς χαλκός, λόγῳ σχηματισμοῦ ἐνύδρου ἄλατος. Ποσοτικῶς προσδιορίζεται συνήθως δι' ἀπορροφήσεως οὗτοῦ ὑπὸ τινος ἀφυδατικοῦ, ὡς π.χ. P_2O_5 , CaCl_2 , ZnCl_2 , MgCl_2 .

13. Βαρὺ ὕδωρ (D_2O). Οὗτω καλεῖται τὸ ὀξειδίου τοῦ δευτερίου (D_2O). Ἄνευρίσκειται εἰς ἐλάχιστα ποσά (1 : 5500) εἰς τὰ ὕδατα τῶν θαλασσῶν καὶ ποταμῶν.

Παρασκευάζεται διὰ παρατεταμένης ἠλεκτρολύσεως ὑδατικοῦ διαλύματος (1 %) NaOH , τὸ ὁποῖον ἐμπλουτίζεται εἰς βαρὺ ὕδωρ, διότι τοῦτο δὲν ἠλεκτρολύεται μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα, μὲ τὴν ὁποίαν ἠλεκτρολύεται τὸ ἐλαφρὸν ὕδωρ.

Εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν καὶ ἄσμον, ὁμοιάζει πρὸς τὸ κοινὸν ὕδωρ, ἀπὸ τὸ ὁποῖον ὅμως διαφέρει εἰς τινὰς φυσικὰς ἰδιότητας. Οὗτω ἔχει μεγαλύτεραν πυκνότητα, σ.τ. 101,4° C, σ.π. 3,82° C καὶ παρουσιάζει μικροτέραν διαλυτικὴν ἰκανότητα. Γενικῶς τὸ βαρὺ ὕδωρ εἶναι ἀδρανέστερον τοῦ κοινοῦ.

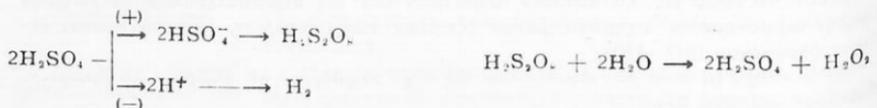
ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ (H_2O_2)

1. Προέλευσις. Ἄτμοι ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου ἀπαντοῦν κατ' ἴχνη εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, ἀπὸ ὅπου παραλαμβάνονται ὑπὸ τοῦ ὕδατος τῆς βροχῆς. Σχηματίζεται κατὰ τὴν βραδείαν ὀξειδωσιν ὀργανικῶν τινῶν ἐνώσεων. Ὄνομαζεται ἐπίσης καὶ ὀξυγονοῦχον ὕδωρ.

2. Παρασκευὴ. Α'. Εἰς τὸ ἐργαστήριον. Δι' ἐπιδράσεως ἀραιῶν διαλυμάτων ὀξέων ἐν ψυχρῷ ἐπὶ μεταλλικῶν ὑπεροξειδίων :



Β'. Βιομηχανικῶς. Διὰ διασπάσεως τοῦ ὑπερθεικοῦ ὀξέος ἢ ὑπερθεικῶν ἀλάτων, λαμβανομένων ἠλεκτρολυτικῶς. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην ἠλεκτρολύεται διάλυμα H_2SO_4 50%, συνήθως ὑπὸ πίεσιν ὅποτε σχηματίζεται ὑπερθεικὸν ὀξύ ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$), τὸ ὁποῖον διὰ συμπυκνώσεως τοῦ διαλύματος, ὑδρολύεται παρέχον H_2O_2 :

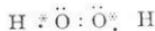


Ἐπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου δύναται νὰ ληφθῇ καὶ διὰ σχηματισμοῦ ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων εἰς μίγμα ὀξυγόνου καὶ ὑδρογόνου κεκορεσμένον δι' ὕδατιν, ὡς ἐπίσης καὶ κατὰ τὴν αὐτοξειδωσιν ὀρπόμενων ὀργανικῶν ἐνώσεων.

Τὰ λαμβανόμενα ὑδατικά διαλύματα H_2O_2 συμπυκνοῦνται δι' ἀποσάξεως ὑπὸ ἥλαττωμένην πίεσιν.

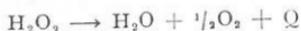
3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Τὸ καθαρὸν H_2O_2 εἶναι ὑγρὸν, ἄχρουν, διαυγές, βαρύτερον τοῦ ὕδατος ($d=1,45$), μετὰ τοῦ ὁποῖου μίγνυται εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν. Ἐχει ἔντονον μεταλλικὴν γεῦσιν καὶ προσβάλλει τὸ δέρμα.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἰς τὸ μόριον τοῦ H_2O_2 ἀποδίδεται ἡ ἀκόλουθος σύνταξις:



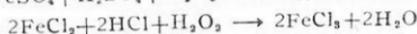
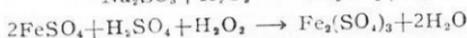
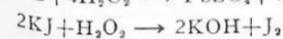
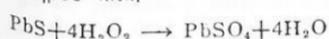
Ἡ σύνταξις αὕτη τοῦ μορίου τοῦ H_2O_2 ἐξηγεῖ τὰς κατωτέρω περιγραφομένας χημικὰς ιδιότητας αὐτοῦ:

1. **Εἶναι ἀσταθές**, διασπώμενον κατὰ τὴν ἰσχυρῶς ἐξώθερον ἀντίδρασιν:

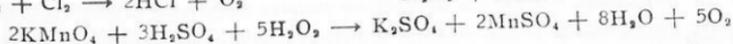
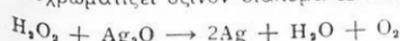


Ἡ διάσπασις αὕτη βγαίνει βραδέως εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, ἐπιταχυνομένη διὰ θερμάνσεως, δι' ἐπιδράσεως ἡλιακοῦ φωτός, δι' ἐπαφῆς μετ' ἀνωμάτων ἐπιφανειῶν καὶ παρουσίας ἀλκαλίων, ἢ μετάλλων, εὐρισκομένων ἐν λεπτοτάτῳ διαμερισμῷ. Ἡ διάσπασις καταλύεται ἐπίσης ὑπὸ τοῦ φυράματος καταλάση, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται εἰς τὸ αἷμα καὶ τὸ γάλα. Ὑπάρχουν ὅμως καὶ σώματα ὡς τὸ H_3PO_4 , ἡ οὐρία, ἢ ἄλκοολη κ. ἄ. τὰ ὁποῖα ἐπιβραδύνουν τὴν διάσπασιν αὐτοῦ (ἀρνητικὴ καταλύται).

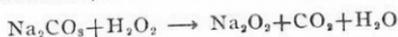
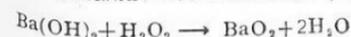
2. **Εἶναι ἄριστον ὀξειδωτικὸν μέσον**, λόγῳ τῆς εὐκολίας, μετ' ἣν ὁποῖαν διασπᾶται ἀποδίδον ὀξυγόνον. Δύναται νὰ ὀξειδώσῃ τὸν PbS πρὸς $PbSO_4$, τὸ KJ πρὸς ἰώδιον, τὸ H_2S , τὰ θειώδη καὶ ἀρσενικώδη ἄλατα, τὰ ἄλατα τοῦ διοθενοῦς σιδήρου κλπ.



3. **Δρᾶ καὶ ὡς ἀναγωγικόν**, παρουσίᾳ ὀξειδωτικῶν σωμάτων. Οὕτω ἀνάγει τὰ ὀξειδία τοῦ Au καὶ Ag , τὸ Cl_2 πρὸς HCl , μετατρέπει τὸ O_3 εἰς μοριακὸν ὀξυγόνον, ἀποχρωματίζει ὄξινον διάλυμα $KMnO_4$ κλπ.



4. **Συμπεριφέρεται ὡς λίαν ἀσθενές ὄξύ**. Οὕτω ἀντιδρᾷ μετὰ τῶν ὑδροξειδίων τῶν ἀλκαλίων καὶ ἀλκαλικῶν γαιῶν καὶ διασπᾷ τὰ ἀνθρακικὰ ἄλατα τῶν ἀλκαλίων:



5. **Ἀνίχνευσις.** Ἡ ἀνίχνευσις τοῦ H_2O_2 στηρίζεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι ἐλευθερώνει J_2 ἐκ διαλύματος KJ . Ἐπίσης εἰς τὴν κιτρίνην χροιάν, τὴν ὁποῖαν παρέχει μετὰ ἄλατα τοῦ τιτανίου ὡς καὶ τὴν κίανην χροιάν τὴν ὁποῖα παρέχει μετὰ ὄξινον διάλυμα $K_2Cr_2O_7$.

6. **Χρήσεις.** 1. Λόγῳ τῶν ὀξειδωτικῶν του ἰδιοτήτων χρησιμοποιεῖται ὡς λευκαντικὸν τῆς μετάξης, τοῦ ἐρίου, πετρῶν κλπ. Ἐπαναφέρει τὸ λευκὸν χρῶμα τῶν ἐλασσογραφῶν, διότι μετατρέπει τὸν μέλανα PbS εἰς λευκὸν $PbSO_4$.

2. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὡς ἀντισηπτικόν, δι' ἔκπλυσιν πληγῶν, διὰ γαργαρισμοῦ, κατασκευῆν ὀδοντοκρεμῶν κλπ.

3. Ἐν μίγματι μετὰ διαφόρων καυσίμων ὡς ἡ ὕδραζίνη, ἢ μεθανόλη καὶ διάφοροι ὑδρογονάνθρακες, χρησιμοποιεῖται ὡς μέσον προωθήσεως πυραύλων.

Ἡ περιεκτικότης τῶν διαλυμάτων τοῦ H_2O_2 ἐκφράζεται εἰς «ὄγκους»: διάλυμα H_2O_2 εἶναι α ὄγκων, ὅταν ἕνας ὄγκος διαλύματος, ἐλευθερώσῃ α ὄγκους ὀξυγόνου.

Εἰς τὸ ἐμπόριον φέρεται διάλυμα αὐτοῦ 12 ὄγκων. (3% κ. β), χρησιμοποιεῖται ὡς ἀντισηπτικόν καὶ διάλυμα 120 ὄγκων (30% κ.β. Perydrol), τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ διατηρῆται ἐντὸς παραφινωμένων φιαλῶν, διότι ἡ τραχεῖα ἐπιφάνεια τῆς ὑάλου καταλύει τὴν διάσπασίν του.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

1. Άσκήσεις επί του κεφαλαίου Α'

153. Πόσα lt O_2 λαμβάνονται εις $22^\circ C$ και 760 mmHg πίεσιν, διὰ διασπάσεως 50gr $KClO_3$; (Άπ. 14,81 lt)

154. Ποιον βάρος BaO_2 δέον νά υποβληθῆ εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ἵνα διὰ τοῦ ἐξ αὐτοῦ παραχθισομένου τότε αερίου, πληρωθῆ χαλυβδίνη ὀβίς χωρητικότητος 10 lt, ἀπὸ θερμοκρασίαν $0^\circ C$ καὶ πίεσιν 10 Atm; (Άπ. 1,4196 kg)
(Σχολή Ἀρχιτεκτόνων Ε. Μ. Π. 51)

155. Ἡ κατὰ Κgr τιμὴ τοῦ $KClO_3$ εἶναι 20 δραχμαί, τοῦ BaO_2 15 δραχμαί καὶ τοῦ MnO_2 10 δραχμαί. Ποῖον ἐκ τῶν σωμάτων τούτων δέον, ἀπὸ οἰκονομικῆς ἀπόψεως, νά προτιμηθῆ, πρὸς παρασκευὴν 1 m³ O_2 ; (Άπ. τὸ $KClO_3$)
(Σχολή Ἀρχιτεκτόνων Ε. Μ. Π. 55)

156. Πόσα lt O_2 εἶναι δυνατὸν νά ληφθοῦν ἀπὸ 60 lt O_2 , ἐάν ἡ ἀντίδρασις ἢ λαμβάνουσα χώραν ἐντὸς τοῦ ὀξονιστηροῦ, ἔχῃ ἀπόδοσιν 14% κατ' ὄγκον; (Άπ. 5,6 lt O_2)

157. Ποία μείωσις θὰ ἐπέλθῃ εἰς τὸν ὄγκον 1 lt O_2 , ἐάν τὰ 5% αὐτοῦ μετατραποῦν εἰς O_3 ; (Άπ. 16,6 cm³)
(Ὁδοντιατρικὴ Σχολή 54)

158. Ἐκ 12 lt O_2 παρέμειναν κατόπιν ὀξονισμοῦ 11,8 lt. Ποία ἡ σύστασις τοῦ ληφθέντος μίγματος ὀξυγόνου καὶ ὀζοντος; (Άπ. 11,4 lt O_2 —0,4 lt O_3)

159. Εἰσάγονται ἐντὸς τοῦ σωλήνος γυδιομέτρου 45 cm³ H_2 καὶ 100 cm³ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος. Τὸ μίγμα ἀναφλέγεται διὰ διαβίβάσεως ἠλεκτρικοῦ σπινθήρος ἑὸ ὄγκος τοῦ ἀπομένουτος αερίου μετὰ τὴν καύσιν εἶναι 82 cm³. Ποία ἡ σύστασις τοῦ ἐναπομείναντος αερίου καὶ ἡ ἐπὶ τοῖς % κατ' ὄγκον σύστασις τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος; (Άπ. 3 cm³ H_2 , 79 cm³ N_2 —21% O_2)

2. Άσκήσεις ἐπὶ τοῦ κεφαλαίου Β'

160. Δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ μεταλλικοῦ νατρίου παράγεται αέριον, τὸ ὁποῖον ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας, χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἀναγωγὴν CuO πρὸς μεταλλικὸν χαλκόν. Πόσον νάτριον πρέπει νά χρησιμοποιήσωμεν, ὥστε τὸ ἐκλυόμενον αέριον νά ἀναγάγῃ 5,3 gr CuO ; (Άπ. 3,06 gr)

161. Ἐπὶ 10 gr Mg ἐπιδρωμέν με περίσσειαν ἀραιοῦ H_2SO_4 . Νά εὑρεθῆ τὸ βάρος τοῦ BaO_2 , ἐκ τῆς θερμικῆς διασπάσεως τοῦ ὁποίου παράγεται αέριον, ἐνούμενον πλήρως με τὸ αέριον τὸ ἐκλυόμενον κατὰ τὴν πρῶτην ἀντίδρασιν. (Άπ. 69,63 gr)

162. Πόσα gr $KClO_3$ ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν ποσότητος ὀξυγόνου ἐπαρκοῦς διὰ τὴν καύσιν τοῦ παραγομένου ὕδρογόνου, κατὰ τὴν ἐπίδρασιν περισσείας ἀραιοῦ H_2SO_4 ἐπὶ 5 gr μεταλλικοῦ Zn ; (Άπ. 3,12 gr)

163. Ποία ἡ κατ' ὄγκον περιεκτικότης διαλύματος H_2O_2 «10 ὄγκων»; (Άπ. 3,03%)

164. Πόσων ὄγκων εἶναι διάλυμα H_2O_2 , περιεκτικότητος 17% κατ' ὄγκον; (Άπ. 56 ὄγκων)

165. 100 cm³ διαλύματος περιέχουν 3 gr H_2O_2 . Νά εὑρεθῆ πόσας φορὰς εἶναι μεγαλύτερος ὁ ὄγκος τοῦ ἐκλυόμενου ὕδρογόνου ἐκ τοῦ ὄγκου τοῦ διαλύματος. (Άπ. 9,88)
(Μαθηματικὸν Γυμνάσιον 55)

166. Μετὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ H_2O ἐξ ἐνὸς δοχείου, τὸ ὁποῖον ἐχρησιμοποίηθῃ πρὸς παρασκευὴν ὕδρογόνου, ἐλήφθη στερεὸν ὑπόλειμμα 45 gr ἐκ κρυσταλλικοῦ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. Πόσα lt H_2 ἐξήλθον τοῦ δοχείου τούτου, κατὰ τὴν προηγηθεῖσαν παρασκευὴν; (Άπ. 3,21 lt)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΕΥΓΕΝΗ ΑΕΡΙΑ

(ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΟΜΑΣ ΤΟΥ Π.Σ.)

1. Γενικά περί τῶν εὐγενῶν ἀερίων

Εὐγενὴ ἀέρια	Σύμβολον	Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	Ἡλεκτρονικὴ δομὴ	Ἀτομικὸν βάρους	Πυκνότης gr/lt (Κ.Σ.)	Σ.Ζ.	Ἀναλογία εἰς ἀέρα% κ.δ.
Ἡλιον	He	2	2	4,003	0,1785	-268,98	0,00046
Νέον	Ne	10	2,8	20,183	0,9002	-246,03	0,00161
Ἀργόν	Ar	18	2,8,8	39,144	1,7809	-187,87	0,9325
Κρυπτόν	Kr	36	2,8,18,8	83,8	3,708	-152,9	0,000108
Ξένον	Xe	54	2,8,18,18,8	131,3	5,851	-107,1	0,000008
Ραδόνιον	Rn	86	2,8,18,32,18,8	222	9,75	-65	—

1. Ἱστορικόν. Ὁ Lord Rayleigh (1894) διεπίστωσεν ὅτι τὸ ἀζώτον τὸ λαμβανόμενον ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἶναι κατὰ τι βαρύτερον τοῦ λαμβανομένου ἐκ τῆς διασπάσεως ἀζωτοῦχων ἐνώσεων. Ἡ διαφορὰ αὕτη ἀπεδόθη εἰς τὴν ὑπαρξιν, ἀντὸς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀζώτου, ἄλλου τιῶς ἀγνώστου βαρύτερου ἀερίου. Πρὸς ἀπομόνωσιν τούτου οἱ Rayleigh καὶ Ramsay διεβίβασαν ἀζώτον, ληφθὲν ἐκ τοῦ ἀέρος, ὑπεράνω θερμαινομένου μαγνησίου, ὅποτε τοῦτο ἐβεσμεύθη πρὸς Mg_3N_2 καὶ παρέμεινεν ἀέριον, τοῦ ὁποίου τὸ φάσμα δὲν ἀνήκεν εἰς οὐδὲν τῶν μέχρι τότε γνωστῶν στοιχείων. Λόγῳ τῆς ἀδραναίας τοῦ ἀερίου τούτου, τὸ ὁποῖον δὲν ἀντέδρα μετὰ οὐδεμιᾶς τῶν γνωστῶν ἐνώσεων, ὁ Ramsay τὸ ἐνόμασεν ἀργόν. Τοῦτο εἶναι τὸ πρῶτον ἀνακαλυφθὲν τῶν εὐγενῶν ἀερίων ἐπὶ τῆς Γῆς. Ἐνωρίτερον (1866) εἶχεν ἀνακαλυφθῆ τὸ ἥλιον φασματοσκοπικῶς εἰς τὸν ἥλιον.

Ἐν συνεχείᾳ (1898) ὁ Ramsay ἀπεμόνωσε τὰ στοιχεῖα νέον, κρυπτόν καὶ ξένον ἐκ τοῦ ἀκαθάρτου ἀργοῦ, τοῦ ληφθέντος διὰ κλασματικῆς ἀποστάξεως τοῦ ὑγροῦ ἀέρος.

2. Γενικαὶ ιδιότητες Α'. Φυσικαί. Τὰ εὐγενὴ ἀέρια εἶναι μονοατομικὰ στοιχεῖα, ἀχρῶσα καὶ δυσκόλως ὑγροποιούμενα. Τὸ σ. ζ. αὐτῶν ἀνέρχεται αὐξανόμενον τοῦ ἀτομικοῦ των βάρους. Οὕτω τὸ ἥλιον, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ εὐσκολώτερον ὑγροποιούμενον ἀέριον, ζεεὶ εἰς τοὺς $-268,98^{\circ}C$, ἐνῶ τὸ βαρύτερον ραδόνιον εἰς $-65^{\circ}C$.

Β'. Χημικαί. Τὰ εὐγενὴ ἀέρια ἔχουν ὀκτὰ ἠλεκτρονικὰ εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα, ἐξαιρέσει τοῦ ἥλιου, τοῦ ὁποίου ἡ μοναδικὴ στιβάς Κ φέρει δύο ἠλεκτρονια. Λόγῳ τῆς σταθερότητος, τὴν ὁποῖαν ἐμφανίζει ἡ τοιαύτη δομὴ, τὰ εὐγενὴ ἀέρια εἶναι ἀδρανῆ, μὴ ἀντιδρῶντα μετ' ἄλλων στοιχείων πρὸς σχηματισμὸν ἐνώσεων. Ἐνεκα τούτου τὸ σθένος τῶν εὐγενῶν ἀερίων θεωρεῖται ἴσον μετὰ μηδέν, τοποθετοῦνται δὲ ταῦτα εἰς ἰδιαιτέραν ὁμάδα εἰς τὸ Π.Σ., ἡ ὁποία καλεῖται μηδενικὴ ὁμάς.

Παρά ταῦτα ἐπετεύχθη τελευταίως, ὑπὸ ἐιδικῶν συνθηκῶν, ἡ παρασκευὴ ἀσταθῶν τινῶν ἐνώσεων τῶν εὐγενῶν ἀερίων μετ' ἄλλων στοιχείων, ὡς π.χ. αἱ $HgHe$, HeH , $Ar(H_2B)$ κ.ά. Διεπιστώθη ἐπίσης, ὅτι τὰ Ar, Kr καὶ Xe σχηματίζουν κρυσταλλικὰ ἐνωθρα ὡς π.χ. τὸ Kr_5H_2O .

2. Ἡλιον

Ἀνεκαλύφθη τὸ 1866 φασματοσκοπικῶς εἰς τὸν ἥλιον, πρὶν ἀκόμη πιστοποιηθῆ ἡ ὑπαρξίς του ἐπὶ τῆς Γῆς. Πλὴν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, εἰς τὸν ὁποῖον ἀιευρίσκεται εἰς ἐλάχιστα ἴχνη, ἀπαντᾷ ἐγκεκλεισμένον εἰς διάφορα ὄρυκτα τοῦ οὐρανίου, προερχόμενον ἐκ τῆς ραδιενεργοῦ διασπάσεως αὐτοῦ καὶ τῶν θυγατρικῶν του στοι-

χειών. 'Ανευρίσκεται επίσης ως κανονικόν συστατικόν φυσικῶν τινῶν ἀερίων, ἐκλυομένων πλησίον πετρελαιοπηγῶν, εἰς τὰς Η.Π.Α. (Texas, Colorado κ.ά.).

Λαμβάνεται βιομηχανικῶς εἰς τὰς Η.Π.Α. ἐκ τῶν φυσικῶν ἀερίων—εἰς τὰ ὁποῖα περιέχεται κατ' ἀναλογίαν 1% περίπου, κατὰ μέσον ὄρον — διὰ ψύξεως, ὅποτε ὑγροποιοῦνται πάντα τὰ λοιπὰ συστατικά αὐτῶν, πλὴν τοῦ ἡλίου.

Χρησιμοποιεῖται: α) Πρὸς πλήρωσιν τῶν ἀεροστάτων, ἀντὶ τοῦ ὑδρογόνου, διότι, ἂν καὶ βαρύτερον τούτου, παρουσιάζει τὸ πλεονέκτημα, ὅτι εἶναι ὀλιγώτερον διαπιπτικόν καὶ δὲν ἀναφλέγεται. β) 'Αντὶ τοῦ ἀζώτου, ἐν μίγματι μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, πρὸς δημιουργίαν τεχνητῆς ἀτμοσφαιρας ἐντὸς τῶν σκαφάνδρων τῶν δυτῶν, τῶν ἐργαζομένων εἰς μέγα βάθος ἐντὸς τῆς θαλάσσης(*). γ) Εἰς μικρὰς ποσότητας διὰ τὴν πλήρωσιν σωλῆνων φωτεινῶν διαφημίσεων (ἀνοικτὸν κίτρινον χρῶμα ἐκπεπομένου φωτός).

3. Νέον

'Απαντὰ κατὰ μικρὰ ποσὰ εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικόν ἀέρα, καὶ λαμβάνεται βιομηχανικῶς διὰ κλασματικῆς ἀποστάξεως ὑγροῦ ἀέρος.

Διὰ σχηματισμοῦ ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων, ὑπὸ τάσιν 1000 volts, ἐντὸς ὕαλινου σωλῆνος, περιέχοντος νέον ὑπὸ ἠλαττωμένην πίεσιν, παράγεται λαμπρὸν πορτοκαλέρυθρον φῶς. Διὰ καταλλήλου ἀναμίξεως νέου μετ' ἄλλων εὐγενῶν ἀερίων ἢ ἀτμῶν ὑδραργύρου ἐπιτυγχάνονται διάφοροι χρωματισμοί. 'Επὶ τῆς ἰδιότητος ταύτης τοῦ νέου καὶ τῶν ἄλλων εὐγενῶν ἀερίων, στηρίζεται ἡ χρησιμοποίησις των πρὸς φωτισμόν, εἰς τὰς φωτεινάς διαφημίσεις, εἰς τοὺς φωτεινοὺς ἠλεκτρικοὺς σηματοδότης κ.λ.π.

4. Ἀργὸν

Εἶναι τὸ περισσότερον διαδεδομένον εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικόν ἀέρα ἐξ ὄλων τῶν εὐγενῶν ἀερίων (0,9325 % κ. ὄ.). Λαμβάνεται βιομηχανικῶς διὰ κλασματικῆς ἀποστάξεως ὑγροῦ ἀέρος.

Χρησιμοποιεῖται συνήθως ἐν μίγματι μετ' ἄλλων εὐγενῶν ἀερίων, εἰς τοὺς σωλήνας τῶν φωτεινῶν διαφημίσεων. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς πλήρωσιν τῶν ἠλεκτρικῶν λαμπτήρων, διότι ἐμποδίζει τὴν ἐξάτμιον τοῦ μετάλλου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὸ νήμα πυρακτώσεως αὐτῶν καὶ ἐπιβραδύνει οὕτω τὴν φθοράν των.

5. Κρυπτόν, Ξένον, ραδόνιον

Τὸ **κρυπτόν** καὶ τὸ **ξένον** ἀπαντοῦν κατ' ἴχνη εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικόν ἀέρα καὶ ἕνεκα τούτου δὲν χρησιμοποιοῦνται εὐρέως ὡς τὰ τρία πρῶτα τῶν εὐγενῶν ἀερίων.

Τὸ **ραδόνιον** περιέχεται κατ' ἐλάχιστα ἴχνη ἐντὸς ραδιενεργῶν τινῶν ὀρυκτῶν, προερχόμενον ἐκ τῆς διασπάσεως τοῦ ραδίου :



Εἶναι ραδιενεργὸν στοιχεῖον καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἱατρικὴν.

(*) Διὰ τῆς χρησιμοποίησεως τοῦ ἡλίου, τὸ ὁποῖον διαλύεται πολὺ ὀλιγώτερον τοῦ ἀζώτου εἰς τὸ αἷμα, ἀποφεύγεται ἡ καλουμένη ἀσθένεια τῶν δυτῶν. Αὕτη προέρχεται ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι τὸ ἀζώτον, ὑπὸ τὴν πίεσιν τὴν ἐπικρατοῦσαν εἰς μέγα βάθος, διαλύεται εἰς σημαντικά ποσὰ εἰς τὸ αἷμα. Τοῦτο, κατὰ τὴν ἀπότομον ἐλάττωσιν τῆς πίεσεως, τὴν ἐπερχομένην σταν ἡ ἀνοδος τοῦ δύτου γίνῃ ταχέως, σχηματίζει φυσαλλίδας ἐντὸς τοῦ αἵματος, ἐλαττωμένης τῆς διαλυτότητος αὐτοῦ. Αἱ φυσαλλίδες αὗται ἀποφράσσουσιν τὰ ἀγγεῖα διαφόρων ὀργάνων μὲ σοβαρὰς συνεπείας διὰ τὴν ζωὴν τῶν δυτῶν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΑΛΟΓΟΝΑ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ

(ΕΒΔΟΜΗ ΚΥΡΙΑ ΟΜΑΔΣ ΤΟΥ Π.Σ.)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΗΣ VII ΚΥΡΙΑΣ ΟΜΑΔΟΣ ΤΟΥ Π.Σ.

Εἰς τὴν ἑβδόμην κυρίαν ὁμάδα τοῦ Π. Σ. περιλαμβάνονται τὰ στοιχεῖα **φθόριον**, **χλώριον**, **βρώμιον**, **ιώδιον** καὶ τὸ λίαν ἀσταθὲς ραδιενεργὸν στοιχεῖον **ἄστατον**.

1. Προέλευσις. Τὸ φθόριον, τὸ χλωριον, τὸ βρώμιον καὶ τὸ ἰώδιον δὲν ἀπαντοῦν ἐλευθέρᾳ εἰς τὴν Φύσιν, λόγῳ τῆς μεγάλης τῶν δραστηριότητος. Ἐξαίρεσιν ἀποτελεῖ τὸ ἰώδιον, τὸ ὁποῖον ἀπαντᾷ ἐλευθέρῳ, κατ' ἐλάχιστα ἴχνην.

Ἦνωμένα, ὑπὸ μορφήν ἀλάτων, εἶναι εὐρέως διαδεδομένα εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ καὶ τὸν στερεὸν φλοιὸν τῆς Γῆς. Ἀπαντοῦν ἐπίσης εἰς τοὺς φυτικούς καὶ ζωικούς ὀργανισμούς.

2. Κοινὰ μέθοδοι παρασκευῆς. Τὰ ἀλογόνα παρασκευάζονται δι' ἠλεκτρολύσεως διαλυμάτων τῶν ἀντιστοιχῶν ὑδραλογόνων ἢ τῶν ἀλάτων τῶν. Προκειμένου περὶ φθορίου ἠλεκτρολύονται τήγματα τῶν ἀλάτων αὐτοῦ.

Τὸ χλώριον, τὸ βρώμιον καὶ τὸ ἰώδιον παρασκευάζονται ἐπίσης τῇ ἐπιδράσει ὀξειδωτικοῦ τινος μέσου (π.χ. MnO_2) ἐπὶ τοῦ ἀντιστοιχοῦ ὑδραλογόνου ἢ ἐπὶ ἀλογονούχων ἀλάτων παρουσία H_2SO_4 :



3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Αἱ κυριώτεραι ἐξ αὐτῶν ἀναγράφονται εἰς τὸν κάτωθι πίνακα:

	Φθόριον	Χλώριον	Βρώμιον	Ἰώδιον
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	9	17	35	53
Ἡλεκτρονικὴ δομὴ	2,7	2,8,7	2,8,18,7	2,8,18,18,7
Ἀτομικὸν βάρος	19	35,457	79,916	126,92
Φυσικὴ κατάσταση	ἀέριον	ἀέριον	ὑγρὸν	στερεὸν
Σημεῖον ζέσεως (°C)	-187	-34,6	58,8	183
Σημεῖον πήξεως (°C)	-223	-102	-7,3	114
Χρῶμα	ἀσθενῶς κίτρινον	πρασινω- κίτρινον	καστανέρυ- θρον	μέλαν
Διαλυτότης εἰς H_2O gr/lit (20°C)	(ἀντιδρᾷ ζωηρῶς)	0,09	0,21	0,00133
Ἀτομικότης	διατομικὸν	διατομικὸν	διατομικὸν	διατομικὸν

4. Χημικαὶ ιδιότητες. α) **Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ.** Ἔχουν 7e εἰς τὴν ἑξω-τάτην αὐτῶν στιβάδα, τὴν ὁποίαν τείνουν νὰ συμπληρώσουν διὰ προσλήψεως 1e, μεταπίπτοντα εἰς μονοσθενῆ ἀρνητικὰ ἰόντα: $X_2 + 2e \rightarrow 2X^-$ (1) ($X = F, Cl, Br, I$)

Οὗτο συμπεριφέρονται ὡς ἰσχυρῶς ἠλεκτραρνητικὰ στοιχεῖα, ἀντιδρῶντα εὐκόλως μὲ τὰ μέταλλα πρὸς σχηματισμὸν ἀλάτων, εἰς τὰ ὁποῖα ἐμφανίζονται ἑτεροπολικὸν σθένος -1.

Ὡς δέκται ἠλεκτρονίων, εἶναι σώματα ὀξειδωτικὰ καὶ αἱ περισσώτεραι τῶν χημικῶν τῶν ιδιοτήτων ὀφείλονται ἀκριβῶς εἰς τὴν ὀξειδωτικὴν τῶν ἰκανότητα, ἥτις ἀποδίδεται

υπό της εξίσωσως (1). Είναι γενικῶς λίαν δραστικά στοιχεία, καὶ ἡ δραστικότης αὐτῶν, βαίνει ἐλαττωμένη ἀξονομένης τῆς ἀτομικῆς τῶν ἀκτίνας. Ἔνεκα τούτου, ἕκαστον ἀντικαθιστᾷ τὰ ἐπόμενά του, εἰς τὰς ἐνώσεις εἰς τὰς ὁποίας συμπεριφέρονται ὡς ἠλεκτροαρνητικά :



Ἐνοῦνται ἐπίσης καὶ μετ' ἀμετάλλων στοιχείων, σχηματίζοντα ὁμοιοπολικὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζονται, πλὴν τοῦ φθορίου, τυπικὸν σθένος +1, +3, +5, +7. Διὰ τὸ χλώριον καὶ τὸ ἰώδιον, μέγιστον σθένος εἶναι τὸ +7 καὶ διὰ τὸ βρώμιον τὸ +5. Ἡ τάσις πρὸς σχηματισμὸν ἐνώσεων, εἰς τὰς ὁποίας τὸ ἀλογόνον νὰ ἐμφανίζῃ θετικὸν σθένος, βαίνει ἐλαττωμένη ἐκ τοῦ ἰωδίου πρὸς τὸ φθόριον. Ἔνεκα τούτου τὸ ἰώδιον ἀντικαθιστᾷ τὰ ἄλλα ἀλογόνα εἰς τὰς ὀξυγονόχους ἐνώσεις τῶν, τὸ δὲ βρώμιον ἀντικαθιστᾷ τὸ χλώριον :

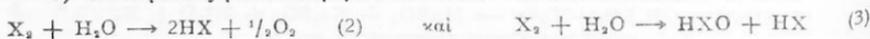


β) Ἀντιδράσεις μετ' ἀμέταλλα : Μὲ τὸ ὀξυγόγον δὲν ἀντιδρῶν, ἐμμέσως ὁμοίως σχηματίζουν ἀσταθῆ ὀξειδία. Δὲν ἐνοῦνται ἐπίσης ἀπ' εὐθείας μετὰ τοῦ ἀζώτου, ἐνῶ μετὰ τοῦ ὕδρογόνου σχηματίζουν ὕδραλογόνα, μετ' εὐκολίαν, ἥτις βαίνει ἐλαττωμένη ἐκ τοῦ φθορίου πρὸς τὸ ἰώδιον : $H_2 + X_2 \rightarrow 2HX$

Μετὰ τῶν λοιπῶν ἀμετάλλων, τὸ φθόριον ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μετ' ἅπαντα καὶ τὸ χλώριον μετ' ὅλα πλὴν τοῦ ἄνθρακος. Τὸ βρώμιον ἀντιδρᾷ ἀπ' εὐθείας μετὰ τῶν : S, P, As, Sb. Μετὰ τῶν αὐτῶν ἀμετάλλων, πλὴν τοῦ S, ἀντιδρᾷ ἀπ' εὐθείας καὶ τὸ ἰώδιον.

γ) Ἀντιδράσεις μετ' μέταλλα. Ἐνοῦνται ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας μετὰ τῶν μετ' ἅλλων πρὸς σχηματισμὸν ἀλάτων, γεγονός εἰς τὸ ὁποῖον ὀφείλουν καὶ τὸ ὄνομά τῶν (ἀλογόνα — ἐκ τοῦ ἄλας καὶ γεννῶ). Τὰ ἄλατα ταῦτα καλοῦνται ἀντιστοίχως **φθορίδια, χλωρίδια, βρωμίδια καὶ ἰωδίδια.**

δ) Ἀντιδράσεις μετὰ διαφόρων ἐνώσεων. Τὰ ἀλογόνα διασποῦν τὸ ὕδωρ :



Εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ φθορίου δὲν λαμβάνει χώραν ἡ δευτέρα ἀντίδρασις, ἀλλὰ μόνον ἡ πρώτη, κατὰ τὴν ὁποίαν μάλιστα παράγεται μίγμα ὀξυγόνου καὶ ὄζοντος.

Γενικῶς, ἡ εὐκολία μετ' ἣν ὁποῖαν λαμβάνει χώραν ἡ διάσπασις τοῦ ὕδατος βαίνει ἐλαττωμένη ἐκ τοῦ φθορίου πρὸς τὸ ἰώδιον, τὸ ὁποῖον διασπᾷ τὸ ὕδωρ, μόνον παρουσιάζει ἀναγωγικὸν τινος μέσου. Διὰ τῆς ἀντιδράσεως (3) ἐξηγεῖται καὶ ἡ συμπεριφορὰ τοῦ χλωρίου, τοῦ βρωμίου καὶ τοῦ ἰωδίου ἐντὸς διαλυμάτων ἀλκαλίων :



Τὰ ἀλογόνα ὀξειδώνουν διαφόρους ἐνώσεις τοῦ θείου καὶ τοῦ ἀζώτου καὶ μετατρέπουν διάφορα μεταλλικὰ ὀξειδία πρὸς ἄλατα :



Τέλος παρέχουν ἀντιδράσεις ἀντικαταστάσεως μετὰ τῶν κεκορεσμένων ὀργανικῶν ἐνώσεων καὶ ἀντιδράσεις προσθήκης μετὰ τὰς ἀκορεστοὺς ἐξ αὐτῶν.

ΦΘΟΡΙΟΝ (F₂)

1. Ἱστορικόν. Τὸ 1771 ὁ Scheele παρεσκεύασεν ὀδροφθορικὸν δὲξ καὶ βραδύτερον ὁ Davy (1811) ἀπέδειξεν, ὅτι τοῦτο εἶναι ἔνωσις τοῦ ὀδρογόνου μετ' ἑνὸς ἀγνώστου στοιχείου, τὸ ὁποῖον ὠνόμασε φθόριον. Ἡ ἀπομόνωσις τοῦ φθορίου ἐπετεύχθη ὑπὸ τοῦ Moissan (1886), δι' ἠλεκτρολύσεως ἀνύδρου HF.

2. Προέλευσις. Δὲν ἀπαντᾷ ἐλεύθερον εἰς τὴν Φύσιν, λόγω τῆς δραστικότητος αὐτοῦ. Εἶναι λίαν διαδεδομένον ὑπὸ μορφήν ἐνώσεων, ὡς εἶναι τὰ ὄρυκτὰ **ἀργυροδμία** ἢ **φθορίτης** (CaF₂), **κρυόλιθος** (AlF₃ · 3NaF), **ἀπατίτης** (3Ca₃(PO₄)₂ · CaF₂). Ἀπαντᾷ, ὑπὸ μορφήν CaF₂, εἰς μικρὰς ποσότητας, εἰς τὰ ὄσα (0,3%) καὶ τὸ ἐπίχρισμα τῶν ὀδόντων, τὴν ἑδαμαντίνην.

3. Παρασκευή. Το φθόριον λαμβάνεται αποκλειστικῶς δι' ἠλεκτρολύσεως. Προπολεμικῶς ἡ παρασκευή του ἦτο λίαν περιορισμένη καὶ δαπανηρά, καίτοι τοῦτο δὲν εἶναι σπάνιον στοιχεῖον. Ἡ δυσκολία συνίστατο εἰς τὴν εὐρεσιν καταλλήλων σωμάτων, μὴ προσβαλλομένων ὑπ' αὐτοῦ, διὰ τὴν κατασκευὴν τῆς ἠλεκτρολυτικῆς συσκευῆς.

1. Ὁ Moissan τὸ παρεσκεύασε πρῶτος δι' ἠλεκτρολύσεως ἀνύδρου HF, περιέχοντος ἐν διαλύσει ὀλίγον KF, εἰς συσκευὴν ἐκ λευκοχρύσου καὶ θερμοκρασίαν—23°C.

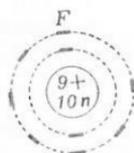
2. Σήμερον τὸ φθόριον παρασκευάζεται βιομηχανικῶς δι' ἠλεκτρολύσεως τήγματος ὀξίνου φθοριούχου καλίου τοῦ τύπου KF·2HF. Τὸ δοχεῖον τῆς ἠλεκτρολυτικῆς συσκευῆς εἶναι κατασκευασμένον ἐξ εἰδικῶν χαλύβων καὶ ἡ ἄνοδος ἀποτελεῖται ἐξ ἄνθρακος, ἐμπλουτισμένου εἰς χαλκόν.

4. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον δυσκόλως ὑγροποιούμενον. Ἔχει χρῶμα ἀνοικτοκίτρινον καὶ ἰδιάζουσαν ὁσμὴν, ἡ ὁποία ὁμοιάζει πρὸς τὴν ὁσμὴν τοῦ δζοντος. Εἶναι βαρύτερον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ διατομικὸν στοιχεῖον.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. α) **Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ.** Εὐρίσκεται ἐπὶ κεφαλῆς τῆς VII ὁμάδος τοῦ Π. Σ. Ἔχει μεγάλην τάσιν νὰ συμπληρώσῃ τὴν ἑξωτάτην αὐτοῦ στιβάδα, διὰ προσλήψεως ἑνὸς ἠλεκτρονίου, συμπεριφερόμενον ὡς ἰσχυρῶς ἠλεκτραρνητικὸν στοιχεῖον. Εἰς τὰς ἐνώσεις του ἐμφανίζει σθένος —1.

Εἶναι τὸ ἰσχυρότερον ὀξειδωτικὸν μέσον, ἐξ ὧν τῶν στοιχείων, λόγω τῆς μεγίστης τάσεως αὐτοῦ πρὸς πρόσληψιν ἠλεκτρονίων.

Εἶναι δραστικώτερον τῶν ἄλλων ἀλογόνων καὶ ἕνεκα τούτου δύναται νὰ ἀντικαταστήσῃ ταῦτα, εἰς τὰς ἐνώσεις εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζονται ὡς ἠλεκτραρνητικά.



Σχ. 43. Τὸ ἄτομον τοῦ φθορίου.

β) **Ἀντιδράσεις μὲ ἀμέταλλα.** Ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μὲ ὄλα τὰ ἀμέταλλα πλην τοῦ ὀξυγόνου, τοῦ ἀζώτου καὶ τῶν εὐγενῶν ἀερίων.

Μὲ τὸ ὀξυγόνο, καίτοι δὲν ἀντιδρᾷ ἀπ' εὐθείας, σχηματίζει ἀσταθῆ ὀξειδία.

Μὲ τὸ ὕδρογόνο ἀντιδρᾷ μετ' ἐκρήξεως, ἀκόμη καὶ εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας. Διὰ καύσεως τοῦ ὕδρογόνου εἰς ρεῦμα φθορίου, εἰς συσκευὴν ἀνάλογον πρὸς ἐκείνην τῆς ὀξειδωτικῆς φλογός, παράγεται φλόξ, θερμοκρασίας περίπου 3400°C.

Τὸ θεῖον, ὁ ψωσφόρος, τὸ ἄρσενικόν, τὸ ἀντιμόνιον, ὁ ἄνθραξ, τὸ πυρίτιον καὶ τὸ βόριον ἀναφλέγονται ἐντὸς φθορίου, σχηματιζομένων ἀντιστοίχως τῶν φθοριούχων ἐνώσεων: SF₆, PF₅ (καὶ PF₃), AsF₅ (καὶ AsF₃), SbF₅ (καὶ SbF₃), CF₄, SiF₄, καὶ BF₃.

γ) **Ἀντιδράσεις μὲ μέταλλα.** Προσβάλλει ὄλα τὰ μέταλλα—εἰς συνήθη θερμοκρασίαν τὰ πλεῖστα ἐξ αὐτῶν—σχηματιζομένων ἀλάτων, τῶν φθοριδίων.

δ) **Ἀντιδράσεις μὲ διαφόρους ἐνώσεις.** Διασπᾷ τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ, σχηματιζομένων HF καὶ μίγματος O₂ καὶ O₃:



Διασπᾷ τὰ ὀξειδία τῶν μετάλλων, τὸ SiO₂, τὸ B₂O₃ καὶ τὰ πυριτικά ἕλατα, ἐλευθερουμένου ὀξυγόνου: Al₂O₃ + 3F₂ → 2AlF₃ + $\frac{3}{2}$ O₂

Ἀποσυνθέτει ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας ὄλας τὰς ὀργανικὰς ἐνώσεις, αἱ πλεῖστα τῶν ὁποίων ἀναφλέγονται ἐντὸς τοῦ φθορίου.

6. Χρήσεις. 1. Πρὸς ἐπίτευξιν ὕψηλων θερμοκρασιῶν (3400°C), διὰ καύσεως H₂, εἰς ρεῦμα F₂. 2. Πρὸς παρασκευὴν διαφόρων φθοροπαραγῶγων μεγάλης βιομηχανικῆς σημασίας, ὡς συσκευὴν διαφόρων ὀργανικῶν φθοροπαραγῶγων μεγάλης βιομηχανικῆς σημασίας, ὡς εἶναι π.χ. τὸ freon CF₂Cl₂ (διφθορο - διχλωρο-μεθάνιον), χρησιμοποιούμενον ὡς ψυετικὸν μέσον εἰς τὰ ἠλεκτρικὰ ψυγεῖα. Γενικῶς αἱ ὀργανικαὶ ἐνώσεις τοῦ φθορίου ἐπίρκειν σήμερον ἐκτεταμένους ἐφαρμογὰς εἰς τὴν παρασκευὴν χρωμάτων, φαρμακευτικῶν προϊόντων, πλαστικῶν ὕλων, ἐντομοκτόνων κ.ἄ.

ΧΛΩΡΙΟΝ (Cl₂)

1. Ιστορικόν. Ἀπεμονώθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Scheele (1774) διὰ θερμάνσεως ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος μετὰ MnO₂, θεωρήθη ὅμως ὡς ὀξυγονοῦχος ἔνωσις. Ἀπεδείχθη ὅτι πρόκειται περὶ στοιχείου ὑπὸ τοῦ Davy (1810), εἰς τὸν ὁποῖον ὀφείλεται καὶ τὸ ὄνομά του.

2. Πρόξεις. Εἶναι λίαν διαδεδομένον στοιχείον, 11ον εἰς σειράν διαδόσεως μεταξὺ ὄλων τῶν στοιχείων. Δὲν ἀπαντᾷ ἐλεύθερον, λόγω τῆς μεγάλης του δραστη-
κότητος.

Ἦνωμένον-ἀπαντᾷ, ὑπὸ μορφήν NaCl, εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ (-2%_v) καὶ ὡς ὄρυκτὸν εἰς τὰ ἀλατωρυχεῖα. Λίαν διαδεδομένα εἶναι ἐπίσης καὶ διάφορα ἄλλα χλωριούχα ἄλατα, ἰδίως τοῦ καλίου καὶ τοῦ μαγνησίου, τῶσον εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ, ὅσον καὶ ὡς ὄρυκτά, ἐκ τῶν ὁποίων σπουδαιότερα εἶναι : ὁ **σουλβίνης** (KCl) ὁ **καρναλλίτης** KCl·MgCl₂·6H₂O, ὁ **ταχυδρίτης** CaCl₂·MgCl₂·12H₂O κ.ἄ.

Ἀπαντᾷ ἐπίσης εἰς διαφόρους φυτικούς καὶ ζωικούς ὄργανισμούς, ὅπως π. χ. ὑπὸ μορφήν HCl εἰς τὸ γαστρικὸν ὑγρὸν τῶν θηλαστικῶν.

3. Παρασκευὴ. Α) Εἰς τὸ ἐργαστήριον **1. Δι' ὀξειδώσεως NaCl ὑπὸ πυρολου-
σίτου (MnO₂), παρουσίᾳ H₂SO₄:**

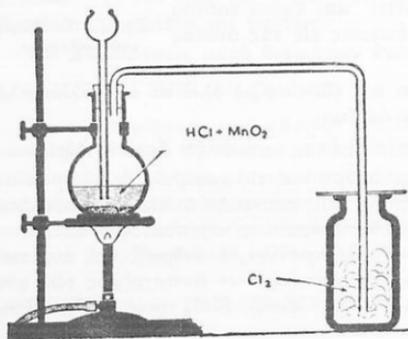


2. Δι' ὀξειδώσεως τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ὑπὸ πυρολουσίτου (MnO₂) (μέθοδος Scheele).



Ἀντὶ τοῦ πυρολουσίτου εἶναι δυνατόν νὰ χρησιμοποιηθοῦν καὶ ἄλλα ὀξειδωτικά μέσα, ὡς τὰ : CaOCl₂ (χλωράσβεστος), KMnO₄, K₂Cr₂O₇, KClO₃ κ.ἄ.

Κατὰ τὰς ἀνωτέρω παρασκευάς, τὸ χλωρίον συλλέγεται ἐντὸς κενοῦ δοχείου, δι' ἐκτόπισεως τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, εἰς οὐσκευὴν ἀνάλογον πρὸς τὴν εἰκονιζο-
μένην ὑπὸ τοῦ σχήματος 44.



Σχ. 44. Παρασκευὴ χλωρίου
εἰς τὸ ἐργαστήριον.

**Β) Εἰς τὴν βιομηχανίαν: 1. Δι' ὀξει-
δώσεως τοῦ HCl ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ
ἀέρος, παρουσίᾳ ἀλάτων τοῦ χαλκοῦ ὡς
καταλυτῶν (μέθοδος Deacon).** Ἡ μέθοδος
αὕτη εὐρίσκει σήμερον περιορισμένην ἐφαρ-
μογήν: $2\text{HCl} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

2. Δι' ηλεκτρολύσεως διαλύματος χλωριούχου νατρίου. Κατὰ τὴν ηλεκτρόλυ-
σιν, τὸ χλωρίον ἐλευθεροῦται εἰς τὴν ἄνοδον, ἐνῶ εἰς τὴν κάθοδον λαμβάνονται ὡς
παραπροϊόντα NaOH καὶ ὑδρογόνον. Πρὸς ἀποφυγὴν τῶν δευτερευουσῶν ἀντιδρά-
σεων, αἱ ὁποῖαι λαμβάνουν χώραν ὅταν τὸ χλωρίον ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ
NaOH, χρησιμοποιοῦνται κατάλληλοι διατάξεις, ἀποβλέπουσαι εἰς τὴν παρεμπόδιση
τῆς ἀναμίξεως αὐτῶν. Συνήθως, μετὰξὺ ἀνόδου καὶ καθόδου παρεμβάλλεται πορῶ-
δες διάφραγμα εἴτε περιβάλλεται ἡ ἄνοδος ὑπὸ πορώδους κώδωνος.

Εἶναι δυνατόν ἐπίσης, διὰ χρησιμοποίησεως καθόδου ἐξ ὑδραργύρου, τὸ ἀποβαλλόμενον εἰς αὐτὴν
νάτριο νὰ σχηματίζῃ ἀμάλαμα, ὁπότε ἀποφεύγεται ὁ σχηματισμὸς NaOH καὶ H₂. Τὸ ἀμάλαμα
τοῦτο κατεργαζόμενον ἐν συνεχείᾳ διὰ θερμοῦ ὕδατος παρέχει NaOH καὶ H₂, ἐλευθερουμένου τοῦ H₂.

4. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον εὐκόλως ὑγροποιούμενον, κιτρινοπράσινον,
ἐρεθιστικῆς ὀσμῆς, 2 1/2, φορές βαρύτερον τοῦ ἀέρος.

Διαλύεται ἐλάχιστα εἰς τὸ ὕδωρ (1 ὄγκ. H₂O διαλύει 3 ὄγκ. Cl₂), παρέχον τὸ
χλωριούχον ὕδωρ. Διαλύεται ἐπίσης εἰς τὸν τετραχλωράνθρακα. Εἶναι διατομικὸν
στοιχείον.

5. Φυσιολογική δράσις. Προσβάλλει τὰ ἀναπνευστικά ὄργανα. Ἔνεκα τούτου ἐχρησιμοποίηθη ὑπὸ τῶν Γερμανῶν ὡς πολεμικὸν ἀέριον, κατὰ τὸν Α' παγκόσμιον πόλεμον.

6. Χημικαὶ ιδιότητές, α) Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ. Τὸ ἄτομον τοῦ ἔχει 7e εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτοῦ στιβάδα καὶ τείνει νὰ συμπληρώσῃ αὐτὴν διὰ προσλήψεως ἑνὸς ἠλεκτρονίου, ἐνοούμενον μὲ ὅλα τὰ μέτιστα πρὸς σχηματισμὸν ἀλάτων, εἰς τὰ ὅποια ἐμφανίζει ἑτεροτολικὸν σθένος -1.

Ὡς δέκτης ἠλεκτρονίων εἶναι λίαν ἰσχυρὸν ὀξειδωτικὸν μέσον.

Γενικῶς εἶναι λίαν δραστικὸν ἠλεκτροπαραγωγικὸν στοιχεῖον, ὀλιγώτερον ὅμως τοῦ φθορίου, ὑπὸ τοῦ ὁποῦ ἀντικαθίσταται εἰς τὰς ἑτεροπολικὰς τῶν ἐνώσεων, ἐνῶ ἀντικαθιστᾷ τὸ βρώμιον καὶ τὸ ἰώδιον, εἰς τὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζονται ὡς ἠλεκτροπαραγωγικὰ :



Ἐνοῦται ἐπίσης μετὰ τῶν πλείστων ἀμετάλλων σχηματίζον ὁμοιοπολικὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζει τυπικὸν σθένος +1, +3, +5 καὶ +7.

β) Ἀντιδράσεις μὲ ἀμέταλλα. Ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μὲ ὅλα τὰ ἀμέταλλα πλὴν τοῦ ὀξυγόνου, τοῦ ἀζώτου καὶ τοῦ ἄνθρακος.

Μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, καίτοι δὲν ἀντιδρᾷ ἀπ' εὐθείας, ἐμμέσως σχηματίζει ἀσταθῆ ὀξειδία. Ἐμμέσως ἐπίσης μετὰ τοῦ ἄνθρακος, σχηματίζει τὸν τετραχλωράνθρακα (CCl₄).

Μετὰ τοῦ ὕδρογόνου ἐνοῦται πρὸς ὕδροχλωρίον, λίαν βραδέως εἰς τὸ σκότος, ἐνῶ εἰς τὸ λαμπρὸν ἠλιακὸν φῶς, ἡ ἐνώσις λαμβάνει χώραν μετ' ἐκρήξεως. Ἔνεκα τούτου τὸ μίγμα ὕδρογόνου καὶ χλωρίου καλεῖται **χλωριοκροτοῦν ἀέριον**.

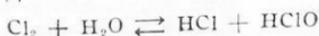
Τὸ **θειον** παρέχει μετὰ τοῦ χλωρίου S₂Cl₂.

Ὁ **φωσφόρος**, τὸ **ἀρσενικόν** καὶ τὸ **ἀντιμόνιον** σχηματίζουν τριχλωριούχους καὶ πενταχλωριούχους ἐνώσεις (XCl₃, XCl₅).

Τὸ **πυρίτιον** καὶ τὸ **βόριον** παρέχουν ἀντιστοίχως SiCl₄ καὶ BCl₃.

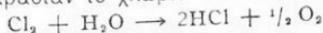
γ) Ἀντιδράσεις μὲ μέταλλα. Προσβάλλει, ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας, ὅλα τὰ μέταλλα σχηματίζον ἄλατα, τὰ **χλωρίδια**.

δ) Ἀντιδράσεις μὲ διαφόρους ἐνώσεις. 1. Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ χλωρίου ἐπὶ ὕδατος σχηματίζεται βραδέως HClO καὶ HCl, ἀποκαθισταμένης χημικῆς ἰσορροπίας:



Συνεπῶς εἰς τὸ χλωριοῦχον ὕδωρ περιέχονται, πλὴν τοῦ χλωρίου, HCl καὶ HClO. Δι' ἐκθέσεως τοῦ χλωριούχου ὕδατος εἰς τὸ ἠλιακὸν φῶς λαμβάνει χώραν ἔκλυσις ὀξυγόνου, λόγῳ διασπάσεως τοῦ ὑποχλωριώδους ὀξέος: $HClO \rightarrow HCl + \frac{1}{2} O_2$

Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τὸ χλωρίον δὲσπᾷ ταχέως τοὺς ὑδατιμούς, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν:

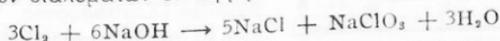


2. Μετὰ τῶν διαλυμάτων τῶν ἀλκαλίων ἀντιδρᾷ ὡς κατωτέρω:

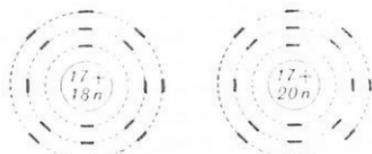
α) Μετ' ἀραιῶν διαλυμάτων ἐν ψυχρῷ, παρέχει χλωριούχα καὶ ὑποχλωριώδη ἄλατα:



β) Μετὰ πυκνῶν διαλυμάτων ἐν θερμῷ, παρέχει χλωριούχα καὶ χλωρικά ἄλατα:



Ὁμοίως μετὰ διαλύματος Ca(OH)₂, παρέχει CaCl₂ καὶ Ca(ClO)₂ ἢ Ca(ClO₃)₂, ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν. Διὰ διαβίβασεως ὅμως χλωρίου εἰς στερεὸν Ca(OH)₂, σχηματίζεται **χλωράσβεστος** (CaOCl₂): $Ca(OH)_2 + Cl_2 \rightarrow CaOCl_2 + H_2O$



Σχ. 45. Τὰ ἰσότοπα τοῦ χλωρίου.

3. Δύναται νά ὀξειδῶσῃ: α) Διαφόρους ὑδρογονούχους ἐνώσεις δι' ἀφαιρέσεως ὕδρογόνου, ὡς τὸ H_2S , τὴν NH_3 , τὸ HBr καὶ τὸ HI : $H_2S + Cl_2 \rightarrow 2HCl + S$

β) Ὡς χλωριοῦχον ὕδρω, δύναται νά ὀξειδῶσῃ τὸ θεϊδῶδες ὀξύ, τὸ ἀρσενικῶδες ὀξύ, τὰ ἄλλα αὐτῶν καὶ ἄλλας ἐνώσεις: $Cl_2 + H_2O + Na_2AsO_3 \rightarrow 2HCl + Na_2AsO_4$

4. Ἐπιδρᾶ ἐπὶ τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων ὡς κατωτέρω:

α) Ἐάν ἡ ἐνωσις εἶναι κεκορεσμένη, λαμβάνει χώραν ἀντικατάστασις τῶν ὑδρογόνων αὐτῆς ὑπὸ χλωρίου: $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$

Ἡ ἀνωτέρω ἀντίδρασις συνεχίζεται ἀντικαθισταμένων καὶ ἄλλων ὑδρογόνων, ὑπὸ χλωρίου. Ἐάν ἡ ἀντίδρασις γίνῃ εἰς ἀπλετον ἡλιακὸν φῶς, τότε λαμβάνει χώραν μετ' ἐκρήξεως, ἀποβαλλομένου ἀνθρακος: $CH_4 + 2Cl_2 \rightarrow 4HCl + C$

β) Ἐάν ἡ ἐνωσις εἶναι ἀκόρεστος λαμβάνει χώραν προσθήκη τοῦ χλωρίου εἰς αὐτήν.

7. Ἀνίχνευσις. Τὸ ἀέριον χλωρίον ἀνιχνεύεται εὐκόλως ἐκ τῆς χαρακτηριστικῆς τοῦ ὁσμῆς. Δύναται νά ἀνιχνεῖθῃ ἐπίσης ἐκ τῶν ὀξειδωτικῶν τοῦ ἰσότητων π.χ. δι' ἀποχρωματισμοῦ τοῦ ἰνδικοῦ. Τὸ ἰὸν τοῦ χλωρίου (Cl^-) ἀνιχνεύεται, εἰς τὰ διαλύματα αὐτοῦ, διὰ προσθήκης $AgNO_3$, μετὰ τοῦ ὁποῦ οὐρατίζει λευκὸν χαρακτηριστικὸν ἴζημα $AgCl$.

8. Χρήσεις. Εὐρίσκει τὰς ἀκολουθοῦσας ἐφαρμογὰς: α) Ὡς ἀποστειρωτικὸν τοῦ ὕδατος. β) Ὡς λευκαντικὸν τοῦ βάμβακος καὶ τοῦ λίνου. γ) Διὰ τὴν παρασκευὴν χλωρασβέστου, ὑποχλωριδῶν, χλωρικῶν καὶ χλωριοῦχων ἀλάτων. δ) Διὰ τὴν σύνθεσιν HCl , τὴν παρασκευὴν τετραχλωράνθρακος (CCl_4). ε) Διὰ τὴν παρασκευὴν ὀργανικῶν χλωροπαραγῶγων, τὰ ὁποῖα εὐρίσκουν ἐφαρμογὰς ὡς διαλυτικὰ μέσα, ἐντομοκτόνα (D. D. T., γαμμεξάνιον κ. ἄ.), ψυκτικὰ ὑγρὰ (CF_2Cl_2), πρὸς παρασκευὴν πλαστικῶν κ. ἄ.

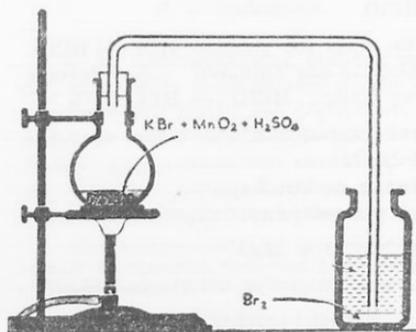
Β Ρ Ω Μ Ι Ο Ν (Br_2)

1. Ἱστορικόν. Ἀπεμονώθη ὑπὸ τοῦ Balard (1826) διὰ κατεργασίας τοῦ $MgBr_2$ μετὰ χλωρίου* ὠνομάσθη διὰ τῆς ἑλληνικῆς λέξεως β ρ ὠ μ ι ο ν, λόγῳ τῆς ἐξαιρετικῆς ὀσμῆς αὐτοῦ.

2. Προέλευσις. Δὲν ἀπαντᾷ ἐλεύθερον εἰς τὴν Φύσιν, ἀλλὰ μόνον ἠνωμένον ὑπὸ μορφῆν διαφόρων ἀλάτων, τὰ ὁποῖα συνοδεύουν τὰ χλωριοῦχα καὶ ἰωδοῦχα ἄλατα, τόσοσιν εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδρω ὅσον καὶ εἰς τὰ ἀλατωρυχεῖα. Ἐκ τῶν ὀρυκτῶν του, πλεόν διαδεδομένον εἶναι ὁ βρωμιοκαρναλλίτης ($KBr \cdot MgBr_2 \cdot 6H_2O$).

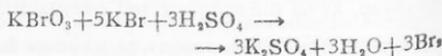
3. Παρασκευὴ. Α) Εἰς τὸ ἐργαστήριον: 1. Δι' ὀξειδῶσεως τοῦ KBr ὑπὸ MnO_2 παρουσίᾳ H_2SO_4 : $2KBr + 2H_2SO_4 + MnO_2 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + 2H_2O + Br_2$

Τὸ ἐκλύδμενον βρώμιον ἀποστᾶζει, οἱ δὲ ἀτμοὶ τοῦ συλλέγονται ἐντὸς ὕδατος, ἔνθα συμπυκνῶνται πρὸς βαρῦ, σκοτεινῶς ἐρυθρὸν ὑγρὸν (σχ. 46).



Σχ. 46. Παρασκευὴ βρωμίου εἰς τὸ ἐργαστήριον.

2. Δι' ἐπιδράσεως H_2SO_4 ἐπὶ μίγματος KBr καὶ $KBrO_3$:



Β) Εἰς τὴν βιομηχανίαν, τὸ βρώμιον παρασκευάζεται ἐκ τοῦ ἀλμολοῖπου τοῦ θαλασσίου ὕδατος, εἰς τὸ ὁποῖον περιέχεται κυρίως ὡς $MgBr_2$, ὡς ἐπίσης ἐκ τῶν ἀλμολοῖπων τῶν ἀλάτων διαφόρων ἀλατωρυχειῶν (Στασφοῦρτης, Ὅχαϊο κ. ἄ.).

Τὰ ἀλμολοῖπα, ἀφοῦ θερμανθοῦν εἰς $60^\circ C$, καταϊωνίζονται ἐκ τῆς κορυφῆς πύργου, πλήρους τεμαχίων πορσελλάνης, ἐνῶ ἐκ τῆς βάσεως αὐτοῦ διαβιβάζεται χλωρίον, τὸ ὁποῖον ἐκδίδκει τὸ βρώμιον ἐκ τῶν ἐνώσεων του: $MgBr_2 + Cl_2 \rightarrow MgCl_2 + Br_2$

ριον, τὸ ὁποῖον ἐκδίδκει τὸ βρώμιον ἐκ τῶν ἐνώσεων του: $MgBr_2 + Cl_2 \rightarrow MgCl_2 + Br_2$

5. Φυσικοί ιδιότητες. Το βρώμιον είναι υγρόν λίαν πητικόν, σκοτεινῶς ἐρυθροῦ χρώματος καὶ ὁσμῆς ἀποπνικτικῆς.

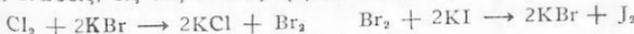
Εἶναι βαρύτερον τοῦ ὕδατος, εἰς τὸ ὅποιον διαλύεται περισσότερον τοῦ χλωρίου (3,6% εἰς 20° C), σχηματίζον τὸ **βρωμιούχον ὕδωρ**.

Ἡ διαλυτότης τοῦ βρωμίου εἰς τὸ ὕδωρ αὐξάνει διὰ προσθήκης βρωμιούχων ἀλάτων (π.χ. KBr). Διαλύεται ἐπίσης εἰς διαφόρους ὀργανικοὺς διαλύτεας ὡς εἶναι τὸ χλωροφόρμιον, ὁ αἰθέρ, ὁ θιθειάνθραξ κ. ἄ. Εἶναι στοιχεῖον διατομικόν.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. α) **Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ.** Ἔχει 7e εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτοῦ στιβάδα καὶ τείνει νὰ συμπληρώσῃ αὐτὴν διὰ προσλήψεως ἐνὸς ἡλεκτρονίου, σχηματίζον μὲ τὰ πλεῖστα τῶν μετάλλων ἑτεροπολικὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζει σθένος -1.

Ἦ δέκτης ἡλεκτρονίων, εἶναι στοιχεῖον ὀξειδωτικόν.

Ἡ δραστικότητα του, ὡς ἡλεκτραρνητικοῦ στοιχείου, εἶναι μικρότερα τοῦ φθορίου καὶ τοῦ χλωρίου, ὑπὸ ὁποίων καὶ ἀντικαθίσταται εἰς τὰς ἐνώσεις του, ἐνῶ ἀντικαθιστᾷ τὸ ἰώδιον εἰς τὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζεται ὡς ἡλεκτραρνητικόν :



Ἐνοῦται καὶ μὲ τὰ πλεῖστα τῶν ἀμετάλλων, σχηματίζον ὁμοιοπολικὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζει τυπικόν σθένος +1, +3 καὶ +5.

β) **Ἀντιδράσεις μὲ ἀμέταλλα.** Μὲ τὸ ὀξυγόνον δὲν ἀντιδρᾷ, ἀλλ' ἐμμέσως σχηματίζει ἀσταθῆ νινὰ ὀξειδία.

Μὲ τὸ ὕδρογόνον ἐνοῦται πρὸς HBr, εἰς θερμοκρασίαν 100° C, παρουσιᾷ Pt.

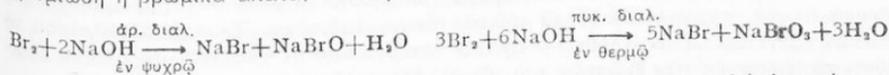
Μὲ τὸ θεῖον παρέχει S₂Br₂ καὶ μετὰ τοῦ φωσφόρου, τοῦ ἀρσενικοῦ καὶ τοῦ ἀντιμονίου, τριβρωμιούχους καὶ πενταβρωμιούχους ἐνώσεις (τοῦ τύπου XBr₃, XBr₅).

γ) **Ἀντιδράσεις μὲ μέταλλα.** Ἐνοῦται μὲ τὰ πλεῖστα τῶν μετάλλων, ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας, πρὸς σχηματισμὸν ἀλάτων, τῶν **βρωμιδίων**.

δ) **Ἀντιδράσεις μὲ διαφόρους ἐνώσεις.** 1. Διασπᾷ τὸ ὕδωρ βραδέως πρὸς HBr καὶ HBrO, τὸ ὅποιον, παρουσιᾷ φωτὸς ἢ θερμάνεως, διασπᾷται παρέχον ὀξυγόνον :



2. Ἀντιδρᾷ μὲ τὰ διαλύματα τῶν ἀλκαλίων, σχηματίζον βρωμιούχα καὶ ὑποβρωμιώδη ἢ βρωμικὰ ἅλατα, ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν:



3. Δύναται νὰ ὀξειδώσῃ διαφόρους ὕδρογονόχους ἐνώσεις δι' ἀφαίρεσεως ὀξυγόνου :

$$H_2S + Br_2 \rightarrow 2HBr + S \quad 8NH_3 + 3Br_2 \rightarrow 6NH_4Br + N_2$$

Ἦς βρωμιούχον ὕδωρ ὀξειδώνει τὸ θειώδες ὀξύ, τὸ ἀρσενικῶδες ὀξύ, τὰ ἅλατα αὐτῶν καὶ ἄλλας ἐνώσεις :

$$Na_2SO_3 + Br_2 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 2HBr$$

4. Ἀντιδρᾷ μετὰ τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων καὶ παρέχει, ἀναλόγως τῆς συντάξεως αὐτῶν, ἀντιδράσεις ἀντικαταστάσεως ἢ προσθήκης.

Ἰδιαιτέραν σημασίαν παρουσιάζει ἡ προσθήκη βρωμίου εἰς τὸν διπλοῦν δεσμὸν τῶν ἀκορέστων ὀργανικῶν ἐνώσεων. Εἰς τὴν ἀντίδρασιν ταύτην στήριζεται ἡ ἀνίχνευσις τοῦ διπλοῦ δεσμοῦ δι' ἀποχρωματισμοῦ βρωμιούχου ὕδατος.

6. Ἀνίχνευσις. Ἀνίχνευεται ἐκ τῶν καστανερόθρων ἀτμῶν του καὶ ἐκ τῆς διαλυτότητος αὐτοῦ εἰς τὸν CS₂, εἰς τὸν ὅποιον προσθίδει κιτρινὴν χροιάν. Ἐπίσης διάλυμα ἀμόλου παρέχει μετὰ Br₂ πορτοκαλιόχρου χροιάν. Ἡ ἀνίχνευσις τοῦ ἰόντος βρωμίου, εἰς τὰ διαλύματα αὐτοῦ, γίνεται διὰ προσθήκης AgNO₃, μετὰ τοῦ ὁποίου παρέχει κίτρινον ἴζημα AgBr.

6. Χρήσεις. α) Εἶναι χρήσιμον ἀντιδραστήριον τὸσον εἰς τὴν Ἀνόργανον, ὅσον καὶ εἰς τὴν Ὄργανικὴν Χημείαν. β) Τὰ ἅλατά του εὐρίσκουν ἐφαρμογὴν εἰς τὴν φωτογραφικὴν τέχνην (AgBr) καὶ εἰς τὴν φαρμακευτικὴν (KBr). γ) Χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν σύνθεσιν διαφόρων ὀργανικῶν χρωμάτων καὶ ἄλλων προϊόντων.



Σχ. 47. Τὸ ἄτομον τοῦ βρωμίου.

Ι Ω Δ Ι Ο Ν (I₂)

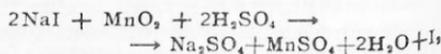
1. Ιστορικόν. Ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Courtois (1812) ἐντὸς τοῦς ὑδατικοῦ ἐκχυλισματος τῆς τέφρας τῶν θαλασσιῶν φυτῶν. Διεπιστώθη ὅτι εἶναι στοιχεῖον ὑπὸ τοῦ Davy καὶ τοῦ Gay - Lussac (1818) ὁ ὁποῖος καὶ τὸ ὠνόμασεν ἰώδιον, ἐκ τοῦ χρώματος τῶν ἀτμῶν του.

2. Προέλευσις. Δὲν ἀπαντᾷ ἐλευθέρου ἐν τῇ Φύσει παρὰ μόνον κατ' ἐλάχιστον ποσὰ εἰς τὰ ἀέρια τῶν ἠφαιστειῶν καὶ εἰς τὰ ὕδατα μεταλλικῶν τιῶν πηγῶν.

Ἡνωμένον, ὑπὸ μορφήν ἰωδικῶν ἀλάτων, ἀπαντᾷ ὡς ὄρυκτόν. Οὕτω ἡ σπουδαιότερα πηγή ἰωδίου εἶναι τὸ ὄρυκτόν νίτρον τῆς Χιλῆς (NaNO₃), εἰς τὸ ὁποῖον ἀπαντᾷ ὡς NaIO₃ ὑπὸ ἀναλογίαν 0,2%. Ὑπὸ μορφήν ἰωδιούχων ἀλάτων, ἀπαντᾷ κατὰ μικρὰ ποσὰ εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ καὶ τὰ φύκη.

Τέλος τὸ ἰώδιον ἀπαντᾷ εἰς τὰ ὄστρακα, εἰς διάφορα ἰχθυέλαια καὶ εἰς τὴν θερροφίην, ὁρμόνην τοῦ θυρεοειδοῦς ἀδένοσ, εἰς τὴν ὁποῖαν περιέχεται ὑπὸ ἀναλογίαν 9%.

3. Παρασκευή. Α) Εἰς τὸ ἐργαστήριον : Δι' ὀξειδώσεως NaI ἢ KI ὑπὸ MnO₂ παρουσιάζει H₂SO₄, κατὰ τὴν γενικὴν μέθοδον παρασκευῆς τῶν ἀλογόνων :



Τὸ ἐλευθερούμενον ἰωδιὸν ἐξέρχεται ὑπὸ μορφήν ἀτμῶν, οἱ ὁποῖοι συμπυκνοῦνται πρὸς στερεὸν ἰώδιον, ὅταν ἔλθουν εἰς ἐπαφήν μετὰ ψυχρὰ τοιχώματα ὑαλίνου χωνίου (σχ. 48).

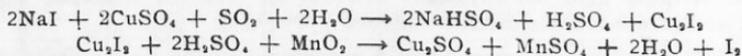
Β) Εἰς τὴν βιομηχανίαν. 1. Ἐκ τῶν φυκῶν. Δι' ἐκχυλίσεως τῶν φυκῶν ἢ τῆς τέφρας των μετὰ θερμὸν ὕδωρ, λαμβάνεται διάλυμα, περιέχον πλὴν τῶν ἰωδιούχων ἀλάτων καὶ τὰ δυσδιαλυτότερα χλωριούχα, βρωμιούχα καὶ θεικὰ.

Διὰ συμπυκνώσεως τοῦ διαλύματος τούτου ἀποχωρίζονται, κρυσταλλούμενα βαθμηδόν, τὰ χλωριούχα, βρωμιούχα καὶ θεικὰ ἄλατα, παραμένουν δὲ τὰ εὐδιαλυτότερα ἰωδιούχα. Ἐκ τοῦ ἀλλομοίπου τοῦ ἰωδίου ἐξάγεται ὡς ἀκολουθῶν : α) Διὰ κατεργασίας μετὰ χλωρίον, τὸ ὁποῖον ἐκδιώκει τὸ ἰώδιον ἐκ τῶν ἐνώσεών του. β) Δι' ἠλεκτρολύσεως.

γ) Δι' ὀξειδωσῆς τοῦ ἀλλομοίπου καὶ κατεργασίας αὐτοῦ μετὰ νιτρῶδες ἄλας καὶ H₂SO₄ :

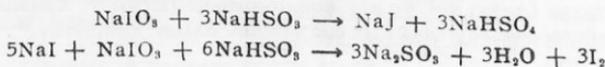


δ) Διὰ κατεργασίας μετὰ CuSO₄ καὶ SO₂, ὁπότε σχηματίζεται ἀδιάλυτος Cu₂I₂ ἐκ τοῦ ὁποῖου ἐν συρρίχνει λαμβάνεται τὸ I₂ δι' ὀξειδώσεως ὑπὸ MnO₂, παρουσιάζει H₂SO₄ :



2. Ἐκ τοῦ νίτρον τῆς Χιλῆς. Τὸ ὄρυκτόν ἀπαλλάσσεται τῶν γαιωδῶν προσμίξεων διὰ διαλύσεως εἰς τὸ ὕδωρ καὶ τὸ λαμβανόμενον διάλυμα συμπυκνοῦται, ὁπότε ἀπομακρύνεται τὸ δυσδιαλυτότερον NaNO₃ καὶ παραμένουν ἐν διαλύσει τὰ ἰωδικὰ ἄλατα. Εἰς τὸ ἀλλομοίπον διαβιβάζεται ἐν συνεχείᾳ SO₂, τὸ ὁποῖον ἀνάγει τὰ ἰωδικὰ ἄλατα πρὸς ἰώδιον : $2\text{NaIO}_3 + 5\text{SO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHSO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2$

Κατ' ἄλλην μέθοδον μέρος τοῦ ἀλλομοίπου ὁφίσταται κατεργασίαν μετὰ NaHSO₃ ὁπότε τὰ ἰωδικὰ ἄλατα ἀνάγονται πρὸς ἰωδιούχα. Ταῦτα ἀντιδρῶν ἐν συνεχείᾳ μετὰ τὰ ἰωδικὰ ἄλατα τοῦ ὁπομοίπου μέρους τοῦ ἀλλομοίπου ὁπότε ἐλευθεροῦνται ἰώδιον :



4. Φυσικαὶ ιδιότητες. Τὸ ἰώδιον εἶναι στερεὸν κρυσταλλικόν, ἐξαχνούμενον εὐκόλως διὰ θερμάνσεως. Οἱ ἀτμοὶ τοῦ εἶναι ἰώδεις καὶ προσβάλλουν τὰ ἀναπνευστικὰ ὄργανα καὶ τοὺς ὀφθαλμούς.

Εἶναι μέλαν, μεταλλικῆς λάμπειως, χαρακτηριστικῆς ὁσμῆς καὶ καυστικῆς γεύσεως.

Διαλύεται ἐλάχιστα εἰς τὸ ὕδωρ (0,02%) σχηματίζον διάλυμα ἀσθενῶς κιτρίνου χρώματος (ἰωδιοῦχον ὕδωρ), εἶναι ὅμως εὐδιάλυτον εἰς διάλυμα HI ἢ ἰωδιοῦχον ἀλάτων. Διαλύεται ἐπίσης εἰς πολλὰ ὀργανικὰ διαλυτικά μέσα ὡς εἶναι ὁ διθειάνθραξ, ἡ ἄλκοολη, τὸ χλωροφόρμιον, ὁ αἰθήρ κ.ἄ.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. α) **Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ.** Ἡ δομὴ τοῦ ἀτόμου τοῦ ἀποδίδεται ὑπὸ τοῦ σχήμ. 49. Ὅπως καὶ τὰ ἄλλα ἀλογόνα, οὕτω καὶ αὐτὸ τείνει νὰ συμπληρώσῃ τὴν ἐξωτάτην αὐτοῦ στιβάδα διὰ προσληψέως ἐνὸς ἡλεκτρονίου, συμπεριφερόμενον ὡς ἡλεκτραρνητικὸν στοιχείον, ἐμφανίζον εἰς τὰς ἑτεροπολικὰς τοῦ ἐνώσεις σθένος -1.



Σχ. 49. "Ατομὸν τοῦ ἰωδίου"

Ἐμφανίζει ἐπίσης ὀξειδωτικὰς ιδιότητες καὶ εἶναι χημικῶς λίαν δραστικόν, καίτοι εἰς τὰς ἀντιδράσεις τοῦ συμπεριφέρεται ὀλιγώτερον ζωηρῶς, ἀπὸ ὅτι, τὰ ἄλλα ἀλογόνα. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός, ὅτι εἶναι ὀλιγώτερον ἡλεκτραρνητικὸν τῶν ἄλλων ἀλογόνων, ὡς ἔχον μεγαλύτεραν ἀτομικὴν ἀκτίνα. Ἔνεκα τούτου ἀντικαθίσταται ὑπὸ τῶν ἄλλων ἀλογόνων εἰς τὰς ἐνώσεις τοῦ, εἰς τὰς ὁποίας συμπεριφέρεται ὡς ἡλεκτραρνητικόν.

Ἔχει ἀφ' ἑτέρου μεγαλύτεραν τάσιν ἀπὸ τὰ ἄλλα ἀλογόνα νὰ σχηματίζῃ ὁμοιοπολικὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζει τυπικὸν σθένος +1, +3, +5 καὶ +7. Ἐξ ἄλλου, αἱ ἐνώσεις αὗται τοῦ ἰωδίου ἐμφανίζουν μεγαλύτεραν σταθερότητα, ἀπὸ τὰς ἐνώσεις τῶν ἄλλων ἀλογόνων. Ἔνεκα τούτου ἀντικαθίστᾷ τὰ ἄλλα ἀλογόνα εἰς τὰς ἐνώσεις τῶν, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζουν θετικὸν σθένος :



β) **Ἀντιδράσεις μὲ ἀμέταλλα.** Μετὰ τοῦ ὀξυγόνου δὲν ἀντιδρᾷ ἀπ' εὐθείας, ἐμμέσως ὅμως σχηματίζει εὐσταθεῖ ὀξειδια. Μονον ἐμμέσως ἐνοῦται ἐπίσης μὲ τὸ ἄζωτον καὶ τὸν ἀνθρακᾶ, ἐνῶ δὲν ἐνοῦται μὲ τὸ θεῖον.

Μετὰ τοῦ ὕδρογόνου ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας πρὸς HI εἰς 400° C, ἀλλὰ εἰς τὴν θερμοκρασίαν ταύτην ἡ ἀντιδρασι εἶναι ἀμφίδρομος.

Μετὰ τοῦ φωσφόρου, τοῦ ἀρσενικοῦ καὶ τοῦ ἀντιμονίου παρέχει ἀναλόγως τῶν συνθῆκων, τριωδιοῦχος ἢ πενταῖωδιοῦχος ἐνώσεις (τοῦ τύπου NI_3 , NI_5).

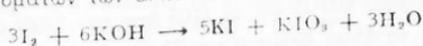
γ) **Ἀντιδράσεις μὲ μέταλλα.** Ἀντιδρᾷ ἀπ' εὐθείας μὲ τὰ πλεῖστα τῶν μετάλλων, ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας, παρέχον, ὅπως καὶ τὰ ἄλλα ἀλογόνα, ἀλατὰ τὰ ὁποία καλοῦνται **ἰωδιδια**.

δ) **Ἀντιδράσεις μὲ διαφόρους ἐνώσεις.** 1. Διασπᾷ τὸ ὕδωρ κατ' ἐλάχιστον βαθμόν, πολὺ ὀλιγώτερον τῶν ἄλλων ἀλογόνων :



Ἡ διάσπασις τοῦ ὕδατος ὑπὸ τοῦ ἰωδίου λαμβάνει χώραν ποσοτικῶς παρουσιᾷ ἀναγωγικοῦ τινος μέσου.

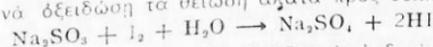
2. Μετὰ τῶν διαλυμάτων τῶν ἀλκαλίων παρέχει ἰωδιοῦχα καὶ ἰωδικὰ ἀλατὰ :



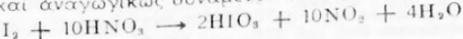
3. Δύναται νὰ ὀξειδώσῃ διαφόρους ὕδρογονοῦχος ἐνώσεις, ὡς π.χ. τὸ H_2S καὶ τὴν NH_3 , μετὰ τῆς ὁποίας παρέχει ἐν διαλύματι ἰωδιοῦχον ἄζωτον NI_3 (μέλαν στερεόν):



Τὸ ἰωδιοῦχον ὕδωρ δύναται νὰ ὀξειδώσῃ τὰ θειώδη ἀλατὰ πρὸς θεικὰ καὶ τὰ ἀρσενικώδη πρὸς ἄρσενικικά :



4. Τὸ ἰώδιον δρᾷ καὶ ἀναγωγικῶς δυνάμενον νὰ ὀξειδωθῇ πρὸς ἰωδικόν ὀξύ ὑπὸ πικνοῦ HNO_3 , κ.ἄ.



6. 'Ανίχνευσις. Το ελεύθερον Ιώδιον ανιχνεύεται εκ τής κυανής χροιάς, την οποίαν δίδει με διάλυμα άμυλου και ή οποία όφείλεται εις την προσρόφησιν του Ιωδίου υπό του άμυλου. Ο ποσοτικός προσδιορισμός αυτού στηρίζεται εις την όξειδωσιν διαλύματος θειοθειικού νατρίου:



Τό Ιόν του (I⁻) ανιχνεύεται εντός των διαλυμάτων αυτού διά προσθήκης διαλύματος AgNO₃ μετά του όποιου παρέχει κίτρινον ίζημα AgI Τοῦτο διακρίνεται του επίσης κίτρινου ίζήματος AgBr εκ του γεγονότος ότι δέν διαλύεται εις διάλυμα άμμωνίας.

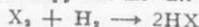
7. Χρήσεις. 1. Χρησιμοποιείται εις την Ιατρικήν ως άντισηπτικόν υπό μορφήν άλκοολικού διαλύματος αυτού 10 %, τό όποϊον καλεϊται **βάμμα Ιωδίου**. Τό Ιώδιον χρησιμοποιείται ως άντισηπτικόν και υπό την μορφήν ενώσεων, ως τό KI και τό Ιωδοφόρμιον (CHI₃). 2. Χρησιμοποιείται εις την αναλυτικήν χημείαν. 3. 'Ως Ιωδιοϋχος άργυρος εύρίσκει εφαρμογήν εις την φωτογραφικήν τέχνην. 4. Χρησιμοποιείται διά την σύνθεσιν διαφόρων όργανικών προϊόντων, χρωμάτων, φαρμάκων κ.ά.

ΥΔΡΑΛΟΓΟΝΑ

'Υδραλογόνον	Χημ. τύπος	σ.ζ.	σ.τ.	Διαλυτότης εις Η ₂ O, gr/lit (20° C)	Βαθμώδιστάσσεως εις διάλυμα 0,1 N (18° C)
'Υδροφθόριον	HF	19,54	— 83,1	35,3	0,1
'Υδροχλώριον	HCl	—84,9	—114,8	52	0,926
'Υδροβρώμιον	HBr	—66,8	— 86,9	49	0,93
'Υδροϊώδιον	HI	—35,4	— 50,7	57	0,95

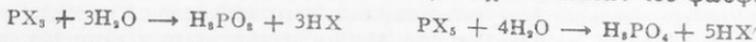
1. Προέλευσις. Δέν άπαντούν ελεύθερα εις την Φύσιν, πλην του HCl, τό όποϊον περιέχεται κατά μικρά ποσά εις τά άέρια των ήφαιστειών. 'Αφθονούν υπό μορφήν άλάτων, τά όποια άπαντούν τόσον υπό μορφήν όρυκτων, όσον και εις τό θαλάσσιον ύδωρ.

2. Γενικά μέθοδοι παρασκευής. 1. Δι' άπ' εύθείας συνθέσεως εκ των στοιχείων των :



2. Δι' επιδράσεως όξέος επί άλογονούχου άλατος. Διά την παρασκευήν του HF και HCl χρησιμοποιείται τό H₂SO₄, ενώ διά την παρασκευήν του HBr και HI χρησιμποιείται τό H₃PO₄, διότι τό H₂SO₄ δρα όξειδωτικώς επ' αυτών.

3. Δι' ύδρολύσεως των άντιστοιχών άλογονούχων ενώσεων του φωσφόρου :



4. Δι' επιδράσεως άλογόνου επί ύδροθειού : $\text{X}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{HX} + \text{S}$

3. Φυσικά ιδιότητες. Τά ύδραλογόνα (πλην του HF) είναι άέρια, άχροα, εύκόλως ύγροποιούμενα, καπνίζοντα εις τόν άέρα. Είναι όσμης δηκτικής, όξίνου γεύσεως, βαρύτερα του άτμοσφαιρικού άέρος και λίαν εύδιάλυτα εις τό ύδωρ.

4. Κοινά χημικά ιδιότητες. 1. 'Η σταθερότης του μορίου των βαίνει έλαττον μένη εκ του HF προς τό HI. Ούτω διά θερμάνσεως τό HI άρχεται διασπόμενον εις τους 400° C, τό HBr εις τους 800° C και τό HCl άνω των 1700° C.

2. Διαλυόμενα εις τό ύδωρ εμφανίζουν όλας τάς ιδιότητες των όξέων :

'Ητοι, άντιδρούν με βάσεις και βασικά όξειδια, ελευθερώνουν ύδρογόνον δι' επιδράσεως μετάλλου, κατά την ήλεκτρόλυσιν των διαλυμάτων των ελευθερούται H₂ εις την κάθodon με άλκοόλας σχηματίζουν άλκυλαλογονίδια και παρέχουν με διάφορα άλατα άντιδράσεις διπλής άντικαταστάσεως (π.χ. διασπούν τά άνθρακικά και τά θειώδη άλατα παρέχουν με AgNO₃ χαρακτηριστικά ίζήματα—πλην του HF—διά των όποιων και ανιχνεύονται κλπ.)

5. 'Αναγωγική δράσις. Αύτη βαίνει έλαττομένη εκ του HI, τό όποϊον είναι ισχυρόν άναγωγικόν μέσον, προς τό HF, τό όποϊον δέν εμφανίζει άναγωγικήν δράσιν. Ούτω τό πυκνόν H₂SO₄ άνάγεται υπό του HBr και HI όχι όμως υπό του HCl.

ΥΔΡΟΦΘΟΡΙΟΝ (HF)

1. Ίστορικόν. Παρασκευάσθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Scheele (1771) διὰ θερμάνσεως τοῦ φθορίτου μετὰ H_2SO_4 , βραδύτερον (1813) ὁ Davy ἀπέδειξεν ὅτι εἶναι ἔνωσις τοῦ ὕδρογόνου μετὰ τοῦ φθορίου.

2. Προέλευσις. Δέν ἀπαντᾷ ἐλεύθερον ἀλλὰ μόνον ὑπὸ μορφῆν ἀλάτων, ὡς ὁ ἀργυραδάμας ἢ φθορίτης (CaF_2), ὁ κρυόλιθος ($AlF_3 \cdot 3NaF$), ὁ ἀπατίτης κ. ἄ.

3. Παρασκευή. Ἐργαστηριακῶς καὶ βιομηχανικῶς παρασκευάζεται δι' ἐπίδρασιν H_2SO_4 ἐπὶ φθοριούχων ἀλάτων, κυρίως ἐπὶ ἀργυραδάμαντος :



Ἡ παρασκευὴ λαμβάνει χώραν ἐντὸς συσκευῶν ἐκ μολύβδου, ὁ ὁποῖος προσβάλλεται ἐλάχιστα ὑπὸ τοῦ HF. Δύναται νὰ ληφθῇ καὶ δι' ἀπ' εὐθείας συνθέσεως ἐκ τῶν στοιχείων του, τοῦτο ὅμως δέν εὑρίσκει πρακτικὴν ἐφαρμογὴν.

4. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ὑγρὸν λίαν πητικόν, δηλητηριώδες, ἀτμίζον. Εἶναι λίαν διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ, μετὰ τοῦ ὁποῖου σχηματίζει ἀζεotropικὸν μίγμα.

Τὸ ἀέριον HF εἶναι λίαν ἐρεθιστικόν, προσβάλλον τούς ὀφθαλμούς καὶ τοὺς βρόγχους. Τὸ ὕδρεφθορικόν ὀξύ προκαλεῖ ἐγκαύματα ἐπὶ τοῦ δέρματος.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Ἡ πυκνότης τῶν ἀτμῶν του εἰς $100^\circ C$ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν μοριακὸν τύπον τοῦ HF. Εἰς χαμηλοτέρας θερμοκρασίας πολυμερίζεται. Οὕτω εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, οἱ ἀτμοὶ του εἶναι μίγμα HF, H_2F_2 καὶ H_6F_6 . Εἰς πυκνά ὑδατικά διαλύματα ἔχει πιθανῶς τὸν μοριακὸν τύπον H_2F_2 .

2. Διαλυόμενον εἰς τὸ ὕδωρ παρέχει τὸ ὕδροφθορικὸν ὀξύ, πολὺ ἀσθενέστερον τοῦ ὕδροχλωρικοῦ, τὸ ὁποῖον παρέχει τὰς κοινὰς ἀντιδράσεις τῶν ὀξέων.

Οὕτω ἀντιδρᾷ μετὰ βάσει, μετὰ βασικά ὀξειδία καὶ προσβάλλει πλείστα μέταλλα μετ' ἐκλύσεως ὕδρογόνου :

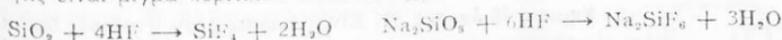


Παρέχει ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως μετὰ διάφορα ἄλατα. Οὕτω διασπᾷ τὰ ἀνθρακικά καὶ τὰ θειώδη ἄλατα καὶ διὰ προσθήκης διαλύματος $CaCl_2$ σχηματίζει λευκὸν ἴζημα CaF_2 , διὰ τοῦ ὁποῖου ἀνιχνεύεται :



3. Ἡ πλέον χαρακτηριστικὴ διαφορὰ αὐτοῦ ἐκ τῶν ἄλλων ὕδραλογόνων εἶναι ὅτι δέν ὀξειδοῦται.

4. Προσβάλλει τὸ SiO_2 , σχηματίζον κατ' ἀρχὰς μὲν SiF_4 , ἐν συνεχείᾳ δὲ φθοριοπυριτικὸν ὀξύ (H_2SiF_6). Προσβάλλει ἐπίσης τὰ πυριτικά ἄλατα καὶ συνεπῶς τὴν ὑάλον, ἥτις εἶναι μίγμα πυριτικῶν ἀλάτων, σχηματίζον φθοριοπυριτικά ἄλατα :



6. Ἀνίχνευσις. Ἀνιχνεύεται ἐκ τῆς χαρακτηριστικῆς ἰδιότητος αὐτοῦ νὰ προσβάλλῃ τὴν ὑάλον, ἐκ τῶν διαλυμάτων του, τὸσον τὸ HF ὅσον καὶ τὰ φθοριούχα ἄλατα, ἀνιχνεύονται διὰ προσθήκης διαλύματος $CaCl_2$ μετὰ τοῦ ὁποῖου σχηματίζουν λευκὸν ἴζημα CaF_2 .

7. Χρήσεις. 1. Χρησιμοποιεῖται πρὸς χάραξιν τῆς ὑάλου. Πρὸς τοῦτο ἡ ὑάλος καλύπτεται ὑπὸ λεπτοῦ στρώματος παραφίνης ἐπὶ τῆς ὁποίας χαράσσονται τὰ διάφορα σχήματα, τῶν ὁποίων ἐπιζητεῖται ἡ ἀποτύπωσις ἐπὶ τῆς ὑάλου. Ἐν συνεχείᾳ ἡ ὑάλος ἐκτίθεται, εἴτε εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἀτμῶν HF, ὅποτε ἡ προσβληθεῖσα ἐπιφάνεια εἶναι ἀδιαφανής, εἴτε διαλύματος ὕδροφθορικοῦ ὀξέος, ὅποτε ἡ προσβληθεῖσα ἐπιφάνεια εἶναι διαφανής. 2. Τὰ φθοριούχα ἄλατα χρησιμοποιοῦνται ὡς ἀντισηπτικὰ καὶ ὡς ἀντιζυμωτικά. 3. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν μεταλλουργίαν τοῦ ἀργιλίου.

4. Χρησιμοποιεῖται τέλος διὰ συνθέσεις διαφόρων ὄργανικῶν φθοροπαραγῶγων.

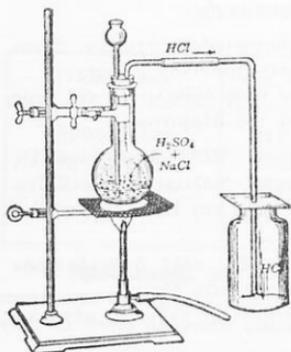
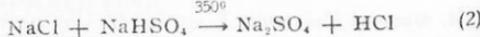
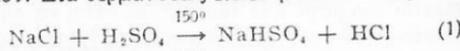
ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΟΝ (HCl)

1. Ιστορικόν. Οί Ἄραβες ἀλχημισταί, ἂν καὶ δὲν τὸ ἐγνώριζον εἰς καθαρὰν κατάστασιν, τὸ μετεχειρίζοντο ἀναμειγμένον μετὰ νιτρικοῦ ὀξέος ὑπὸ τὸ ὄνομα βασιλικὸν ὕδωρ.

*Ο ἀλχημιστής Geber (800 μ. Χ.) παρεσκεύασε διάλυμα ὑδροχλωρίου διὰ θερμάνσεως θειικοῦ σιδήρου με NaCl καὶ τὸ ὠνόμασε σπιρτον τοῦ ἄλατος. Καθαρὸν HCl παρεσκεύασεν ὁ Ραλεντίνος (1644). *Ο Lavoisier τὸ θεώρησεν ὡς ὀξυγονοῦχον ἔνωσιν καὶ τὸ ὠνόμασε ἀλμιτικὸν ὀξύ (acidum purificatum). Τὴν ἀκριβῆ φύσιν τοῦ ὑδροχλωρίου, ὡς ἔνωσεως χλωρίου καὶ ὑδρογόνου, τὴν ἀντέληφθη πρῶτος ὁ Davy, ὁ ὁποῖος καὶ τὸ ὠνόμασεν ὕδροχλωρικὸν ὀξύ.

2. Προέλευσις. Ἐλευθέρων ἀπαντᾷ κατὰ μικρὰ ποσὰ εἰς τὰ ἀέρια τῶν ἥψαιστίων. Εὐρίσκεται ἐπίσης εἰς τὸ γαστρικὸν ὕγρον τοῦ στομάχου τῶν θηλαστικῶν. Τὰ ἄλατὰ τῶν ἀπαντοῦν τόσοον εἰς τὸν θαλάσσιον ὕδωρ ὅσον καὶ ὡς ὄρυκτά.

3. Παρασκευὴ. Α) Εἰς τὸ ἐργαστήριον. Διὰ θερμάνσεως NaCl μετὰ πυκ. H₂SO₄:



Σχ. 50. Παρασκευὴ ὑδροχλωρίου εἰς τὸ ἐργαστήριον.

Ἡ παρασκευὴ λαμβάνει χώραν εἰς συσκευὴν ἀνάλογον πρὸς τὴν εἰκονιζομένην ὑπὸ τοῦ σχήματος 50. Τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον HCl, εἴτε συλλέγεται ἐντὸς κενοῦ δοχείου, δι' ἐκτοπίσεως τοῦ ἀέρος, εἴτε διαλύεται ἐντὸς ὕδατος παρέχον διάλυμα ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος.

Β) Εἰς τὴν βιομηχανίαν. 1. Διὰ θερμάνσεως NaCl μετὰ πυκνοῦ H₂SO₄. Ὡς ἀνεφέρθη ἄνωτέρω, ἡ ὅλη ἀντίδρασις λαμβάνει χώραν εἰς δύο στάδια. Τὸ ἐκλυόμενον κατ' αὐτὰ HCl διαλύεται ἐντὸς ὕδατος, διὰ διαβίβάσεως μέσῳ καταλλήλου συστήματος δοχείων ὕδατος.

2. Συνθετικῶς ἐκ τῶν στοιχείων του. Πρὸς τοῦτο τὸ χλώριον καὶ τὸ ὑδρογόνον διοχετεύονται ὑπεράνω καταλλήλου καταλύτου εἴτε καίεται τὸ χλώριον εἰς ἐλαφρὰν περίσσειαν ὑδρογόνου. Ἡ καθῆσις λαμβάνει χώραν ἐντὸς σωλῆνος ἐκ χαλαζίου ἢ χάλυβος, ψυχόμενου ἐξωτερικῶς. Τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ χλώριον λαμβάνονται δι' ἠλεκτρολύσεως διαλύματος NaCl.

4. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, δηκτικῆς ὁσμῆς, βαρύτερον τοῦ ἀέρος, λίαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, εἰς τὸ ὁποῖον διαλύεται μετ' ἐκλύσεως θερμότητος (1 ὄγκ. H₂O διαλύει 500 ὄγκ. HCl). Μετὰ τοῦ ὕδατος σχηματίζει ἀζεotropicὸν μίγμα περιέχον 20% HCl, σ.ζ. 110°.



Σχ. 50. Τὸ ὕδροχλώριον εἶναι ἔνωσις ὁμοιοπολική.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Εἶναι ἔνωσις λίαν σταθερά, διασπώμενη εἰς τὰ στοιχεῖα τῆς εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 1700°.

2. Τὸ ὕδατικόν του διάλυμα, τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, ἐμφανίζει ιδιότητες λίαν ἰσχυροῦ ὀξέος. Οὕτω ἀντιδρᾷ: α) με βάσεις καὶ β) με βασικά ὀξειδία:



γ) Διαλύει τὰ πλεῖστα τῶν μετάλλων, σχηματίζον χλωριούχα ἄλατὰ καὶ ὑδρογόνον:



δ) Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τῶν πυκνῶν του διαλυμάτων, ἐλευθερώνει ὑδρογόνον εἰς τὴν κάθοδον καὶ χλώριον εἰς τὴν ἀνοδον, ἐνῶ κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν ἀραιῶν τοιούτων, ὑδρογόνον εἰς τὴν κάθοδον καὶ ὀξυγόγον εἰς τὴν ἀνοδον.

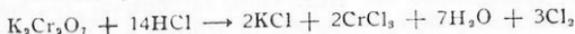
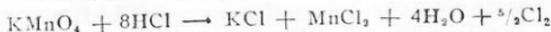
ε) Μετὰ διαφόρων ἀλάτων παρέχει ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως. Οὕτω

π. χ. διασπᾶ τὰ άνθρακικά, τὰ θειώδη καὶ τὰ πυριτικά ἄλατα καὶ μετὰ διάλυμα AgNO_3 παρέχει λευκόν χαρακτηριστικόν ἴζημα, διὰ τοῦ ὁποίου ἀνιχνεύεται :

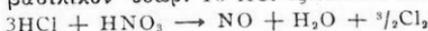


στ) Μετὰ τῶν ἄλλοκολλῶν παρέχει ἄλκυλοχλωρίδια : $\text{ROH} + \text{HCl} \rightarrow \text{RCI} + \text{H}_2\text{O}$

3. Ὁξειδούται εὐκόλως πρὸς χλώριον, κατὰ τὴν ἐπίδρασιν ὀξυγόνου — παρουσιάζει ἄλατων Cu — ἢ διαφόρων ὀξειδωτικῶν σωμάτων ὡς MnO_2 , KMnO_4 , KClO_3 κ.ἄ.



Ἐπίδρασις HNO_3 — βασιλικὸν ὕδωρ. Τὸ HCl ὀξειδούται ὑπὸ τοῦ HNO_3 πρὸς χλώριον :



Εἰς τὸ ἐλευθερούμενον χλώριον οφείλεται ἡ ὀξειδωτικὴ δράσις καὶ ἡ διαλυτικὴ ἐπίδρασις ἐπὶ τῶν εὐγενῶν μετάλλων, τοῦ καλομένου βασιλικοῦ ὕδατος. Οὗτω καλεῖται διάλυμα νιτρικοῦ καὶ ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος, ὑπὸ ἀναλογίαν γραμμομορίων 1 : 3.



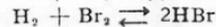
6. Ἀνίχνευσις. Τὸ ὕδροχλωρικὸν ὀξύ καὶ τὰ ἄλατά του ἀνιχνεύονται διὰ προσθήκης διαλύματος AgNO_3 , μετὰ τοῦ ὁποίου παρέχουν χαρακτηριστικὸν λευκὸν ἴζημα AgCl .

7. Χρήσεις. Τὸ ὕδροχλωρικὸν ὀξύ εἶναι τὸ περισσότερον χρησιμοποιούμενον ὀξύ, μετὰ τὸ θεικόν. Χρησιμοποιεῖται : α) διὰ τὴν παρασκευὴν χλωριούχων ἁλάτων, β) διὰ τὴν κάθαρσιν τῆς ἐπιφανείας τῶν μετάλλων, γ) ὑπὸ μορφήν βασιλικοῦ ὕδατος διὰ τὴν διάλυσιν τῶν εὐγενῶν μετάλλων, δ) εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν χρωμάτων, τῆς σακχαρώσεως, τῆς γλυκόζης, τῆς ζωικῆς κόλλας καὶ διὰ τὴν παρασκευὴν διαφόρων φαρμακευτικῶν προϊόντων.

ΥΔΡΟΒΡΩΜΙΟΝ (HBr)

1. Προέλευσις. Δέν ἀπαντᾷ ἐλεύθερον, ἀλλὰ μόνον ὑπὸ τὴν μορφήν τῶν ἁλάτων του, τὰ ὁποῖα συνοδεύουν τὰ χλωριούχα ἄλατα τὸσον εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ, ὅσον καὶ εἰς τὰ διάφορα ἁλατωρυχεῖα.

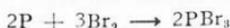
2. Παρασκευὴ. 1. Συνθετικῶς ἐκ τῶν στοιχείων του. Ἡ ἀντίδρασις λαμβάνει χώραν εἰς θερμοκρασίαν 100°C παρουσιάζει Pt ὡς καταλύτου :



1. Δι' ἐπίδρασεως ὀξέος ἐπὶ βρωμιούχου ἁλατος. Προτιμᾶται ἡ ἐπίδρασις H_3PO_4 , διότι τὸ H_2SO_4 ἀνάγεται ὑπὸ τοῦ HBr :



3. Δι' ἐπίδρασεως ὕδατος ἐπὶ μίγματος ἐρυθροῦ φωσφόρου καὶ βρωμίου. Ὁ P ἐνοῦται μετὰ τοῦ βρωμίου, πρὸς τρι- καὶ πενταβρωμιούχον φωσφόρον, αἱ δὲ ἐνώσεις αὗται ὑδρολύονται ὑπὸ τοῦ ὕδατος.

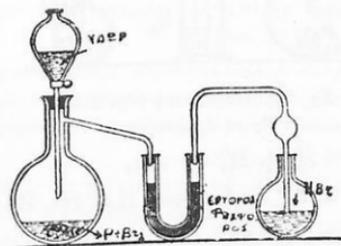


4. Δι' ὀξειδώσεως τοῦ ὕδροθειοῦ ὑπὸ ἀτμῶν βρωμίου :



5. Διὰ βρωμιώσεως διαφόρων ὕδρογονανθράκων, ὡς βενζολίου, ναφθαλίνης κ.ἄ.

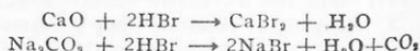
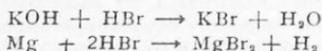
3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἐρεθιστικῆς ὁσμῆς, βαρύτερον τοῦ ἀέρος καὶ λίαν διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Διὰ ζέσεως τῶν διαλυμάτων του, ἀποσπάξει εἰς τοὺς 115° ἀζεotropicὸν μίγμα περιεκτικότητος 48% εἰς HBr .



Σχ. 51. Παρασκευὴ HBr εἰς τὸ ἐργαστήριον.

4. Χημικά ιδιότητες. 1. Είναι ολιγώτερον σταθερόν του HCl, διασπώμενον διά θερμάνσεως άνω των 800° C.

2. Το υδατικόν του διάλυμα, τὸ **υδροβρωμικόν δξύ**, ἐμφανίζει τὰς γενικάς ιδιότητας τῶν ὀξέων. Οὕτω ἀντιδρᾷ μέ βάσεις καί βασικά ὀξείδια, διαλύει τὰ πλείστα τῶν μετάλλων ὑπό ἐκλυσιν ὑδρογόνου, καί διασπᾷ τὰ ἀνθρακικά ἄλατα :



Μέ τὰς ἀλκοόλας παρέχει ἀλκυλοβρωμίδια :

$$\text{ROH} + \text{HBr} \rightarrow \text{RBr} + \text{H}_2\text{O}$$

3. Ὄξειδούται εὐκολώτερον τοῦ HCl. Οὕτω τὸ υδατικόν του διάλυμα ὀξειδούται βραδέως δι' ἐκθέσεως εἰς τὸν ἀέρα καί τὸ ἡλιακόν φῶς, χρωματιζόμενον κίτρινον ἐκ τοῦ ἐλευθερουμένου βρωμίου. Τὸ πυκνόν H_2SO_4 καί τὸ H_2O_2 , τὰ ὁποῖα οὐδεμίαν ἐπίδρασιν ἔχουν ἐπὶ τοῦ HCl, ὀξειδώνουσι τὸ HBr πρὸς Br_2 :



Ὄξειδούται ἐπίσης ὑπὸ τοῦ χλωρίου καί ὑπὸ ὄλων τῶν ὀξειδωτικῶν μέσων, τὰ ὁποῖα ὀξειδώνουσι τὸ HCl.

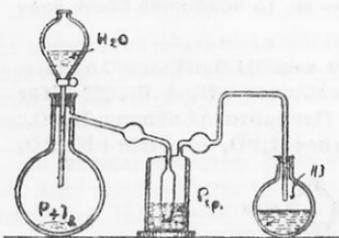
5. Ἀνίχνευσις. Τὸ ὑδροβρωμικόν δξύ καί τὰ ἄλατά του ἀνιχνεύονται διὰ προσθήκης διαλύματος AgNO_3 , μετὰ τοῦ ὁποῦ παραέχουν κίτρινον ἴζημα AgBr , διαλυτὸν εἰς διάλυμα ἀμμωνίας.

6. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀντιδραστήριον εἰς τὸ ἐργαστήριον. Τὰ ἄλατά του εὐρίσκουν διαφόρους χρήσεις εἰς τὴν Ἱατρικὴν καί τὴν φωτογραφικὴν τέχνην.

ΥΔΡΟ·Ι·ΩΔΙΟΝ (HI)

1. Προέλευσις. Δέν ἀπαντᾷ ἐλευθέρων. Τὰ ἄλατά του ἀπαντοῦν εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ καί εἰς τὰ φύκη.

2. Παρασκευὴ. 1. Συνθετικῶς ἐκ τῶν στοιχείων του: $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI} - Q$
Ἡ ἀντίδρασις ὡς ἐνδόθερμος εὐνοεῖται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν. Ἐνεκα τούτου ἡ σύνθεσις λαμβάνει χώραν εἰς τοὺς 400° C. Λόγω τοῦ ἀμφιδρόμου τῆς ἀντιδράσεως διαβιβάζεται περίσσεια ὑδρογόνου, διὰ τὴν μετὰ τὸπισην τῆς ἰσορροπίας πρὸς τὰ δεξιὰ.



Σχ. 52. Παρασκευὴ ὑδροϊωδίου εἰς τὸ ἐργαστήριον.



2. Δι' ἐπίδρασεως H_3PO_4 ἐπὶ ἰωδιούχου ἄλατος :



Ἡ χρησιμοποίησις τοῦ H_2SO_4 ἀποκλείεται διότι τὸ HI ὀξειδούται εὐκολώτερον τοῦ HBr.

3. Δι' ἐπίδρασεως ὕδατος ἐπὶ μίγματος ἰωδίου καὶ φωσφόρου. Χρησιμοποιεῖται περίσσεια ἰωδίου ὥστε νὰ σχηματισθῆ PI_5 , ὅστις ὑδρόλυόμενος παρέχει H_3PO_4 καί HI:



4. Δι' ἐπίδρασεως H_2S ἐπὶ ὑδατικοῦ διαλύματος I_2 :

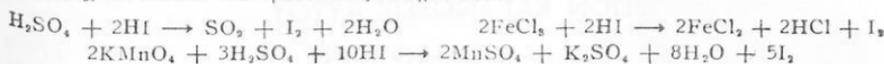


3. Φυσικὰ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἀχρουν, ἐρεθιστικῆς ὀσμῆς, βαρύτερον τοῦ ἀέρος, λίαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Διὰ θερμάνσεως τῶν υδατικῶν του διαλυμάτων εἰς τοὺς 125° C, ἀποσπάξει ἀξεotropicὸν μίγμα περιέχον 58% HI.

4. Χημικὰ ιδιότητες. 1. Εἶναι ἀσταθέτερον τῶν ἄλλων ὑδραλογόνων, διασπώμενον εἰς τὰ στοιχεῖα του διὰ θερμάνσεως εἰς 400° C.

2. Τὸ ὕδατικόν του διάλυμα, τὸ ὑδροϊωδικόν ὀξύ, εἶναι ἄρκετὰ ἰσχυρὸν ὀξύ καὶ ἐμφανίζει ὅλας τὰς κοινὰς ἰδιότητας τῶν ὀξέων. Οὕτω ἀντιδρᾷ μὲ βάσεις καὶ βασικὰ ὀξειδία, διαλύει διάφορα μέταλλα ὑπὸ ἔκλυσιν ὑδρογόνου κλπ.

3. Εἶναι λίαν εὐοξειδωτὸν καὶ ὡς ἐκ τούτου ἰσχυρὸν ἀναγωγικὸν μέσον. Ἀνάγει διάφορα σώματα ὡς τὸ χλωρίον, τὸ βρώμιον, τὸ H_2SO_4 , τὸ H_2O_2 , τὸ HNO_3 , τὸ O_3 , τὸ HIO_3 , τὰ ἔλατα τοῦ τρισθενοῦς σιδήρου κ.ἄ.



4. Ἀντιδρᾷ μὲ διαφόρους ὀργανικὰς ἐνώσεις. Οὕτω μετὰ τῶν ἀλκοολῶν παρέχει ἀλκυλοϊωδίδια, τὰ ὅποια ἀνάγει περαιτέρω πρὸς κεκορεσμένους ὑδρογονάνθρακας, διασπᾷ τοὺς αἰθέρας κ.ἄ.

5. Ἀνίχνευσις. Τὸ ὑδροϊωδικόν ὀξύ καὶ τὰ ἔλατά του ἀνιχνεύονται διὰ προσθήκης διαλύματος $AgNO_3$, μετὰ τοῦ ὁποῦ παρέχουν κίτρινον ἴζημα AgI . Τοῦτο διακρίνεται ἐκ τοῦ ἐπίσης κίτρινου $AgBr$, ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι δὲν διαλύεται εἰς διάλυμα ἀμμωνίας.

6. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀναγωγικὸν μέσον κυρίως εἰς τὴν ὀργανικὴν χημείαν. Τὰ ἔλατά του χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν ἰατρικὴν. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης διὰ τὴν σύνθεσιν διαφόρων ὀργανικῶν ἰωδοπαραγῶγων.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

167. Ἐπὶ 20 gr $NaCl$ ἐπιδρῶμεν μὲ περίσσειαν διαλύματος H_2SO_4 καὶ θερμαίνομεν. Τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον διαβιβάζεται εἰς ὕδωρ καὶ εἰς τὸ λαμβανόμενον ὕδατικὸν διάλυμα ἐπιδρῶμεν μὲ περίσσειαν $KMnO_4$. Νὰ εὑρεθῇ ὁ ὄγκος τοῦ ἐκλυομένου κατὰ τὴν δευτέραν ἀντίδρασιν, ἀερίου. (Ἄπ. 2,39 lt)

168. Διὰ θερμάνσεως θείου καὶ σιδήρου σχηματίζεται FeS , ὅστις τῇ ἐπιδράσει ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος παρέχει 15 lt H_2S , μετρηθέντα εἰς θερμοκρασίαν $20^\circ C$ καὶ πίεσιν 750 mmHg. Ποῖα τὰ χρησιμοποιηθέντα βάρη τοῦ σιδήρου καὶ θείου; (Ἄπ. 35,056 gr—20,032 gr)

169. Πόσα gr Cl_2 λαμβάνονται κατὰ τὴν ἐπίδρασιν περισσεύας ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ 10 gr MnO_2 , ἐὰν ἡ ἀπόδοσις τῆς ἀντιδράσεως εἶναι 45%; (Ἄπ. 1,158 lt)

170. Ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ ἐκλυομένου ἀερίου κατὰ τὴν ἐπίδρασιν διαλύματος ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, περιέχοντος 3 gr HCl ἐπὶ 5 gr Al ; (Ἄπ. 920,5 cm³)

171. Ποῖον τὸ βῆρος τοῦ ἐκλυομένου χλωρίου κατὰ τὴν θέρμανσιν μίγματος ἐκ 30 gr $NaCl$ καὶ 50 gr MnO_2 μετὰ πυκνοῦ διαλύματος θεικοῦ ὀξέος, περιέχοντος 120 gr καθαροῦ H_2SO_4 ; (Ἄπ. 18,21 gr)

172. Δι' ἐπιδράσεως περισσεύας H_2SO_4 ἐπὶ 5 gr ὀρυκτοῦ $NaCl$ περιεκτικότητος 85%, ἐκλύεται ἀέριον, τὸ ὁποῖον διαβιβάζεται εἰς ὕδωρ. Εἰς τὸ λαμβανόμενον διάλυμα προστίθεται περίσσεια διαλύματος $AgNO_3$. Νὰ εὑρεθῇ τὸ βῆρος τοῦ σχηματιζομένου ἵζηματος. (Ἄπ. 10,49 gr)

173. Διὰ θερμάνσεως 0,8 gr μίγματος KBr καὶ KCl εἰς ῥεῖμα χλωρίου, τοῦτο ὑφίσταται ἀπώλειαν βάρους ἴσην πρὸς 0,121 gr. Νὰ εὑρεθῇ ἡ σύστασις τοῦ μίγματος. (Ἄπ. 0,477 gr KCl —0,323 gr KBr)

174. Ποῖον τὸ βῆρος τοῦ ὀρυκτοῦ πυρολουσίτου περιεκτικότητος 64% εἰς MnO_2 , τὸ ὁποῖον ἀπαιτοῦμεν διὰ τὴν παρασκευὴν I_2 ἀπὸ 100 gr KI , α) διὰ κατεργασίας παρουσίας H_2SO_4 καὶ β) διὰ παρασκευῆς χλωρίου, κατὰ τὴν μέθοδον Scheele, καὶ διαβιβάσεως τούτου διὰ τοῦ διαλύματος τοῦ KI . (Ἄπ. 41,76 gr)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄

ΘΕΙΟΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΟΥ

(ΕΚΤΗ ΟΜΑΔΣ ΤΟΥ Π.Σ.)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΗΣ VI ΚΥΡΙΑΣ ΟΜΑΔΟΣ ΤΟΥ Π.Σ.

Εἰς τὴν VI ὁμάδα τοῦ Π.Σ. περιλαμβάνονται τὰ στοιχεῖα : ὀξυγόνον (O), θείον (S), σελήνιον (Se) τελλούριον (Te), καὶ πολώνιον (Po), Αἱ κυριώτεροι σταθεραὶ τῶν τεσσάρων πρώτων, περιλαμβάνονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα :

	Ὄξυγόνον	θείον	Σελήνιον	Τελλούριον
Ἄτομικὸς ἀριθμὸς	8	16	34	52
Ἡλεκτρονικὴ δομὴ	2,6	2,8,6	2,8,18,6	2,8,18,18,6
Ἄτομικὸν βάρος	16	32,066	79,916	127,61
Φυσικὴ κατάστασις	ἀέριον	στερεόν	στερεόν	στερεόν
Σημεῖον ζέσεως (°C)	-122,96	444,5	684,5	1390
Σημεῖον πήξεως (°C)	-218,9	122	217,4	449,8

Τὰ στοιχεῖα ταῦτα διαθέτουν ἕξ ἠλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα καὶ εἶναι νὰ συμπληρώσουν αὐτὴν διὰ προσλήψεως δύο ἠλεκτρονίων. Ἐνεκα τούτου ἐνοῦνται μετὰ τῶν μετάλλων, σχηματίζοντα ἑτεροπολικὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζονται ἑτεροπολικὸν σθένος -2.

Ἐνοῦνται ἐπίσης μὲ ἀμέταλλα, σχηματίζοντα ὁμοιοπολικὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας, τὸ μὲν ὀξυγόνον ἐμφανίζει πάντοτε τυπικὸν σθένος -2, ἐνῶ τὰ ἐπόμενα, -2, +4 καὶ +6. Ὁ ἠλεκτραρνητικὸς χαρακτήρ — συνεπῶς καὶ ἡ ὀξειδωτικὴ τῶν ἰκανότης — ἐπιβάλλεται κατὰ τὴν μετάβασιν ἐκ τοῦ ὀξυγόνου πρὸς τὸ πολώνιον. Οὕτω ὁ ἀμέταλλος χαρακτήρ εἶναι ἐντελῶς σαφὴς εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ θείου, ἐνῶ εἰς τὰ δύο ἐπόμενα στοιχεῖα, τὸ σελήνιον καὶ τὸ τελλούριον, ἐμφανίζονται μεταλλικαὶ τινὲς ιδιότητες, αἱ ὁποῖαι ἐκδηλοῦνται σαφῶς, εἰς τὸ τελευταῖον στοιχεῖον, τὸ πολώνιον.

Θ Ε Ι Ο Ν (S)

1. Ἱστορικόν. Ἦτο γνωστὸν ἀπὸ ἀρχαιότατων χρόνων. Τὸ ἐγνώριζον οἱ ἀρχαῖοι Αἰγύπτιοι καὶ οἱ Βαβυλώνιοι, ἀναφέρεται δὲ εἰς τὸν Ὅμηρον καὶ τὴν Βίβλον.

Οἱ ἀλλήμισται ἐπίστευον διὰ τὸ θείον καὶ ὁ δρᾶργυρος εἶναι συστατικὰ τῶν μετάλλων, βραδύτερον δὲ οἱ φλογισταὶ ἐθεώρησαν τὸ θείον ὡς ἔνωσιν τοῦ φλογιστοῦ μετὰ τοῦ θειικοῦ ὀξέος. Ὁ Lavoisier (1777) ἀπέδειξε πρῶτος διὰ τὸ θείον εἶναι στοιχεῖον.

2. Προέλευσις. Εἶναι λίαν διαδεδομένον εἰς τὴν Φύσιν. Ἐλεύθερον ἀπαντᾷ κατὰ μεγάλα ποσὰ ὑπὸ μορφήν θειοχωμάτων καὶ θειοστρωμάτων.

α) Τὰ **θειοχώματα** εὐρίσκονται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς εἰς ἠφαιστειογενεῖς περιοχὰς (Σικελία, Ν. Ἰταλία, Ἰαπωνία καὶ ἐν Ἑλλάδι εἰς Σουσακί, Μῆλον Θῆραν κ. ἄ.)

β) Τὰ **θειοστρώματα** εὐρίσκονται εἰς βάθος 50—300 μέτρων, κυρίως εἰς τὴν Λουίζιάναν καὶ τὸ Τέξας τῆς Ἀμερικῆς.

Ἠνωμένον ἀπαντᾷ: α) Ὑπό μορφήν θειούχων ἀλάτων (σουλφιδίων), ὡς ὁ σιδηροπυρίτης (FeS_2), ὁ γαληνίτης (PbS), ὁ σφαλερίτης (ZnS), τὸ κιννάβαρι (HgS) κ.ά. Τὰ θειοχῶματα ταῦτα ὀρυκτὰ καλοῦνται γενικῶς πυρίται. β) Ὑπό μορφήν θεικῶν ἀλάτων, ὡς εἶναι τὰ ὀρυκτὰ: γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), χαλκάνθη ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

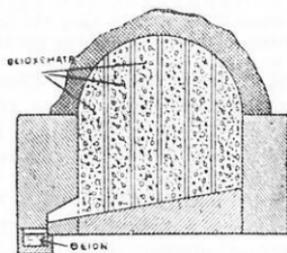
γ) Εἰς τὸν ἐνόργανον κόσμον ἀπαντᾷ ὑπό μορφήν θειούχων ὀργανικῶν ἐνώσεων, ὡς εἶναι αἱ θειοῦχοι πρωτεΐναι, αἱ ὁποῖαι εὐρίσκονται εἰς τὰ ὡά, τὰς τρίχας κ.ά.

3. Παρασκευὴ. 1. Ἐξαγωγή τοῦ θείου ἐκ τῶν θειοχωμάτων. Τὰ θειοχῶματα τοποθετοῦνται εἰς σωρούς κωνικοῦ σχήματος (calcaioni), ἐντὸς τῶν ὁποίων ὑπάρχουν κενά, ἐπιτρέποντα τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ἀέρος (σχ. 53). Οἱ σωροὶ καλύπτονται ὑπό πεφρυγμένον θειοχῶματος, διὰ νὰ περιόριζεται τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος. Ἐν συνεχείᾳ προκαλεῖται ἀνάφλεξις εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωροῦ, ὅποτε τὸ $\frac{1}{8}$ περίπου τοῦ θείου καίεται πρὸς SO_2 , ἢ δὲ παραγομένη θερμότης προκαλεῖ τὴν τήξιν τοῦ ὑπολοίπου θείου, τὸ ὁποῖον ρεῖ πρὸς τὴν βᾶσιν τοῦ σωροῦ καὶ διὰ τοῦ ἐπικλινοῦς ἐδάφους, ἐξέρχεται αὐτοῦ καὶ συλλέγεται.

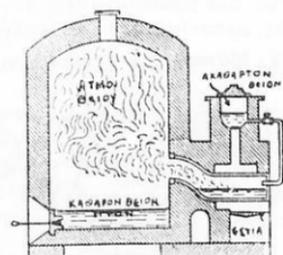
Τὸ λαμβανόμενον θεῖον εἶναι καθαρότητος 90—98%. Πρὸς κάθαρσιν, ὑποβάλλεται εἰς ἀπόσταξιν, ἐπ' αὐτοῖς ἀέρος, ἐντὸς χυτοσιδηρῶν κερατῶν. Οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὀδηγοῦνται ἐντὸς πλινθοκτίστων θαλάμων ὅπου ψύχονται (σχ. 54). Ἐάν ἡ θερμοκρασία τῶν θαλάμων εἶναι κατωτέρα τῶν 112°C οἱ ἀτμοὶ συμπυκνοῦνται πρὸς λεπτοτάτην κόνιν, τὰ ἀνθὴ τοῦ θείου. Ἐάν ἡ θερμοκρασία εἶναι μεγαλυτέρα τῶν 112°C , οἱ ἀτμοὶ συμπυκνοῦνται πρὸς ὑγρὸν θεῖον, τὸ ὁποῖον φέρεται ἐντὸς ἐδικῶν ζυλίνων τύπων, ἔνθα στερεοποιεῖται, λαμβανομένου τοῦ ραβδομόρφου θείου.

Σήμερον, ἀντὶ τῆς ἀνωτέρω μεθόδου, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ $\frac{1}{8}$ τοῦ S χάνεται καίόμενον, ἐφαρμόζεται ἕτερα μέθοδος, ἣτις βασίζεται εἰς τὴν τήξιν τοῦ S τῶν θειοχωμάτων δι' ὑπερθέρμων ὕδρατῶν.

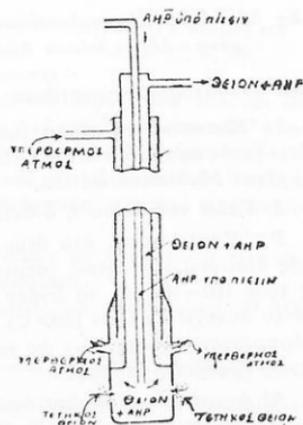
2. Ἐξαγωγή τοῦ θείου ἐκ τῶν θειοστρωμάτων. Πρὸς τοῦτο ἐφαρμόζεται ἡ μέθοδος Frasch, ἣτις συνίσταται εἰς τὴν εἰσαγωγὴν μέχρι τοῦ βάθους τῶν θειοστρωμάτων συστήματος ἐκ τριῶν συγκεντρικῶν σωλήνων (σχ. 55). Διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ σωλήνος εἰσάγεται ὑπερθέρμων ὕδρατμός (160°), ὁ ὁποῖος τήκει τὸ θεῖον, καὶ διὰ τοῦ κεντρικοῦ σωλήνος διαβιβάζεται πεπιεσμένος ἀήρ, ὁ ὁποῖος ὑποβοηθεῖ τὴν ἀνοδὸν τοῦ τετηγμένου θείου διὰ τοῦ μεσαίου σωλήνος, μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους. Τὸ λαμβανόμενον θεῖον διὰ τῆς μεθόδου ταύτης εἶναι καθαρὸν (99,5%) καὶ δὲν χρῆζει περαιτέρω καθάρσεως.



Σχ. 53. Ἐξαγωγή τοῦ θείου ἐκ τῶν θειοχωμάτων.



Σχ. 54. Κάθαρσις τοῦ θείου.



Σχ. 55. Ἐξαγωγή τοῦ θείου ἐκ τῶν θειοστρωμάτων διὰ τῆς μεθόδου Frasch.

μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους. Τὸ λαμβανόμενον θεῖον διὰ τῆς μεθόδου ταύτης εἶναι καθαρὸν (99,5%) καὶ δὲν χρῆζει περαιτέρω καθάρσεως.

3. Παρασκευή του θείου εκ των αερίων της φρύξεως θειούχων όρυκτων. Κατά την θέρμανση θειούχων όρυκτων εις ρεύμα αέρος (φρύξις) παράγεται SO_2 , το όποιον διαβιβάζεται μέσω λευκοπυρρουμενόν κώκ όποτε άνάγεται πρός θείον.

4. Παρασκευή του θείου εκ του H_2S φυσικόν τωνών αερίων. Φυσικά τινά αέρια (ώς π.χ. τά εν Ιαεφ της Γαλλίας) περιέχουν σημαντικά ποσά H_2S , το όποιον άποχωρίζεται καταλλήλως των λοιπών αερίων και όξειδοται υπό του αέρος πρός θείον.

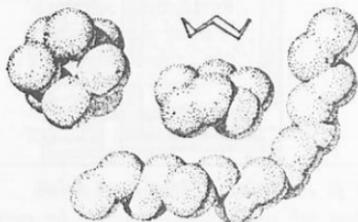
4. Φυσικά ιδιότητες. Είναι στερεόν, κιτρίνου χρώματος, άοσμον και άγευστον. Είναι άδιάλυτον εις τό ύδωρ, εύδιάλυτον εις τόν διθειάνθρακα (CS_2) και όλίγον διαλυτόν εις άλλους όργανικούς διαλύτες (άλκοόλην, αιθέρα κ.ά.). Είναι κακός άγωγός της θερμότητος και του ήλεκτρισμού.

5. Άλλοτροπικά μορφαί του θείου εις τάς διαφόρους φυσικάς καταστάσεις.

A) Κρυσταλλικόν θείον: 1 Ρομβικόν ή όκταεδρικόν ή α-θείον. Είναι ή σταθερά υπό συνήθεις συνθήκας μορφή του θείου, πρός την όποιάν μεταπίπτουν όλαί άλλαι μορφαί αύτου. Λαμβάνεται εις καθαράν κατάστασιν διά βραδείας έξατμίσεως διαλύματος θείου εις διθειάνθρακα.

Είναι κίτρινοι, διαυγείς, όκταεδρικοί κρύσταλλοι, ειδ. βόρους 2,06 και σ. τ. $112^\circ C$. Διά βραδείας θερμάνσεως εις $95,5^\circ C$ τό ρομβικόν θείον καθίσταται άδιαφανές, μεταπίπτον εις μονοκλινές θείον.

2. Μονοκλινές ή πρισματικόν ή β-θείον. Λαμβάνεται διά κρυσταλλώσεως τε-



Σχ. 56. Άνω: μόριον όκτατομικου θείου
κάτω: άλλαις άτόμων θείου.

τηκότος θείου εις θερμοκρασίαν άνωτέραν των $95,5^\circ C$. Είναι σταθερόν μεταξύ $95,5^\circ C$ και $120^\circ C$. Είναι άδιαφανείς κρύσταλλοι ειδ. βάρους 1,97, σ. τ. $120^\circ C$, εύδιάλυτοι εις διθειάνθρακα.

Τό μόριον του θείου και εις τάς δύο κρυσταλλικάς του μορφάς άποτελείται έξ έκτώ άτόμων, συνδεδεμένων μεταξύ των, εις τρόπον ώστε να συνιστούν δακτύλιον (σχ. 56). Διαφέρουν δε αύται μόνον εις την κατασκευήν του κρυσταλλικου των πλέγματος.

B) Άμορφον θείον. Εις τόυτο τά μόρια είναι πολυατομικά συνιστώντα μακράς άλλυς και έμφανίζεται υπό τάς έξής μορφάς:

1. **Έλαστικόν ή πλαστικόν ή γ-θείον.** Λαμβάνεται δι' άποχύσεως τετηκότος θείου έντός ψυχρου ύδατος. Κατά την παραμονήν του μεταπίπτει εις ρομβικόν θείον και είναι άδιάλυτον εις CS_2 .

2. **Γάλα του θείου ή δ-θείον.** 3. **Κολλοειδές θείον.**

Γ. Ύγρόν θείον. Διά θερμάνσεως του ρομβικου θείου εις $112^\circ C$ τουτο τήκεται πρός διαυγές, εύκίνητον, πορτοκαλέρυθρον ύγρόν. Άνυψουμένης της θερμοκρασίας εις τούς $160-180^\circ C$ τό ύγρόν γίνεται αλφινιδίως παχύρρευστον και σκοτεινόχρονον και έν συνεχεία μέλαν ($280^\circ C$). Διά περαιτέρω θερμάνσεως καθίσταται εκ νέου λεπτόρρευστον, παραμένον ώς τοιούτον μέχρι των $444,5^\circ C$, όποτε ζέει παρέχον σκοτεινώς έρυθρούς έτμούς.

Αί άνωτέρω μεταβολαί όφείλονται εις τό ότι τό τετηγμένον θείον εις ειαφέρους θερμοκρασίας σχηματίζει μόρια με διάφορον ατομικήτητα.

Δ) Άτμοι θείου. Εις τούς άτμούς του θείου ύπάρχουν μόρια διαφόρου ατομικήτος (S_8, S_6, S_4, S_2). Εις χαμηλότερας θερμοκρασίας έπικρατεί ή μορφή S_8 , ένώ άνω των $1000^\circ C$ ή μορφή S_2 και άνω των $2000^\circ C$ οι άτμοί του S είναι μονατομικοί.

Διά φύξεως των άτμών του θείου λαμβάνονται τά **άνη του θείου**. Η μορφή αύτη είναι λεπτή κόνις, άδιάλυτος εις διθειάνθρακα και άποτελεί μίγμα ειαφόρων άλλοτροπικων μορφών.

Π Ι Ν Α Κ Η V I I

*Αλλοτροπικαί μορφαί κρυσταλλικοῦ καί ἀμόρφου θείου.

Φυσική κατάσταση	*Αλλοτροπικαί μορφαί	*Ατομ - κότης	Παρασκευή	*Ιδιότητες
Α'. Κρυσταλλικόν θείον.	1. Ρομβικόν ἢ ὀκταεδρικόν ἢ α-θείον	S ₈	Δι' ἑξαμίσεως διαλύματος S εἰς CS ₂ .	Σταθερόν μέχρι 95°C Διαυγές, σ.τ. 112°, διαλυτόν εἰς CS ₂
	2. Μονοκλινές ἢ πρισματικόν ἢ β-θείον	S ₈	Διὰ κρυσταλλώσεως τετηκότος S ἄνω τῶν 95,5° C.	Σταθερόν μεταξύ 95° καί 120°C. Ἄδιαφαν. σ.τ. 120°C διαλ. εἰς CS ₂
Β'. Ἄμορφον θείον	1. Ἐλαστικόν ἢ πλαστικόν ἢ γ-θείον	Πολυ- ατομικόν	Δι' ἀποχύσεως τετηκότος θείου εἰς ψυχρὸν ὕδωρ.	Κατὰ τὴν παραμονὴν μεταπίπτει εἰς ρομβικόν. Ἄδιάλ. εἰς CS ₂
	2. Γάλα τοῦ θείου ἢ δ-θείον	»	Δι' ὀξειδώσεως ἀρ. ψυχροῦ διαλ. H ₂ S	Λευκόν ἄμορφον, διαλυτόν εἰς CS ₂ .
	3. Κολλοειδές θείον	»	Δι' ἐπιδράσεως H ₂ S εἰς διάλυμα SO ₂ .	

6. Χημικαὶ ιδιότητες. α) Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ: Τὸ θείον τείνει νὰ συμπληρωσῆ τὴν ἐξωτάτην αὐτοῦ στιβάδα, ὅπως καὶ τὸ ὀξυγό-
νον, κάτωθεν τοῦ ὁποίου εὐρίσκεται εἰς τὸ Π.Σ., διὰ προσλήψεως δύο ἠλεκτρονίων. Οὕτω ἐνοῦται μετὰ τῶν μετάλλων
παρέχον ἐνώσεις εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζεται ὡς ἠλεκτρα-
νητικόν, μὲ ἑτεροπολικόν σθένος -2.

Ἐνοῦται ἀφ' ἑτέρου μὲ πλείστα ἀμέταλλα στοιχεῖα πρὸς
σχηματισμὸν ὁμοιοπολικῶν ἐνώσεων, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφα-
νίζει τυπικόν σθένος +4 καὶ +6.

Ὡς πρὸς τὴν ἐν γένει χημικὴν συμπεριφορὰν, ὁμοιάζει
μὲ τὸ ὀξυγόνον, σχηματίζον ἀναλόγους ἐνώσεις μὲ αὐτό.

β) Ἀντιδράσεις μὲ ἀμέταλλα. θερμαινόμενον παρουσιάζει
ὀξυγόνον καίεται μετὰ κυανῆς φλογός πρὸς SO₂. Μετὰ τοῦ ὕδρογόνου ἐνοῦται εἰς
ὑψηλὴν θερμοκρασίαν πρὸς ὑδρόθειον (H₂S). Ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μετὰ τῶν ἀλο-
γόνων, πλὴν τοῦ ἰωδίου, πρὸς SF₆, S₂Cl₂ καὶ S₂Br₂. Μετὰ τοῦ φωσφόρου παρέχει
P₄S₂ καὶ ἄλλας θειούχους ἐνώσεις. Μετὰ τοῦ ἀρσενικοῦ καὶ ἀντιμονίου παρέχει
θειούχους ἐνώσεις τοῦ τύπου X₂S₃, X₂S₅. Μετὰ τοῦ ἀνθρακος παρέχει εἰς ὑψηλὴν
θερμοκρασίαν CS₂ καὶ μετὰ τοῦ πυριτίου SiS₂.

γ) Ἀντιδράσεις μὲ μέταλλα. Ἐνοῦται διὰ θερμάνσεως μὲ τὰ πλείστα τῶν με-
τάλλων, σχηματίζον θειούχα ἄλατα, τὰ καλούμενα σουλφίδια.

δ) Ἀντιδράσεις μὲ διαφόρους ἐνώσεις. Ὄξειδοῦται ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ H₂SO₄
πρὸς SO₂ καὶ ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ HNO₃ πρὸς H₂SO₄ :

$$S + 2H_2SO_4 \rightarrow 3SO_2 + 2H_2O \quad S + 6HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$$

7. Ἀνίχνευσις. Ἀνιχνεύεται ἐκ τῆς χαρακτηριστικῆς ὁσμῆς τοῦ SO₂, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται
κατὰ τὴν καύσιν αὐτοῦ. Αἱ ἐνώσεις του διὰ συντήξεως μὲ κουστικά ἀλκάλια σχηματίζον θειούχους
ἐνώσεις, αἱ ὁποῖα μὲ νιτροπρωσσικόν νάτριον παρέχον ἐρυθροῖδῃ χροιάν.

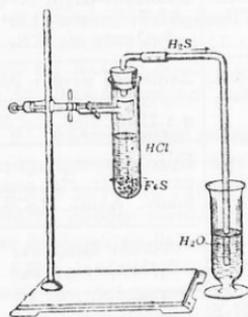
8. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται : α) Πρὸς παρασκευὴν SO₂ καὶ H₂SO₄. β) Εἰς τὴν
παρασκευὴν πυρείων, πυροτεχνημάτων καὶ μαύρης πυριτίδος. γ) Πρὸς παρασκευὴν
CS₂ καὶ ὀργανικῶν χρωμάτων (θειοχρώματα). δ) Διὰ τὴν θείωσιν τοῦ καουτσούκ
καὶ τὴν παρασκευὴν ἐβονίτου. ε) Διὰ τὴν θείωσιν τῆς ἀμπέλου, πρὸς καταπολέμησιν
τοῦ ὀιδίου τῆς ἀμπέλου. στ) Εἰς τὴν ἱατρικὴν, πρὸς παρασκευὴν ἀλοιφῶν διὰ τὰς
δερμικὰς παθήσεις.



Σχ. 57. Τὸ ἄτομον τοῦ
θείου (2, 6, 6).

ΥΔΡΟΘΕΙΟΝ (H₂S)

1. Προέλευσις. Αναφυσάται εκ των ήφαιστειών εν μίγματι μετ' άλλων αερίων καθ' ευρίσκειται διαλελυμένον εις διαφόρους θερμάς πηγάς. Σχηματίζεται κατά την σήψιν θειούχων οργανικών ενώσεων (σεσηπότα ώσ, ύπόνουμι κλπ.). Τά άλατά του μετά των βαρέων μετάλλων PbS, ZnS κ. ά. είναι λίαν διαδεδομένα.

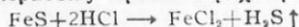


Σχ. 58. Παρασκευή υδροθειού.

2. Παρασκευή. 1. Συνθετικώς εκ των στοιχείων του. Διά δισβιβάσεως υδρογόνου διά ζέοντος θείου λαμβάνονται μικρά ποσά τελειώς καθαρού H₂S:



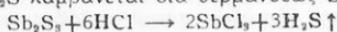
2. Δι' επιδράσεως άραιού υδροχλωρικού όξεος επί FeS:



Η παρασκευή αυτή λαμβάνει χώραν έντός της συσκευής Kipp (βλ. σελ. 143 σχ. 37).

Ο χρησιμοποιούμενος, διά την άνωτέρω παρασκευήν, FeS λαμβάνεται διά συντήξεως σιδήρου και θείου. "Ενεκα τούτου περιέχει και έλευθερον σίδηρον, ό όποιος κατά την επίδρασιν του υδροχλωρικού όξεος έλευθερώνει υδρογόνον, τό όποϊον συνοδεύει ως πρόσ-

μιξις τό H₂S. Περισσότερον καθαρόν H₂S λαμβάνεται διά θερμάνσεως Sb₂S₃ μετά πυκνού υδροχλωρικού όξεος:



3. Φυσικαί ιδιότητες. Είναι άέριον άχρουν, δυσαρέστου όσμης (σεσηπότων ώών) και ύπογλύκου γεύσεως. Είναι όλιγον βαρύτερον του άτμοσφαιρικού άέρος και όλιγον διαλυτόν εις τό ύδωρ (1 όγκος ύδατος διαλύει 4,57 όγκους H₂S εις 0°C. Τό ύδατικόν του διάλυμα καλεΐται **υδροθειούχον ύδωρ**.

4. Φυσιολογική δράσις. Είναι λίαν δηλητηριώδες. Εις αναλογίαν 1 : 1000 εις τόν άέρα, ειςπνεόμενον επί μακρόν, επιφέρει τόν θάνατον. Ός αντίδοτον χρησιμοποιείται λίαν άραιωμένον χλώριον (Cl₂ + H₂S → 2HCl + S).

5. Χημικαί ιδιότητες. 1. Διά θερμάνσεως άνω των 400°C άρχεται διασπώμενον εις τά στοιχεία του. Εις τούς 700°C ή διάσπασις είναι πλήρης.

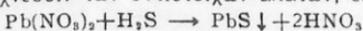
2. Καίεται θερμαινόμενον εις τόν άέρα προς SO₂, μετά κωανής φλογός. Έάν όμως τό ρεύμα του όξυγόνου είναι περιορισμένον άποτίθεται θείον:



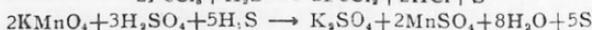
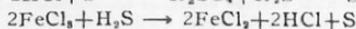
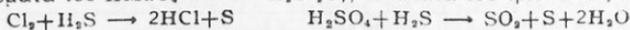
3. Είναι λίαν άσθενές διβασικόν όξύ. Ούτω αντιδρά με βάσεις και βασικά όξειδια, παρέχον δύο σειράς άλάτων όξινα και ουδέτερα:



Αντιδρά με τά πλείστα των μετάλλων ύπό έκκλισην υδρογόνου και παρέχει, με τά ύδατικά διαλύματα διαφόρων άλάτων, αντιδράσεις διπλής άντικαταστάσεως λόγω σχηματισμού άδιαλύτων ίζημάτων. Πλείστα έξ αυτών είναι λίαν χαρακτηριστικά, επιτρέποντα την άνίχνευσιν των άντιστοιχών άλάτων, εκ των όποιών προήλθον:



4. Είναι άριστον άναγωγικόν μέσον. Ανάγει τά όξυγόνα προς τά άντίστοιχα ύδραλογόνα, τό πυκνόν H₂SO₄ προς SO₂, τό SO₂ προς θείον, τό HNO₃ προς NO, τά όξινα διαλύματα του KMnO₄ και του K₂Cr₂O₇, τά άλατα του τριοθενού σιδήρου κλπ.



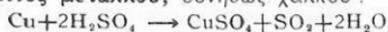
6. **Ανίχνευσις.** Ανιχνεύεται εκ της επιδράσεώς του επί διαλυμάτων των άλάτων του μαύρου, μετά των όποιών σχηματίζει μέλαν ίζημα PbS (βλ. άνωτέρω).

7. **Χρήσις.** Χρησιμοποιείται ως αντιδραστήριον εις την αναλυτικήν Χημείαν ως συστατικόν θειούχων Ιαματικών ύδάτων χρησιμεύει προς θεραπείαν των νοσημάτων του δέρματος.

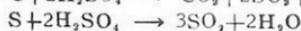
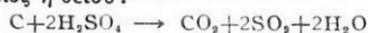
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO₂)

1. Προέλευσις. Ἀπαντᾷ εἰς τὰ ἀέρια τῶν ἠφαιστειῶν καὶ κατ' ἴχνη εἰς τὸν ἀέρα τῶν πόλεων, προερχόμενον ἐκ τῆς καύσεως τοῦ θείου, τοῦ περιεχομένου εἰς τοὺς γαίνανθρακας.

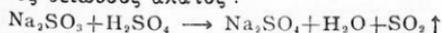
2. Παρασκευὴ. Α) Εἰς τὸ ἐργαστήριον. 1. Δι' ἀναγωγῆς τοῦ πυκνοῦ H₂SO₄ ὑπὸ τινος μετάλλου, συνήθως χαλκοῦ :



2. Δι' ἀναγωγῆς τοῦ πυκνοῦ H₂SO₄ ὑπὸ ἄνθρακος ἢ θείου :

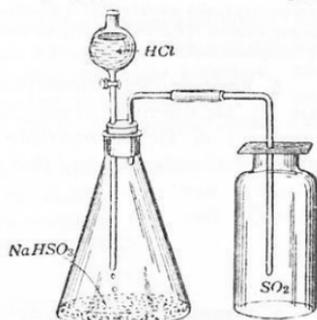


3. Διὰ προσθήκης ὀξέος ἐπὶ πυκνοῦ διαλύματος θειώδους ἁλατος :



B. Εἰς τὴν βιομηχανίαν. 1. Διὰ καύσεως τοῦ θείου εἰς τὸν ἀέρα: $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$

2. Διὰ φρύξεως τῶν θειούχων ὀρυκτῶν (πυριτῶν) :



Σχ. 59. Παρασκευὴ SO₂ εἰς τὸ ἐργαστήριον.

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, χαρακτηριστικῆς ὀσμῆς, δύο φορές περίπου βαρύτερον τοῦ ἀέρος, διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Εἰς 1 ὄγκον ὕδατος διαλύονται 80 ὄγκοι SO₂ εἰς 0°C. Ὑγροποιεῖται εὐκόλως εἰς τοὺς -10°C ὑπὸ συνήθῃ πίεσιν. Τὸ ὑγρὸν SO₂ ὑποβαλλόμενον εἰς ταχεῖαν ἐξάτμισιν, προκαλεῖ ψύξιν. Ἔνεκα τούτου χρησιμοποιεῖται ἐνίοτε πρὸς παραγωγὴν τεχνητοῦ ψύχους.

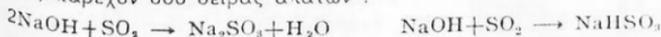
4. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Εἶναι ὀξιγενὸν ὀξειδίου, ἀνυδρίτης τοῦ ἰσοσταθεῖς θειώδους ὀξέος, τὸ ὁποῖον ἐν εἶναι γνωστὸν εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν, διότι δὲν δύναται νὰ ἀπομονωθῇ ἐκ τῶν διαλυμάτων του, ὡς διασπώμενον εὐκόλως πρὸς SO₂ καὶ H₂O :



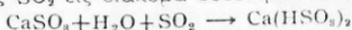
Σχ. 60.

Τὸ μόριον τοῦ SO₂

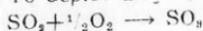
Ἔως ὀξιγενὸν ὀξειδιον ἀντιδρᾷ μὲ τὰς βάσεις καὶ τὰ βασικά ὀξειδια, παρέχον δύο σειρὰς ἁλάτων :



Δι' ἐπιδράσεως SO₂ εἰς διάλυμα οὐδετέρου θειώδους ἁλατος τοῦτο μεταπίπτει εἰς ὀξιγενόν :



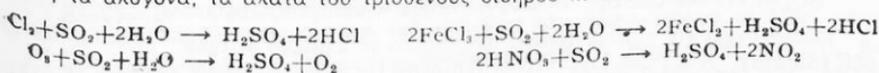
3. Ἀναγωγικὴ δράσις. Τὸ ἀέριον SO₂ ὀξειδοῦται δυσκόλως παρουσίᾳ καταλυτῶν πρὸς SO₃ :



Εἰς ὕδατικά διαλύματα ἀντιθέτως ὀξειδοῦται λίαν εὐκόλως πρὸς θεικὸν ὀξύ, συμπεριφερόμενον ὡς ἄριστον ἀναγωγικὸν μέσον :



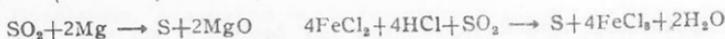
Οὕτω τὸ ὕδατικὸν διάλυμα τοῦ SO₂ ἀνάγει τὸ HNO₃ πρὸς NO₂, τὸ H₂O₂, τὸ ὀξον, τὰ ἀλογόνα, τὰ ἅλατα τοῦ τρισθενοῦς σιδήρου κ. ἄ.



Λέγω τῶν ἀναγωγικῶν του ἰδιοτήτων καταστρέφει χρωστικὰς τινὰς οὐσίας, π.χ. ἀποχρωματίζει τὰ ἄνθη κλπ.

4. Ὄξειδωτικὴ δράσις. Τὸ SO₂ παρουσίᾳ ἀναγωγικῶν τινῶν σωμάτων δρᾷ ὀξειδωτικῶς. Οὕτω π.χ. δύναται νὰ ὀξειδώσῃ τὸ ὑδρογόνον, τὸν ἄνθρακα, τὸ ὑδροϊώδιον, τὸ ὑδρόθειον, μέταλλα τινὰ ὡς τὸ μαγνήσιον καὶ τὸν σίδηρον, ἅλατα

περιέχοντα μέταλλον με κατώτερον σθένος κ. ἄ. $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$



5. Ἀνίχνευσις. Ἀνιχνεύεται ἐκ τῆς χαρακτηριστικῆς δριμείας αὐτοῦ δομῆς καὶ ἐκ τῆς ἀναγωγικῆς ἱκανότητος τῶν διαλυμάτων του, χάρις εἰς τὴν ὅποιαν δύναται νὰ ἀποχρωματῆσθαι διαφόρους χρωστικὰς. Τὰ θειώδη ἅλατα ἀνιχνεύονται ἐκ τῶν διαλυμάτων των διὰ προσθήκης BaCl_2 μετὰ τοῦ ὁποίου παρέχουν λευκὸν ἴζημα BaSO_3 . Τοῦτο διαλύεται εἰς ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, διακρινόμενον ὡτὼν τοῦ ἐπίσης λευκοῦ ἴζήματος BaSO_4 , τὸ ὁποῖον παραμένει ἀδιάλυτον. Γενικῶς τὰ θειώδη ἅλατα διασπῶνται τῇ ἐπιδράσει ὀξέων πρὸς SO_2 .

6. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται: 1) Διὰ τὴν παρασκευὴν H_2SO_4 καὶ θειωδῶν ἁλῶν. 2) Ὡς ψηκτικὸν μέσον. 3) Ὡς ἀποχρωστικὸν καὶ λευκαντικὸν (μετάξης, ἐρίου, σπόγγων). 4) Ὡς ἀντισηπτικὸν καὶ ἀντιζυμωτικὸν εὐρίσκει ἐφαρμογὴν διὰ τὴν ἀπολύμανσιν τῶν οἰνοδοχείων (διὰ καύσεως θείου) καὶ πρὸς συντήρησιν τῶν ὀπωρῶν κ. ἄ.

ΤΡΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ (SO_3)

1. Παρασκευὴ. 1. Ἐργαστηριακῶς καὶ βιομηχανικῶς παρασκευάζεται διὰ καταλυτικῆς ὀξειδώσεως τοῦ SO_2 :

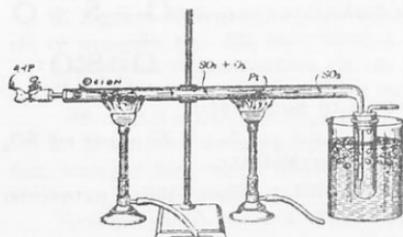


Ἡ ἀντίδρασις λαμβάνει χώραν εἰς τοὺς 440°C παρουσίᾳ σπογγώδους λευκοχρόσου ὡς καταλύτου. Εἰς ὑψηλότεραν θερμοκρασίαν δύναται νὰ χρησιμοποιηθῶν καὶ ἄλλοι καταλύται ὡς τὸ πεντοξείδιον τοῦ βαναδίου (V_2O_5).

Ἐργαστηριακῶς λαμβάνεται ἐπίσης δι' ἀφυδατώσεως πυκνοῦ H_2SO_4 , ὑπὸ P_2O_5 :



2. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι σῶμα στερεὸν λευκὸν καὶ πολύμορφον. Ἀπαντᾷ ὑπὸ τρεῖς διαφορετικὰς κρυσταλλικὰς μορφάς, ὡς α, β καὶ γ τριοξείδιον τοῦ θείου.



Σχ. 61. Παρασκευὴ SO_3

3. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως διασπᾶται κατὰ τὴν ἀντίδρασιν:



2. Εἶναι ὄξιον ὀξειδίου, ἀνυδρίτης τοῦ θειικοῦ ὀξέος. Διαλυόμενον εἰς τὸ ὕδωρ, ἀντιδρᾷ ζυμωρῶς μετ' αὐτοῦ, σχηματίζον H_2SO_4 , παραγομένου συριγμοῦ:



Λόγω τῆς ἰσχυρᾶς τάσεως, τὴν ὅποιαν ἔχει νὰ ἐνοῦται μετ' τὸ ὕδωρ, ἀπορροφᾷ

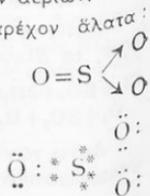
ὕγρασιαν ἐκ τοῦ ἀέρος καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς μέσον ξηράσεως τῶν ἀερίων.

Ὡς ὄξιον ὀξειδίου ἀντιδρᾷ μετὰ βάσεις, καὶ βασικὰ ὀξείδια, παρέχον ἅλατα:



3. Διαλύεται εἰς πυκνὸν H_2SO_4 σχηματίζον τὸ ἀμίτζον θειικοῦ ὀξέος (**oleum**). Ἀναλόγως τῆς περιεκτικότητος εἰς SO_3 , διακρίνονται διάφορα εἶδη oleum. Διὰ ψύξεως ἀμιτζόντος θειικοῦ ὀξέος ἀποβάλλονται κρυσταλλοὶ **πυροθεικοῦ ὀξέος** ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$).

4. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν θειικοῦ ὀξέος καὶ διὰ τὴν ξήρανσιν διαφόρων ἀερίων. Τὸ ἀμίτζον θειικοῦ ὀξέος χρησιμοποιεῖται εἰς τὸν καθαρισμὸν τῶν βαρυτέρων κλασμάτων τοῦ πετρελαίου καὶ εἰς τὴν ὀργανικὴν βιομηχανίαν, κυρίως διὰ συνθέσεις χρωμάτων.



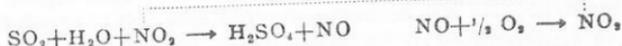
Σχ. 62. Τὸ μόριον τοῦ SO_3

ΘΕΙΙΚΟΝ ΟΞΥ (H₂SO₄)

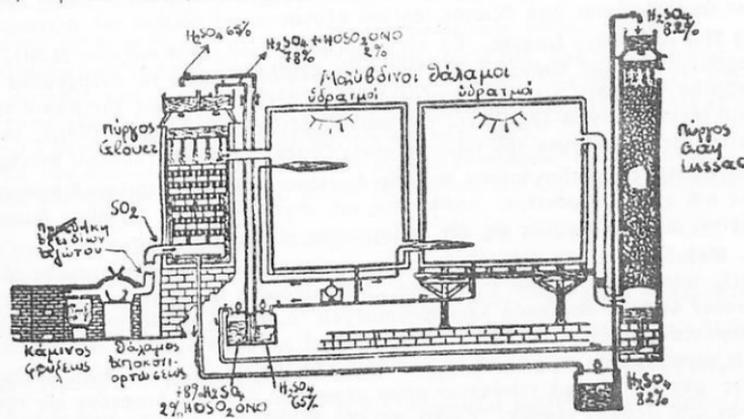
1. Ιστορικόν. Ἀπεμονώθη διὰ πρώτην φοράν ὑπὸ τοῦ Geber (800 μ.Χ.) δι' ἀποστάξεως στυπτηρίας. Κατὰ τὸν 13ον αἰῶνα παρεσκευάσθη διὰ ξηρᾶς ἀποστάξεως τοῦ πρασίνου βιτριολίου (FeSO₄·7H₂O), ἐξ οὗ καὶ ἐκλήθη Ἑλαίον τοῦ βιτριολίου. Κατὰ τὸν 17ον αἰῶνα παρεσκευάζετο διὰ καύσεως μίγματος θείου καὶ νατρίου, ὑπὸ ὀλίγον κώδωνα ὀπεράνω ὕδατος. Βραδύτερον ὁ ὀλίγος κώδων ἀντικατεστάθη ὑπὸ θαλάμων διὰ μολύβδου καὶ οὕτω προέκυψεν ἡ μέθοδος τῶν μολυβδίνων θαλάμων. Τὸ πρῶτον ἐργαστήσιον παρασκευῆς H₂SO₄ ἰδρύθη ἐν Γαλλίᾳ τὸ 1813.

2. Πρόελευσις. Ἐλευθέρων ἀπαντᾷ κατ' ἴχνη εἰς τὰ ὕδατα ποταμῶν τινῶν καὶ εἰς τὰ ὕδατα τῆς βροχῆς, εἰς τὰς βιομηχανικὰς πόλεις, προερχόμενον ἐκ τῆς ὀξειδώσεως τοῦ SO₂, τὸ ὁποῖον παράγεται ἐκ τῆς καύσεως τῶν θειούχων ἐνώσεων, τῶν περιεχομένων εἰς τοὺς λιθάνθρακας. Τὰ ἑλατὰ του εἶναι λίαν διαδεδομένα ὑπὸ μορφὴν διαφόρων ὄρυκτων, ὅπως εἶναι ἡ γύψος CaSO₄·2H₂O, ὁ βαρυτίτης BaSO₄ κ.ἄ.

3. Παρασκευὴ. 1. Μέθοδος μολυβδίνων θαλάμων. Ἡ μέθοδος αὕτη συνίσταται εἰς τὴν, παρουσίᾳ ὕδατιμῶν, ὀξειδώσιν τοῦ SO₂ πρὸς H₂SO₄, ὑπὸ τοῦ NO₂, τὸ ὁποῖον οὕτω ἀνάγεται πρὸς NO. Τοῦτο ὀξειδοῦται ἐν συνεχείᾳ ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος, πρὸς NO₂, τὸ ὁποῖον ὀξειδώνει νέας ποσότητας SO₂:

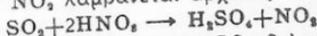


Εἰς τὴν πραγματικότητι ἡ παρασκευὴ H₂SO₄ ἐκ τοῦ SO₂ λαμβάνει χώραν δι' ἐνδιαμέσου σχηματισμοῦ διαφόρων ἐνώσεων καὶ αἱ χωροῦσαι ἀντιδράσεις εἶναι ποικίλαι, παραστατικῶς μόνον δυνάμεναι νὰ ἀποδοθοῦν διὰ τῶν ἀνωτέρω ἀπλῶν



Σχ. 63. Διάγραμμα βιομηχανικῆς ἐγκαταστάσεως πρὸς παρασκευὴν H₂SO₄ διὰ τῆς μεθόδου τῶν μολυβδίνων θαλάμων.

ἐξιώσεων. Τὸ ἀπαιτούμενον NO₂ λαμβάνεται ἀρχικῶς δι' ἐπίδρασεως θερμοῦ SO₂ ἐπὶ νιτρικοῦ ὀξέος:



Ἡ βιομηχανικὴ ἐγκατάστασις παρασκευῆς H₂SO₄ διὰ τῆς μεθόδου τῶν μολυβδίνων θαλάμων—ὡς παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 63—περιλαμβάνει τὰ ἑξῆς μέρη:

α) **Καμίνος φρύξεως.** Εἰς ταύτην λαμβάνει χώραν ἡ παρασκευὴ τοῦ SO₂ διὰ καύσεως θείου ἢ θειούχων ὄρυκτων. Τὰ ἐξερχόμενα ἀέρια, διέρχονται διὰ τοῦ θάλαμου ἀποκονιορτώσεως, ὑφιστάμενα μηχανικὸν καθαρισμόν πρὸς ἀπομάκρυνσιν τοῦ παρασυρομένου κονιορτοῦ, καὶ ἐν συνεχείᾳ εἰσέρχονται εἰς τὸν πύργον τοῦ Glover.

β) Πύργος του Glover. Έκ της κορυφής του καταιονίζεται μίγμα H_2SO_4 και νιτροζυλοθειικού οξέος ($HOSO_2ONO$), προερχόμενον εκ του τελευταίου τμήματος της έγκαταστάσεως, τόν πύργον του Gay Lussac, ως και H_2SO_4 περιεκτικότητας 65%, προερχόμενον εκ των μολυβδίνων θαλάμων. Το νιτροζυλοθειικόν οξύ υδρολύεται δι' επιδράσεως του ύδατος του οξέος των θαλάμων, παρέχον H_2SO_4 και οξειδία του άζώτου :

$$2HOSO_2ONO + H_2O \rightarrow 2H_2SO_4 + NO_2 + NO$$

Τό έλευθερούμενον NO_2 οξειδώνει μέρος του SO_2 προς H_2SO_4 , αναγόμενον προς NO . Εις την βάσιν του πύργου συλλέγεται θεικόν οξύ περιεκτικότητας 82%, μέρος του οποίου οδηγείται εις τόν πύργον του Gay Lussac, ένω τό υπόλοιπον φέρεται εις τό έμπόριον. Τά οχηματισθέντα οξειδία του άζώτου, όμοι μετá των λοιπών άερίων (N_2 , O_2 και υπόλοιπον SO_2) εισέρχονται εις τους μολυβδίνους θαλάμους.

γ) Μολύβδινοι θαλάμοι. Είναι δύο ή περισσότεροι, συνδεδεμένοι έν σειρά, έσωτερικώς κενοί και επενδεδυμένοι διά φύλλων μολύβδου, ό οποίος προβάλλεται έπιφανειακώς μόνον υπό του H_2SO_4 , οχηματιζόμενου άδιαλύτου έπιστρώματος $PbSO_4$. Από τό άνω μέρος των θαλάμων καταιονίζεται ρεύμα ύδρατμών, παρουσία των οποίων λαμβάνει χώραν οξειδωσις του SO_2 , υπό του NO_2 , προς H_2SO_4 . Τό παραγόμενον κατά την αντίδρασιν NO οξειδούται εκ νέου προς NO_2 , υπό του O_2 του άέρος.

Τό οξύ, τό λαμβανόμενον εις τόν πυθμένα των θαλάμων, περιεκτικότητας 60-65%, είτε διοχετεύεται, ως έλέχθη, εις τόν πύργον του Glover, όπου συμπυκνώνεται μέχρις 82%, είτε οδηγείται άπ' ευθείας εις τό έμπόριον. Τά άέρια τά όποια έγκαταλείπουν τούς μολυβδίνους θαλάμους και εισέρχονται εις τόν πύργον του Gay Lussac άποτελούνται από άζωτον, όλιγον δευγόνον και οξειδία του άζώτου.

δ) Πύργος Gay-Lussac. Έκ της κορυφής αυτού καταιονίζεται H_2SO_4 (82%) προερχόμενον εκ του πύργου του Glover, τό όποιον διαλύει τά ανερχόμενα οξειδία του άζώτου, οχηματιζόμενου νιτροζυλοθειικού οξέος. Ούτω εις την βάσιν του πύργου συλλέγεται μίγμα H_2SO_4 (72%) και νιτροζυλοθειικού οξέος (2%), τό όποιον οδηγείται εις τόν πύργον του Glover, συνεχιζόμενου του ίδιού κύκλου αντιδράσεων.

Τό H_2SO_4 τό λαμβανόμενον διά της άνωτέρω μεθόδου, περιέχει διαφόρους προσμίξεις και χρήζει περαιτέρω καθάρσεως και συμπυκνώσεως. Συνήθως όμως χρησιμοποιείται ως έχει, κυρίως εις την βιομηχανίαν των λιπασμάτων.

2. Μέθοδος έπαφής. Η μέθοδος αύτη συνίσταται εις την καταλυτικήν οξειδωσιν του SO_2 , υπό του οξυγόνου του άέρος. Η αντίδρασις λαμβάνει χώραν εις την θερμokraσίαν $440^\circ C$, παρουσία λευκοχρυσιούχου άμιάντου, ή εις όλιγον ύψηλότεραν θερμοκρασίαν παρουσία V_2O_5 .

Τό παραγόμενον SO_3 δέν διαλύεται άπ' ευθείας εις τό ύδωρ, διότι αντιδρά λίαν ζωηρώς μετ' αυτού, με συνέπειαν μέγα μέρος του SO_3 νά διαφεύγη εις την άτμόσφαιραν υπό μορφήν νέφους. Ένεκα τούτου διαλύεται έντός διαλύματος H_2SO_4 . Έκ των διαλυμάτων αυτών έν συνεχείά δι' άραιώσεως, λαμβάνεται H_2SO_4 έπιθυμητής πυκνότητας.

4. Φυσικαί ιδιότητες. Τό καθαρόν H_2SO_4 είναι ύγρον άχρουν, έλαιώδους συστάσεως, πυκνότητας $1,84 \text{ gr/cm}^3$.

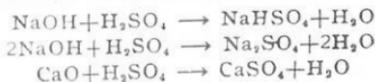
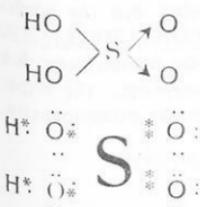
Μίγνυται μετá τό ύδατος υπό πάσαν αναλογίαν, υπό σύγχρονον έλάττωσιν του όγκου και έκλυσιν θερμότητος. Ένεκα τούτου εάν προστεθί ύδωρ εις πυκνόν H_2SO_4 έπέρχεται άπότομος ζέσις του προστιθεμένου ύδατος, συνοδευομένη από έκτίναξιν σταγονιδίων θερμού θειικού οξέος, τά όποια προξενούν σοβαρά έγκαύματα επί του δέρματος. Διά τόν λόγον αυτόν, ή άραιώσις του πυκνού θειικού οξέος έπιτελείται πάντοτε διά προσθήκης αυτού εις τό ύδωρ, κατά μικρά ποσά και υπό συνεχή άνάδευσιν, ούδέποτε δέ άντιστροφή. Υδατικόν διάλυμα αύτό περιεκτικότητας 98,5% άποτελεί άζεotropικόν μίγμα σ. ζ. $336^\circ C$.

Τό πυκνόν θεικόν οξύ είναι λίαν ύγροσκοπικόν. Έπί του δέρματος προκαλεί βαθέα έγκαύματα και λαμβανόμενον έσωτερικώς ενεργεί ως δηλητήριο.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Διασπᾶται διὰ θερμάνσεως εἰς 270° πρὸς SO_2 καὶ H_2O .

2. Εἶναι ἰσχυρὸν διβασικὸν ὀξύ, ἐμφανίζον ἐν ὕδατικῷ διαλύματι ὅλας τὰς χαρακτηριστικὰς ἰδιότητες τῶν ὀξέων :

Ἀντιδρᾷ μὲ βάσεις καὶ βασικά ὀξειδια, παρέχον ἀνάλογως τῶν χρησιμοποιοιμένων ποσοτήτων τοῦ ὀξέος καὶ τῆς βάσεως ἄλατα ὄξινα ἢ οὐδέτερα :



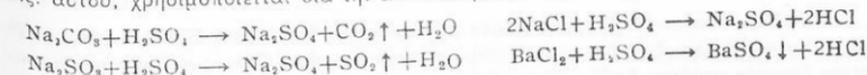
Σχ. 64. Τὸ μόριον τοῦ θειικοῦ ὀξέος.

Τὸ ἀραιὸν θεικὸν ὀξύ διαλύει τὰ πλεῖστα τῶν μετάλλων σχηματιζομένων θεικῶν ἀλάτων ὑπὸ σύγχρονον ἔκλυσιν ὑδρογόνου :



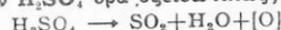
Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν ἀραιῶν διαλυμάτων αὐτοῦ ἐλευθεροῦται ὑδρογόνον εἰς τὴν καθόδον καὶ ὀξυγόνον εἰς τὴν ἀνοδον.

Παρέχει μετὰ τῶν διαλυμάτων διαφόρων ἀλάτων ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως, ἐφ' ὅσον ἐν προῖον ἐκφεύγει ὡς ἀέριον ἢ πίπτει ὡς ἴζημα. Οὕτω διασπᾶ τὰ ἀνθρακικά ἄλατα, τὰ θειώδη ἄλατα καὶ παρέχει μετὰ διαλύματος BaCl_2 λευκὸν χαρακτηριστικὸν ἴζημα, διὰ τοῦ ὁποίου ἀνιχνεύεται, Ἐξ ἄλλου, λόγω τοῦ ὕψηλοῦ χαρακτηριστικὸν ἴζημα, διὰ τοῦ ὁποίου ἀνιχνεύεται, ἄλλων ὀξέων ἐκ τῶν ἀλάτων τῶν :



Ἀντιδρᾷ τέλος μετὰ τῶν ἀλκοολῶν, παρέχον ὀξίνους θεικοὺς ἐστέρας.

2. Ὁξειδωτικὴ δρασίς. Τὸ πυκνὸν καὶ θερμὸν H_2SO_4 δρᾷ ὀξειδωτικῶς, ἀναγόμενον συνήθως πρὸς SO_2 , κατὰ τὴν ἀντίδρασιν :



Εἰς τινὰς περιπτώσεις ὅμως ἀνάγεται περαιτέρω πρὸς S καὶ H_2S . Οὕτω τὸ ὕδρογόνον ἐν τῷ γεννᾶσθαι ἀνάγει τὸ H_2SO_4 εἰς 60° πρὸς H_2S .

Ἐκ τῶν ἀμετάλλων ὀξειδώνει τὸ θεῖον, τὸν φωσφόρον, τὸ ἀρσενικόν, τὸ ἀντιμόνιον καὶ τὸν ἄνθρακα, πρὸς SO_2 , μίγμα H_3PO_3 καὶ H_3PO_4 , As_2O_3 , $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$ καὶ CO_2 ἀντιστοιχῶς (βλ. σελ. 112).

β) Ὁξειδώνει ὅλα τὰ μέταλλα—πλὴν τοῦ Au, Pt καὶ τινῶν ἄλλων—πρὸς θειικά ἄλατα, ἀναγόμενον πρὸς SO_2 :



γ) Ὁξειδώνει ἐπίσης διαφόρους ἐνώσεις, ὡς π.χ. τὸ HBr , τὸ HI , τὸ H_2S κ.ά.



3. Ἀφυδατικὴ δρασίς. Τὸ πυκνὸν H_2SO_4 ἐμφανίζει μεγίστην ἀφυδατικὴν ἰκανότητα λόγω τῆς ἰσχυρᾶς στάσεως, τὴν ὁποίαν ἔχει νὰ ἐνοῦται μὲ τὸ ὕδωρ. Οὕτω προτιμᾷ καλεῖ ἀπανθράκωσιν διαφόρων ὀργανικῶν ἐνώσεων, αἱ ὁποῖαι περιέχουν ὑδρογόνον καὶ ὀξυγόνον ὑπὸ ἀναλογίαν ὕδατος, ὡς οἱ ὕδατάνθρακες. Ἀποσπᾷ ἐπίσης ὕδωρ ἐκ τοῦ μυρμηκικοῦ ὀξέος (HCOOH), τοῦ ὀξαλικκοῦ ὀξέος ($\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2$) καὶ ἄλλων ἐνώσεων.

4. Σουλφωσίς ὑδρογονανθράκων. Τὸ πυκνὸν H_2SO_4 ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῶν ἀνωτέρων ἀλειφατικών καὶ ἐπὶ τῶν ἀρωματικών ὑδρογονανθράκων καὶ ἀντικαθιστᾷ ὕδρογόνα αὐτῶν ὑπὸ σουλφωμάδων ($-\text{SO}_2\text{H}$). Ἡ ἀντίδρασις αὕτη καλεῖται σουλφωσίς :



6. Ἀνιχνεύσις. Τὸ H_2SO_4 καὶ τὰ θειικά ἄλατα ἀνιχνεύονται διὰ προσθήκης διαλύματος BaCl_2 , μετὰ τοῦ ὁποῦ παρέχουν λευκὸν χαρακτηριστικὸν ἴζημα BaSO_4 ἀδιάλυτον εἰς ὀξέα.

7. Χρήσις. Εἶναι τὸ σπουδαιότερον ἐκ τῶν ἀνοργάνων ὀξέων καὶ ἐν ἐκ τῶν πλέον σημαντικῶν χημικῶν ἀντιδραστηρίων, εὐρίσκον εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τὸ βιομηχανικόν καὶ τοὺς διαφόρους κλάδους τῆς βιομηχανίας. Χρησιμοποιεῖται : α) Εἰς

τήν βιομηχανίαν τῶν λιπασμάτων. β) Εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν πετρελαίων, πρὸς κἄθαρσιν αὐτῶν. γ) Εἰς τὴν βιομηχανίαν τοῦ σιδήρου καὶ ἄλλων μετάλλων. δ) Εἰς τὴν βιομηχανίαν χρωμάτων καὶ εἰς τὴν ὀργανικὴν ἐν γένει βιομηχανίαν διὰ τὴν σύνθῃσιν διαφόρων προϊόντων. ε) Διὰ τὴν παρασκευὴν ἄλλων ὀξέων (HCl , HNO_3 , HF , H_2PO_4 , κ.ά.). στ) Ὡς μέσον ξηράσεως διαφόρων ἀερίων καὶ ὡς ἀφυδατικὸν διὰ τὴν παρασκευὴν διαφόρων ἐστέρων, ἰδιαίτερός δὲ τῆς νιτρογλυκερίνης, τῆς νιτροκυτταρίνης καὶ ἄλλων ἐκρηκτικῶν ὕλων. ζ) Πρὸς πλήρωσιν ἠλεκτρικῶν αὐσσωρευτῶν.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

175. Ποῖος ὁ συνολικὸς ὄγκος, εἰς 20°C καὶ 750 mmHg πίεσιν, τῶν ἀερίων τῶν ἐκλυόμενων κατὰ τὴν ἐπίδρασιν πυκνοῦ καὶ θερμοῦ H_2SO_4 ἐπὶ 5 gr καθαροῦ ἄνθρακος;

(Ἄπ. 90,45 lt)

176. Δι' ἐπίδρασεως πυκνοῦ καὶ θερμοῦ H_2SO_4 ἐπὶ μεταλλικοῦ χαλκοῦ, παράγεται ἀέριον, τὸ ὁποῖον ὀξειδοῦται ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος παρουσίᾳ λευκοχρῶσου. Τὸ προϊόν τῆς ὀξειδώσεως διαβιβάζεται ἐν συνεχείᾳ εἰς ὕδωρ καὶ κρυσταίνεται περίσσειαν CaCl_2 , ὁπότε λαμβάνεται ἴζημα βάρους $0,25 \text{ gr}$. Ποῖον τὸ βᾶρος τοῦ ἀρχικῶς χρησιμοποιηθέντος χαλκοῦ;

(Ἄπ. 0,068 gr)

177. Εἰς διάλυμα Na_2SO_3 ἐπιδρῶμεν μὲ περίσσειαν διαλύματος H_2SO_4 ἐν θερμῷ. Τὸ παραγόμενον ἀέριον διαβιβάζεται εἰς περίσσειαν βρωμιούχου ὕδατος καὶ κατόπιν προστίθεται ἐπαρκὴς ποσότης BaCl_2 . Τὸ λαμβανόμενον, κατὰ τὴν τελευταίαν ταύτην ἀντίδρασιν ἴζημα ζυγίζει $0,233 \text{ gr}$. Νὰ εὑρεθῇ ἡ ποσότης τοῦ Na_2SO_3 τοῦ περιεχομένου εἰς τὸ ἀρχικὸν διάλυμα.

(Ἄπ. 0,126 gr)

178. Πόσα Kgr S ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν 80 Kgr καθαροῦ H_2SO_4 διὰ τῆς μεθόδου ἐπαφῆς, ἐὰν ἡ ἀπόδοσις τῆς ἀντιδράσεως τῆς καταλυτικῆς ὀξειδώσεως τοῦ SO_2 πρὸς SO_3 ἀνέρχεται εἰς 80% ἐπὶ τοῦ βάρους τοῦ χρησιμοποιουμένου SO_2 ;

(Ἄπ. 32,65 Kgr)

179. Ἐντὸς ἐρμητικῶς κλειστοῦ δωματίου, χωρητικότητος 50 m^3 καίονται 4 Kgr S . Ποία ἡ σύστασις τοῦ ἀέρος τοῦ δωματίου μετὰ τὴν καύσιν;

(Ἄπ. N_2 , $39,5 \text{ m}^3$, O_2 , $7,7 \text{ m}^3$, SO_2 , $2,8 \text{ m}^3$)

180. Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν περισσείας ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ 10 gr ἀκαθάρτου FeS παράγονται $2,37 \text{ gr}$ H_2S . Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν περιεκτικότης τοῦ ἀκαθάρτου FeS εἰς θείον. (Φαρμακευτικὴ Σχολὴ 52)

(Ἄπ. 22%)

181. Νὰ εὑρεθῇ πόσα lt SO_2 παράγονται, διὰ φρύξεως 50 gr ἀκαθάρτου σιδηροπυρίτου, περιέχοντος 60% ξένας προσμίξεις.

(Ἄπ. 7,48 lt)

(Ἀνωιάτη Γεωπονικὴ Σχολὴ 55)

182. Ποσότης τις ὀρυκτοῦ σφαλερίτου, περιεκτικότητος 85% κατὰ βᾶρος εἰς ZnS , φρῦσσεται εἰς ρεῦμα ἀέρος. Ἐπὶ τοῦ στερεοῦ προϊόντος τῆς φρύξεως, ἐπιδρῶμεν μὲ περίσσειαν διαλύματος H_2SO_4 . Διὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν ὁλοκλήρου τῆς ποσότητος τοῦ σχηματιζομένου ἁλατος, διετέθησαν 70250 Cb . Νὰ εὑρεθῇ τὸ βᾶρος τοῦ ὀρυκτοῦ. (Ἄπ. 41,56 gr)

183. Δι' ἐπίδρασεως περισσείας ὀξέος ἐπὶ ὠρισμένης ποσότητος θειοῦχου ἐνώσεως μετάλλου τινός, ἐκλύεται ἀέριον, ὄπερ διαβιβαζόμενον ἐντὸς περισσείας διαλύματος $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, ἀποβάλλει $4,78 \text{ gr}$ ἀδιαλύτου σώματος. Ποσότης χλωριούχου ἐνώσεως τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, περιέχουσα μέταλλον ἴσου βάρους πρὸς τὸ περιεχόμενον βᾶρος τοῦ μετάλλου εἰς τὴν ληφθεῖσαν ποσότητα τῆς θειοῦχου ἐνώσεως, θερμαίνεται μετὰ περισσείας θειοῦχου ὀξέος. Ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ οὗτου ἐκλυομένου ἀερίου ὑπὸ K.Σ. ;

(Ἄπ. 0,896 lt)

(Σχολὴ Χημικῶν Ε.Μ.Π.)

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΟΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ

(ΠΕΜΠΤΗ ΚΥΡΙΑ ΟΜΑΔ ΤΟΥ Π. Σ.)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΗΣ V ΚΥΡΙΑΣ ΟΜΑΔΟΣ ΤΟΥ Π. Σ.

Ἡ πέμπτη κυρία ὁμάς τοῦ Π. Σ. —ὁμάς τοῦ ἀζώτου— περιλαμβάνει τὰ στοιχεῖα: ἄζωτον, φωσφόρος, ἀρσενικόν, ἀντιμόνιον καὶ βισμούθιον.

1. Προέλευσις. Τὰ στοιχεῖα ταῦτα ἀπαντοῦν εἰς τὴν Φύσιν ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ἀνεξαρτήτως τῶν ἄλλων. Μόνον τὸ ἀρσενικόν καὶ τὸ ἀντιμόνιον ἐνίστε συνυπάρχουν. Τὸ ἄζωτον καὶ ὁ φωσφόρος εἶναι βασικὰ συστατικὰ τῶν ζωϊκῶν καὶ τῶν φυτικῶν κυττάρων.

2. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Παρουσιάζουν μεταβολὰς εἰς τὰς φυσικὰς τῶν ἰδιοτήτας, ἀξαναμένου τοῦ ἀτομικοῦ τῶν βάρους. Οὕτω π. χ. τὸ ἄζωτον εἶναι ἀέριον εἰς συνθήκας, ὁ φωσφόρος στερεόν εὐκόλως ἐξαερούμενον καὶ τὰ ὑπόλοιπα μέλη στερεὰ ὑψηλοτέρου σ. τ.

	*Ἄζωτον	Φωσφόρος	*Ἀρσενικόν	*Ἀντιμόνιον Βισμούθιον	
*Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	7	15	33	51	83
*Ἡλεκτρονικὴ δομὴ	2,5	2,8,5	2,8,18,5	2,8,18,18,5	2,8,18,32,18,5
*Ἀτομικὸν βάρος	14,008	30,97	74,91	121,76	209
Σημεῖον τήξεως (°C)	-210	44,1	814,5	630,5	271
Σημεῖον ζέσεως (°C)	-195,8	280,5	610	1380	1450
*Ἀτομικότης (ἀτμῶν)	N ₂	P ₄ ↔ P ₂	As ₄ ↔ As ₂	Sb ₄ ↔ Sb ₂	Bi ₂ ↔ Bi

3. Χημικαὶ ἰδιότητες. Ἐχουν δε εἰς τὴν ἐξοτάτην αὐτῶν σιβίδα, ἢ συμπλήρωσις τῆς ὁποίας γίνεται συνήθως διὰ σχηματισμοῦ ὁμοιοπολικῶν δεσμῶν. Εἰς τὰς ἐνώσεις τῶν ἐμφανίζουσι τυπικὸν σθένος -3, +3, +5.

Γενικῶς, ὁ ἠλεκτραρνητικὸς χαρακτήρ τῶν στοιχείων αὐτῶν — ὁ ὁποῖος ἐμφανίζεται μειωμένος, ἐν συγκρίσει πρὸς τὰ ἀμέταλλα τῆς VIIης καὶ τῆς VIης ὁμάδος— ἐλαττοῦται, ἀξαναμένου τοῦ ἀτομικοῦ τῶν βάρους. Οὕτω ὁ ἀμέταλλος χαρακτήρ εἶναι σαφὴς εἰς τὴν περιπτώσει τοῦ ἀζώτου καὶ τοῦ φωσφόρου, ἐνῶ ἀπὸ τοῦ ἀρσενικοῦ καὶ πέραν ἐμφανίζονται καὶ μεταλλικαὶ τινὲς ἰδιότητες, αἱ ὁποῖαι γίνονται πλέον σαφεῖς εἰς τὸ βισμούθιον.

Μετὰ τοῦ ὀξυγόνου σχηματίζουν ὀξειδία τοῦ τύπου X₂O₃ καὶ X₂O₅, ὁ ὄξινος χαρακτήρ τῶν ὁποίων ἐλαττοῦται, ἀξαναμένου τοῦ ἀτομικοῦ βάρους. Περισσότερον ὁμοιάζουν τὰ ὀξειδία τοῦ ἀζώτου καὶ τοῦ φωσφόρου, τὰ ὁποῖα εἶναι ὄξινα, ἐνῶ τὰ ὀξειδία τοῦ ἀρσενικοῦ, τοῦ ἀντιμονίου καὶ τοῦ βισμούθιου παρουσιάζουν τόσον βασικὸν ὅσον καὶ ὄξινον χαρακτήρα, ὅστις βραίνει ἐλαττούμενος ἐκ τοῦ ἀρσενικοῦ πρὸς τὸ βισμούθιον.

Μετὰ τοῦ ὑδρογόνου σχηματίζουν ἀερίους ἐνώσεις τοῦ τύπου XH₃, τῶν ὁποίων ἡ σταθερότης καὶ ὁ βασικὸς χαρακτήρ μειοῦται ἀπὸ τοῦ ἀζώτου πρὸς τὸ βισμούθιον.

*Ὅπως συμβαίνει γενικῶς μετὰ τὰ πρῶτα μέλη τῶν ὁμάδων τοῦ Π Σ. οὕτω καὶ τὸ ἄζωτον ἐμφανίζει περισσοτέρας διαφοράς ἀπὸ τὰ ὑπόλοιπα στοιχεῖα τῆς ὁμάδος του. Περισσότερον ὁμοιάζει μετὰ τὸν φωσφόρον. Ὁ φωσφόρος καὶ τὸ ἀρσενικόν ὁμοιάζουν πολὺ.

Τό άντιμόνιον ομοιάζει με τό άρσενικόν άλλα έχει πλέον έκπεφρασμένης μεταλλικής ιδιότηας. Τέλος τό βιζμούθιον συμπεριφέρεται σαφώς ως μέταλλον.

Α Ζ Ω Τ Ο Ν (N₂)

1. Ίστορικόν. Άπεμονώθη διά πρώτην φοράν έκ του άτμοσφαιρικού άέρος όπό του Rutherford, ό όποιος επέτυχε νά άπομακρόνη έξ αότου τό δξυγόνον διά καύσεως διαφόρων ούσιών. Τήν ίδίαν έποχήν (1772) ό Scheele είχε διαπιστώσει, ότι ό άήρ συνίσταται έκ δύο άερίων, έκ τών όποιων μόνον τό ένωμένο συντελεί εις τήν καύσιν.

Τήν στοιχειακήν φύσιν του άζώτου κατάδειξε πρώτος ό Lavoisier (1775), ό όποιος και τό ώνόμασε ούτω, διότι είναι τό συστατικόν του άέρος, τό όποιον δέν συντελεί εις τήν ζωήν. Βραδύτερον ώνομάσθη και nitrogen λόγω του ότι άπαντά εις τό όρυκτόν νίτρον (KNO₃). Η ώνομασία αύτη δέν χρησιμοποιείται εις τήν Έλληνικήν, έξ αύτής όμως προέρχεται ή ώνομασία πλείστων άζωτούχων ένώσεων (νιτρικόν όξύ, νιτρικά άλατα κλπ)

2. Προέλευσις. Είναι στοιχείον διαδεδομένον εις τήν Φύσιν.

Έλευθερον άπαντά εις τόν άτμοσφαιρικόν άέρα, του όποιού άποτελεί τά 78% κατ' όγκον και 75,4% κατά βάρος.

Ένωμένον άπαντά εις τό έδαφος υπό μορφήν νιτρικών και άμμωνιακών αλάτων, όπως είναι τό νίτρον τής Χιλής (NaNO₂), τό νίτρον τών Ίνδιών (KNO₃) κ.ά.

Άποτελεί βασικόν συστατικόν τών πρωτεΐνων και άλλων όργανικών ούσιών, περιεχόμενον ως έκ τούτου εις άπαντας τούς ζωικούς και φυτικούς όργανισμούς.

3. Παρασκευή. Α) Εις τό έργαστήριον. 1. Διά θερμάνσεως πυκνού διαλύματος τος νιτρώδους άμμωνίου εις 70° C :



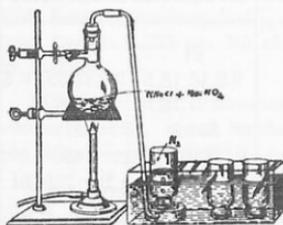
Εις τήν πράξιν, αντί του NH₄NO₃, χρησιμοποιείται διάλυμα NaNO₂ και NH₄Cl (σχ. 65):



2. Δι' όξειδώσεως τής άμμωνίας :



3. Έκ του άτμοσφαιρικού άέρος δι' άπομακρόνσεως τών λοιπών συστατικών αύτου. Διά διςβίβώσεως του άέρος μέσφ θερμαινόμενου σωλήνος περι-



Σχ. 65. Παρασκευή άζώτου εις τό έργαστήριον.

χοντος τονεύματα χαλκού, δεσμεύεται τό όξυγόνον λόγω σχηματισμού CuO. Τό άπομένο άέριον διαβιβάζεται διά στερεού NaOH, τό όποιον συγκρατεί τό CO₂, και έν συνεχεία διά πυκνού H₂SO₄ τό όποιον συγκρατεί τούς ύδρατμούς και παραμένει ούτω μόνον τό άζωτον. Τό ούτω λαμβανόμενον άτμοσφαιρικόν άζωτον περιέχει και 1% περίπου άργού, τό όποιον δέν άποτελεί μειονέκτημα διά τās περισσοτέρας χρήσεις του άζώτου.

Β) Εις τήν βιομηχανίαν. Σήμερον τό άζωτον λαμβάνεται έκ του άτμοσφαιρικού άέρος δι' ύγροποίησης και κλασματικής άποστάξεως αύτου, όποτε εξατμίζεται τό εις χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν ζέον άζωτον (σ.ζ.—195,8° C) και παραμένει άκόμην ύγρον τό όξυγόνον (σ.ζ.—182,9° C).

Τό ούτω λαμβανόμενον άζωτον περιέχει άργόν και άλλα εύγενή άέρια (βλ. περι ύγρου άέρος, σελ. 142).

4. Φυσικαί ιδιότητες. Τό άζωτον είναι άέριον δυσκόλως ύγροποιούμενον (-195,8° C) άχρον, άοσμον και άγευστον. Είναι κατά τι έλαφρότερον του άτμοσφαιρικού άέρος (20/100) και έλάχιστα διαλυτόν εις τό ύδωρ. Είναι στοιχείον διατομικόν.

5. Χημικοί ιδιότητες. α) Δομή και χημικός χαρακτήρ. "Έχει 5e εις τὴν ἐξωτά-
την αὐτοῦ στιβάδῳ, ἢ συμπλήρωσις τῆς ὁποίας γίνεται συνήθως
διὰ σχηματισμοῦ ὁμοιοπολικῶν δεσμῶν. Εἰς τὰς ἐνώσεις του ἐμ-
φανίζει τυπικὸν σθένος -3 , $+3$ καὶ $+5$.

Εἶναι ἐλάχιστα ἐνεργὸν στοιχεῖον δυνάμενον ὁμως διὰ θερμάν-
σεως νὰ ἐνωθῇ ἀπ' εὐθείας μὲ τινα ἀμέταλλα καὶ μέταλλα.



Σχ. 66. Τὸ ἄτομον
τοῦ ἀζώτου

Ἐνεργὸν ἀζωτον. Διὰ σχηματισμοῦ ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων ὑψη-
λῆς τάσεως εἰς ἀτμόσφαιραν ἀζώτου, ὑπὸ ἠλεκτρωμένην πίεσιν, λαμβά-
νεται ἐνεργὸν ἀζωτον, τὸ ὁποῖον δεικνύει ἀξιόλογον δραστηριότητα καὶ
ὑπὸ συνήθεις συνθήκας. Τοῦτο δύναται νὰ ἐνωθῇ ἀπ' εὐθείας μετὰ
ἐλάχιστων στοιχείων (Na, S, J, Hg κ. ἄ.) ὡς ἐπίσης καὶ μετὰ διαφό-
ρων χημικῶν ἐνώσεων. Κατὰ τὸν Rayleigh, ὁ ὁποῖος πρῶτος παρεσκεύασεν ἐνεργὸν ἀζω-
τον, τοῦτο εὐρίσκεται ὑπὸ μορφήν ἀτόμων.

β) Ἀντιδράσεις μὲ ἀμέταλλα. Μετὰ τοῦ ὀξυγόνου ἐνοῦται εἰς λίαν ὑψηλῆν
θερμοκρασίαν (3000°C) —διὰ σχηματισμοῦ ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων— πρὸς μονοξεί-
διον τοῦ ἀζώτου:

$$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} - \text{Q}$$

Μετὰ τοῦ ὕδρογόνου ἐνοῦται ὑπὸ καταλλήλως συνθήκας πίεσεως καὶ θερμο-
κρασίας, παρουσίᾳ καταλύτου πρὸς ἀμμωνίαν.

Ἐνοῦται ἐπίσης ἀπ' εὐθείας εἰς ὑψηλῆν θερμοκρασίαν μετὰ τοῦ πυριτίου πρὸς
 Si_3N_4 , καὶ μετὰ τοῦ βορίου πρὸς BN. Διὰ σχηματισμοῦ ἠλεκτρικοῦ τόξου μεταξὺ
ἠλεκτροδίων ἐξ ἄνθρακος, ἐντὸς ἀτμοσφαιρας ἀζώτου, σχηματίζονται μικρὰ ποσὰ
δικυανίου (C_2N_2).

γ) Ἀντιδράσεις μὲ μέταλλα. Εἰς ὑψηλῆν θερμοκρασίαν ἐνοῦται μὲ τινα μέταλλα
καὶ σχηματίζει τὰ καλούμενα νιτρίδια (Mg_3N_2 , Ca_3N_2 , AlN κλπ).

Τὰ νιτρίδια διασπῶνται ὑπὸ τοῦ ὕδατος πρὸς ἀμμωνίαν καὶ ὕδροξειδιον τοῦ με-
τάλλου:

$$\text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$$

δ) Ἀντιδράσεις μὲ διαφόρους ἐνώσεις. Εἰς ὑψηλῆν θερμοκρασίαν (800°C) ἐνοῦ-
ται μετὰ τοῦ ἀνθρακασβεστίου (CaC_2) καὶ σχηματίζει τὴν κυαναμίδην τοῦ ἀσβεστίου
(CaCN_2):

$$\text{CaC}_2 + \text{N}_2 \rightarrow \text{Ca}=\text{N}-\text{C}\equiv\text{N} + \text{C}$$

Ἐκ τῆς κυαναμίδης τοῦ ἀσβεστίου δι' ὕδρολύσεως λαμβάνεται ἀμμωνία.

6. Ἀνίχνευσις. Ἀνιχνεύεται δι' ἀπορροφήσεως αὐτοῦ ὑπὸ μίγματος ἀσβεστίου καὶ μαγνηοῦ
εἰς 600°C , ὁπότε σχηματίζονται τὰ ἀντίστοιχα νιτρίδια (Mg_3N_2 , Ca_3N_2), τὰ ὁποία ἀναγνωρίζονται ἐκ
τῆς ἀντιδράσεως, τὴν ὁποίαν παρέχουν μετὰ τοῦ ὕδατος, ἀποδίδοντα ἀμμωνίαν.

Ἀνιχνεύεται καὶ ἀρνητικῶς, ὡς μὴ ἀπορροφούμενον ὑπὸ εὐδενὸς τῶν ἀντιδραστηρίων τῶν χρῆσι-
μοποιουμένων διὰ τὴν δέσμευσιν τῶν διαφόρων ἀερίων (διαλύματα ἀλκαλίων, ὀξέων. πυκνὸν H_2SO_4 ,
φωσφόρος κλπ) καὶ ὡς μὴ δυνάμενον νὰ συντελέσῃ εἰς τὴν καύσιν.

7. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν συνθετικὴν παρασκευὴν ἀμμωνίας καὶ νιτρι-
κοῦ ὀξέος, ἐνώσεων ἐξαιρετικῶς μεγάλης βιομηχανικῆς σημασίας, δεδομένου ὅτι ἡ
πρῶτη ἐξ αὐτῶν ἀποτελεῖ τὴν πρῶτην ὕλην διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν ἀζωτούχων λι-
πασμάτων, ἡ δὲ δευτέρα τὴν πρῶτην ὕλην τῶν σπουδαιοτέρων ἐκρηκτικῶν ὕλων. Τὸ
ἐλεύθερον ἀζωτον χρησιμοποιεῖται ὡς ἀδρανὲς ἀέριον, πρὸς πλήρωσιν τῶν ἠλεκτρι-
κῶν λαμπτήρων.

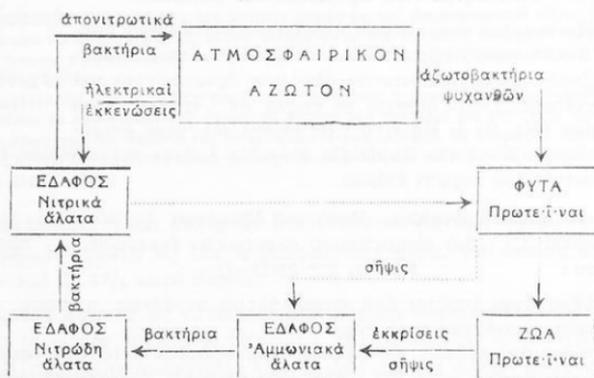
8. Κύκλος τοῦ ἀζώτου ἐν τῇ Φύσει καὶ σημασία αὐτοῦ διὰ τὰ ζῶα καὶ τὰ φυτά :
Τὸ ἀζωτον εἶναι ἀπαραίτητον εἰς τὴν διὰπλασιν καὶ τὴν διατήρησιν τῆς ζωῆς ὕλης,
διότι ἀποτελεῖ βασικὸν στοιχεῖον τῶν πρωτεϊνῶν—ἀπαραίτητον ουστατικῶν τοῦ πρω-
τοπλάσματος παντὸς ζωικοῦ καὶ φυτικοῦ κυττάρου—περιεχόμενον εἰς αὐτὰς εἰς ἀνα-
λογίαν 16% κατὰ μέσον ὄρον.

Εἰς τὸν ἀνόργανον κόσμον ἀπ' ἐτέρου, τὸ ἀζωτον ἀπαντᾷ ἐλεύθερον εἰς τὸν
ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα καὶ ἠνωμένον εἰς τὸ ἔδαφος ὑπὸ μορφήν νιτρικῶν καὶ ἀμμωνια-
κῶν ἀλάτων.

Τῇ μερολαβῆσει τῶν φυτῶν ἐπιτελεῖται εἰς τὴν Φύσιν ἀνακύκλωσις τοῦ ἀζώτου τοῦ ὑπάρχοντος εἰς τὸν ἀνόργανον καὶ τὸν ἐνόργανον κόσμον, ὡς περιγράφεται κατωτέρω:

ΠΙΝΑΞ VIII

Ἀνακύκλωσις τοῦ ἀζώτου ἐν τῇ φύσει.



Τὰ φυτὰ προσλαμβάνουν τὸ ἀπαραίτητον διὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν ἀζωτῶν, ἢ ἡνῶν μόνον ὑπὸ μορφήν νιτρικῶν ἀλάτων, διαλελυμένων ἐντὸς τοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον προσροποῦν διὰ τῶν ριζῶν τῶν ἐκ τοῦ ἔδαφους.

Κατ' ἐξάιρεσιν μερικά φυτὰ, ἀνήκοντα εἰς τὴν οἰκογένειαν τῶν ψυχανθῶν (φασίολοι, κύαμοι, λούπινα κ. ἄ.), ἔχουν τὴν ἱκανότητα νὰ προσλαμβάνουν ἀπ' εὐθείας ἐλεύθερον ἀζωτον ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας, τῇ βοηθείᾳ ἐδικῶν βακτηριδίων, τῶν **ἄζωτοβακτηρίων**, τὰ ὁποῖα συμβιοῦν μετ' αὐτῶν, σχηματίζοντα ἐπὶ τῶν ριζῶν τῶν φυμάτια, ἔνθα ἀναπτύσσονται καὶ πολλαπλασιάζονται.

Τὰ φυτὰ συνθετοῦν ἐκ τοῦ προσλαμβανομένου ὡς ἀνωτέρω ἀζώτου, πρωτεΐνας, αἱ ὁποῖαι μετὰ θάνατον—ὄτε ἐπέρχεται σῆψις—ἀποσυντίθενται, παρέχουσαι τελικῶς εἰς τὸ ἔδαφος ἄμμωνιακά ἄλατα.

Τὰ ζῶα, ὡς ἐτερότροφοι ὄργανισμοί, προσλαμβάνουν τὸ ἀπαραίτητον δι' αὐτὰ ἀζωτον ὑπὸ μορφήν πρωτεϊνῶν ἐκ τῶν φυτῶν ἢ ἐξ ἄλλων ζῶων. Τὰς πρωτεΐνας ταύτας διασποῦν εἰς ἀπλοῦστερα συστατικά, ἐκ τῶν ὁποίων ἐν μέρει συνθέτουν ἐτέρας πρωτεΐνας ἀπαραίτητους διὰ τὴν ἀνάπτυξιν καὶ διατήρησιν αὐτῶν καὶ ἐν μέρει τὰς ἀποικοδομοῦν περαιτέρω πρὸς ἄλλας ἀζωτούχους ἐνώσεις, ὡς ἡ οὐρία, τὰς ὁποίας ἀπεκκρίνουν. Αἱ ἀζωτοῦχοι αὐταὶ ἐνώσεις ἀποδίδονται οὕτω εἰς τὸ ἔδαφος, ἔνθα μετατρέπονται πρὸς ἄμμωνιακά ἄλατα.

Εἰς τὸ ἔδαφος τὰ ἄμμωνιακά ἄλατα, τὰ προερχόμενα ἐκ τῆς σήψεως τῶν ζῶων καὶ τῶν φυτῶν ὡς καὶ τῶν ἐκκρίσεων τῶν ζῶων, μετατρέπονται, τῇ ἐπιδράσει ἐδικῶν βακτηριδίων, κατ' ἀρχὰς μὲν εἰς νιτρώδη ἄλατα, τελικῶς δὲ καὶ πάλιν εἰς νιτρικά, τὰ ὁποῖα, ὡς ἀνεφέρθη, παραλαμβάνονται ὑπὸ τῶν φυτῶν. Οὕτω κλείει ὁ κύκλος τοῦ ἡνωμένου ἀζώτου. Εἰς τὴν ἀνακύκλωσιν ὁμοῦ τοῦ ἀζώτου λαμβάνει μέρος καὶ τὸ ἐλεύθερον ἀζωτον τῆς ἀτμοσφαιρας.

Ἐκ τοῦ **ἀτμοσφαιρικοῦ ἀζώτου**, ἐν μέρος φέρεται εἰς τὸ ἔδαφος ὑπὸ τῶν ἀζωτοβακτηριδίων τῶν ψυχανθῶν, ἐνῶ ἕτερον μέρος μετατρέπεται ὑπὸ τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων κατὰ τὰς καταιγίδας εἰς νιτρικὸν ὀξύ, τὸ ὁποῖον, παρασυρόμενον ὑπὸ τῆς βροχῆς, εἰσέρχεται εἰς τὸ ἔδαφος καὶ σχηματίζει νιτρικά ἄλατα.

Ταυτοχρόνως λαμβάνει χώραν ἡ ἀντίθετος περίεσι. Τὰ νιτρικά ἄλατα τοῦ ἔδαφους διασπῶνται τῇ βοηθείᾳ ἐδικῶν βακτηριδίων, τῶν **ἀπονιτρωτικῶν**, ἀποδίδοντα ἐλεύθερον ἀζωτον εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, εἰς τρόπον ὥστε ἡ περιεκτικότης αὐτοῦ εἰς ἀζωτον νὰ διατηρηθῆται σταθερά. Οὕτω συμπληροῦται ὁ κύκλος μετὰ ἐλευθέρου καὶ ἡνωμένου ἀζώτου.

ΦΩΣΦΟΡΟΣ (P)

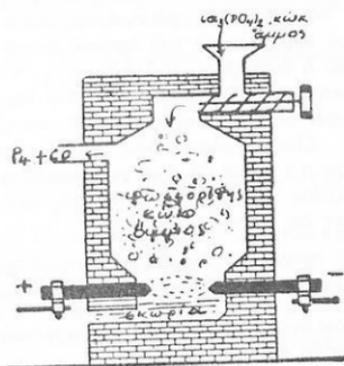
1. Ίστορικό. Ανακαλύφθη υπό του αλχημιστού Brand τὸ 1674, διὰ θερμάνσεως ἀποισίφ ἀέρος τοῦ στερεοῦ ὑπολείμματος τῶν οὐρῶν. Βραδύτερον διεπιστώθη ἡ ὑπαρξίς τοῦ φωσφόρου εἰς τὰ ὕδα, ὃ δὲ Scheele (1771) ὑπέδειξε μέθοδον ἐξαγωγῆς του ἐξ αὐτῶν. Τὴν στοιχειακὴν φύσιν τοῦ φωσφόρου ὑπέδειξεν πρῶτος ὁ Lavoisier (1777). Ἡ ὀνομασία του προέρχεται ἐκ τοῦ ἑλληνικοῦ «φῶς» καὶ τοῦ «φέρω».

2. Προέλευσις. Εἶναι στοιχεῖον διαδεδομένον εἰς τὴν Φύσιν καὶ ἀποτελεῖ τὰ 0,12% τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς.

Ἐλεύθερος δὲν ἀπαντᾷ εἰς τὴν Φύσιν.

Ἡνωμένος ἀπαντᾷ ὡς συστατικὸν ὄρυκτῶν τινῶν, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι ὁ φωσφορίτης: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ καὶ ὁ ἀπατίτης: $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$.

Εἶναι ἀπαραίτητον συστατικὸν τῶν ζωικῶν καὶ φυτικῶν ὀργανισμῶν. Περιέχεται εἰς τὰς νουκλεοπρωτεΐνας, αἱ ὁποῖαι συνιστοῦν τοὺς πυρῆνας τῶν κυττάρων, καὶ εἰς τὰς λεκυθinas, ἐνώσεις αἱ ὁποῖαι ἀνευρίσκονται εἰς τὸν ἐγκέφαλον, τὸ αἷμα, τὸν κρόκον τῶν ὠν κ.λ.π. Εὐρίσκεται ἐπίσης εἰς τὰ ὕδα, τὰ ὁποῖα περιέχουν 58% περίπου $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.



Σχ. 67. Ἡλεκτρικὴ κλίμακος παρασκευῆς φωσφόρου.

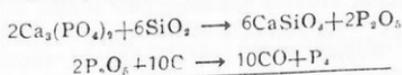
3. Παρασκευὴ. 1. Παλαιότερον ἐλαμβάνετο ἐκ τῶν ὕδατων διὰ πολυπλόκου κατεργασίας.

Ἡ μέθοδος αὕτη ἔχει ἐγκαταλειφθῆ σχεδόν, χρησιμοποιομένη εἰς μικρὰν κλίμακα, πρὸς παραλαβὴν τῆς ὀστεΐνης, ἡ ὁποία ἀποτελεῖ χρήσιμον παραπροϊόν, εὐρίσκον ἐφαρμογὴν εἰς τὴν παρασκευὴν ζελατίνης καὶ κόλλας.

2. Σήμερον λαμβάνεται ἐκ τῶν ὄρυκτῶν του διὰ τῆς μεθόδου τῆς ἠλεκτρικῆς καμίνου (μέθοδος Wöhler). Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην χρησιμοποιοῦνται ὡς πρῶται ὕλαι ὄρυκτὰ τοῦ φωσφόρου (κυρίως φωσφορίτης), ἄμμος καὶ κώκ. Τὸ μίγμα τοῦτο ἀλέθεται καλῶς, καὶ εἰσάγεται ἐντὸς ἠλεκτρικῆς καμίνου, εἰς τὴν βᾶσιν τῆς ὁποίας ἀναπτύσσεται ἠλεκτρικὸν τόξον μεταξὺ δύο ἠλεκτροδίων ἐξ ἄνθρακος (σχ. 67).

Ἐπὶ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἀναπτυσσομένης ὑψηλῆς θερμοκρασίας τῶν 1200° C, τὸ διοξειδίου τοῦ πυριτικῶν (SiO_2) τῆς ἄμμου ἀντιδρᾷ μετὰ τοῦ φωσφορικοῦ ἀσβεστίου καὶ σχηματίζει πυριτικὸν ὀσβεστίνιον (CaSiO_3) καὶ πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου (P_2O_5).

Τὸ πυριτικὸν ὀσβεστίνιον συλλέγεται ὡς σκωρία εἰς τὸν πυθμένα τῆς καμίνου, ἀπὸ ἧς καὶ ἐξάγεται, ἐνῶ τὸ πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου ἀνάγεται ὑπὸ τοῦ ἄνθρακος πρὸς φωσφόρον, ὃ ὁποῖος ὑπὸ μορφὴν ἀτμῶν ἐξέρχεται ἐκ τοῦ ἄνω μέρους τῆς καμίνου:



ἤτοι συνολικῶς: $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{SiO}_2 + 10\text{C} \rightarrow \text{P}_4 + 6\text{CaSiO}_3 + 10\text{CO}$

Οἱ ἐξερχόμενοι τῆς καμίνου ἀτμοὶ τοῦ φωσφόρου διαβιβάζονται εἰς τὸ ὕδωρ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου συμπυκνοῦνται. Ἐν συνεχείᾳ ὁ φωσφόρος ὑποβάλλεται εἰς καθάραιον δι' ἀποστάξεως καὶ χύνεται εἰς τύπους. Φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ὑπὸ μορφῆν ραβδίων, φυλασσομένων ἐντὸς φιαλῶν ὑπὸ τοῦ ὕδατος.

4. Φυσικαὶ ιδιότητες - Ἀλλοτροπικαὶ μορφαί. Ὁ φωσφόρος εἶναι στερεὸν ἀλλότροπον στοιχεῖον, ἐμφανιζόμενον ὑπὸ δύο κυρίως ἀλλοτροπικῶν μορφῶν, ὡς λευκὸς καὶ ὡς ἐρυθρὸς. Ἡ πυκνότης τῶν ἀτμῶν του μέχρι τῶν 800° C ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν τύπον P_4 , ἐνῶ ἄνω τῶν 800° C εἰς τὸν τύπον P_2 .

Κατωτέρω ἐξετάζονται αἱ κυριώτεροι τῶν φυσικῶν ιδιοτήτων, τὰς ὁποίας ἐμφανίζουν αἱ ἀλλοτροπικαὶ μορφαὶ τοῦ φωσφόρου.

1. Λευκός ή άχρως ή κίτρινος φωσφόρος. Είναι η άσταθής μορφή, υπό την όποιαν λαμβάνεται ο φωσφόρος κατά την παρασκευή του.

Είναι άχρως, διαφανής, μαλακός ως ο κηρός, άποτελούμενος έκ σπιλινών κρυστάλλων. Κατά την παραμόνην του, υπό την επίδρασην του φωτός, επικαλύπτεται επιφανειακώς υπό λεπτού στρώματος έρυθρού φωσφόρου, έμφανιζόμενος ως κίτρινος.

Έχει χαρακτηριστικήν όσμην, πυκνότητα (1,83gr/cm³) και σημείον τήξεως (44°C) μικρότερα του έρυθρου και φωσφορίζει εις τό σκότος. Είναι άδιάλυτος εις τό ύδωρ και διαλυτός εις τόν διθειάνθρακα, τό βενζόλιον και άλλους οργανικούς διαλύτες.

2 Έρυθρός φωσφόρος. Είναι η σταθερά άλλοτροπική μορφή, ήτις λαμβάνεται διά θερμάνσεως του λευκού φωσφόρου εις 240°, έντός άδρανούς άτμοσφαιρας άζώτου ή διοξειδίου του άνθρακος, παρουσία ίχνών ιωδίου ως καταλύτου. Εις βιομηχανικήν κλίμακα λαμβάνεται διά θερμάνσεως του λευκού φωσφόρου επί άρκετάς ώρας έντός κλειστών σιδηρών δοχείων εις 240° C.

Είναι έρυθρά κόνις, και έχει μεγαλύτεραν πυκνότητα (2,16gr/cm³) και ύψηλότερον σ.τ. (610° C) άπό τόν λευκόν φωσφόρον. Είναι άσομος, δέν φωσφορίζει εις τό σκότος και δέν διαλύεται εις τόν διθειάνθρακα και τούς άλλους οργανικούς διαλύτες ως ο λευκός.

3. Άλλαι άλλοτροπικαι μορφαι του φωσφόρου. Πλην των άνωτέρω δύο κυριότερων άλλοτροπικών μορφών του φωσφόρου, υπάρχει και ο μεταλλικός φωσφόρος ο όποιος λαμβάνεται διά θερμάνσεως του λευκού εις 400° C, υπό έξαιρετικώς μεγάλην πίεσην. Ούτος άποτελει την σταθερωτέραν και την μεγαλυτέρας πυκνότητος άλλοτροπικήν μορφήν του φωσφόρου και έμφανίζει μεταλλικές ιδιότητες.

5. Φυσιολογική δράσις. Ο λευκός φωσφόρος είναι λίαν δηλητηριώδης, ή δέ θανατηφόρος δόσις αύτου είναι 0 15gr. Εις περιπτώσεις δηλητηριάσεως, υπό φωσφόρου χορηγείται CuSO₄ ως έμετικόν και έν συνεχεία H₂O₂ και KMnO₄. Ο έρυθρός φωσφόρος αντίθετως δέν είναι δηλητηριώδης. Δηλητηριώδεις είναι και οι άτμοί του φωσφόρου. Χρονία δηλητηρίασις έκ τής συνεχούς εισπνοής αύτων, εις τά έργοστάσια παραγωγής φωσφόρου, προκαλεί νέκρωσιν των όστών, ιδίως τής σιαγόνας.

6. Χημικαι ιδιότητες. α) Δομή και χημικός χαρακτήρ. Έχει 5e εις την έξωτάτην στιβάδα του άτόμου του και τείνει νά συμπληρώση ταύτην ένούμενος συνήθως διά σχηματισμού όμοιοπολικών δεσμών. Εις τάς ένώσεις του έμφανίζει τυπικόν σθένος -3, +3 και +5.



Σχ. 65. Τό άτομόν του φωσφόρου

Η έν γένει χημική δραστικότητα του στοιχείου έξαρτάται έκ τής άλλοτροπικής μορφής, υπό την όποιαν έμφανίζεται. Η άσταθετέρα άλλοτροπική μορφή αύτου, ο λευκός φωσφόρος, είναι πλέον ενεργός άπό τόν έρυθρόν.

β) Άντιδράσεις με άμέταλλα. Μετά του όξυγόνου ο λευκός φωσφόρος έννοται βραδέως υπό συνήθη θερμοκρασία, ένω συγχρόνως παράγεται άσθενής πρασινοκίτρινη φλόξ, όρατή εις τό σκότος (φωσφορισμός). Κύριον προϊόν τής όξειδώσεως ταύτης είναι τό P₂O₃, σήμ' ματίζονται όμως συγχρόνως και άλλα όξειδια του φωσφόρου, ως και όζον, εις τό όποιον όφείλεται η χαρακτηριστική όσμή του λευκού φωσφόρου. Θερμαινόμενος εις 60° C καίεται πρός P₂O₅.

Λόγω τής μεγάλης χημικής συγγενείας του με τό όξυγόνο και τής χαμηλής θερμοκρασίας άναφλέξεως αύτου (30—60° C, αναλόγως του βαθμού διαμερισμού αύτου), φυλάσσεται έντός ύδατος, υπό τό όποιον και κόπτεται διά νά μη προκληθή άνάφλεξις αύτου, λόγω τής τριβής (σχ. 69).

Κατά την μεταφοράν του άπό δοχείου εις δοχείον, πρέπει νά χρησιμοποιήται λαβίς και νά μήν έγγίξεται διά των χειρών, διότι η θερμοκρασία του σώματος (37° C) είναι ίκανή νά προκαλέση την άνάφλεξιν αύτου και την δημιουργίαν έγκαυμάτων, τά όποια είναι λίαν όδυνηρά και θεραπεύονται δυσκόλως.

Ὁ ἐρυθρός φωσφόρος, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸν λευκόν, δὲν ὀξειδοῦται ὑπὸ συνήθεις συνθήκας ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου καὶ ἔχει ὕψηλὴν θερμοκρασίαν ἀναφλέξεως (260°C).

Μετὰ τοῦ ὕδρογόνου ὁ φωσφόρος δὲν ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας, ἐμμέσως ὁμῶς σχηματίζει τὴν φωσφίνην (PH₃), ἥτις εἶναι ἀέριον δεικνύον ἀναγωγικὰς ἰδιότητας.

Μετὰ τῶν ἀλογόνων, ἀμφότερα αἱ μορφαὶ τοῦ φωσφόρου ἀντιδρῶν ἀπ' εὐθείας καὶ παρέχουν τριαλογονοῦχος καὶ πενταλογονοῦχος ἐνώσεις.

Μετὰ τοῦ θείου ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας, σχηματίζων διαφόρους θειοῦχος ἐνώσεις, ὡς ἡ ἐνωσις P₄S₃, χρησιμοποιουμένη πρὸς παρασκευὴν πυρῶν.

γ) Ἀντιδράσεις μὲ μέταλλα. Ὁ φωσφόρος ἐνοῦται μὲ τινα μέταλλα, σχηματίζων ἐνώσεις, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **φωσφίδια** ὡς π.χ. AlP, Ca₃P₂, κ.ἄ.

δ) Ἀντιδράσεις μὲ διαφόρους ἐνώσεις. Μετὰ τῶν θερμῶν διαλυμάτων τῶν καυστικῶν ἀλκαλίων, ἀντιδρᾷ μόνον ὁ λευκός φωσφόρος, ἐνῶ ὁ ἐρυθρός φωσφόρος δὲν προσβάλλεται. Ἐπὶ τῆς διαφορᾶς ταύτης στηρίζεται ὁ διαχωρισμός τῶν δύο ἀλλοτροπικῶν μορφῶν.

Ὁ λευκός φωσφόρος λόγω τῆς μεγάλης χημικῆς του συγγενείας μὲ τὸ ὀξυγόνο εἶναι σῶμα ἀναγωγικόν, ἀνάγων τὰ ὀξειδία διαφόρων μετάλλων.

Ὁξειδοῦται ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ-θερμοῦ H₂SO₄ πρὸς μίγμα H₂SO₃ καὶ H₂PO₄ καὶ ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ HNO₃ πρὸς H₃PO₄: $P + 5HNO_3 \rightarrow H_3PO_4 + 5NO_2 + H_2O$



Σχ. 69. Ὁ λευκός φωσφόρος φυλάσσεται καὶ κόπτεται ἐντὸς ὕδατος.

Π Ι Ν Α Ξ Ι Χ

Σύγκρισις τῶν ἰδιοτήτων τοῦ λευκοῦ καὶ τοῦ ἐρυθροῦ φωσφόρου

Λευκός φωσφόρος	Ἐρυθρός φωσφόρος
Λαμβάνεται κατὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ P διὰ συμπυκνώσεως τῶν ἀτμῶν αὐτοῦ.	Λαμβάνεται διὰ θερμάνσεως τοῦ λευκοῦ εἰς 240° C, ἀπουσίᾳ ἀέρος.
Ἄχρους, διαφανής, μαλακός, μεταπίπτων κατὰ τὴν παραμονὴν εἰς κίτρινον. $\rho = 1,83 \text{ gr/cm}^3$, σ.τ. 44° C, σ.ζ. 287° C. Χαρακτηριστικῆς ὀσμῆς ὄξοντος. Φωσφορίζει εἰς τὸ σκότος. Διαλύεται εἰς τὸν CS ₂ , κ.ἄ. ὀργ. διαλύτ.	Ἐρυθρὰ κόνις. $\rho = 2,16 \text{ gr/cm}^3$, σ.τ. 610° C. Ἄοσμος. Δὲν φωσφορίζει. Δὲν διαλύεται εἰς CS ₂ κ.ἄ. ὀργ. διαλύτας.
Ἴσχυρὸν δηλητήριον.	Μὴ δηλητηριώδης.
Ἀποτελεῖ τὴν ἀστ/στέρα ἀλλ/πικὴν μορφήν καὶ συνεπῶς τὴν πλέον ἐνεργόν. Ὁξειδοῦται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν. Θερμοκρασία ἀναφλέξεως 30-60°C. Ἀναφλέγεται ἐν ἐπαφῇ μετὰ τοῦ Cl ₂ . Εἶναι ἀναγωγικὸν μέσον. Διαλύεται εἰς διάλυμα ἀλκαλίων.	Ἀποτελεῖ τὴν σταθερωτέραν μορφήν καὶ συνεπῶς τὴν ὀλιγότερον ἐνεργόν. Δὲν ὀξειδοῦται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν. Θερμοκρασία ἀναφλέξεως 260°C. Καίεται θερμαινόμενος παρουσίᾳ Cl ₂ . Δὲν εἶναι ἀναγωγικὸν μέσον. Δὲν διαλύεται εἰς διάλυμα ἀλκαλίων.

7. 'Ανίχνευσις. 'Ο λευκός φωσφόρος ανίχνευεται έκ τοῦ φωσφορισμοῦ, τόν ὅποιον ἐμφανίζει εἰς τό σκότος ἀκόμη καί εἰς ἐλαχιστότατα ἴχνη (1:500.000). 'Επίσης δι' ἀποστάξεως τῆς οὐσίας, εἰς τήν ὅποιαν ἐπιζητεῖται ἡ ἀνίχνευσις P, μέ K_2SO_4 καί διαβιβάσεως εἰς σωλήνα, περιέχοντα διάλυμα $AgNO_3$, ὁπότε, παρουσία ἰχθῶν P, σχηματίζεται ἱζημα μεταλλικοῦ ἀργύρου.

8. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται: α) διὰ τήν παρασκευήν πυρείων καί πυροτεχνημάτων, β) διὰ τήν παρασκευήν δηλητηρίων πρὸς ἐξόντωσιν διαφόρων παρασίτων, μυῶν κλπ., γ) εἰς τήν βιομηχανίαν τοῦ φωσφορούχου βρούντζου καί δ) εἰς τήν πολεμικήν τέχνην διὰ τήν κατασκευήν ἐμπρηστικῶν βομβῶν καί παραπετασμάτων καπνοῦ.

9. Πυρεῖα. 'Από τὰς ἀρχάς τοῦ παρελθόντος αἰῶνος κατασκευάζοντο πυρεῖα ἐκ ξύλου, τό ἄκρον τῶν ὁποίων ἔφερε μίγμα συνιστάμενον ἐκ λευκοῦ φωσφόρου, KNO_3 καί ἀραβικοῦ κόμμεος, τὰ ὁποῖα ἀνεφλέγοντο προστριβόμενα ἐπί οἰασθῆποτε ἀνωμάλου ἐπιφανείας. Λόγω τῆς μεγάλου δηλητηριώδους ενεργείας τοῦ λευκοῦ φωσφόρου καί τῆς εὐκόλου ἀναφλέξεώς του, ἡ χρήσις τῶν πυρείων αὐτῶν ἀπηγορεύθη, μετά τήν ἀνακάλυψιν τῶν σουηδικῶν πυρείων, τὰ ὁποῖα, ὡς ἀκίνδυνα ἀπό πάσης πλευρᾶς, ἐκλήθησαν **πυρεῖα ἀσφαλείας**.

Τὰ πυρεῖα ἀσφαλείας ἀποτελοῦνται ἐκ ξυλαρίων, τὰ ὁποῖα ἔχουν διαποτισθῆ δι' ὑγρᾶς παραφίνης, ὥστε ἡ καυσις των νά γίνεται ὁμαλῶς. Εἰς τό ἄκρον των φέρουν εὐφλεκτον μίγμα ἀποτελούμενον συνήθως ἐκ $KClO_3$, Sb_2S_3 καί συνδετικῆς ὕλης. Τὰ πυρεῖα ταῦτα ἀναφλέγονται προστριβόμενα ἐπί ἐιδικῶς παρασκευασθείσης ἀνωμάλου ἐπιφανείας, ἀποτελουμένης ἐξ ἐρυθροῦ φωσφόρου, πυρολουσίτου (MnO_2) καί λεπτῆς κόνεως ὕλου.

Κατά τήν προστριβήν ἀποσπᾶται μικροσκοπικόν τεμάχιον ἐρυθροῦ φωσφόρου ἐκ τῆς ἀνωμάλου ἐπιφανείας καί προσκολλάται ἐπί τοῦ εὐφλέκτου μίγματος τοῦ ξυλαρίου, ἐνθα καί ἀντιθρᾶ ζωηρῶς ὑπό μικρᾶν ἐκρηξίν μετά τοῦ $KClO_3$. 'Η ἐκλυομένη κατά τήν ἀντίδρασιν ταύτην θερμότης προκαλεῖ τήν ἀνάφλεξίν τοῦ Sb_2S_3 , ἡ δέ φλόξ μεταδίδεται εἰς τό ξυλάριον, τό ὁποῖον καίεται περαιτέρω ὁμαλῶς.

'Εχουν κατασκευασθῆ καί πυρεῖα, τὰ ὁποῖα ἀναφλέγονται προστριβόμενα ἐπί οἰασθῆποτε ἀνωμάλου ἐπιφανείας. Ταῦτα φέρουν εἰς τό ἄκρον των μίγμα P_2S_4 , $KClO_3$, κωνιοποιημένης ὕλου καί συνδετικῆς ὕλης.

ΑΡΣΕΝΙΚΟΝ (As)

1. 'Ιστορικόν. Αἱ ἀρσενικοῦχι ἐνώσεις ἦσαν γνωσταί ἀπό ἀρχαιότατων χρόνων καί εἰς πολλά ἀρχαῖα συγγράμματα ἀναφέρονται αἱ δηλητηριώδεις ἰδιότητες αὐτῶν. 'Ο 'Αριστοτέλης πρῶτος ἀναφέρει τήν σανδαράχην καί ὁ Θεόφραστος τήν λέξιν ἀρσενικόν. Αἱ ἐνώσεις τοῦ ἀρσενικοῦ εἰσήχθησαν εἰς τήν ἰατρικήν, ὑπό τοῦ Παρακέλσου, κατά τόν 16ον αἰῶνα.

2. Προέλευσις. 'Ελευθέρον σπανίως εὐρίσκεται εἰς τήν Φύσιν κατά μικρά ποσά. 'Ηνωμένον ἀπαντᾷ ὑπό μορφήν ὀρυκτῶν, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι ὁ **ἀρσενοπυρίτης** $FeAsS$, ἡ **κιτρινή σανδαράχη** As_2S_3 , καί ἡ **ἐρυθρά σανδαράχη** As_2S_2 .

3. Παρασκευή. 1. Διὰ θερμάνσεως ἀρσενοπυρίτου ἀπουσία ἀέρος, διασπώμενον εἰς FeS καί ἀρσενικόν, τό ὁποῖον, ἐξαχνουῖται καί συλλέγεται διὰ συμπικνώσεως τῶν ἀτμῶν τσου:



2. Διὰ φρύξεως τῶν θειούχων ὀρυκτῶν του καί ἀναγωγῆς τοῦ σχηματιζομένου As_2O_3 ὑπό ἀνθρακος :



4. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι στερεόν ἀλλότροπον στοιχεῖον ἐμφανιζόμενον ὑπό τρεῖς ἀλλοτροπικὰς μορφάς

Τό **κρυσταλλικόν ἢ τεφρόχρουν ἢ μεταλλικόν As**. 'Αποτελεῖ τήν συνήθη μορφήν τοῦ As, λαμβανόμενον διὰ συμπικνώσεως τῶν ἀτμῶν του. 'Εξαχνουῖται εἰς $500^\circ C$. ἔχει μεταλλικήν λάμψιν καί εἶναι εὐθραστον. 'Αλλαι ἀλλοτροπικαὶ μορφαὶ αὐτοῦ εἶναι τό **μέλαν ἢ ἄμορφον As** καί τό **κίτρινον As**.

Οι άτομοί του μέχρι των 1400° C αντίστοιχούν εις τόν μοριακόν τύπον As₂, ενώ εις ύψηλοτέραν θερμοκρασίαν εις τόν τύπον As₈. Όλοι αι άλλοτροπικαί του μορφαί ώς και αι ένώσεις του ειναι δηλητηριώδεις.

5. Χημικαί ιδιότητες. α) **Δομή και χημικός χαρακτήρ.** Έχει 5e εις τήν έξωτάτην αύτοϋ στιβάδα και τείνει νά συμπληρώση ταύτην ένούμενον συνήθως διά σχηματισμού όμοιοπολικών δεσμών. Εις τάς ένώσεις του έμφανίζει τυπικόν σθένος -3, +3 και +5.

Εις τήν έν γένει χημικήν συμπεριφοράν όμοιάζει με τόν φωσφόρον, σχηματίζον άναλόγους ένώσεις με αύτόν. Διαφέρει όμως τοϋ φωσφόρου, διότι έμφανίζει και μεταλλικάς τινας ιδιότητας, συμπεριφερόμενον ώς έπαφοτερίζον στοιχείον.

β) **Άντιδράσεις με άμέταλλα.** Θερμαινόμενον εις τόν άέρα καίεται μετ' ώχροκυάνου φλογός προς As₂O₃, αναδίδον σκοροδώδη όσμήν.

Μετά τοϋ ύδρογόνου δέν άντιδρά άπ' εύθείας, έμμέσως όμως σχηματίζει άρσίην (AsH₃), ή όποια ειναι άσταθές άέριον, έμφανίζον άναγωγικάς ικανότητας.

Μετά τών άλογόνων ένουται εύκόλως σχηματίζον τριαλογονούχους και πενταλογονούχους ένώσεις.

Μετά τοϋ φωσφόρου και τοϋ θείου ένουται εύκόλως, ένώ τά στοιχεία N₂, C, Si και B δέν άντιδρουν μετ' αύτοϋ.

γ) **Άντιδράσεις με μέταλλα.** Διά συντήξεως μετά τινων μετάλλων, παρέχει τά καλούμενα άρσενίδια, π.χ. Ca₂As₂.

δ) **Άντιδράσεις με διαφόρους ένώσεις.** Όξειδουται υπό τοϋ πυκνοϋ H₂SO₄ προς As₂O₃ και υπό τοϋ πυκνοϋ HNO₃ προς H₃AsO₄:



Διαλύεται εις διάλυμα NaClO και εις τήν ιδιότητα ταύτην στηρίζεται ή διάκρισις αύτοϋ έκ τοϋ αντιμονίου, τό όποιον δέν διαλύεται :



6. **Άνίχνευσις.** Η άνίχνευσις τοϋ As, ή όποια, λόγω τών δηλητηριωδών αύτοϋ ιδιοτήτων, έχει μεγάλην σημασίαν διά τήν Ιατροδικαστικήν, γίνεται συνήθως διά τής μεθόδου Marsh. Αύτη συνίσταται εις τήν μετατροπήν τοϋ άρσενικοϋ προς AsH₃ διά θερμάνσεως τοϋ σώματος, έντός τοϋ όποίου περιέχεται μετά Zn και H₂SO₄ (δηλ. ύδρογόνου έν τῷ γεννήτρει). Η σχηματιζόμενη άρσίην, θερμαινομένη διασπάται προς άρσενικόν, τό όποιον σχηματίζει μέλαν κάτοπτρον.

7. **Χρήσεις.** Μιγνυόμενον μετά τοϋ μολύβδου (0,3—1%) σχηματίζει τό κράμα τών χόνδρων (σκαγίων). Μεγάλα ποσά άρσενικοϋ χρησιμοποιουνται εις τήν γεωργίαν υπό μορφήν παρασκευασμάτων προς καταπολέμησιν τών ζιζανίων, τών παρασίτων και τών έντόμων. Τό τριοξειδιον τοϋ άρσενικοϋ χρησιμοποιεΐται εις τήν ύαλουργίαν, εις τήν συντήρησιν τών δορμών και τών ξύλων και ώς ποντικοφάρμακον.

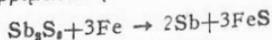
Παρ' όλην τήν δηλητηριώδη ένέργειαν αύτοϋ, διάφοροι όργανικαί ένώσεις περιέχουσαι άρσενικόν, χρησιμοποιουνται εις τήν Ιατρικήν, ώς π.χ. ή **άτοξύλη**, κατά τής άσθενίας τοϋ ύπνου, και ή **σαλβαρσάνη** (605) κατά τής συφιλίδος.

ANTIMONION (Sb)

1. **Ίστορικόν.** Τό όρυκτόν τοϋ ά αντιμονίτης (Sb₂S₃) ήτο γνωστόν άπό άρχαιοτάτης έποχής Καθαρόν άντιμόνιον παρεσκεύασε πρώτος ό Βασίλειος Βαλεντίνοϋ.

2. **Προέλευσις.** Έλεύθερον σπανίως άνευρίσκεται κατά μικρά ποσά εις τήν Φύσιν. **Ένωμένον** άπαντά υπό μορφήν όρυκτών, σπουδαιότερα τών όποιών ειναι ό **άντιμονίτης** Sb₂S₃, τό **άνθος** τοϋ **άντιμονίου** Sb₂O₃ και ή **ώχρα** τοϋ **άντιμονίου** Sb₂O₄.

3. **Παρασκευή.** 1. Έκ τού όρυκτοϋ άντιμονίου, τό όποιον ώς εύθηκτον άποχωρίζεται κατ' άρχάς εις ύγράν κατάστασιν έκ τών γλιωδών προσμίξεων και έν συνεχεία θερμαίνεται μετ' άπορριμάτων μεταλλικοϋ σιδήρου :



2. Διὰ φρύξεως τῶν πτωχῶν θειούχων ὀρυκτῶν του καὶ ἀναγωγῆς τοῦ σχηματιζομένου ὀξειδίου ὑπὸ ἀνθρακος :



4. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι ἀργυρόλευκον στερεόν, κρυσταλλικόν, σκληρόν καὶ εὐθραυστον. Ἄγει ἀσθενῶς τὴν θερμότητα καὶ τὸν ἠλεκτρισμόν. Ἔχει σ. τ. 630° καὶ σ. ζ. 1440°. Εἶναι στοιχείον ἀλλότροπον.

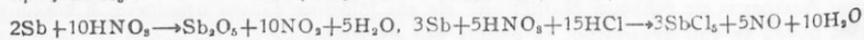
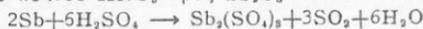
5. Χημικαὶ ἰδιότητες. α) **Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ.** Τείνει νὰ συμπλήρωσῃ τὴν ἔξωτάτην αὐτοῦ στιβάδα, ἐνούμενον συνήθως διὰ σχηματισμοῦ ὁμοιοπολικῶν δεσμῶν. Εἰς τὰς ἐνώσεις του ἐμφανίζει τυπικὸν σθένος -3, +3 καὶ +5. Ὡς πρὸς τὴν ἐν γένει χημικὴν συμπεριφορὰν ὁμοιάζει μὲ τὸ ἀρσενικόν, περισσότερο μάλιστα ἀπὸ ὅσον ὁμοιάζουν τὰ ἄλλα στοιχεῖα τῆς V ὁμάδος μεταξύ των. Ἐμφανίζει ὅμως περισσότερο ἐκπεφρασμένας τὰς μεταλλικὰς ἰδιότητας ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ ἀρσενικόν.

β) **Ἀντιδράσεις μὲ ἀμέταλλα.** Τὸ ὄξυγόνον ὑπὸ συνήθους συνθήκας δὲν προσβάλλει τὸ ἀντιμόνιον. Θερμαινόμενον ὅμως εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἐντὸς τοῦ ἀέρος καίεται ἀναδίδων λευκὰ νέφη Sb_2O_3 .

Μετὰ τοῦ ὕδρογόνου δὲν ἀντιδρᾷ, ἐμμέσως ὅμως σχηματίζει τὴν ἀντιμόνινην (SbH_3). Ἐνοῦται ἐπίσης μετὰ τῶν ἀλογόνων ($\text{SbX}_3, \text{SbX}_5$) καὶ μετὰ τοῦ θείου (Sb_2S_3).

γ) **Ἀντιδράσεις μὲ μέταλλα.** Μὲ τινὰ μέταλλα σχηματίζει ἐνώσεις, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται ἀντιμόνιδια.

δ) **Ἀντιδράσεις μὲ διαφόρους ἐνώσεις.** Ὄξειδοῦται ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ H_2SO_4 πρὸς $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$, ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ HNO_3 πρὸς Sb_2O_3 καὶ ὑπὸ τοῦ βασιλικοῦ ὕδατος πρὸς SbCl_5 :



6. Ἀνίχνευσις. Πρὸς ἀνίχνευσιν τοῦ Sb χρησιμοποιεῖται ἡ εἰς τὸ As περιγραφομένη μέθοδος Marsh. Τὸ κατὰ τρόπον ἀνάλογον σχηματιζόμενον κάτοπτρον τοῦ Sb διακρίνεται τοῦ κατόπτρου τοῦ As ἕκ τοῦ ὅτι δὲν διαλύεται εἰς διάλυμα NaClO .

7. Χρήσεις. Τὸ μεγαλύτερον μέρος τῆς παραγωγῆς τοῦ ἀντιμονίου χρησιμοποιεῖται διὰ νὰ προσδώσῃ σκληρότητα εἰς διάφορα κράματα. Τὰ σπουδαιότερα τούτων εἶναι τὸ κράμα τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων (55% Pb, 30% Sb, 15% Sn) καὶ τὸ κράμα ἀντιτριβῆς Sn, Sb, Cu).

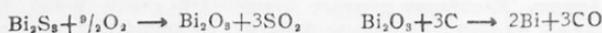
Ὅργανικαὶ τινες ἐνώσεις τοῦ ἀντιμονίου χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν ἰατρικὴν καὶ εἰς τὴν βαφικὴν, ὡς π.χ. τὸ τρυγικόν καλιοαντιμονούλιον.

ΒΙΣΜΟΥΘΙΟΝ (Bi)

1. Προέλευσις. Εὐρίσκεται εἰς τὴν Φύσιν καὶ ὡς αὐτοφύες, συνήθως ὅμως ὑπὸ τὴν μορφήν ὀρυκτῶν, κυριώτερα τῶν ὁποίων εἶναι ὁ βισμούθιτης Bi_2S_3 .

2. Παρασκευὴ. 1. Ἐκ τοῦ αὐτοφύου βισμούθιου διὰ θερμάνσεως ἐντὸς κλειστῶν δοχείων, ὅποτε ἀποχωρίζεται ὡς ὑγρὸν, λόγω τοῦ χαμηλοῦ σ.τ. αὐτοῦ (271°C).

2. Ἐκ τῶν θειούχων ὀρυκτῶν αὐτοῦ διὰ φρύξεως καὶ ἀναγωγῆς τοῦ σχηματιζομένου ὀξειδίου ὑπὸ τοῦ ἀνθρακος :



3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι βαρὺ, σκληρόν καὶ εὐθραυστον μέταλλον, ἀργυρόλευκον ἕως ἐρυθρόλευκον, ἰσχυρᾶς μεταλλικῆς λάμπσεως. Εἶναι λίαν εὐθηκτον (271°C).

4. Χημικαὶ ἰδιότητες. α) **Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ.** Ὁμοιάζει εἰς τὴν ἐν γένει χημικὴν συμπεριφορὰν μὲ τὸ As καὶ περισσότερο μὲ τὸ Sb, ἀλλ' ἔχει σαφῶς ἐκπεφρασμένας τὰς μεταλλικὰς ἰδιότητας. Εἰς τὰς ἐνώσεις του ἐμφανίζει τυπικὸν σθένος +3.

β) Αντιδράσεις με άμεταλλα. Μετά το **δέξυγόνου** δέν ένοϋται εις τήν συνήθη θερμκρασίαν, διά θερμάνσεως όμως **οξειδούται** βραδέως και τελικώς καίεται προς Bi_2O_3 . Ένοϋται επίσης άπ' εύθείας μετά των **άλογόνων** (BiCl_3) και του **θειού** (Bi_2S_3).

γ) Αντιδράσεις με διαφόρους ένώσεις. Όξειδούται υπό του πυκνού-θερμοϋ H_2SO_4 και του υπό πυκνού όσον και του άραιου HNO_3 :



5. Χρήσεις. Χρησιμοποιείται προς παρασκευήν λίαν εύηκτων κραμάτων, σπουδαιότερον των όποιων είναι το **κράμα Wood** ($\text{Bi}-\text{Pb}-\text{Sn}-\text{Cd}$, 4:2:1:1), έχον σ. τ. 71°C .

Τά εύηκτικά κράματα του **Bi** χρησιμοποιούνται διά τήν κατασκευήν ηλεκτρικών ασφαλειών και ασφαλιστικών δικλείδων εις τούς λέβητας. Πολλαι ένώσεις του **βισμούθου** γρησιμοποιούνται διά τήν παρασκευήν φαρμακευτικών προϊόντων.

ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ 5ης ΟΜΑΔΟΣ

ΑΜΜΩΝΙΑ (NH_3)

1. Ιστορικόν. Το χλωριούχον άμμώνιον (NH_4Cl) ήτο γνωστόν εις τήν Περσίαν τό 900 μ.Χ. Καθάρά **άέριον άμμωνία** παρεσκευάσθη τό 1784 υπό του **Priestley**, ό όποιός τήν ώνόμασε επηθηκόν **άλκαλι**. Ό μοριακός της τύπος καθωρίσθη υπό των **Davy** και **Henry** (1809). Η συνθετική παρασκευή της άμμωνίας έπετεύθη τό 1913 υπό των **Haber-Bosch**.

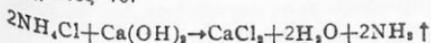
2. Προέλευσις. Η άμμωνία άπαντᾷ έλευθέρα κατ' ίξην μόνον εις τήν Φύσιν, ένῶ είναι περισσότερο διαδεδομένη υπό μορφήν διαφόρων άμμωνιακών αλάτων.

Μικρά ποσά άμμωνιακών αλάτων NH_4NO_3 , NH_4NO_2 , NH_4HCO_3 , περιέχονται εις τά ύδατα της βροχής, μεγαλύτερα δέ έντός του έδάφους. Εις τά παράλια του Περου υπάρχουν μεγάλα ποσότητες του όρυκτου **γουανό**, πλουσίου εις **δξινον άνθρακικόν άμμώνιον**, προερχόμενον έκ της άποσυνθέσεως των περιττωμάτων θαλασσιών πτηνών. Άμμωνιακά άλατα [NH_4Cl , (NH_4) $_2\text{SO}_4$] άπαντούν επίσης και εις περιοχάς πλησίον ήφαιστείων.

Τά σημαντικώτερα ποσά άμμωνιακών ένώσεων προέρχονται έκ της σήψεως φυτικών και ζωικών ύλων. Ούτω π. χ. έκ της ούρίας (H_2NCONH_2), τήν όποιαν άποβάλλουν οι ζωικοί οργανισμοί, σχηματίζεται (NH_4) $_2\text{CO}_3$, τό όποϊον διασπώμενον, παρέχει NH_3 :

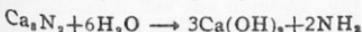


3. Παρασκευή. Α) Εις τό έργαστήριον. 1. Διά θερμάνσεως άμμωνιακού **άλατος μετ' ίσχυράς βάσεως**. Συνήθως θερμαίνεται διάλυμα NH_4Cl με $\text{Ca}(\text{OH})_2$, έντός συσκευής, ως ή παριστωμένη υπό του σχήματος 70:

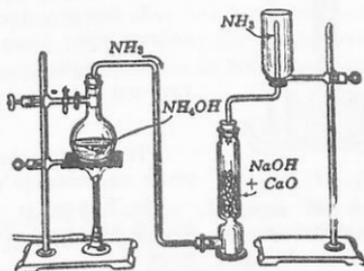


Η έλευθερουμένη άμμωνία ξηραίνεται διαβιβαζομένη διά στήλης περιεχοϋσης τεμάχια NaOH και CaO , τά όποια συγκρατούν τούς ύδρατμούς.

2. Δι' ύδρεϋσεως νιτριδίων :



3. Σχηματίζεται επίσης κατά τήν θερμικήν διάσπασιν άμμωνιακών αλάτων, κατά τήν καταλυτικήν έναγωγήν οξειδίων του άζώτου ως και εις άλλας περιπτώσεις.



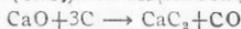
Σχ. 70. Παρασκευή άμμωνίας εις τό έργαστήριον.

Β) Είς τήν βιομηχανίαν. 1. Διά Ξηράς άποστάξεως τών λιθανθράκων. Ουτοί περιέχουν ήνωμένον άζωτον, τό όποϊον, κατά τήν ξηράν άπόσταξιν αυτών πρός παρασκευήν φωταερίου ή μεταλλουργικου κώκ, παρέχει άμμωνίαν. Δι' έκπύσεως τών άερίων, τών προερχομένων έκ τής ξηράς άποστάξεως, μεθ' ύδατος, λαμβάνονται τά άμμωνιακά ύδατα, είς τά όποια ή άμμωνία περιέχεται κυρίως υπό μορφήν άνθρακικου άμμωνίου. Έξ αυτών διά προσθήκης $\text{Ca}(\text{OH})_2$, έλευθεροῦται NH_3 , ή όποία διαβιβάζεται είς διάλυμα H_2SO_4 καί σχηματίζει $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Τοῦτο χρησιμοποιείται τόσοσν ώς λίπασμα, όσον καί ώς πρώτη ύλη πρός παρασκευήν άλλων άμμωνιακών άλάτων.

2. Δι' άμέσου συνθέσεως έκ τών στοιχείων της: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 + \text{Q}$.

Έκ τής μελέτης τής Ισορροπίας τής αντίδράσεως προκύπτει, ότι διά τήν σύνθεσιν τής άμμωνίας, απαιτείται ύψηλή πίεσις, διότι οὔτω ή Ισορροπία μετατοπίζεται πρός τό μέρος του μικροτέρου όγκου, καί χαμηλή θερμοκρασία, διότι ή αντίδρασις είναι έξώθερμος (Άρχή Le Chatelier σ. 78). Είς χαμηλήν θερμοκρασίαν όμως, ή αντίδρασις έχει τοιαύτην ταχύτητα ώστε νά μη δύναται αύτη νά χρησιμοποιηθῆ πρακτικώς. Έπί τή βάσει τών άνωτέρω παρατηρήσεων ανεπτύχθησαν διάφοροι μέθοδοι συνθετικής παρασκευής άμμωνίας, συνδυάζουσαι καταλλήλως τήν πίεσιν, τήν θερμοκρασίαν καί τήν χρῆσιν καταλύτου, ώστε νά έπιτυγχάνεται καλή άπόδοσις καί Ικανοποιητική συγχρόνως ταχύτης τής αντίδράσεως.

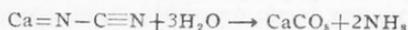
3. Δι' έμμέσου συνθέσεως έκ του άνθρακασβεστίου. Κατά τήν μέθοδον ταύτην συντίθεται άνθρακασβεσίον (CaC_2) διά θερμάνσεως όξειδίου του άσβεστίου καί κώκ είς 3000°C :



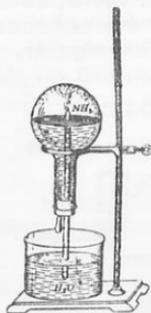
Τό άθρακασβεσίον, είς ύψηλήν θερμοκρασίαν (1000°), προσλαμβάνει άζωτον έκ τής άτμοσφαιρας, λαμβανόμενης τής κυαναμίδης του άσβεστίου (CaCN_2):



Η κυαναμίδη του άσβεστίου (ή άσβεστοκυαναμίδιον), διά κατεργασίας μεθ' ύδρατιών έντός αυτοκλείστων είς 140°C , παρέχει CaCO_3 καί NH_3 :



4. Φυσικαί Ιδιότητες. Είναι άέριον άχρουν, χαρακτηριστικής δριμυτάτης όσμής καί έλαφρότερον του άτμοσφαιρικού άέρος. Υγροποιείται εύκόλως είς τούς $-33,5^\circ\text{C}$ υπό συνήθη πίεσιν ή είς συνήθη θερμοκρασίαν υπό πίεσιν 7atm , διότι έχει ύψηλήν κρίσιμον θερμοκρασίαν ($132,5^\circ\text{C}$). Διαλύεται άφθόνως είς τό ύδωρ, 1 όγκος του όποιου διαλύει 1150 όγκους NH_3 είς 0°C .

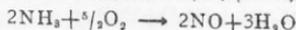


Σχ. 71. Πείραμα διά του όποιου αποδεικνύεται ή μεγάλη διαλυτότης τής άμμωνίας είς τό ύδωρ.

5. Χημικαί Ιδιότητες. 1. Δι' Ισχυράς θερμάνσεως διασπάται είς τά στοιχεία της: $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2$,

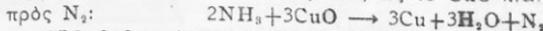
3. Διά θερμάνσεως είς ρεύμα όξυγόνου—όχι όμως καί άέρος—καίεται πρός ύδωρ καί άζωτον: $2\text{NH}_3 + \frac{3}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$.

3. Θερμαινόμενη παρουσία καταλύτου (σπόγγου Pt) όξειδούται καταλυτικώς υπό του όξυγόνου πρός μονοξείδιον του άζώτου:



Η άνωτέρω αντίδρασις εύρίσκει εφαρμογήν είς τήν βιομηχανικήν παρασκευήν νιτρικου όξέος διά τής μεθόδου Ostwald.

4. Έμφανίζει ήπιας άναγωγικας Ιδιότητας. Οὔτω άνάγει έν θερμῷ διάφορα μεταλλικά όξειδια, ως τό CuO κ.ά., όξειδουμένη πρός N_2 :



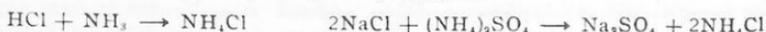
Όξειδούται επίσης υπό του χλωρίου καί του βρωμίου, παρέχουσα άζωτον καί άλατα του άμμωνίου, ως καί υπό του όζοντος πρός NH_4NO_2 :



Τα διαλύματά των δεικνύουν ὄξιον ἀντίδρασιν λόγω ὑδρολύσεως, διότι προέρχονται ἐκ λίαν ἀσθενούς βάσεως, καὶ δι' ἐπιδράσεως ἰσχυρῶν βάσεων διασπῶνται παρέχοντα NH_3 .

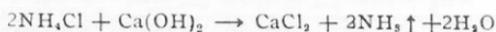
1. Χλωριούχον ἀμμώνιον : NH_4Cl . Ἀπαντᾷ κατὰ μικρὰ ποσὰ πλησίον ἠφαίστεϊων.

Παρασκευάζεται δι' ἐπιδράσεως NH_3 ἐπὶ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ὡς καὶ διὰ διπλῆς ἀντικαταστάσεως μεταξύ NaCl καὶ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$:



Εἶναι στερεόν, κρυσταλλικόν, λευκόν, λίαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Διὰ θερμάνσεως εἰς τοὺς 335°C ἐξαχνούται χωρὶς νά τακῆ.

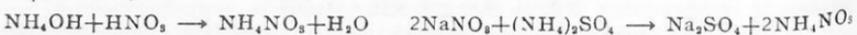
Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν διασπᾶται πρὸς HCl καὶ NH_3 . Διασπᾶται ἐπίσης δι' ἐπιδράσεως ἰσχυρῶν βάσεων, παρέχον ἀμμωνίαν:



Τὸ ὕδατικόν διάλυμα αὐτοῦ ἐμφανίζει ὄξιον ἀντίδρασιν, λόγω ὑδρολύσεως, δεδωμένου ὅτι προέρχεται ἐξ ἰσχυροῦ ὀξέος καὶ ἀσθενούς βάσεως.

Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν ἠλεκτρικῶν στοιχείων, εἰς τὴν βαφικὴν, εἰς τὴν ἰατρικὴν ὡς ἀποχρεμπτικόν καὶ εἰς τὴν Ἀναλυτικὴν Χημίαν. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης διὰ τὴν κάθαρσιν τῆς ὀξειδωμένης ἐπιφανείας τῶν μετάλλων (κν. νισαντήρι).

2. Νιτρικόν ἀμμώνιον : NH_4NO_3 . **Παρασκευάζεται** εἰς διαβίβασεως ἀερίου NH_3 εἰς διάλυμα νιτρικοῦ ὀξέος, ὡς ἐπίσης δι' ἐπιδράσεως θειικοῦ ἀμμωνίου ἐπὶ νιτρικοῦ νατρίου:



Εἶναι σῶμα στερεόν, λευκόν, πολύμορφον καὶ λίαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Δι' ἐλαφρᾶς θερμάνσεως διασπᾶται πρὸς N_2O καὶ H_2O , ἐνῶ θερμαινόμενον ἰσχυρῶς ἐκπυροσκοτεῖ, διασπώμενον πρὸς N_2 , O_2 καὶ H_2O :



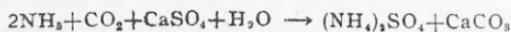
Εἶναι ἄριστον ὀξειδωτικόν μέσον. Ὅπως συμβαίνει μὲ ὄλα τὰ ἀμμωνιακὰ ἄλατα, τὸ διάλυμά του ἐμφανίζει ὄξιον ἀντίδρασιν. Δι' ἐπιδράσεως ἰσχυρᾶς βάσεως διασπᾶται, παρέχον ἀμμωνίαν. **Χρησιμοποιεῖται** πρὸς παρασκευὴν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν ἀσφαλείας, τῶν ἀμμωνιτιδῶν, καὶ σπανιότερον ὡς ἀζωτοῦχον λίπασμα.

3. Ἀνθρακικόν ἀμμώνιον : $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. **Παρασκευάζεται** διὰ διαβίβασεως CO_2 εἰς διάλυμα ἀμμωνίας ὡς καὶ διὰ θερμάνσεως ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου καὶ χλωριούχου ἀμμωνίου.

Εἶναι στερεόν, κρυσταλλικόν, λευκόν, λίαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Τὰ διαλύματά του ἀναδίδουν ὁσμὴν ἀμμωνίας, λόγω ὑδρολύσεως. Διασπᾶται διὰ θερμάνσεως καὶ δι' ἐπιδράσεως ἰσχυρῶν βάσεων.

Χρησιμοποιεῖται πρὸς ἀπολίπανσιν τοῦ ἐρίου, εἰς τὴν ζαχαροπλαστικὴν, ὡς τεχνητὴ ζύμη, καὶ ὁμοῦ μετ' ἄλλων ὀλάτων εἰς τοὺς πυροσβεστήρας.

4. Θεϊκόν ἀμμώνιον : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. **Παρασκευάζεται** βιομηχανικῶς ἐκ τῶν ὕδατων ἐκπλύσεως τοῦ φωταερίου, διὰ δεομεύσεως τῆς περιεχομένης εἰς ταῦτα ἀμμωνίας, ὑπὸ θειικοῦ ὀξέος. Λαμβάνεται ἐπίσης διὰ διαβίβασεως CO_2 καὶ NH_3 μέσῳ αἰωρήματος γύψου:



Εἶναι στερεόν, κρυσταλλικόν, λευκόν, λίαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Ἐμφανίζει τὰς κοινὰς ἰδιότητας τῶν ἀμμωνιακῶν ἁλάτων, ἤτοι διασπᾶται διὰ θερμάνσεως ὡς καὶ δι' ἐπιδράσεως ἰσχυρᾶς βάσεως, παρέχον ἀμμωνίαν, τὸ δὲ ὕδατικόν τοῦ διαλύματος ἐμφανίζει ὄξιον ἀντίδρασιν.

Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀζωτοῦχον λίπασμα καὶ διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν ἄλλων ἀμμωνιακῶν ὀλάτων. Εἰς τὸ ἐμπόριον φέρεται ὑπὸ τὸ ὄνομα **θεικῆ ἀμμωνία**.

ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

1. Υποξειδίου ή πρωτοξειδίου του αζώτου ή νιτρῶδες οξειδίου : N_2O . Παρασκευάζεται διὰ θερμάνσεως νιτρικού άμμωνίου εις $200^\circ C$:



Είναι άέριον άχρουν, άοσμον, γλυκείας γεύσεως, όλιγον διαλυτόν εις τό ύδωρ και βαρύτερον του άτμοσφαιρικού άέρος. Εισπνεόμενον μετ' όξυγόνου προκαλεϊ άναισθησίαν και νευρικών γέλωτα, δι' αυτό και άπεκλήθη **Ιλαρυντικόν άέριον**.

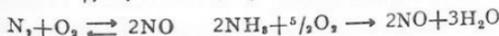
Είναι ούδέτερον όξειδιον. Διά θερμάνσεως διασπάται πρὸς άζωτον και όξυγόνον. "Ενεκα τούτου καιόνται μετá ζωηρότητος έντός άτμοσφαιρας N_2O , διάπυρα τεμάχια C, Mg, P, κ. ά.

Χρησιμοποιείται ως άναισθητικόν.

2. Μονοξειδίου του αζώτου ή νιτρικών οξειδίου : NO. Εις τό έργαστήριον λαμβάνεται δι' έπιδράσεως άραιου HNO_3 έπί μετάλλων, όπως ο Cu και ο Hg:



Βιομηχανικῶς παρασκευάζεται συνθετικῶς έκ τῶν στοιχείων του διá διαβιβάσεως άέρος δι' ήλεκτρικού τόξου, ως έπίσης και διá καταλυτικής όξειδώσεως τής άμμωνίας (βλ. HNO_3):



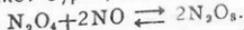
Είναι άέριον άχρουν, εύκόλως ύγροποιούμενον, βαρύτερον του άέρος και έλάχιστα διαλυτόν εις τό ύδωρ.

Είναι ούδέτερον όξειδιον και έκ τῶν σταθερωτέρων όξειδίων του αζώτου, διασπώμενον μόνον εις $1500^\circ C$ εις τά στοιχεία του.

Συμπεριφέρεται ως όξειδωτικόν παρουσιá λίαν άναγωγικών σωμάτων, ως άναγωγικόν δέ παρουσιá όξυγόνου και διαφόρων όξειδωτικῶν σωμάτων

Όττω άνάγεται υπό του H_2 πρὸς N_2 , ένῶ όξειδουται υπό του όξυγόνου πρὸς NO_2 . **Χρησιμοποιείται** διá τήν παρασκευήν του νιτρικού όξέος και του H_2SO_4 κατά τήν μέθοδον τῶν μολυβδίνων θαλάμων.

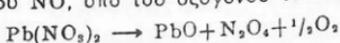
3. Τριοξειδίου του αζώτου ή νιτρῶδης άνουδρίτης : N_2O_3 . Παρασκευάζεται ως σκοτεινῶς κυανοῦν πτητικόν ύγρόν, διá ψύξεως μίγματος NO και N_2O_4 κάτω τῶν $-21^\circ C$:



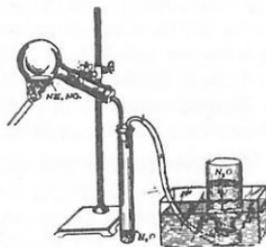
"Ανω τής θερμοκρασίας ταύτης άρχεται διασπώμενον, εις τρόπον ώστε υπό συνθήκης συνθήκας νά ύφίσταται μόνον ως μίγμα NO και N_2O_4 .

"Αποτελεϊ τόν άνουδρίτην του νιτρῶδους όξέος (HNO_3). "Ενεκα τούτου παρέχει μετá τῶν διαλυμάτων τῶν άλκαλιῶν νιτρῶδη άλατα.

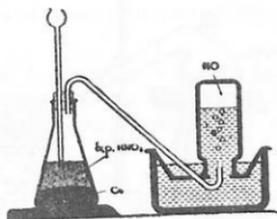
4. Διοξειδίου και τετροξειδίου του αζώτου : $N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$. Παρασκευάζεται εις τό έργαστήριον διá θερμάνσεως τῶν νιτρικών άλάτων και βιομηχανικῶς δι' όξειδώσεως του NO, υπό του όξυγόνου του άέρος:



"Ιδιότητες. Εις θερμοκρασίαν κατωτέραν τῶν $22^\circ C$ είναι κίτρινον ύγρόν του τόξου N_2O_4 . "Ανω τής θερμοκρασίας ταύτης μετατρέπεται πρὸς καστονόχρουν άέριον N_2O_4 , τό όποιον εις θερμοκρασίαν άνωτέραν τῶν $140^\circ C$ μετατρέπεται εις NO_2 . Εις



Σχ. 72. Παρασκευή N_2O εις τό έργαστήριον.



Σχ. 73. Παρασκευή NO εις τό έργαστήριον.

συνήθη θερμοκρασίαν τὸ ὑγρὸν N_2O_4 ἀναδίδει ἀτμούς, οἱ ὅπσοι καλεῖνται **νιτρώδεις ἀτμοὶ** καὶ προσβάλλουν ἰσχυρῶς τὰ ἀναπνευστικὰ ὄργανα.

2. Ἐναι **μικτὸς ἀνυδρίτης** τοῦ νιτρικοῦ καὶ τοῦ νιτρώδους ὀξέος, τὰ ὁποῖα παρέχει διαλυόμενον εἰς ὕδωρ: $H_2O + N_2O_4 \rightarrow HNO_3 + HNO_2$.

Τὸ HNO_2 εἶναι ἀσταθὲς διασπώμενον πρὸς HNO_3 καὶ NO . Ἐνεκα τούτου, κατὰ τὴν διάλυσιν τοῦ NO_2 εἰς H_2O , παράγεται HNO_3 καὶ NO : $3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$

3. Δρᾶ ὀξειδωτικῶς: $SO_2 + H_2O + NO_2 \rightarrow H_2SO_4 + NO$

Χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ HNO_3 , ὡς καὶ τοῦ H_2SO_4 διὰ τῆς μεθόδου τῶν μολυβδίνων θαλάμων.

5. **Πεντοξείδιον τοῦ ἀζώτου ἢ νιτρικὸς ἀνυδρίτης**: N_2O_5 . **Παρασκευάζεται** δι' ἀφυδατώσεως τοῦ HNO_3 , ὑπὸ P_2O_5 : $2HNO_3 + P_2O_5 \rightarrow N_2O_5 + 2HPO_4$

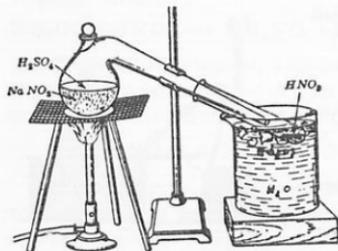
Ἐναι στερεόν, κρυσταλλικόν, λευκόν, λίαν ὑγροσκοπικόν. Διὰ θερμάνσεως διασπᾶται πρὸς NO_2 καὶ ὀξυγόνον, συμπεριφερόμενον ὡς ὀξειδωτικόν.

Ἐναι ὄξινον ὀξειδίον, ἀνυδρίτης τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος. Οὕτω διαλυόμενον εἰς τὸ ὕδωρ παρέχει HNO_3 μετ' ἐκλύσεως μεγάλου ποσοῦ θερμότητος.

ΝΙΤΡΙΚΟΝ ΟΞΥ (HNO_3)

1. **Ἱστορικόν.** Ἦτο γνωστὸν εἰς τοὺς ἀρχαιμιάς ἀπὸ τοῦ 11ου μ. Χ. αἰῶνος, ὠνομάζετο *«aqua forte»* λόγφ τῆς διαλυτικῆς ἐπενεργείας του ἐπὶ διαφόρων μετάλλων. Ἐλαμβάνετο διὰ θερμάνσεως νίτρου (KNO_3) μετὰ πρᾶσιου βιτριολίου ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$).

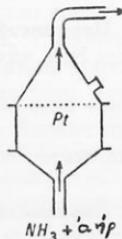
2. **Προέλευσις.** Σχηματίζεται κατὰ τὴν διάρκειαν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ διαλυόμενον εἰς τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς εἰσέρχεται εἰς τὸ ἔδαφος, ὅπου σχηματίζει νιτρικὰ ἄλατα.



Σχ. 74. Παρασκευὴ HNO_3 εἰς τὸ ἐργαστήριον

Νιτρικὰ ἄλατα σχηματίζονται ἐπίσης κατὰ τὴν σῆσιν ἀζωτοῦχων ὀργανικῶν ἐνώσεων, διὰ τῆς ἐπενεργείας διαφόρων μικροοργανισμῶν. Ἐνεκα τούτου τὰ νιτρικὰ ἄλατα εὐρίσκονται πάντοτε εἰς μικρὰν ἀναλογίαν ὡς συστατικὰ τοῦ ἔδαφους. Εἰς τινὰς περιπτώσεις ὅμως ἀποτελοῦν ἐκτεταμένα κοιτάσματα, ὅπως συμβαίνει μετὰ τὸ $NaNO_3$ τῆς Χιλῆς καὶ τοῦ Περού (**νίτρον τῆς Χιλῆς**) καὶ τὸ KNO_3 τῶν Ἰνδιῶν καὶ τῆς Αἰγύπτου (**νίτρον τῶν Ἰνδιῶν**).

3. **Παρασκευὴ. Α)** Εἰς τὸ ἐργαστήριον. Παρασκευάζεται διὰ θερμάνσεως $NaNO_3$ μετὰ πικνοῦ H_2SO_4 εἰς τοὺς $130^\circ C$:



Σχ. 75. Καταλυτικὴ ὀξειδῶσις NH_3 πρὸς NO .

Β) Εἰς τὴν βιομηχανίαν. 1. Δι' ἐπιδράσεως πικνοῦ H_2SO_4 ἐπὶ τοῦ νίτρου τῆς Χιλῆς, ὡς ἀνωτέρω.

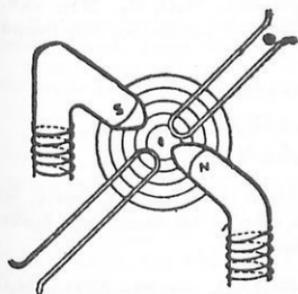
2. Διὰ καταλυτικῆς ὀξειδῶσεως τῆς ἀμμωνίας (μέθοδος Ostwald). Ἐναι ἡ περισσότερον χρησιμοποιουμένη μέθοδος διὰ τὴν παρασκευὴν HNO_3 εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα. Κατ' αὐτὴν διοχετεύεται μίγμα ἀμμωνίας μετὰ δεκαπλασίως ποσότητος ἀέρος, διὰ μέσου λεπτοτάτου πλέγματος ἐκ λευκοχρῶσου, εἰς θερμοκρασίαν $500-700^\circ C$ (σχ. 75), ὅποτε παράγεται NO κατὰ τὴν ἀνίδρασιν:



Ἡ ἀπόδοσις τῆς ἀνωτέρω ἀντιδράσεως ἀνέρχεται εἰς 95%. Τὸ παραγόμενον NO , ἐρχόμενον ἐν συνεχείᾳ εἰς ἐπαφήν μετὰ τοῦ ἀέρος, ὀξειδούται πρὸς NO_2 , τὸ ὅποιον διαβιβάζεται εἰς ὕδωρ καὶ παρέχει HNO_3 καὶ NO : $NO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow NO_2$ $3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$

Τό ΝΟ οξειδούται καί πάλιν ὑπό τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος πρὸς ΝΟ₂, τὸ ὁποῖον διαβιβάζεται εἰς τὸ ὕδωρ κ.ο.κ., μέχρις ὅτου ὀλόκληρος ἡ ποσότης αὐτοῦ μετατραπῆ εἰς ΗΝΟ₃.

3. Ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος κατὰ τὴν μέθοδον τῶν Birkenland · Eyde. Ἡ μέθοδος αὕτη ἐφαρμόζεται εἰς χώρας, εἰς τὰς ὁποίας παράγεται εὐθὴν ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια διὰ τῆς ἐκμεταλλεύσεως τῶν ὑδατοπτώσεων (Νορβηγία κ. ἄ.). Συνίσταται εἰς τὸν σχηματισμὸν ΝΟ δι' ἐμφυσησεως ἀέρος εἰς τὸ βολταϊκὸν τόξον, τὸ ὁποῖον δημιουργεῖται μεταξὺ τῶν πόλων ἠλεκτρομαγνήτου, ὥστε νὰ λάβῃ τὴν μορφήν πυρίνου δίσκου διαμέτρου 2,50 μέτρων (σχ. 76). Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ τόξου, ἥτις ἀνέρχεται εἰς 3000° C, λαμβάνει χώραν ἡ σύνθεσις τοῦ ΝΟ :



Διὰ ταχείας ψύξεως τῶν ἀερίων τῶν ἐξερχομένων τοῦ τόξου, περιορίζεται κατὰ πολὺ ἡ διάσπαισις τοῦ ΝΟ, τὸ ὁποῖον οξειδούται περαιτέρω πρὸς ΝΟ₂, ὑπὸ τῆς περισεύσεως τοῦ ἀέρος. Τὸ ΝΟ₂ διαβιβάζεται ἐν συνεχείᾳ εἰς τὸ ὕδωρ παρέχον ΗΝΟ₃ ὡς καὶ εἰς τὴν προηγουμένην μέθοδον :

Σχ. 76. Βολταϊκὸν τόξον πρὸς σύνθεσιν ΝΟ.

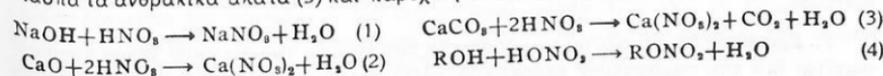


Τὸ λαμβανόμενον ΗΝΟ₃ κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην εἶναι λιαν ἀραιόν. Ἔνεκα τούτου μετατρέπεται ἐπὶ τόπου δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ ἀσβεστολίθων (CaCO₃), εἰς νιτρικὸν ἀσβέστιον, τὸ ὁποῖον ὑπὸ τὸ ὄνομα **νορβηγικὸν νίτρον** χρησιμοποιεῖται ὡς λίπασμα: $CaCO_3 + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + CO_2 + H_2O$.

4. **Φυσικαὶ ἰδιότητες.** Τὸ καθαρὸν νιτρικὸν ὀξύ εἶναι ὕγρον ἄχρουν, ἐπειδὴ ὁμοῦ καὶ εἰς τὴν συνήθη ἀκόμη θερμοκρασίαν διασπᾶται ἀναδίδον ὀξειδία τοῦ ἀζώτου (νιτρῶδεις ἀτμούς), τὰ ὁποῖα διαλύονται ἐν μέρει ἐντὸς αὐτοῦ, λαμβάνει χρῶμα καστάνερυθρον.

Τὸ νιτρικὸν ὀξύ τοῦ ἐμπορίου εἶναι περιεκτικότητος 68 % καὶ πυκνότητος 1,42 γρ/см³, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ μετὰ τοῦ ὕδατος ἀζεοτροπικὸν μίγμα σ.ζ. 120° C. Λόγω τῶν ἀποδιομένων. Ὑπ' αὐτοῦ νιτρωδῶν ἀτμῶν καλεῖται ἀμιζῶν νιτρικὸν ὀξύ.

5. **Χημικαὶ ἰδιότητες.** 1. **Εἶναι ἐν ἐκ τῶν ἰσχυροτέρων ὀξέων** καὶ παρουσιάζει τὰς κοινὰς ἰδιότητας αὐτῶν. Οὕτω ἀντιδρᾷ μετὰ βάσεις (1) καὶ βασικὰ ὀξειδία (2), διασπᾷ τὰ ἀνθρακικὰ ἄλατα (3) καὶ παρέχει μετὰ τῶν ἀλκοολῶν νιτρικούς ἐστέρας (4):



2. **Εἶναι ἰσχυρὸν ὀξειδωτικὸν μέσον**, λόγῳ τῆς εὐκολίας μετὰ τὴν ὁποίαν διασπᾶται πρὸς ὀξειδία τοῦ ἀζώτου, ὀξυγόνον καὶ ὕδωρ. Τὸ πυκνὸν ΗΝΟ₃ διασπᾶται κατὰ κανόνα πρὸς ΝΟ₂, ἐνῶ τὸ ἀραιὸν πρὸς ΝΟ :

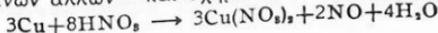


Ἄξειδώνει διάφορα ἀμέταλλα, μέταλλα ὡς καὶ χημικὰς ἐνώσεις :

α) Ἄξειδωσις ἀμετάλλων. Τὸ πυκνὸν ΗΝΟ₃ ὀξειδώνει ἐκ τῶν ἀμετάλλων τὰ J, S, P, As, Sb, C καὶ B, ἀντιστοίχως πρὸς ΗJΟ₃, Η₂SO₄, Η₂PO₄, Η₃AsO₄, Sb₂O₅, CO₂ καὶ Η₃BO₃. Π.χ.



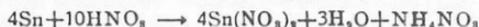
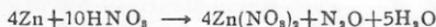
β) Ἄξειδωσις μετάλλων. Τὸ ἀραιὸν ΗΝΟ₃ ἀντιδρᾷ μετὰ ὅλα σχεδὸν τὰ μέταλλα — πλὴν τοῦ Au, Pt καὶ τινῶν ἄλλων — καὶ σχηματίζει ἄλατα, ἀναγόμενον συνήθως πρὸς ΝΟ :



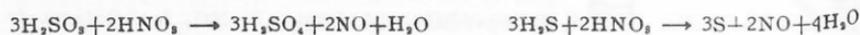
Τὸ πυκνὸν HNO_3 μετατρέπει τὰ πλείστα τῶν μετάλλων πρὸς νιτρικὰ ἅλατα, ἀναγόμενον συνήθως πρὸς NO_2 . Ὁ Au καὶ ὁ Pt δὲν προσβάλλονται, ἐνῶ ὁ Fe , τὸ Co , τὸ Ni , τὸ Cr καὶ τὸ Al προσβάλλονται μόνον ἐπιφανειακῶς καλυπτόμενα ὑπὸ στρωμάτων ὀξειδίου, τὸ ὁποῖον ἐμποδίζει τὴν περαιτέρω προσβολὴν (παθητικὴ κατάστασις). Τέλος ὁ Sn δίδει μετακασιτερικὸν ὀξύ (H_2SnO_3):



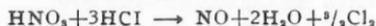
Ὁρισμένα μέταλλα ἀνάγουν τὸ HNO_3 καὶ περαιτέρω πρὸς N_2O , N_2 , NH_3 κλπ., τοῦ εἴδους τῶν προϊόντων ἐξαρτωμένου ἐκ τῆς φύσεως τοῦ μετάλλου, τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς πυκνότητος τοῦ διαλύματος:



γ) Ὁξείδωσις διαφόρων ἐνώσεων. Τὸ HNO_3 ὀξειδώνει διαφόρους ἐνώσεις, ὡς π.χ. τὸ θειῶδες ὀξύ, τὸ ἀρσενικῶδες ὀξύ καὶ τὰ ἅλατα αὐτῶν, τὰ ἅλατα τοῦ δισθενοῦς σιδήρου καὶ τοῦ δισθενοῦς κασιτέρου, τὸ ὕδροθειον κ.ἄ.:



Ὁξείδώνει ἐπίσης τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ πρὸς χλώριον, εἰς τὸ ὁποῖον ὀφείλεται ἡ ὀξειδωτικὴ ἰκανότης τοῦ βασιλικοῦ ὕδατος, ὅπως καλεῖται τὸ μίγμα HNO_3 καὶ HCl ὑπὸ ἀναλογίαν $\text{mol } 1 : 3$. Τὸ βασιλικὸν ὕδωρ μετατρέπει ὅλα τὰ μέταλλα, μὴδὲ τῶν εὐγενῶν ἐξαιρουμένων, εἰς χλωριούχα ἅλατα:



3. Νίτρωσις. Μίγμα πυκνοῦ HNO_3 καὶ H_2SO_4 (ὀξύ νιτρώσεως) ἐπιδρᾷ ἐπὶ διαφόρων ὀργανικῶν ἐνώσεων, ὡς π.χ. ἐπὶ τῶν ἄρωματικῶν ὑδρογονανθράκων καὶ ἀντικαθιστᾷ ὕδρογόνα αὐτῶν ὑπὸ νιτρσομάδων ($-\text{NO}_2$). Ἡ ἀντίδρασις αὕτη καλεῖται νίτρωσις:



6. Ἀνίχνευσις. Τὸ HNO_3 ὀξύ ἀνιχνεύεται ἐντὸς τῶν διαλυμάτων του δι' εἰδικῶν ἀντιδραστῶν. μετὰ τῶν ὁποίων παρέχει χαρακτηριστικὰ χρώσεις. Ὄστω μετὰ διαλύματος βρυκκίνης εἰς H_2SO_4 παρέχει ἐρυθρὰν χρῶσιν. Ἐπίσης δι' ἀναμίξεως διαλύματος HNO_3 μετὰ πυκνοῦ διαλύματος FeSO_4 καὶ προσθήκης H_2SO_4 ἐμφανίζεται, εἰς τὴν διαχωρίζουσαν τὰ δύο ὀγρά ἐπιφάνειαν, καστανόχρους δακτύλιος.

7. Χρήσεις. Τὸ μεγαλύτερον μέρος τῆς παραγωγῆς τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος χρησιμοποιοῦται διὰ τὴν παρασκευὴν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν, ὡς εἶναι ἡ νιτρογλυκερίνη, ἡ νιτροκυτταρίνη, ἡ τροτύλη, τὸ πικρικὸν ὀξύ κ. ἄ.

Σημαντικὰ ποσὰ νιτρικοῦ ὀξέος χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν ὀργανικῶν νιτροενώσεων, χρησιμοποιουμένων ὡς πρώτων ὑλῶν εἰς τὴν βιομηχανίαν χρωμάτων. Χρησιμοποιοῦται ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν διαφόρων νιτρικῶν ἀλάτων, τὰ ὁποῖα εὐρίσκουν ἐφαρμογὴν ὡς ἐκρηκτικὰ ὕλαι καὶ ὡς ἀζωτοῦχα λιπάσματα.

Τέλος τὸ νιτρικὸν ὀξύ χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν βασιλικοῦ ὕδατος καὶ ὡς πολυτίμον χημικὸν ἀντιδραστήριον εἰς τὰ χημικὰ ἐργαστήρια.

ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Ὁ φωσφόρος σχηματίζει τρία ὀξειδία: τὸ τριοξείδιον τοῦ φωσφόρου (P_2O_5), τὸ τετροξείδιον τοῦ φωσφόρου (P_2O_4) καὶ τὸ πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου (P_2O_6).

1. Τριοξειδίου του φωσφόρου. Σχηματίζεται κατά την βραδείαν όξειδωσιν του

λευκού φωσφόρου εις τόν άέρα.

Είναι σώμα στερεόν, κρυσταλλικόν, λευκόν, τηκόμενον εις τούς 24°C πρὸς άχρουν όργόν. Ἡ πυκνότης τῶν άτμῶν του άντιστοιχεῖ εις τόν τύπον P₄O₆. Εἶναι δηλητηριώδες. Ὁξειδοῦται ὑπό τοῦ όξυγόνου πρὸς P₂O₅, τῆς όξειδώσεως συνοδευομένης ὑπό φωσφορισμοῦ. Ἐπιδρά βραδέως μετὰ τοῦ ψυχροῦ ὕδατος, παρέχον τό φωσφορῶδες όξύ, τοῦ όποίου εἶναι άνουδρίτης: P₂O₅ + 3H₂O → 2H₃PO₃

2. Τετροξειδίου τοῦ φωσφόρου. Λαμβάνεται διά θερμάνσεως τοῦ P₂O₃ εις 400° έντός κλειστοῦ δοχείου, όποτε τοῦτο διασπάται πρὸς P₂O₅ καί έρυθρόν φωσφόρον.

Εἶναι στερεόν κρυσταλλικόν. Μετὰ τοῦ ὕδατος παρέχει μίγμα H₃PO₃ καί H₃PO₄, τῶν όποιων άποτελεῖ μικτόν άνουδρίτην.

3. Πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου. Παρασκευάζεται διά καύσεως φωσφόρου εις τόν άέρα. Εἶναι σώμα στερεόν, κρυσταλλικόν, έξαχνούμενον εις 250°. Εἶναι λίαν ὕπροσκοπικόν χρησιμοποιοῦμενον διά τήν ξήρανσιν διαφόρων άερίων καί τήν άπόσπασιν μορίων ὕδατος έκ διαφόρων ένώσεων (βλ. παρασκευή SO₃ καί N₂O₅).

Διαλυόμενον εις τό ὕδωρ έν ψυχρῷ παρέχει μεταφωσφορικόν όξύ (HPO₃), τό όποιον κατά τήν παραμονήν ἢ τήν θέρμανσιν τοῦ διαλύματος μεταπίπτει εις όρθοφωσφορικόν όξύ: P₂O₅ + H₂O → 2HPO₃ P₂O₅ + 3H₂O → 2H₃PO₄

Εἶναι κοινός άνουδρίτης τριῶν όξέων τοῦ όρθο - τοῦ πυρο - καί τοῦ μετα - φωσφορικοῦ όξέος, τά όποία περιέχουν τόν φωσφόρον μετ τό αὐτό σθένος (+5) καί διαφέρουν μεταξύ των ὡς πρὸς τήν περιεκτικότητα εις ὕδωρ (σελ. 128).

ΟΞΕΑ ΤΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

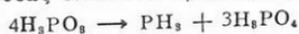
1. Φωσφορῶδες όξύ. Παρασκευάζεται δι' ὕδρολύσεως τοῦ PCl₃:



Σχηματίζεται έπίσης κατά τήν διάλυσιν τοῦ P₂O₃ εις ὕδωρ.

Εἶναι στερεόν, κρυσταλλικόν, τηκόμενον εις 70° C.

Διά θερμάνσεως διασπάται πρὸς H₃PO₄ καί PH₃:

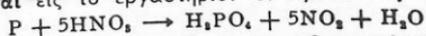


Εἶναι άσθενές διβασικόν όξύ, σχηματίζον δύο μόνον σειράς άλάτων τοῦ τύπου: NaH₂PO₃ καί Na₂HPO₃, γεγονός τό όποιον έξηγεῖται διά παραδοχῆς τοῦ συντακτικοῦ τύπου I. Εἶναι γνωστοί όμως καί οἱ τριεστέρες αὐτοῦ τοῦ τύπου: (RO)₃P, γεγονός έξηγούμενον διά παραδοχῆς τοῦ τύπου II.

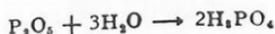
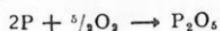
Εἶναι άναγωγικόν ὡς εύκόλως όξειδούμενον πρὸς H₃PO₄. Οὕτω άνάγει τό HNO₃, τό SO₂, τό H₂O₂ κ.ά.

2. Φωσφορικόν όξύ. Παρασκευάζεται εις τό έργαστήριον δι' όξειδώσεως τοῦ

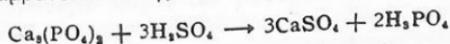
φωσφόρου ὑπό πυκνοῦ HNO₃:



Εἰς τήν βιομηχανίαν παρασκευάζεται δι' όξειδώσεως τῶν άτμῶν τοῦ φωσφόρου— τοῦ λαμβανομένου διά τῆς ηλεκτρικῆς μεθόδου—καί διαλύσεως τοῦ σχηματιζομένου P₂O₅ εις θερμόν ὕδωρ:



Βιομηχανικῶς λαμβάνεται έπίσης δι' έπιδράσεως H₂SO₄ επί φωσφορίτου:



Σχ. 77. Τό μόριον τοῦ φωσφορῶδους όξέος.

Ίδιότητες. Κρυσταλλοῦται εἰς ἀχρόους ὕγροσκοπικοὺς κρυστάλλους, εἰς τὸ ἔμπόριον ὅμως φέρεται συνήθως ὑπὸ μορφὴν πυκνῶν ὕδατι κῶν διαλυμάτων αὐτοῦ (90%), ὡς σιροπιώδες φωσφορικόν ὄξύ.

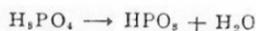
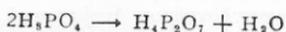


Εἶναι μετρίως ἰσχυρὸν τριβασικόν ὄξύ, παρέχον τρεῖς σειρὰς ἀλάτων: οὐδέτερα, ὀξείδια καὶ δισόξινια. Ἐμφανίζει ὅλας τὰς γενικὰς ἰδιότητες τῶν ὀξέων, ἤτοι ἀντιδρᾶ με βᾶσεις, βασικά ὀξείδια καὶ διάφορα μέταλλα, διασπᾶ τὰ ἀνθρακικά ἄλατα κλπ.



Σχ. 78. Τὸ μόριον τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος

Διὰ θερμάνσεως μεταξύ 215° καὶ 240°C ἀποβάλλει ὕδωρ καὶ μεταπίπτει εἰς πυροφωσφορικόν ὄξύ. Διὰ περαιτέρω θερμάνσεως εἰς 316°C παρέχει μεταφωσφορικόν ὄξύ:



Χρήσεις. Ἄλατα αὐτοῦ εὐρίσκουν ἐφαρμογὴν ὡς π.χ. τὸ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται ὡς λίπασμα. Ἐπίσης χρησιμοποιεῖται τὸ Na_3PO_4 διὸ τὴν ἀποσκλήρυνσι τοῦ ὕδατος καὶ ὡς ἀπορρυπαντικόν (εἶναι τὸ κυριώτερον συστατικόν τοῦ **τρινάλ**).

3. Φωσφορικά ἄλατα - Λιπάσματα. Α' Λιπάσματα. Διὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν φυτῶν θεωροῦνται ἀπαραίτητα πολλὰ στοιχεῖα, τὰ ὅποια παραλαμβάνονται ὑπ' αὐτῶν ἠνωμένα, ὑπὸ μορφὴν ἐνώσεων διαλελυμένων ἐντὸς τοῦ ὕδατος, τοῦ προσλαμβανομένου διὰ τῶν ριζῶν των. Κατ' ἐξαιρέσειν ὁ ἀνθραξ προσλαμβάνεται ὑπὸ μορφὴν CO_2 ὑπὸ τῶν πρασίνων μερῶν τῶν φυτῶν (ἀφομοίωσις), ὠρισμένα δὲ φυτὰ ἔχουν τὴν ἰκανότητα νὰ προσλαμβάνουν καὶ τὸ ἐλεύθερον ἄζωτον τῆς ἀτμοσφαιράς (ψυχανθῆ).

Λόγῳ τῆς συνεχοῦς προσλήψεως τῶν διαφόρων ἀνοργάνων ἀλάτων τοῦ ἐδάφους ὑπὸ τῶν φυτῶν, εἰς τὰ καλλιεργούμενα ἐδάφη παρουσιάζεται πολλὰκις ἔλλειψις εἰς ἐνώσεις περιεχοῦσας τὰ στοιχεῖα ἄζωτον, κάλιον καὶ φωσφόρον ἐνίοτε δὲ καὶ εἰς ἐνώσεις ἀσβεστίου (εἰς ἀμώδη ἐδάφη). Ἐνεκα τούτου εἶναι ἀπαραίτητον τὰ καλλιεργούμενα ἐδάφη νὰ ἐμπλουτίζονται εἰς τὰ στοιχεῖα ταῦτα, διὰ χρησιμοποίησιν **λιπασμάτων**.

Τὰ χρησιμοποιούμενα λιπάσματα διακρίνονται εἰς **φυσικά** καὶ εἰς **τεχνητὰ ἢ χημικά**. Τὸ κυριώτερον τῶν φυσικῶν λιπασμάτων εἶναι ἡ κόπρος τῶν ζώων. Σπουδαῖα λιπάσματα εἶναι ἐπίσης ἡ τέφρα τῶν φυτῶν καὶ διάφορα ὀρυκτὰ ὡς τὸ **γουανό**, τὸ **νίτρον τῆς Χιλῆς** (NaNO_3) καὶ τὸ **νίτρον τῶν Ἰνδιῶν** (KNO_3).

Τὰ τεχνητὰ λιπάσματα διακρίνονται εἰς **ἀπλά**, περιέχοντα ἓν μόνον στοιχεῖον (ἄζωτον, φωσφόρον ἢ κάλιον), ὑπὸ μορφὴν ἀφομοιώσιμον ὑπὸ τῶν φυτῶν, καὶ εἰς **μικτὰ**, τὰ ὅποια περιέχουν δύο ἐκ τῶν στοιχείων αὐτῶν ἢ καὶ τὰ τρία.

Β. Φωσφορικά ἄλατα. Ἐξ ὅλων τῶν φωσφορικῶν ἀλάτων, σπουδαιότερον εἶναι τὸ δισόξινον φωσφορικόν ἀσβέστιον [$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$], τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται ὡς λίπασμα, διότι εἶναι διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἀφομοιοῦται εὐκόλως ὑπὸ τῶν φυτῶν.

Παρασκευάζεται βιομηχανικῶς ἐκ τοῦ φωσφορίτου δι' ἐπιδράσεως ὑπολογισθείσης ποσότητος θεικοῦ ὀξέος:



Τὸ λαμβανόμενον μίγμα $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ καὶ γύψου, περιεκτικότητος 16% εἰς P_2O_5 φέρεται εἰς τὸ ἔμπόριον ὑπὸ τὸ ὄνομα ὑπερφωσφορικόν ἄλας, ἀποτελεῖ δὲ τὸ σπουδαιότερον φωσφοροῦχον λίπασμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΟΜΑΔΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ

(ΤΕΤΑΡΤΗ ΚΥΡΙΑ ΟΜΑΔ ΤΟΥ Π. Σ.)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΗΣ IV ΚΥΡΙΑΣ ΟΜΑΔΟΣ ΤΟΥ Π.Σ.

Εις τὴν IV κυρίαν ομάδα τοῦ Π. Σ. ἀνήκουν τὰ στοιχεῖα ἀνθραξ, πυρίτιον, γερμάνιον καὶ μόλυβδος.

Γενικῶς εἰς τὴν IV ομάδα τοῦ Π. Σ. παρατηρεῖται—ὅπως καὶ εἰς τὰς μέχρι τοῦδε ἐξετασθεῖσας ομάδας—ὅτι ὁ ἠλεκτροθετικὸς χαρακτὴρ τῶν στοιχείων αὐξάνει, αὐξανόμενου τοῦ ἀτομικοῦ τῶν βάρους. Οὕτω ἐκ τῶν στοιχείων αὐτῶν ὁ ἀνθραξ καὶ τὸ πυρίτιον εἶναι ἀμέταλλα, ἐνῶ τὰ ὑπόλοιπα μέταλλα. Ἐξ ἄλλου τὸ σύνολον τῶν στοιχείων τῆς IV ομάδος ἐμφανίζει ἠδὲξήμενον ἠλεκτροθετικὸν χαρακτὴρα ἐν συγκρίσει πρὸς τὰ στοιχεῖα τῆς VII, VI καὶ V κυρίας ομάδος τοῦ Π.Σ.

Περὶσσότεραι ἀναλογίαι ὑπάρχουν μεταξὺ τοῦ ἀνθρακος καὶ τοῦ πυρίτιου. Εἶναι ἀμφότερα στερεὰ ἀλλότροπα στοιχεῖα, πητικὰ μόνον εἰς λίαν ὑψηλὰς θερμοκρασίας, διαλυόμενα μόνον εἰς τήγματα μετάλλων—ὁ ἀνθραξ ἐντὸς τετηκότος σιδήρου καὶ τὸ πυρίτιον ἐντὸς τετηκότος ἀργιλίου—καὶ σχηματίζουν ἀναλόγους χημικὰς ἐνώσεις.

ΑΝΘΡΑΞ (C)

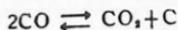
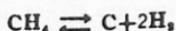
1. Προέλευσις. Ὁ ἀνθραξ εἶναι λίαν διαδεδομένος εἰς τὴν Φύσιν. Ἀποτελεῖ τὰ 0,19% τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς, κατέχων τὴν 12ην θέσιν μεταξύ ὄλων τῶν στοιχείων εἰς τὴν σειρὰν διαδόσεως αὐτῶν.

Ἐλεύθερος ἀπαντᾷ ὑπὸ πολλὰς μορφάς, ἐκ τῶν ὁποίων δύο εἶναι τελείως καθωρισμένα: ὁ **δάμας** καὶ ὁ **γραφίτης**. Αἱ μορφαὶ αὗται εἶναι καὶ αἱ σπανιώτερον ἀπαντῶσαι εἰς τὴν Φύσιν, ἐνῶ πλέον διαδεδομένα εἶναι τὰ διάφορα εἶδη τῶν γαιανθράκων, εἰς τὰ ὁποῖα ὁ ἀνθραξ εὐρίσκειται ἀναμεμιγμένος μετ' ἄλλων οὐσιῶν.

Ἐνωμένος, ὑπὸ μορφήν διαφόρων ἐνώσεων, εἶναι πλέον διαδεδομένος εἰς τὴν Φύσιν. Οὕτω ἀπαντᾷ ὡς CO₂, εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ ὑπὸ μορφήν ἀνθρακικῶν ἀλάτων εἰς τὸν στερεόν φλοιόν τῆς Γῆς. Ἀπαντᾷ ἐπίσης ὑπὸ μορφήν ὑδρογονανθράκων εἰς τὸ πετρέλαιον καὶ τὰ φυσικὰ ἀέρια.

Εἶναι τὸ βασικὸν στοιχεῖον τοῦ ἐνοργάνου κόσμου, αἱ ἐνώσεις τοῦ ὁποίου ἀποτελοῦν τὸ ὕλικόν ὑπόστρωμα ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐμφανίζεται ἡ ζωὴ. Αἱ χιλιάδες τῶν ἐνώσεων τοῦ ἀνθρακος, ὀργανικαὶ ἐνώσεις καλούμεναι, ἐξετάζονται ὑπὸ τῆς Ὀργάνικης Χημείας. Εἰς αὐτὰς δὲν συμπεριλαμβάνονται μόνον τὰ ὀξειδία τοῦ ἀνθρακος, τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ καὶ τὰ ἀνθρακικὰ ἀλατὰ, τὰ ὁποῖα ἐξετάζει ἡ Ἀνόργανος Χημεία.

2. Παρασκευὴ. Χημικῶς καθαρὸς ἀνθραξ λαμβάνεται α) διὰ θερμικῆς διασπάσεως ὀδρογονανθράκων, κυρίως μικροῦ μοριακοῦ βάρους, ὡς καὶ β) διὰ θερμικῆς διασπάσεως τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος εἰς 450° C :



3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι στερεόν ἀλλότροπον καὶ ἐξαιρετικῶς δύστηκτον στοιχεῖον, ἀδιάλυτον εἰς ἀπαντὰ τὰ γνωστὰ διαλυτικὰ μέσα, διαλυτὸν μόνον ἐντὸς τετηκότος σιδήρου. Αἱ λοιπαὶ φυσικαὶ ἰδιότητες αὐτοῦ ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς ἀλλοτροπικῆς μορφῆς, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐμφανίζεται, διαφέρουσαι ἀπὸ μορφῆς εἰς μορφήν.

4. Χημικαί ιδιότητες. α) Δομή και χημικός χαρακτήρ. Έχει 4e εις τήν έξω-τάτην αὐτοῦ στιβάδα, τήν ὅποιαν τείνει νά συμπληρώσῃ ἐνούμενος πάντοτε δι' ὀμοιοπολικοῦ δεσμοῦ. Εἰς τὰς ἐνώσεις του ἐμφανίζει σθένος +4 καί -4.

Τὰ ἄτομα τοῦ ἄνθρακος ἔχουν τήν ἱκανότητα νά ἐνοῦνται μετὰ ἑἑνὸν διὰ σχηματισμοῦ ὀμοιοπολικῶν δεσμῶν πρὸς σχηματισμὸν τῶν καλουμένων ἄνθρακικῶν ἀλύσεων. Ἐκ τῆς ἱκανότητος ταύτης τοῦ ἄνθρακος ἐξηγεῖται ὁ μεγάλος ἀριθμὸς τῶν ἐνώσεων, τὰς ὁποίας σχηματίζει.

Ἐμφανίζει σημαντικὴν χημικὴν ἀδράνειαν, ἐνούμενος εἰς ὑψηλὰς μόνον θερμοκρασίας μὲ ὀλίγα ἀμέταλλα ὡς καί τινα μέταλλα, σχηματίζων τὰ καλούμενα **καρβίδια**.



Σχ. 79. Τὸ ἄτομον τοῦ ἄνθρακος.

β) Ἀντιδράσεις μὲ ἀμέταλλα. Θερμαίνόμενος εἰς τὸν ἀέρα, ἐνοῦται μετὰ τοῦ **ὀξυγόνου** καίόμενος πρὸς CO_2 , ὑπὸ ἔκλεισιν σημαντικοῦ ποσοῦ θερμότητος (καύσιμον μέσον). Καίεται ἐπίσης εἰς ἀτμόσφαιραν φθορίου πρὸς τετρα-φθοράνθρακα (CF_4).

Μετὰ τοῦ **ὕδρογόνου** σχηματίζει ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας διαφόρους ὑδρογονάνθρακας.

Μετὰ τοῦ **θειοῦ** ἐνοῦται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν πρὸς διθειάνθρακα (CS_2).

Μετὰ τοῦ **πυριτίου** καὶ τοῦ **βορίου** ἐνοῦται εἰς θερμοκρασίαν ἠλεκτρικῆς καμίνου πρὸς **ἀνθρακοπυρίτιον** (SiC) καὶ **ἀνθρακοῦχον βόριον** (CB_3) ἀντιστοίχως.

γ) Ἀντιδράσεις μὲ μέταλλα. Ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μὲ τινα μέταλλα εἰς θερμοκρασίαν καμίνου πρὸς σχηματισμὸν τῶν καλουμένων **καρβιδίων τῶν μετάλλων** (Al_4C_3 , MgC_2). Τὰ πλεῖστα τῶν καρβιδίων ὁμως λαμβάνονται διὰ θερμάνσεως ὀξειδίων τῶν μετάλλων μετὰ τοῦ ἄνθρακος ὡς π.χ. :

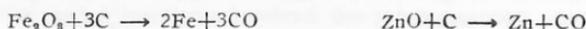


Οἱ τύποι τῶν καρβιδίων τῶν μετάλλων, ἀντιστοιχοῦν εἰς προϊόντα ἀντικαταστάσεως τοῦ ὑδρογόνου ὑδρογονάνθρακων ὑπὸ μετάλλου. Ταῦτα ὑδρολύονται ὑπὸ τοῦ ὕδατος παρέχοντα ὑδρογονάνθρακα, ἀναλόγως τοῦ εἴδους τοῦ ὁποίου ταξινομοῦνται εἰς τὰς ἐξῆς κατηγορίας: α) Καρβίδια ἀκετυλενίου (ἀκετυλενίδια) π.χ. CaC_2 , β) Καρβίδια παρέχοντα μεθάνιον π.χ. Al_4C_3 , γ) Καρβίδια παρέχοντα μίγμα ὑδρογονάνθρακων π.χ. Fe_3C , δ) Καρβίδια μὴ διασπώμενα ὑπὸ τοῦ ὕδατος.

δ) Ἀντιδράσεις μὲ διαφόρους ἐνώσεις. Λόγω τῆς τάσεως τήν ὅποιαν ἔχει νά ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ἀνάγει πλεῖστα ὀξειδία. Οὗτω ἀνάγει εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τὸ SiO_2 , τὸ P_2O_5 , τὸ CO_2 καὶ διασπᾷ τοὺς ὑδρατμούς:



Ἀνάγει ἐπίσης τὰ ὀξειδία διαφόρων μετάλλων, χρησιμοποιούμενον—κυρίως ὑπὸ μορφὴν κῶκ—εἰς τὴν μεταλλουργίαν διαφόρων μετάλλων :



Ὁξειδωταὶ ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ θερμοῦ θεικοῦ ὀξέος καὶ ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος πρὸς εἰοξειδίον τοῦ ἄνθρακος :



5. Χρήσεις. Αἱ χρήσεις τοῦ ἄνθρακος εἶναι πολυποίκιλοι, ὅπως καὶ αἱ μορφαί, ὑπὸ τὰς ὁποίας ἐμφανίζεται. Εἶναι ἡ κυριώτερά καύσιμος ὕλη ὡς ἄνθρακίτης, λιθάνθραξ, λιγνίτης καὶ κῶκ. Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀναγωγικὸν μέσον εἰς τὴν μεταλλουργίαν, ὑπὸ μορφὴν κῶκ. Ὁ λιθάνθραξ εἶναι ἡ πρώτη ὕλη ἐκ τῆς ὁποίας παρασκευάζεται τὸ φωταέριον καὶ ἡ λιθανθρακόπισσα, πηγὴ σπουδαιωτάτων ὀργανικῶν ἐνώσεων.

Ὡς ἀνεφέρθη, ὁ ἄνθραξ εἶναι ἀλλότροπον στοιχεῖον, τὸ ὅποιο ἀπαντᾷ εἰς τὴν φύσιν εἰς καθαράν στοιχειακὴν μορφὴν, ὑπὸ δύο κρυσταλλικῶν ἀλλοτροπικῶν μορφῶν: ὁ

άδαμας και ως γραφίτης. "Ολοι αι άλλαι μορφαί του άνθρακος, αι όποιαί ειτε άνευρίσκονται εις την Φύσιν υπό μορφήν γαιάνθρακων ειτε παρασκευάζονται τεχνητώσ, χαρακτηρίζονται ως **άμορφος άνθραξ**, ένψ εις την πραγματικότητα πρόκειται περι μορφών άκαθάρτου άνθρακος, εις πολλάς των όποιων, ως άπεδείχθη εκ της έρευνής δι' άκτίνων X, ό άνθραξ περιέχεται υπό μορφήν λεπτόσ διαμερισμένων κρυστάλλων. Αί σπουδαιότεραι των μορφών του άνθρακος περιλαμβάνονται εις τον κάτωθι πίνακα :



1. 'Αδάμας

1. Προέλευσις. 'Απαντά εις μικρά ποσά έν τη Φύσει έντός κοιτασμάτων, τά σπουδαιότερα των όποιών εύρίσκονται εις την Ν. 'Αφρικήν, τό Βελγικόν Κογκό, την Βραζιλίαν, την Σιβηρίαν κ. ά.

'Εκ της γεωλογικής μελέτης των πετρωμάτων, έντός των όποιών εύρίσκονται οι άδάμαντες, συνάγεται ότι ό σχηματισμός αυτών έλαβε χώραν υπό την επίδρασιν ύψηλής θερμοκρασίας και της πιέσεως των υπερκειμένων στρωμάτων. 'Υπερ της άπόψεως ταύτης συνηγορεί και ή υπό άναλόγους συνθηκάς έπιτευχθείσα υπό του Moissan παρασκευή μικρών τεχνητών άδαμάντων, άνευ έμπορικής άξιας.

2. 'Ιδιότητες. Οι άδάμαντες άποτελούν διαφανείς κρυστάλλους, κυβικού συστήματος, μεγάλου δείκτου διαθλάσεως (2,42) και πυκνότητος 3,51 gr/cm³. Είναι άχρoοι, σπανιώτερον δέ άπαντουν άδάμαντες κεχρωσμένοι κίτρινοι, έρυθροί ή κυανοί, λόγω έλαχίστης προσμίξεως μετάλλων. 'Ο άδάμας άποτελεί τό σκληρότερον ύλικόν έν τη Φύσει και είναι κακός άγωγός της θερμότητος και του ήλεκτρισμού.

Θερμαινόμενος άπουσιζά άέρος εις θερμοκρασίαν βολταϊκόο τόξου μετατρέπεται εις γραφίτην, ένψ παρουσιζά δευγόνου (800%) ή άέρος (900%) καίεται προς CO₂, χωρίς να καταλείπη ύπόλειμμα, γεγονός, τό όποίον άποδεικνύει ότι άποτελεί την καθαρωτέρα μορφήν άνθρακος.

3. Χρήσεις. Χρησιμοποιείται διά κατασκευήν κοσμημάτων, ύφιστάμενος ειδικήν κατεργασίαν προς αύξησιν των έδρών του κρυστάλλου, εις τρόπον ώστε να προκαλή έντονον σκεδασμόν του φωτός. Οι μικροϋ πάχους άδάμαντες κατεργάζονται εκ της μιās πλευράσ μόνον, προς άποτέλεσιν 24 συνήθως έδρών, έν ειδη θόλου (rosettes), ένψ οι όγκωδέστεροι και εκ των δύο πλευρών, όποτε καλούνται έκλαμπροι άδάμαν-

τες (brillands). 'Η λείανσις τῶν ἀδαμάντων ἐπιτυγχάνεται μόνον διὰ κατεργασίας μετὰ τῆς ἰδίας αὐτῶν κόνεως. 'Η ἐμπορική ἀξία τῶν ἀδαμάντων — καὶ γενικῶς τῶν πολυτίμων λίθων — ἐκφράζεται εἰς καράτια (ἓν καράτιον = 0,2 gr).

Τὰ ἀκάθαρτα μελανοῦ χρώματος τεμάχια ἀδάμαντος, τὰ ὅποια δὲν δύνανται νὰ ἀποτελέσουν πολυτίμους λίθους, εὐρίσκουν ἐφαρμογὴν, ὑπὸ τὸ ὄνομα carbonados, εἰς τὴν κοπὴν τῆς ὑάλου, εἰς τὴν λείανσιν πολυτίμων λίθων κ.ά.

2. Γραφίτης

1. Προέλευσις. Λίαν καθαρὸς γραφίτης ἀπαντᾷ εἰς τὴν Κεϋλάνην, ἀναμειγμένος δὲ μετὰ πυριτικῶν προσμίξεων εἰς Σιβηρίαν, Κορέαν, Μαδαγασκάρην κ.ά.

2. Παρασκευή. Παρασκευάζεται καὶ τεχνητῶς, διὰ θερμάνσεως ἐντὸς ἡλεκτρικῶν καμίνων μίγματος ἀνθρακος καὶ ἄμμου, ὅποτε παράγεται κατ' ἀρχὰς **ἀνθρακοπυρίτιον** (SiC), τὸ ὅποιον εἰς ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν διασπᾶται εἰς πυρίτιον καὶ ἀνθρακα, ὑπὸ μορφήν γραφίτου (μέθοδος Acheson).

3. Ἰδιότητες. Κρυσταλλοῦται εἰς τὸ ἐξαγωνικὸν οὐστημα εἶναι μέλας, ὀδισφανής, ἐμφανιζόμενος ὑπὸ μορφήν λεπτῶν μαλακῶν φυλλιδίων. *Ἐχει μεταλλικὴν λάμψιν, ἐλαχίστην σκληρότητα καὶ εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.

Εἶναι λίαν δύστηκτος (ο.τ. 3526° C) καὶ λίαν ἀδρανὴς ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως. Θερμαινόμενος εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας, εἰς τὸν ἀέρα ἢ τὸ ὀξυγόνον, καίεται πρὸς CO₂, ἐμφανίζει δὲ γενικῶς μεγάλην ἀνθεκτικότητα, ἔναντι τῶν χημικῶν ἀντιδραστηρίων.

4. Χρήσεις. Ὁ γραφίτης χρησιμοποιεῖται : α) διὰ τὴν κατασκευὴν μολυβδίδων, β) πρὸς κατασκευὴν χωνευτηρίων διὰ τὴν μεταλλουργίαν, γ) πρὸς κατασκευὴν ἡλεκτροδίων δι' ἡλεκτρολύσεις καὶ ἡλεκτρικὰς καμίνους, δ) εἰς τὴν γαλβανοπλαστικὴν πρὸς ἐπάλειψιν τῶν μὴ μεταλλικῶν ἀντικειμένων, ε) ἐν μίγματι μετ' ὀρυκτελαίων πρὸς λίπανσιν τῶν μηχανῶν, στ) ὡς συστατικὸν διαφόρων ἐλαιοβαφῶν, πρὸς ἐπάλειψιν μεταλλικῶν ἀντικειμένων.

3. Γαϊάνθρακες

Οἱ **γαϊάνθρακες** ἢ **ὀρυκτοὶ ἀνθρακες** ἀπαντοῦν εἰς ἐκτεταμένα κοιτάσματα ἐντὸς τῆς Γῆς. Ἐοχηματίσθησαν ἐκ τῆς χλωρίδος, ἢ ὅποια εἰς παρωχημένας γεωλογικὰς περιόδους ἐκάλυπτε τὴν γῆν καὶ ἢ ὅποια καταχωσθεῖσα ἀπηνθρακώθη βαθμηδόν, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς ἰσχυρᾶς πίεσεως.

Οἱ γαϊάνθρακες δὲν ἀποτελοῦνται ἐκ καθαροῦ ἀνθρακος, ἀλλ' εἶναι μίγματα ἰσχυρῶς συμπεπικνωμένων ἐνώσεων τοῦ ἀνθρακος μεθ' ὕδρογόνου, ὀξυγόνου, ἀζώτου καὶ θείου. Πλὴν τῶν ἐνώσεων αὐτῶν ὑπάρχουν ἐντὸς τῶν γαϊάνθρακων καὶ ἀνόργανοι τοιαῦται, αἱ ὅποιαι, μετὰ τὴν καθοῖσιν τοῦ ἀνθρακος, καταλείπονται ὑπὸ μορφήν τέφρας.

*Αναλόγως τῆς γεωλογικῆς περιόδου, ἀπὸ τῆς ὁποίας ἤρχισεν ἡ ἀπανθράκωσις, οἱ γαϊάνθρακες περιέχουν μεγαλύτερον ἢ μικρότερον ποσοστὸν ἀνθρακος, διακρινόμενοι ὡς ἐκ τούτου εἰς τέσσαρα κυρίως εἶδη, τὰ ὅποια περιγράφονται κατωτέρω :

1. Ἀνθρακίτης. Εἶναι ὁ πλουσιώτερος εἰς ἀνθρακα γαϊάνθραξ (90—95 %) περιέχων μικρὰ μόνον ποσὰ ὕδρογόνου, ὀξυγόνου καὶ ἀζώτου.

Εἶναι μέλας, μεταλλικῆς λάμψεως. Ἀναφλέγεται δυσκόλως καὶ καίεται ζωηρῶς ἀποδίδων μεγάλα ποσὰ θερμότητος (8000—9000 Kcal ἀνὰ Kgr). Χρησιμοποιεῖται ὡς καύσιμον.

2. Λιθάνθραξ. Περιέχει 65—90 % ἀνθρακα καὶ σημαντικὰς ποσότητας ὕδρογόνου, ὀξυγόνου καὶ ἀζώτου. Καίμενος ἀποδίδει 7500—8000 Kcal ἀνὰ Kgr.

Οἱ λιθάνθρακες διακρίνονται εἰς ἰσχνούς καὶ παχείς. Οἱ **ἰσχνοὶ** κατὰ τὴν **θέρ-**

μανοιν άπουσία άέρος (ξηρά άπόσταξις), παρέχουν μικρόν ποσόν άερίων και κώκ μη συμπαγές, άκατάλληλον διά τήν μεταλλουργίαν. Χρησιμοποιούνται ώς καύσιμος ύλη. Οί **παχείς** παρέχουν διά ξηράς άποστάξεως, σημαντικές ποσότητες άερίων και κώκ συμπαγές, κατάλληλον διά τήν μεταλλουργίαν. Χρησιμοποιούνται πρós παρασκευήν κώκ, φωταερίου, λιθανθρακοπίσεως κλπ.

3. Λιγνίτης. Περιέχει 60—70% άνθρακος και σημαντικές ποσότητες ύδρογόνου, όξυγόνου και άζώτου. Είναι καστανός έως μέλας και άποτελεί προϊόν νεωτέρας γεωλογικής περιόδου. Ός έκ τούτου διατηρεί πολλάκις τήν ύφήν του ξύλου έκ του όποιου παρήχθη. Λόγω τής μεγάλης του περιεκτικότητας εις άνοργάνους ύλας έγκαταλείπει κατά τήν καύσιν του μέγα ποσόν τέφρας, άποδίδει δέ 6000—7000 Kcal ανά Kgr. Είς τήν Έλλάδα άπαντούν σημαντικά κοιτάσματα λιγνίτου (Άλιβέριον, Πτολεμαίς, Όρωπός, Σέρραι κλπ.).

4. Τύρφη (ποάνθραξ). Είναι προϊόν τής συγχρόνου γεωλογικής περιόδου, προερχόμενη έκ τών φυτών τών έλών και τών λιμνών τή έπίδρασει μικροοργανισμών. Συγκρατεί μεγάλα ποσά ύδατος. Περιέχει 50—60% C και άποδίδει 5000—5500 Kcal ανά Kgr. Λόγω τής μικράς θερμικής ένεργείας, τήν όποιαν άποδίδει, έλάχιστα χρησιμοποιείται ώς καύσιμον και μόνον έπιτοπίως.

4. Τεχνητοί άνθρακες

Διά τήν κάλυψιν τών άναγκών τής βιομηχανίας παρασκευάζονται τεχνητός, έκ τών φυσικών άνθράκων είτε έκ διαφόρων όργανικών ύλών, τεχνητοί άνθρακες, έμφανίζοντες ειδικάς ιδιότητες, οί κυριώτεροι τών όποιων περιγράφονται κατωτέρω :

1. Κώκ. Λαμβάνεται διά ξηράς άποστάξεως τών λιθανθράκων, ή όποία έπιτελείται, είτε πρós παρασκευήν φωταερίου, όποτε τó κώκ άποτελεί παραπροϊόν, χρησιμοποιούμενον ώς καύσιμον, είτε πρós παραγωγήν έκλεκτής ποιότητας κώκ, τó όποιον χρησιμοποιείται εις τήν μεταλλουργίαν πρós άναγωγήν τών όξειδίων τών μετάλλων (μεταλλουργικόν κώκ). Περιέχει 90—95% C και καίεται άνευ φλογός παρέχον 8000 Kcal ανά Kgr.

2. Άνθραξ άποστακτήρων. Λαμβάνεται έκ τών τοιχωμάτων τών άποστακτικών όυσκευών τών λιθανθράκων, προερχόμενος έκ τής διασπάσεως άερίων ύδρογονανθράκων—παραγομένων κατά τήν ξηράν άπόσταξιν τών λιθανθράκων — όταν έλθουν εις έπαφήν μετά τών διαπύρων τοιχωμάτων.

Είναι συμπαγής, σκληρός, λίαν καθαρός και καλός άγωγός τής θερμότητας και του ήλεκτρισμού. Έξωτερικώς όμοιάζει με τόν φυσικόν γραφίτην. Χρησιμοποιείται διά τήν κατασκευήν ήλεκτροδίων.

3. Ξυλάνθραξ. Είναι προϊόν άπανθρακώσεως τών ξύλων, λαμβανόμενον διά θερμάνσεως αύτών άπουσία άέρος. Η άπανθράκωσις τών ξύλων έπιτυγχάνεται κατά δύο τρόπους: α) Διά σχηματισμού σωρών και έπικαλύψεως με χώμα, άφιεμένων μικρών όπών πρós κυκλοφορίαν περιωρισμένου ποσού άέρος, όποτε καίεται μέρος τών ξύλων, άπανθρακουμένων τών λοιπών. β) Διά θερμάνσεως τών ξύλων έντός κλειστών δοχείων, όποτε λαμβάνονται χρήσιμα παραπροϊόντα (ξυλόπισσα, όξικόν-όξύ, μεθυλική άλκοόλη κ. ά.).

Ό ξυλάνθραξ είναι λίαν πορώδης και διατηρεί τήν κυτταρικήν ύφήν του άρχικού ξύλου. Παρουσιάζει μεγάλην άπορροφητικήν ικανότητα διά τά άέρια και τός έν διαλύσει ούσιαις. Ξυλάνθραξ ειδικώς παρασκευαζόμενος, διά νά χρησιμοποιηθί ώς άποχρωστικόν, καλείται **ένεργός άνθραξ**.

4. Ζωικός άνθραξ. Λαμβάνεται διά ξηράς άποστάξεως διαφόρων ζωικών άπορριμάτων. Άναλόγως τής προελεύσεως αύτου διακρίνεται εις όστεάνθρακα, αίματάνθρακα κλπ. Ό όστεάνθραξ λαμβάνεται διά θερμάνσεως όστών έντός κλειστών δο-

χείων και περιέχει κατά 90% ανόργανα άλατα ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ και CaCO_3). Παρουσιάζει την Ικανότητα να απορροφά οργανικές χρωστικές ουσίας, χρησιμοποιούμενος ως μέσον αποχρωματισμού.

5. Αιθάλη. (κν. φούμμο). Λαμβάνεται, είτε δι' άτελους καύσεως οργανικών ούσιων πλουσιών εις άνθρακα, είτε εκ θερμικής διασπάσεως υδρογονανθράκων. Είναι μέλαινα κόνις και χρησιμοποιείται προς παρασκευην σιλικής και τυπογραφικής μέλανης, βερνικίων, χρωμάτων, προστίθεται εις τó καουτσούκ κλπ.

ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

1. Προέλευσις. Δέν άπαντά εις την Φύσιν. Σχηματίζεται κατά την άτελη καύσιν του άνθρακος ή οργανικών ενώσεων. Άπαντά εις τó φωταέριον, τó υδραέριον και τó άνθρακαέριον. Σχηματίζεται επίσης εις τás καμίλους, δι' άναγωγής του CO_2 υπό άνθρακος.

2. Παρασκευαί. Α') Εις τó έργαστήριον. 1. Διά θερμάνσεως μυρμηκικού όξέος (HCOOH) ή όξάλικοιό όξέος ($\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2$) μετά πυκνού H_2SO_4 , τó όποιον άφαιρεί έξ αύτων τó ύδωρ :



Τó CO_2 , τó σχηματιζόμενον ταυτοχρόνως κατά την δευτέραν αντίδρασιν, άπομακρύνεται διά διαβίβάσεως μέσω διαλύματος NaOH .

2. Διά διαβίβάσεως CO_2 διά θερμαινόμενου σωλήνος, περιέχοντος άνθρακα. Εις τούς 1050°C ή άπόδοσις τής αντιδράσεως είναι 99,6%: $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$.

Β') Εις την βιομηχανίαν. 1. Εις τás καμίλους τής μεταλλουργίας λαμβάνεται κατά την διαβίβασιν CO_2 , μέσω διαπύρων άνθράκων.

2. Διά διαβίβάσεως υπερθερμών υδρατμών υπεράνω διαπύρων άνθράκων λαμβάνεται έν μίγματι μεθ' ύδρογόνου και διοξειδίου του άνθρακος (υδραέριον):



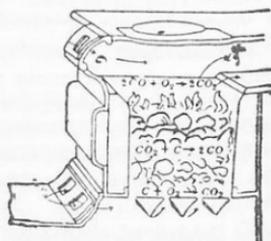
3. Διά διαβίβάσεως εις ύψηλήν θερμοκρασίαν ρεύματος άέρος δι' έρυθροπυρρούμένου κώκ, λαμβάνεται έν μίγματι μετά του άζώτου (άνθρακαέριον).

3. Φυσικαί ιδιότητες. Είναι άέριον δυσκόλως ύγροποιούμενον, άχρουν, όσομον και άγευστον. Είναι έλαφρότερον του άτμοσφαιρικού άέρος και δυσδιάλυτον εις τó ύδωρ.

4. Φυσιολογική δράσις. Είναι λιάν δηλητηριώδες, δυνάμενον να προκαλέση τόν θάνατον και όταν άκόμη περιέχεται εις τόν άτμοσφαιρικόν άέρα εις αναλογίαν 1 : 5000. Η δηλητηριώδης δράσις του όφείλεται εις τó γεγονός, ότι ένοϋται μετά τής αιμοσφαιρίνης και σχηματίζει την άνθρακοξυαιμοσφαιρίνην, ένωσην σταθεράν, άποκλειομένης ούτω τής μεταφοράς υπό του αίματος του όξυγόνου προς διένεργειαν τών καύσεων, αι όποιαί είναι άπαραίτητοι διά την διατήρησιν τής ζωής.

Αι δηλητηριάσεις εκδηλοϋνται ως ζάλη, κεφαλαλγία, έμετος, τέλος δέ άναισθησία. Η θεραπεία γίνεται για τεχνητής άναπνοής και χορηγήσεως όξυγόνου.

Τó μονοξειδιον του άνθρακος είναι εξαιρετικώς επικίνδυνον διότι λόγω τών φυσικών του ιδιοτήτων δέν καθίσταται άντιληπτή ή παρουσία του εις τόν άέρα. Ένεκα τούτου αι δηλητηριάσεις εκ CO είναι συχναί και όφειλονται εις τás άκολούθους αίτίας: α) εις την εισπονήν φωταερίου—τό όποιον περιέχει 8% CO —διαφεύγοντος εκ τών σωλήνων παροχητέσεως, β) εις την έκπονήν τών εξατμίσεων τών μηχανών έσωτερικής καύσεως, γ) εις την εισπονήν τών άερίων τών οικιακών θερμοστρών κακής κατασκευής και τών μαγγα-

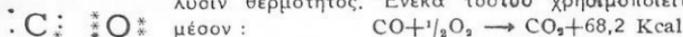


Σχ. 80. Αντιδράσεις λαμβάνουσαι χώραν κατά την καθύσιν του άνθρακος εις τás θερμομάστρας

λιών. Πρὸς ἀποφυγὴν σχηματισμοῦ CO, αἱ θερμάστραι πρέπει νὰ ἔχουν ἀγωγὸς πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῶν ἀερίων τῆς καύσεως καὶ νὰ μὴ κλείεται τελείως ἡ θυρὶς αὐτῶν διὰ τὰ μὴ ἐπιβραδύνεται ἡ καύσις καὶ γίνεται ἀτελής.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Εἶναι οὐδέτερον ὀξειδίου καὶ ἐμφανίζει ἀκόρεστον χαρακτήρα.

2. Καίεται θερμαινόμενον εἰς τὸν ἀέρα μετὰ κυανῆς φλογὸς πρὸς CO₂, ὑπὸ ἔκλυσιν θερμότητος. Ἔνεκα τούτου χρησιμοποιεῖται ὡς καύσιμον



3. Εἶναι ἀναγωγικὸν μέσον. Εἰς θερμοκρασίαν ἐρυθροπυρῶσεως ἀνάγει διάφορα μεταλλικὰ ὀξείδια, χρησιμοποιούμενον εἰς τὴν μεταλλουργίαν :



Σχ. 81. Τὸ μόριον τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

Ἀνάγει ἐπίσης ἐν ψυχρῷ ὄξινα διαλύματα KMnO₄ καὶ διασπᾷ τοὺς ὕδατμούς εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν :



4. Συμπεριφέρεται καὶ ὡς **ὀξειδωτικὸν** ἐναντι ἰσχυρῶν ἀναγωγικῶν σωμάτων. Οὕτω τὰ K, Na καὶ Mg, προαναφλεγέοντα, καίονται ἐντὸς τοῦ CO, παρέχοντα ὑπόλειμμα ἐξ ἀνθρακος :



5. Παρέχει ἀντιδράσεις προσθήκης λόγω τοῦ ἀκορέστου χαρακτήρος του. Οὕτω μὲ χλωρίον δίδει τὸ δηλητηριώδες ἀέριον φωσγένιον (COCl₂).

6. Θερμαινόμενον παρῴσια μετ' ἄλλων τινῶν ὑπὸ πίεσιν, παρέχει **μεταλλοκαρβονυλικὰ ἐνώσεις**, π.χ.



7. Ἀπορροφᾶται ὑπὸ πίεσιν, ὑπὸ τῶν καυστικῶν ἀλκαλίων εἰς 200° C, παρέχον μυρμηκικὰ ἄλατα



6. Ἀνίχνευσις. Τὸ καθαρὸν CO ἀνιχνεύεται ἐκ τῆς κυανῆς φλογός, ἡ ὅποια συνοδεύει τὴν καύσιν του. Ὅταν εὐρίσκεται ἐν μίγματι μετ' ἄλλων ἀερίων, δυνάμεθα νὰ τὸ ἀνιχνεύσωμεν καὶ νὰ τὸ προσδιορίσωμεν ποσοτικῶς, διὰ διαβίβασιν μὲσω ἀμμωνιακοῦ διαλύματος Cu₂Cl₂, ὑπὸ τοῦ ὁποίου καὶ ἀπορροφᾶται.

7. Χρήσεις. Εὐρίσκει σημαντικὰς βιομηχανικὰς ἐφαρμογὰς ὡς καύσιμος ὕλη καὶ ὡς ἀναγωγικὸν μέσον εἰς τὴν μεταλλουργίαν. Εἶναι τὸ κύριον συστατικὸν τῶν βιομηχανικῶν καυσίμων ἀερίων, ἧτοι τοῦ μικτοῦ ἀερίου, τοῦ ὕδραερίου καὶ τοῦ ἀνθρακαερίου.

Τὸ **ἀνθρακαέριον** ἢ **ἀέριον τῶν ἀεριογόνων συσκευῶν** (gaz de gazogènes) λαμβάνεται διὰ διαβίβασιν εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ρεύματος ἀέρος δι' ἐρυθροπυρρῶμενον κῶκ. Εἶναι μίγμα μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος (~ 25%) καὶ ἀζώτου τοῦ ἀέρος (~ 50%) περιέχον καὶ ποσότητα CO₂. Ἡ θερμαντικὴ του ἰκανότης εἶναι σχετικῶς μικρά καὶ δι' αὐτὸ ὀνομάζεται καὶ **πτωχὸν ἀέριον**.

Τὸ **ὕδραέριον** παράγεται διὰ διοχετεύσεως ὕδατῶν μὲσω διαπύρου κῶκ θερμοκρασίας ἄνω τῶν 1000° C καὶ ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ μίγματος CO καὶ H₂ :



Ἡ θερμικὴ ἀπόδοσις τοῦ ὕδραερίου εἶναι πολὺ μεγαλυτέρα τῆς τοῦ ἀνθρακαερίου.

Ἐπειδὴ ἡ ἀντίδρασις παραγωγῆς τοῦ ὕδραερίου εἶναι ἐνδόθερμος καὶ ὡς ἐκ τούτου ψύχονται ταχέως οἱ ἐντὸς τῆς ἀεριογόνου συσκευῆς διάπυροι ἀνθρακες, ἐν τῇ πράξει συνήθως διακόπτεται κατὰ διαστήματα ἡ διοχέτευσίς ὕδατῶν καὶ ἐμφυσᾶται διὰ τῆς συσκευῆς ἀήρ, πρὸς ἀναζωπύρωσιν τῆς καύσεως τῶν ἀνθράκων. Κατ' αὐτὸν τρόπον λαμβάνεται μίγμα ὕδραερίου καὶ ἀνθρακαερίου, τὸ ὁποῖον καλεῖται **μικτὸν ἀέριον**, ἢ θερμικὴ ἀπόδοσις τοῦ ὁποίου εἶναι μεγαλυτέρα τῆς τοῦ ἀνθρακαερίου.

Τὸ μικτὸν ἀέριον περιέχει περίπου 30% CO, 15% H₂, 50% N₂ καὶ 5% CO₂.

ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

1. Ίστορικόν. Είναι το πρώτον ανακαλυφθέν άέριον. Παρασκευάσθη υπό του van Helmont (1577—1644) δι' επίδρασεως δξους επί άσβεστολίθου και ώνομάσθη ύπ' αύτου εάγριον άέριον. Τό 1781 δ Lavoisier τό συνέθεσεν έξ άνθρακος και δξυγόνου και τό ώνόμασεν άν θ ρ α κ ι κ ό ν ό ξ ύ.

2. Προέλευσις. Έλευθερον εύρίσκεται εις τόν άτμοσφαιρικόν άέρα εις αναλογίαν 0,03—0,04 %. Αναφυσάται έκ του έδάφους εις τινας ήφαιστειογενείς περιοχάς και εύρίσκεται διαλελυμένον έντός του ύδατος, εις μεγαλύτεραν αναλογίαν δέ έντός διαφόρων Ισματικών ύδάτων.

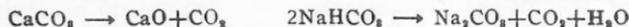
Σχηματίζεται κατά την άναπνοήν των ζώων και των φυτών, κατά την τελείαν καισιν του άνθρακος και τών οργανικών ένώσεων, ώς και κατά την άποσύνθεσιν διαφόρων οργανικών ουσιών.

Ένωμένον υπό μορφήν άνθρακικών άλάτων άπαντά εις μεγάλα ποσά εις τόν στερεόν φλοιόν. Τά κυριώτερα των άνθρακικών όρυκτών είναι αί διάφοροι ποικιλίαι του CaCO_3 (άσβεστόλιθοι, άσβεσίτης, μάρμαρον κ.ά.), ό δολομίτης ($\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$) κ.ά.

3. Παρασκευή. Α') Είς τό έργαστήριον. Δι' επίδρασεως όξέος επί άνθρακικόυ άλατος:



Β') Είς την βιομηχανίαν. 1. Διά πυρώσεως άνθρακικών ή όξίνων άνθρακικών άλάτων:



Η διάσπασις του CaCO_3 πραγματοποιείται έντός άσβεστοκαμίνων εις θερμοκρασίαν 1000—1200°C.

2. Λίαν καθαρόν CO_2 λαμβάνεται κατά την άλκοολικήν ζύμωσιν των σακχαρών:



3. Περιέχεται εις τά άέρια τά προερχόμενα έκ της καύσεως άνθράκων. Έκ του άζώτου και των άλλων αερίων άποχωρίζεται διά διαβίβάσεως μέσω διαλύματος άνθρακικών άλκαλίων:



Διά θερμάνσεως περαιτέρω του λαμβανομένου NaHCO_3 άποδίδεται τό CO_2 .

4. Φυσικαι ιδιότητες. Είναι άέριον εύκόλως ύγροποιούμενον διά συμπίεσεως εις συνήθη θερμοκρασίαν, διότι έχει κρίσιμον θερμοκρασίαν 31,5°C. Είναι άχρουν, δηκτικης όσμης, ύποξίνου γεύσεως, βαρύτερον του άτμοσφαιρικού άέρος και εύδιάλυτον εις τό ύδωρ. "Υδωρ κεκορεσμένον υπό CO_2 υπό πίεσιν, καλείται ύδωρ του Seitz.

Φέρεται εις τό έμπόριον έντός κυλίνδρων έκ χάλυβος υπό πίεσιν 150 άτμοσφαιρών, εύρισκόμενον, λόγω της ύψηλης πιέσεως, εις ύγρην κατάστασιν. Έάν άναστραφή ή άεροκύλινδρος και άνοιχθή άποτόμως ή στρόφιγξ αύτου, τό ύγρόν διοξειδιον του άνθρακος, λόγω της έκτονώσεως, ψύχεται Ισχυρότατα και ταπεινωμένης όδω της θερμοκρασίας, στερεοποιείται προς λευκήν χιονώδην μάζαν. Τό στερεόν CO_2 έχον θερμοκρασίαν -80°C , χρησιμοποιείται εύρότατα ως ψυκτικόν μέσον υπό τό όνομα ξηρός πάγος.



Σχ. 82. Παραγωγή χιονός διοξειδίου του άνθρακος.

5. Φυσιολογική δράσις. Τό CO_2 δέν είναι δηλητηριώδες, άλλ' εις άτμόσφαιραν πλουσίαν εις τοϋτο δέν δύναται νά διατηρηθή ή ζωή και έπέρχεται θάνατος έξ άσφύξιας. Οδτω εις περιεκτικότητα μεγαλύτεραν του 3%, έντός του άέρος προκαλεί δύσπνοιαν και λιποθυμίαν οδηγούσαν εις πλήρη άναισθησίαν. Τά συμπτώματα ταϋτα έξαφανίζονται ταχέως κατά την μεταφοράν των ατόμων εις τό ύπαιθρον.

6. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Εἶναι ἀέριον σταθερόν. Διὰ θερμάνσεως ἄνω τῶν 1300° C

ἄρχεται διασπώμενον κατ' ἐλάχιστον βαθμὸν πρὸς CO καὶ ὀξυγόνον.

2. Εἶναι **ὄξιον ὀξειδιον**, ἀνυδρίτης τοῦ ἀσθενοῦς καὶ ἀταθοῦς ἀνθρακικοῦ ὀξέος (H₂CO₃), τὸ ὁποῖον δὲν δύναται νὰ ἀπομονωθῇ ἐκ τῶν διαλυμάτων του, διότι διὰ θερμάνσεως διασπᾶται πρὸς CO₂. Ὡς ὄξιον ὀξειδιον ἀντιδρᾷ μὲ βάσεις, παρέχον δύο σειρὰς ἀλάτων, ὄξινα καὶ οὐδέτερα :



Ἀντιδρᾷ ἐπίσης μετὰ πλείστων βασικῶν ὀξειδίων παρέχον ἀνθρακικά ἄλατα καὶ διαβιβαζόμενον εἰς διαλύματα οὐδετέρων ἀνθρακικῶν ἀλάτων, μετατρέπει ταῦτα εἰς ὄξινα :



3. Ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας ἀνάγεται ὑπὸ τοῦ ἄνθρακος, τοῦ ὑδρογόνου, τοῦ φωσφορίου, τοῦ καλίου, τοῦ νατρίου καὶ ἄλλων μετάλλων. Τὸ μαγνήσιον ἀναφλεγόμενον ἐξακολουθεῖ νὰ καίεται εἰς ἀτμόσφαιραν CO₂ :



7. Ἀνίχνευσις. Ἀνιχνεύεται διὰ διαβίβασεως αὐτοῦ εἰς ἀσβέστιον ἢ βάριον ὕδωρ, ὅποτε ἐμφανίζεται θόλωμα, ὀφειλόμενον εἰς τὸν σχηματισμὸν τοῦ ἀντιστοίχου δυσδιαλύτου ἀνθρακικοῦ ἁλατος :



Ποσοτικῶς προσδιορίζεται διὰ διαβίβασεως, κατ' ἀρχὰς μέσῳ σωλῆνος περιέχοντος πυκνὸν H₂SO₄ τὸ ὁποῖον κατακρατεῖ τὴν ὑγρασίαν καὶ κατόπιν εἰς πυκνὸν διάλυμα KOH, ὑπὸ τοῦ ὁποῖου ἀπορροφᾶται, σχηματιζομένου K₂CO₃.

8. Χρήσεις. 1. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν ἀφρωδῶν ποτῶν, λόγῳ τῆς ἰδιότητος, τὴν ὁποίαν ἔχει νὰ διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ, προσδίδον εἰς τοῦτο εὐχάριστον ἀναψυκτικὴν γεῦσιν. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εἰς τινὰς περιπτώσεις διὰ τὴν δημιουργίαν πίεσεως, πρὸς ἀνύψωσιν ὑγρῶν.

2. Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν πλείστων ἀνθρακικῶν ἀλάτων, ἰδίως τοῦ Na₂CO₃, ὡς ἐπίσης εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν τεχνητῶν μεταλλικῶν ὕδατων.

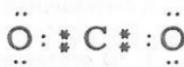
4. Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατάσβεσιν τῶν πυρκαϊῶν. Οἱ συνήθεις πυροσβεστήρες περιέχουν διάλυμα NaHCO₃ καὶ φιάλην μὲ H₂SO₄. Κατὰ τὸν ἐκπνοισμὸν τοῦ πυροσβεστήρος θραύεται ἡ φιάλη τοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον ἀντιδρᾷ μὲ τὸ διάλυμα τοῦ NaHCO₃, ἐκλυομένου CO₂.

5. Τέλος εὐρίσκει ἐφαρμογὴν ὡς **ξηρὸς πάγος**, διότι πλὴν τῆς ταπεινότητος θερμοκρασίας τὴν ὁποίαν προκαλεῖ, πλεονεκτεῖ τοῦ κοινοῦ ἐξ ὕδατος πάγου καὶ κατὰ τὸ ὅτι δὲν καταλείπει ὑγρὸν ὑπόλειμμα.

9. Σημασία τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος τῆς ἀτμοσφαιρας—Κύκλος τοῦ ἀνθρακος. Ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἰς CO₂ παραμένει σταθερά, διότι τὸ ποσὸν αὐτοῦ, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται κατὰ τὴν ἀναπνοήν, τὴν σῆψιν, καὶ τὴν καύσιν, ἀντισταθμίζει τὸ CO₂, τὸ ὁποῖον ἀπορροφᾶται ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας κατὰ τὰς διαφόρους μεταβολὰς.

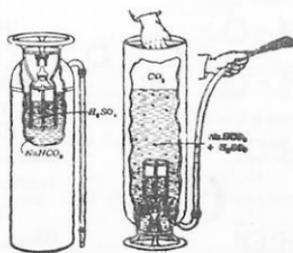
Α'. Τὰ φαινόμενα κατὰ τὰ ὁποῖα ἀποδίδεται CO₂ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν εἶναι τὰ ἑξῆς: 1. Ἡ **ἀναπνοή**, κατὰ τὴν ὁποίαν οἱ ζῶντες ὄργανισμοὶ δεσμεύουν συνεχῶς ὀξυγόνον ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ ἀποδίδουν CO₂.

2. Ἡ **καύσις** τοῦ ἀνθρακος καὶ τῶν διαφόρων ἐνώσεων αὐτοῦ.



Σχ. 83.

Τὸ μόριον τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.



Σχ. 84.

Συνθήκης τύπος πυροσβεστήρος

3. Ἡ ἀποσύνθεσις (σῆψις) τῶν ὑπολειμμάτων τῶν ζωικῶν καὶ φυτικῶν ὀργανισμῶν, ἢ ἐπιτελουμένη τῇ ἐπιδράσει μικροοργανισμῶν.

Β'. Τὰ φαινόμενα, κατὰ τὰ ὁποῖα ἀφαιρεῖται CO_2 ἐκ τῆς ἀτμοσφαιράς εἶναι τὰ ἑξῆς : 1. Ἡ **φωτοσύνθεσις**. Οὕτω καλεῖται ἡ λειτουργία τῶν φυτῶν, κατὰ τὴν ὁποῖαν ταῦτα συνθέτουν ἐκ τοῦ CO_2 — τὸ ὅποιον προσλαμβάνουν ἐκ τῆς ἀτμοσφαιράς—καὶ τοῦ ὕδατος—τὸ ὅποιον ἀπορροφῶν ἐκ τοῦ ἐδάφους διὰ τῶν ριζῶν τῶν—ὕδατάνθρακας. Ἡ μετατροπὴ αὐτῆ λαμβάνει χώραν τῇ ἐπενεργείᾳ τοῦ ἡλιακοῦ φωτός καὶ καταλύεται ὑπὸ τῆς πρᾶσινης χρωστικῆς τῶν φυτῶν, τῆς χλωροφύλλης:

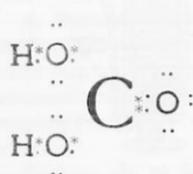


Ἐκ τῶν προϊόντων τῆς φωτοσυνθέσεως τῶν ὕδατανθράκων, συντίθενται ἀκόλουθως ἄλλαι αἰ ἄλλαι οὐσίαι, αἱ ἀποτελοῦσαι τὴν ζωσαν ὕλην καὶ τὰς ἀπαραιτήτους συγχρόνως θρεπτικὰς ὕλας διὰ τὰ ζῶα. Οὕτω γίνεται εὐκόλως ἀντιληπτόν, ὅτι ἄνευ τῆς φωτοσυνθέσεως δὲν θὰ ἦτο δυνατὴ ἡ ὑπαρξις ζωῆς.

2. Ἐτερον ποσὸν CO_2 ἀποακρύνεται ἐκ τῆς ἀτμοσφαιράς ὑπὸ τῆς βροχῆς, μεταφερόμενον ἐντὸς τοῦ ἐδάφους ἢ εἰς τὴν θάλασσαν, ὅπου ἕνα μέρος αὐτοῦ σχηματίζει εὐδιάλυτα δξίνα ἀνθρακικὰ ἄλατα. Ταῦτα χρησιμοποιοῦνται ὑπὸ τινῶν θαλασσίων ὀργανισμῶν, πρὸς σχηματισμὸν τοῦ ἀσβεστολιθικοῦ τῶν περιβλήματος, ἐκ τοῦ ὁποῖου, μετὰ θάνατον, σχηματίζονται ἀσβεστολιθικὰ πετρώματα.

ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΟΞΥ — ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΑΛΑΤΑ

Κατὰ τὴν διάλυσιν CO_2 εἰς τὸ ὕδωρ, τὸ λαμβανόμενον διάλυμα ἐμφανίζει ὀξίνους ἰδιότητες. Διὰ θερμάνσεως τοῦ διαλύματος ἐλευθεροῦνται ἐκ νέου τὸ CO_2 , ἐνῶ συγχρόνως ἐξαφανίζονται αἱ δξίνοι ἰδιότητες αὐτοῦ. Ἡ ὀξίνος ἀντίδρασις, τὴν ὁποῖαν ἐμφανίζει τὸ διάλυμα τοῦ CO_2 , ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι μικρὸν μέρος τοῦ ἐν διαλύσει CO_2 — ὀλιγώτερον τοῦ 1%— ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὕδατος παρέχον ἀνθρακικὸν δξύ :



Σχ. 85. Τὸ μόριον τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος

Ἡ ἀντίδρασις εἶναι ἀμφίδρομος διότι τὸ H_2CO_3 δι' ἐλαφρᾶς θερμάνσεως διασπᾶται πρὸς CO_2 . Ἔνεκα τούτου τὸ ἀνθρακικὸν δξύ δὲν κατέστη δυνατόν νὰ ἀπομονωθῇ εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν.

Εἶναι λίαν ἀσθενὲς διβασικὸν δξύ, παρέχον δύο σειρὰς ἀλάτων: δξίνα καὶ οὐδέτερα. Παρασκευάζονται διὰ διοχέτευσέως CO_2 εἰς διαλύματα βάσεων.

Τὰ οὐδέτερα ἀνθρακικὰ ἄλατα εἶναι δυσδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ, πλὴν τῶν ἀλάτων τοῦ καλίου, νατρίου καὶ ἄμμωνίου, ἐνῶ τὰ δξίνα ἀνθρακικὰ ἄλατα εἶναι εὐδιάλυτα.

Τὰ ὕδατικὰ διαλύματα, τὸσον τῶν οὐδετέρων ὅσον καὶ τῶν ὀξίνων ἀνθρακικῶν ἀλάτων, ἐμφανίζουν, κατὰ κανόνα, ἀλκαλικὴν ἀντίδρασιν.

Τὰ δξίνα ἀνθρακικὰ ἄλατα διὰ θερμάνσεως τῶν διαλυμάτων των, ἐκλύουσιν CO_2 , μετατρέπόμενα εἰς οὐδέτερα: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Ἡ ἀνωτέρω ἀντίδρασις, εἰς τὴν ὁποῖαν ὀφείλεται ὁ σχηματισμὸς τῶν λεβητολίθων, τῶν σταλακτιτῶν καὶ σταλαγμιτῶν, συντελεῖται καὶ κατ' ἀντίστροφον φῶρᾶν. Οὕτω διὰ διοχετεύσεως ἀερίου CO_2 , ἐν περισσειᾷ, εἰς διαλύματα ἢ αἰωρήματα οὐδετέρων ἀνθρακικῶν ἀλάτων, ταῦτα μετατρέπονται εἰς δξίνα.

Τὰ οὐδέτερα ἀνθρακικὰ ἄλατα—πλὴν τῶν μετ' ἀλκαλίων τοιοῦτων—διὰ πυρῶσεως εἰς ὕψηλὴν θερμοκρασίαν διασπῶνται, παρέχοντα CO_2 : $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$

Ὅλα τὰ ἀνθρακικὰ ἄλατα διασπῶνται δι' ἐπίδράσεως ὀξέων, παρέχοντα CO_2 . Εἰς τὴν ἀντίδρασιν δὲ ταύτην στηρίζεται καὶ ἡ ἀνίχνευσις αὐτῶν.

ΠΥΡΙΤΙΟΝ (Si)

1. Προέλευσις. Το πυρίτιον είναι δεύτερον εις σειράν διαδόσεως μεταξύ όλων των στοιχείων. Αποτελεί τὰ 26,93% του στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς.

Ἐλεύθερον δὲν ἀπαντᾷ εἰς τὴν Φύσιν. Ἐκ τῶν ἐνώσεων αὐτοῦ, ἡ σπουδαιότερα εἶναι τὸ SiO₂, τὸ ὁποῖον ἀπαντᾷ τόσο ἐλεύθερον (χαλαζίας, ἄμμος κλπ.), ὅσον καὶ ἠνωμένον ὑπὸ μορφήν διαφόρων πυριτικῶν ἀλάτων, τὰ ὁποῖα συνιστοῦν διάφορα πετρώματα, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι ὁ γρανίτης, ὁ μαρμαρυγίας, ὁ σχιστόλιθος, ὁ γνεύσιος κ. ἄ.

Μικρὰ ποσὰ διοξειδίου τοῦ πυριτίου ἀφομοιοῦνται ὑπὸ τῶν φυτῶν, χρησιμεύοντα γενικῶς ὡς στερεωτικὴ ὕλη διαφόρων ἰσθῶν. Οὕτω τὸ SiO₂ περιέχεται εἰς τοὺς στάχεις τῶν δημητριακῶν, τὸν κάλαμον, τὰ πτερά κ. ἄ.

2. Παρασκευὴ. 1. Δι' ἀναγωγῆς τοῦ SiO₂ ὑπὸ Mg ἢ Al :



Τὸ οὕτω λαμβανόμενον Si εἶναι ἄμορφος καστανόχρους μάζα. Διὰ διαλύσεως τοῦ ἄμορφου πυριτίου εἰς τετηκὸς ἀργίλιον καὶ ψύξεως, μέρος τοῦ πυριτίου ἀποβάλλεται ὑπὸ κρυσταλλικὴν μορφήν.

2. Βιομηχανικῶς, κρυσταλλικὸν πυρίτιον παρασκευάζεται διὰ θερμάνσεως ἄμμου καὶ κῶκ εἰς ἠλεκτρικὰς καμίνας: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow 2\text{CO} + \text{Si}$

Κατὰ τὴν ἀνωτέρω ἀντίδρασιν εἶναι ἀπαραίτητος ἡ περίσσεια τοῦ SiO₂ διὰ νὰ ἀποφευχθῇ ὁ σχηματισμὸς ἀνθρακοπυριτίου (SiC).

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Ἀπαντᾷ ὑπὸ δύο μορφαίς, ὡς ἄμορφον καὶ ὡς κρυσταλλικόν. Τὸ ἄμορφον εἶναι κόνις σκοτεινῶς καστανόχρους. Τὸ κρυσταλλικόν εἶναι μολυβδόχρουν μεταλλικῆς λάμψεως, ἀρκετὰ σκληρόν (χαράσσει τὴν ὕαλον).

Εἶναι γενικῶς σῶμα δύστηκτον καὶ ἀδιάλυτον εἰς τὰ συνήθη διαλυτικά, διαλυόμενον μόνον ἐντὸς τετηκῶτων μετάλλων.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. **Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ.** Ἔχει 4e εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτοῦ στιβάδα, τὴν ὁποῖαν τείνει νὰ συμπληρώσῃ ἐνούμενον πάντοτε δι' ὁμοιοπολικὸν δεσμῶν. Εἰς τὰς ἐνώσεις του ἐμφανίζει τυπικὸν σθένος +4 καὶ -4. Εἰς τὴν ἐν γένει χημικὴν του συμπεριφορὰν, ἐμφανίζει πολλὰς ὁναλογίας μὲ τὸν ἀνθρακὰ, κάτωθεν τοῦ ὁποίου εὐρίσκεται εἰς τὸ Π. Σ.



2. **Ἀντιδράσεις μὲ ἀμέταλλα.** Μετὰ τοῦ ὀξυγόνου ἐνοῦται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν πρὸς SiO₂.

Μετὰ τοῦ ὕδρογόνου δὲν ἀντιδρᾷ ἀπ' εὐθείας, ἐμμέσως δὲμας σχηματίζει ἐνώσεις ἀναλόγου συντάξεως πρὸς τοὺς ὕδρογονάνθρακας, τὰ **σιλάνια** (SiH₄, Si₂H₆, Si₄H₁₀).

Ἐρχόμενον εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ φθορίου καίεται πρὸς SiF₄, εἰς ἀτμόσφαιραν **χλωρίου** καίεται θερμαζόμενον εἰς 450°C πρὸς SiCl₄.

Ἐνοῦται ἐπίσης εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν μετὰ τοῦ θείου καὶ τοῦ ἄζωτου παρέχον ἀντιστοιχῶς SiS₂ καὶ Si₃N₄.

Μετὰ τοῦ ἀνθρακος ἐνοῦται εἰς θερμοκρασίαν ἠλεκτρικῆς καμίνου, παρέχον **ἀνθρακοπυρίτιον** (carborundum) (SiC).

3. Ἀντιδράσεις μὲ μέταλλα. Ἐνοῦται μὲ τινα μέταλλα εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν. Αἱ μεταλλικαὶ ἐνώσεις τοῦ πυριτίου παρασκευάζονται ἀναλόγως πρὸς τὰ καρβίδια. Οὕτω τὸ πυριτιούχον μαγνήσιον (Mg₂Si) λαμβάνεται διὰ συντήξεως διοξειδίου τοῦ πυριτίου μετὰ μαγνησίου.

4. Ἀντιδράσεις μὲ διαφόρους ἐνώσεις. Διαλύεται εἰς διαλύματα καυστικῶν ἀλκαλίων ὑπὸ ἔκλυσιν ὕδρογόνου: $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2$

Διαλύεται επίσης εις τὸ ὕδροφθορικόν ὄξύ :



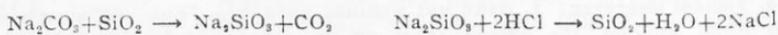
5. Χρήσεις. Χρησιμοποιείται εις τὴν κατασκευὴν διαφόρων μεταλλικῶν κραμμάτων, σπουδαιότερον τῶν ὁποίων εἶναι τὸ **σιδηροπυρίτιον**. Τὸ κράμα τοῦτο δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τῶν ὀξέων, εὐρίσκον ὡς ἐκ τούτου ἐφαρμογὴν εις τὴν κατασκευὴν λεβήτων, σωλῆνων κλπ. πρὸς διαφύλαξιν καὶ μεταφορὰν διαφόρων ὀξέων. Τὸ **άνθρακοπυρίτιον** (*carbopundium*) χρησιμοποιεῖται, λόγω τῆς σκληρότητος αὐτοῦ, ὡς λειαντικὴ ὕλη, ἀντὶ τῆς σμύριδος. Τελευταίως ἐπετεύχθη ἡ παρασκευὴ ἐνώσεων τοῦ πυριτίου μετ' ὀργανικῶν ριζῶν, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **σιλικόναι** καὶ εὐρίσκουν ἐκτεταμέναν βιομηχανικὰς παρασκευὰς.

ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΠΥΡΙΤΙΔΙΟΥ (SiO₂)

1. Προέλευσις. Τὸ SiO₂ εἶναι εὐρύτατα διαδεδομένον εις τὴν Φύσιν ὑπὸ ποικίλων μορφῶν. Ὡς **κρυσταλλικόν** ἀποτελεῖ τὸν **χαλαζιαν**, ὁ ὁποῖος εἶναι λευκός. Κυριώτεροι ποικιλίαι του εἶναι ἡ **ὄρεια κρύσταλλος**, ἄχρους καὶ διαφανής, καὶ ὁ **ἀμέθυστος**, ἔχων χρῶμα ἰώδες. Ἡ **ἄμμος** ἀποτελεῖται ἐκ κόκκων χαλαζίου, οἱ ὁποῖοι φέρουν ὡς πρόσμιξιν ὀξειδίου τοῦ σιδήρου.

Ὡς **ἄμορφον** τὸ διοξειδίου τοῦ πυριτίου ἀποτελεῖ τὸν **ὀπάλιον**, τὸν **ἀχάτην**, τὸν **ἰασπιν** καὶ ἄλλας παραλάξεις ὀλιγώτερον καθαρὰς ὡς ὁ **πυρίτης λίθος** ἢ **πυρόλιθος**. Εἰς τὸν **ἐνόργανον κόσμον** ἅπαντὰ κατὰ μικρὰ ποσὰ εἰς τινα φυτὰ (στάχεις δημοτηριακῶν, κάλαμοι κλπ.) καὶ ζῶα, χρησιμεῖον ὡς στερεωτικὴ ὕλη διαφόρων ἰσθῶν. Τέλος, διὰ συσσωρεύσεως τῶν ἐξ ἀμόρφου διοξειδίου τοῦ πυριτίου κελυφῶν μικροσκοπικῶν ἔγγυματοζῶων, τῶν **διατόμων**, ἐσχηματίσθησαν κοιτάσματα γνωστὰ ὑπὸ τὸ ὄνομα γῆ **διατόμων**.

2. Παρασκευὴ. Καθαρὸν SiO₂ λαμβάνεται ἐκ τῆς ἄμμου. Πρὸς τοῦτο ἡ ἄμμος θερμαίνεται μετ' ἀνθρακικοῦ νατρίου, ὅποτε σχηματίζεται Na₂SiO₃, ἐκ τοῦ ὁποίου διὰ κατεργασίας μετ' ὕδροχλωρικόν ὄξύ, λαμβάνεται τὸ SiO₂ :



3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι στερεόν, λίαν σκληρόν καὶ τελείως ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Ὅλα αἱ κρυσταλλικαὶ μορφαὶ αὐτοῦ τήκονται εἰς τοὺς 1700° C, ψυχόμεναι δὲ μετατρέπονται πρὸς ἄμορφον SiO₂. Πρὸ τῆς τήξεως αὐτῶν ὁμοῦ καθίστανται πλαστικαὶ καὶ εὐκατέρωστοι ὡς ἡ ὕαλος (πυριτία ὕαλος Quartz).

4. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Εἶναι **ὄξινον ὀξειδίου**, ἀνυδρίτης σειρᾶς πυριτικῶν ὀξέων, τὰ ὁποῖα δὲν ἀπαντοῦν ἐν ἐλευθέρῃ καταστάσει, ἀλλὰ μόνον ὑπὸ μορφῆν ἁλάτων. Ὡς ὄξινον ὀξειδίου, ἀντιδρᾷ ἐν θερμῷ μετὰ πυκνῶν διαλυμάτων καυστικῶν ἁλκαλίων ὡς καὶ μετὰ βασικῶν τινῶν ὀξειδίων :



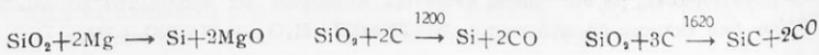
Πυριτικά ἅλατα παρέχει ἐπίσης διὰ συντήξεως μετὰ στερεῶν καυστικῶν ἢ ἀνθρακικῶν ἁλκαλίων ὡς καὶ μετὰ βασικῶν τινῶν ὀξειδίων :



2. Διαλύεται εἰς ὕδροφθορικόν ὄξύ, παρέχον ἀέριον τετραφθοριοῦχον πυρίτιον :



3. Ἀνάγεται, ὑπὸ τοῦ ὕδρογόνου, τοῦ ἀνθρακος καὶ τινῶν μετάλλων ὡς τὸ μαγνήσιον καὶ τὸ ἀργίλιον. Μετὰ τοῦ ἀνθρακος παρέχει εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 1600° C ἀνθρακοπυρίτιον, τὸ ὁποῖον εἰς ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν διασπᾶται εἰς τὰ στοιχεῖα του, τοῦ ἀνθρακος ἀποβαλλομένου ὑπὸ μορφῆν γραφίτου :



5. Χρήσεις. Ἡ ὄρεϊα κρύσταλλος εὐρίσκει ἐφαρμογὴν εἰς τὴν κατασκευὴν ὀπτικῶν ὀργάνων, ὡς ἐμφανίζουσα τὸ φαινόμενον τῆς διπλῆς διαθλάσεως τοῦ φωτός.

Ἐκ τῆς πυριτίας ὑάλου (Quarz) κατασκευάζονται χημικὰ ὄργανα καὶ λυχνία ὑπεριῶδων ἀκτίνων.

Τεράστια ποσότητες ἄμμου χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν οικοδομικὴν ὡς συστατικὰ τῶν κονιαμάτων, εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς ὑάλου, εἰς τὴν κεραμευτικὴν, ὡς συλλιπάσματα εἰς τὴν μεταλλουργίαν κ. ἄ.

Ἡ γῆ διατόμων χρησιμοποιεῖται ὡς ὕλικόν διηθήσεως εἰς τὴν βιομηχανίαν καλαμοσακχάρου, τῶν ὄρυκτῶν ἐλαίων κλπ., ὡς μονωτικόν τῆς θερμότητος, ὡς μέσον πληρώσεως χρωμάτων, ὡς φορεὺς καταλυτῶν καὶ ὡς μέσον ἀπορροφήσεως τῆς νιτρογλυκερίνης πρὸς παρασκευὴν δυναμίτιδος.

Φυσικὰ τινες ποικιλίαι τοῦ SiO_2 (ἀμέθυστος, καπνίας κλπ.) χρησιμοποιοῦνται ὡς πολῦτιμοι λίθοι.

Ἐὰν πολῦτιμοι λίθοι χαρακτηρίζονται διάφορα ὄρυκτὰ διαφόρου συστάσεως τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου ὡς κοσμήματα. Ἡ ἀξία τῶν ὀφείλεται εἰς τὸν ὄριστον χρωματισμόν των, εἰς τὴν λάμψιν καὶ τὴν διαφάνειαν τὴν ὅποیان παρουσιάζουν ὡς καὶ εἰς τὴν σκληρότητα αὐτῶν. Οἱ σπουδαιότεροι ἐκ τῶν πολυτίμων λίθων εἶναι ὁ ἀδάμας (κρυσταλλικὴ μορφή τοῦ ἀνθρακος, ὁ σάπειρος καὶ τὸ ρουμπίνι ἀποτελούμενα ἐξ Al_2O_3) καὶ διάφοροι ποικιλίαι φυσικοῦ SiO_2 ἢ πυριτικά ὄρυκτὰ. Οἱ γνωστότεροι ἐκ τῶν τελευταίων αὐτῶν εἶναι ὁ ἀμέθυστος, ὁ ὀπάλιος κ.ἄ. Ἡ ἀξία τῶν πολυτίμων λίθων μετρεῖται εἰς καράτια (1 καράτιον = 0,2 gr).

Υ Α Λ Ο Σ

1. Σύστασις. Ἡ ὕαλος εἶναι μίγμα διαφόρων πυριτικῶν ἀλάτων, κυρίως τοῦ ἄσβεστιοῦ καὶ τοῦ νατρίου ἢ καλίου. Παρασκευάζεται διὰ συντήξεως καθαρῆς χαλαζιακῆς ἄμμου, ἀνθρακικοῦ νατρίου ἢ καλίου καὶ ἀνθρακικοῦ ἄσβεστιοῦ.

2. Ἰδιότητες. Εἶναι σῶμα στερεόν, ἄμορφον, διαφανές, εὐθραυστον, ἐπίδεκτικόν λειάνσεως καὶ στιλβώσεως. Ἀνυψουμένης τῆς θερμοκρασίας, καθίσταται διονεῦν μαλακωτέρα δυναμένη δι' ἐμφυσήσεως ἀέρος ἢ δι' ἐγγύσεως εἰς τύπους वा διαμορφωθῆ πρὸς ἀντικείμενα ποικίλων σχημάτων.

Εἶναι ἀπρόσβλητος ὑπὸ τῶν συνηθῶν χημικῶν ἀντιδραστηρίων, προσβαλλομένη μόνον ὑπὸ τοῦ φθορίου καὶ ὑδροφθορίου. Εἰς τοῦτο στηρίζεται καὶ ἡ ποικιλίαι τῆς ὑάλου δι' ἐπιδράσεως τῶν μέσων αὐτῶν (σελ. 165).

3. Εἶδη ὑάλου. Ἡ ποιότης τῆς ὑάλου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ εἴδους καὶ τῆς καθαρότητος τῶν χρησιμοποιουμένων ὕλικῶν. Τὰ σπουδαιότερα εἶδη ὑάλου εἶναι τὰ ἐξήστ:

α) **Ἐυάλος διὰ νατρίου ἢ κοινὴ ὕαλος.** Παρασκευάζεται διὰ συντήξεως ἄμμου (SiO_2), σόδας (Na_2CO_3) καὶ ἄσβεστολίθου (CaCO_3). Συνίσταται συνεπῶς ἐκ πυριτικοῦ νατρίου καὶ πυριτικοῦ ἄσβεστιοῦ. Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν ὑαλοπινάκων, φιαλῶν κλπ.

β) **Ἐυάλος διὰ καλίου ἢ βοημικὴ.** Συνίσταται ἐκ πυριτικοῦ ἄσβεστιοῦ καὶ πυριτικοῦ καλίου, λαμβανομένη διὰ συντήξεως ἄμμου, ἄσβεστολίθου καὶ ποτάσσης (K_2CO_3). Εἶναι πλέον δύστηκτος, σκληρὰ καὶ διαφανῆς τῆς κοινῆς ὑάλου. Χρησιμοποιεῖται διὰ κατασκευὴν κατόπτρων, εἰδῶν πολυτελείας, χημικῶν συσκευῶν κλπ.

γ) **Ἐυάλος διὰ μολύβδου ἢ κρύσταλλος.** Συνίσταται ἐκ πυριτικοῦ μολύβδου καὶ πυριτικοῦ καλίου, λαμβανομένη διὰ συντήξεως ἄμμου, ποτάσσης καὶ μινίου (Pb_3O_4). Εἶναι βαρεῖα, εὐήχως, εὐτήκτος καὶ λίαν φωτοθλαστική. Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν ὀπτικῶν εἰδῶν καὶ ὑαλίνων σκευῶν πολυτελείας.

Ἡ ὕαλος χρωματίζεται διὰ τῆς προσθήκης διαφόρων μεταλλικῶν ὀξειδίων εἰς τὴν τετηγμένην μάζαν των. Οὕτω τὸ ὀξειδιον τοῦ χρωμίου προσδίδει εἰς τὴν ὕαλον πράσινον χρῶμα, τὸ ὀξειδιον τοῦ κοβαλτίου κυανοῦν, τὸ ὀξειδιον τοῦ σιδήρου κίτρινον κ.ο.κ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΒΟΡΙΟΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΟΥ (ΤΡΙΤΗ ΚΥΡΙΑ ΟΜΑΔΕ ΤΟΥ Π.Σ.)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΗΣ 11ης ΟΜΑΔΟΣ ΤΟΥ Π.Σ.

Είς τήν τρίτην κυρίαν ομάδα του Π.Σ. ανήκουν τὰ στοιχεῖα βόριον, ἀργίλιον, γάλλιον, θάλιον καὶ ἰνδιον. Ἐξ αὐτῶν, μόνον τὸ βόριον εἶναι μέταλλον. Τὸ ὀξειδίου του ὁμοῦ συμπεριφέρεται ὡς ἐπαμορφοερίζον. Τὰ λοιπὰ στοιχεῖα τῆς 11ης ομάδος εἶναι μέταλλα, τῶν ὁποίων ὁμοῦ τὰ ὀξείδια εἶναι ἐπίσης ἐπαμορφοερίζοντα. Καὶ εἰς τὴν ομάδα ταύτην τοῦ Π.Σ., ὁ βασικὸς χαρακτήρ τῶν στοιχείων ἀφ' ἑξῆς μετὰ τοῦ ἀτομικοῦ βάρους.

Β Ο Ρ Ι Ο Ν (B)

1. Προέλευσις. Ἐλεύθερον δὲν εὐρίσκεται εἰς τὴν Φύσιν.

Ἐνωμένον ἀπαντᾷ ὡς συστατικόν τοῦ βορικοῦ ὀξέος (H_2BO_3) καὶ τῶν βορικῶν ἀλάτων, σπουδαιότερον τῶν ὁπῶν εἶναι ὁ βόραξ ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$).

2. Παρασκευὴ. Παρασκευάζεται δι' ἀναγωγῆς τοῦ B_2O_3 ὑπὸ μαγνησίου :



Τὸ λαμβανόμενον βόριον εἶναι ἄμορφον. Διὰ διαλύσεως τούτου εἰς τῆγμα ἀργιλίου, ἀποβάλλεται κατὰ τὴν ψύξιν τὸ κρυσταλλικόν ἢ ἀδαμαντοειδὲς βόριον.

3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Τὸ καθαρὸν βόριον εἶναι στερεὸν κρυσταλλικόν, μελανοῦ χρώματος καὶ μεταλλικῆς λάμψεως. Εἶναι λίαν σκληρὸν καὶ δύστηκτον (σ.τ. 2300).

Τὸ ἄμορφον βόριον, τὸ λαμβανόμενον δι' ἀναγωγῆς τοῦ ὀξειδίου του, εἶναι καστανόχρουν μαλακῆ κόνης.

4. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ. Καίτοι ἔχει 3e εἰς τὴν ἐξωτάτην αὐτοῦ στιβάδα, δὲν συμπεριφέρεται ὡς μέταλλον, ἀλλὰ ὡς ἀμέταλλον στοιχεῖον, ἐμφανίζον ὁμοῦ καὶ μεταλλικὰς τινὰς ἰδιότητας. Ἐνωμένον μετὰ τῶν ἄλλων στοιχείων, σχηματίζει ὁμοιοπολικὰς ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζει τυπικὸν σθένος +3.

Ἐμφανίζει γενικῶς σημαντικὴν χημικὴν ἀδράνειαν, ἐνωμένον μετ' ἄλλων στοιχείων μόνον εἰς ὕψηλὰς θερμοκρασίας. Τὸ ἄμορφον βόριον ἐμφανίζεται δραστικώτερον τοῦ κρυσταλλικοῦ.

2. Ἀντιδράσεις μετ' ἀμέταλλα. Τὸ ἄμορφον βόριον θερμαίνον ἐν εἰς τὸν ἀέρα, εἰς 700° C, καίεται πρὸς B_2O_3 . Τὸ κρυσταλλικόν βόριον ἀντιθέτως ἐμφανίζει μεγάλην ἀνθεκτικότητα κατὰ τὴν θέρμανσιν εἰς τὸν ἀέρα.

Μετὰ τοῦ ὕδρογόνου δὲν ἀντιδρᾷ, ἐμμέσως ὁμοῦ σχηματίζει μέγαν ἀριθμὸν ὕδρογονούχων ἐνώσεων, τὰ βοράνια. Ἐκ τῶν ἀλογόνων ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μετὰ τοῦ φθορίου πρὸς BF_3 καὶ μετὰ τοῦ χλωρίου πρὸς BCl_3 .

Εἰς ὕψηλὰν θερμοκρασίαν ἐνοῦται ἐπίσης μετὰ τοῦ ἀζώτου παρέχον τὸ νιτρίδιον BN , καὶ μετὰ τοῦ ἀνθρακος, παρέχον τὸ καρβίδιον B_2C , τὸ ὁποῖον εἶναι σκληρότερον καὶ αὐτοῦ τοῦ ἀδάμαντος.



Σχ. 57. Τὸ αἶον μόν τοῦ βορίου.

3. 'Αντιδράσεις με μέταλλα. Ένοῦται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν με πολλὰ μέταλλα σχηματίζον βορίδια (Mg_3B_2 , AlB κ. ἄ.).

4. 'Αντιδράσεις με διαφόρους ἐνώσεις. Τὸ κρυσταλλικὸν βόριον προσβάλλεται βραδέως ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ καὶ θερμοῦ HNO_3 , ἐνῶ τὸ ἀμορφον ὀξειδοῦται λίαν εὐκόλως πρὸς H_2BO_3 :

$$B + 3HNO_3 \rightarrow H_2BO_3 + 3NO_2$$

Διαλύεται εἰς τήγματα καυστικῶν ἀλκαλίων, ὑπὸ ἔκλυσιν ὑδρογόνου:



5. Χρήσεις. Εὐρίσκει ἐφαρμογὰς μόνον ὑπὸ μορφήν τῶν διαφόρων ἐνώσεων του. Οὕτω τὸ καρβίδιον αὐτοῦ χρησιμοποιεῖται πρὸς στίλβωσιν τῶν ἀδαμάντων. Τὰς περισσοτέρας ἄλλας ἐφαρμογὰς εὐρίσκει τὸ βορικὸν ὀξύ καὶ τὰ βορικά ἄλατα, τὰ ὁποῖα ἐξετάζονται κατωτέρω.

ΒΟΡΙΚΟΝ ΟΞΥ (H_2BO_3)

1. Προέλευσις καὶ παρασκευή. Περιέχεται εἰς τὰ ἀέρια τὰ ἐκλυόμενα ἐκ ρωγμῶν τοῦ ἐδάφους εἰς ἠφαιστειογενεῖς περιοχάς, καὶ λαμβάνεται ἐξ αὐτῶν διὰ διαβίβασως εἰς τὸ ὕδωρ καὶ συμπυκνώσεως τοῦ διαλύματος.

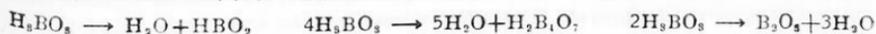
Λαμβάνεται ἐπίσης ἐκ τοῦ βόρακος δι' ἐπιδράσεως ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος:



2. 'Ιδιότητες. Ἀποτελεῖ λευκοῦς, μαλακοῦς, λεπιοειδεῖς κρυστάλλους, λιπαρᾶς ἀφῆς. Διαλύεται ὀλίγον εἰς τὸ ὕδωρ εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, ἀλλὰ ἡ διαλυτότης του αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Διαλύεται περισσότερο εἰς τὴν ἀλκοόλην καὶ τὸ λαμβανόμενον διάλυμα ἀναφλεγόμενον καίεται μετὰ πρασίνης φλογός.

Τὸ ὕδατικὸν του διάλυμα ἐμφανίζει ἀσθενεστάτας ὀξίνους ἰδιότητας. Ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῶν καυστικῶν ἀλκαλίων παρέχον ἄλατα.

Διὰ θερμάνσεως εἰς $100^\circ C$ τὸ (ὀρθο-βορικὸν ὀξύ μετατρέπεται εἰς μεταβορικὸν ὀξύ (HBO_2)) καὶ ἐν συνεχείᾳ ἄνω τῶν $150^\circ C$ εἰς τετραβορικὸν ὀξύ ($H_2B_4O_7$). Τέλος διὰ πυρώσεως εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν λαμβάνεται τὸ B_2O_3 :



3. Χρήσεις. Τὸ διάλυμά του δρᾷ ὡς ἡπιον ἀντισηπτικὸν καὶ ἀντιφλογιστικὸν χρησιμοποιούμενον διὰ πλύσεις τῶν ὀφθαλμῶν. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὑπὸ μορφήν ἁλοφῶν πρὸς θεραπείαν τῶν ἐγκαυμάτων καὶ ἐκζυμάτων.

ΒΟΡΑΞ ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$)

1. Προέλευσις καὶ παρασκευή. Τὸ τετραβορικὸν νάτριον ἀπαντᾷ εἰς τὴν Φύσιν, ὡς ὀρυκτὸς βόραξ ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) ἐντὸς ἀποξηραμένων λιμνῶν, εἰς ἠφαιστειογενεῖς περιοχάς, εἰς τὸ Θιβέτ, τὰς-Ἰνδίας καὶ τὴν Καλλιφόρναν.

Λαμβάνεται ἐκ τῶν ὀρυκτῶν του δι' ἀνακρυσταλλώσεως, ὡς καὶ ἐκ τοῦ βορικοῦ ὀξέος διὰ θερμάνσεως μετὰ σόδας:

$$Na_2CO_3 + 4H_2BO_3 \rightarrow Na_2B_4O_7 + 6H_2O + CO_2$$

2. 'Ιδιότητες — Χρήσεις. Ἀποτελεῖ ἀχρόους κρυστάλλους, εὐδιαλύτους εἰς τὸ ὕδωρ καὶ τὸ ὕδατικὸν του διάλυμα ἐμφανίζει ἀλκαλικὴν ἀντίδρασιν λόγῳ ὑδρολύσεως. Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, τήκεται εἰς διαφανῆ μάζαν ὑαλώδη, εὐρίσκων οὕτω ἐφαρμογὴν εἰς τὴν κεραμευτικὴν, διὰ τὴν κατασκευὴν ὑαλωμάτων. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὡς λευκαντικὸν ἐν μίγματι μετὰ σάπωνος, ὡς ἀντισηπτικὸν καὶ ὡς ἀντιδραστήριον εἰς τὴν Ἀναλυτικὴν Χημίαν.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

184. Πόσα gr NaNO_3 απαιτούνται διά την παρασκευήν 1000 cm^3 διαλύματος HNO_3 πυκνότητος $1,15 \text{ gr/cm}^3$ και περιεκτικότητος 57% κ.β. (Ἀπ. $844,4 \text{ gr}$)
(Φυσιγνωστικόν τμήμα 55)

185. Διάλυμα θειικού και νιτρικού ὀξέος, ὄγκου 25 cm^3 , συμπληροῦται δι' ὕδατος εἰς 500 cm^3 . Ἐξ αὐτῶν λαμβάνονται 100 cm^3 , τὰ ὅποια ἀπαιτοῦν $1,508 \text{ gr}$ καυστικῶν νιτρίου πρὸς ἐξουδετέρωσιν. Ἐπίσης διὰ προσθήκης διαλύματος ἀλατός τινοῦ τοῦ βαρίου εἰς ἕτερα 10 cm^3 , καταβυθίζεται ἴζημα ὄπερ, ἐν ξηρῷ καταστάσει ζυγίζει $0,362 \text{ gr}$. Ζητεῖται ἢ ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν περιεκτικότης τοῦ ἀρχικοῦ διαλύματος εἰς HNO_3 καὶ H_2SO_4 . (Σχολή Πολιτικῶν Μηχανικῶν Ε.Μ.Π. 53) (Ἀπ. $8,442\%$ — $30,4\%$)

186. Κράμα ἀργύρου καὶ χαλκοῦ ὑφίσταται κατεργασίαν μὲ HNO_3 . Μετὰ τὴν ἐξά-
τμισιν τοῦ διαλύματος, τὸ στερεὸν ὑπόλειμμα ζυγίζει $13,2 \text{ gr}$. Τοῦτο διαλύεται εἰς ἕνα
λίτρον ὕδατος καὶ ἐκ τοῦ προκύπτοντος διαλύματος λαμβάνονται 20 cm^3 , τὰ ὅποια διὰ
προσθήκης περισσεύας ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, παρέχουν ἴζημα $0,1435 \text{ gr}$. Νὰ εὑρεθῇ ἡ σύ-
στασις τοῦ κράματος. (Ἀπ. $5,4 \text{ gr Ag}$ — $1,6 \text{ gr Cu}$)
(Χημικόν τμήμα 51)

187. Πόσα cm^3 διαλύματος KOH , πυκνότητος $1,25 \text{ gr/cm}^3$ καὶ περιεκτικότητος 27%
κ.β. ἀπαιτοῦνται πρὸς ἐξουδετέρωσιν 115 cm^3 διαλύματος ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, πυκνότητος
 $1,23 \text{ gr/cm}^3$ καὶ περιεκτικότητος $39,8\%$ κατὰ βάρος; ($33,36 \text{ cm}^3$)
(Ὁδοντιατρικὴ Σχολή 55)

188. Διάλυμα ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, πυκνότητος $1,098 \text{ gr/cm}^3$ καὶ περιεκτικότητος
 20% κ.β. ἀντιδρᾷ μὲ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ καὶ τὸ παραγόμενον χλώριον διοχετεύεται εἰς 100 cm^3 δια-
λύματος KJ περιεκτικότητος 30% κατ' ὄγκον. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ὡς ἄνω διαλύματος
ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, ὡς καὶ τὸ ποσὸν τοῦ καθαρῶ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, τὰ ὅποια ἀπαιτοῦνται πρὸς
πλήρη ὀξειδωσιν τοῦ ὑπάρχοντος KJ εἰς τὸ διάλυμα. (Ἀπ. $70,1 \text{ cm}^3$ — $8,54 \text{ gr}$)
(Φυσικόν τμήμα 54)

189. Δεῖγμα πυρολουσίτου περιεκτικότητος 98% εἰς MnO_2 καὶ 2% εἰς H_2O ἀντι-
δρᾷ μὲ 15 cm^3 διαλύματος HCl , πυκνότητος $1,19 \text{ gr/cm}^3$ καὶ περιεκτικότητος 37% κ.β.
Νὰ εὑρεθῇ: α) Τὸ βάρος τοῦ δείγματος καὶ β) τὸ εἶδος καὶ ὁ ὄγκος τοῦ αερίου, τοῦ
ἐκλυομένου κατὰ τὴν ἀντίδρασιν. (Ἀπ. $4,01 \text{ gr}$ $1,012 \text{ lt}$)
(Φυσιγνωστικόν τμήμα 55)

190. Δεῖγμα ὀρειγάλκου, συνισταμένου ἐξ 70% Cu καὶ 30% Zn , διαλύεται εἰς
 $2,64 \text{ cm}^3$ διαλύματος HNO_3 , πυκνότητος $1,42 \text{ gr/cm}^3$ καὶ περιεκτικότητος $69,8\%$ κ.β.
Κατὰ τὴν διάλυσιν ἐκλύεται NO . Ζητεῖται: α) Νὰ γραφῶσιν αἱ ἀντιδράσεις τῆς ἐπιδοά-
σεως τοῦ ὀξέος ἐπὶ τῶν δύο μετάλλων. β) Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ποσότης τοῦ διαλυθέντος
δείγματος. γ) Νὰ ὑπολογισθῇ ὁ ὄγκος τοῦ ἐλευθερουμένου NO ὑπὸ Κ.Σ. θερμοκρασίας
καὶ πιέσεως. (Ἀπ. 1 gr — $232,6 \text{ cm}^3$)
(Ἱατρικὴ Σχολή 60)

191. Ποία ποσότης καθαρῶ ἰωδικῶ νιτρίου καὶ πόσα lt SO_2 ἀπαιτοῦνται πρὸς πα-
ρασκευήν 1 gr ἰωδίου; (Ὁ ὄγκος τοῦ SO_2 ὑπολογίζεται ὑπὸ Κ.Σ.). (Ἀπ. 441 lt)
(Ὁδοντιατρικὴ Σχολή 60)

192. Δίδεται ὀρυκτὸν μίγμα ἰσομοριακῶν ποσοτήτων ἐκ δύο ἀνθρακικῶν ἀλάτων δια-
φενῶν μετάλλων. Τὸ ἐν μέταλλον περιέχεται εἰς τὸ μίγμα κατὰ $13,2\%$ κ.β. Δίδεται ὅτι
 $2,15 \text{ gr}$ τοῦ μίγματος διὰ θερμάνσεως παρέχουν $1,027 \text{ gr}$ αερίου. Ζητεῖται ἢ ἐπὶ τοῖς $\%$
ποσότης τοῦ ἄλλου μετάλλου εἰς τὸ μίγμα. (Ἀπ. $21,67\%$)
(Μαθηματικόν Τμήμα 60)

III. ΜΕΤΑΛΛΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

1. Προέλευσις καὶ ἐξαγωγή τῶν μετάλλων

1. Προέλευσις. Μέταλλα εἶναι τὰ περισσότερα τῶν στοιχείων. Πολλὰ ἐξ αὐτῶν εἶναι λίαν διαδεδομένα εἰς τὴν Φύσιν, ἐνῶ ἄλλα ἀνευρίσκονται εἰς ἐλάχιστα μόνον ἴχνη. Τὰ περισσότερον διαδεδομένα μέταλλα ἐπὶ τῆς γῆς εἶναι κατὰ σειρὰν τὰ ΑΙ, Fe, Ca, K, Na, Mg καὶ Ti (σ. 10).

Ὀλίγα μόνον μέταλλα, τὰ πλέον εὐγενῆ, ὡς ὁ χρυσοῦς καὶ ὁ λευκόχρυσος, ἀνευρίσκονται εἰς τὴν Φύσιν ἀποκλειστικῶς ὡς **αὐτοφυῆ**. Ἔτερα μέταλλα ὡς τὸ βισμούθιον, ὁ χαλκός, ὁ ὑδράργυρος καὶ ὁ ἄργυρος ἀνευρίσκονται τόσον ὡς αὐτοφυῆ, ὅσον καὶ ὑπὸ μορφήν διαφόρων ἐνώσεων. Τὰ πλεῖστα ὁμῶς τῶν μετάλλων δὲν ἀνευρίσκονται ἐλεύθερα εἰς τὴν Φύσιν, ἀλλ' ἀποκλειστικῶς ἠνωμένα μετ' ἄλλων στοιχείων, ὑπὸ μορφήν διαφόρων ἐνώσεων. Αἱ ἐνώσεις τῶν μετάλλων ἀπαντοῦν ἐντός τοῦ ὑπεδάφους, ἀναμεμιγμέναι μετὰ γαιωδῶν προσμίξεων, ὑπὸ μορφήν διαφόρων **ὄρυκτῶν**. Τὰ ἐλαφρότερα μέταλλα ἀπαντοῦν καὶ ὑπὸ μορφήν εὐδιαλύτων ἐνώσεων ἐντός τοῦ θαλασσοῦ ὕδατος.

Αἱ κυριώτερα ἐνώσεις τῶν μετάλλων, αἱ ὁποῖαι ἀπαντοῦν ὑπὸ μορφήν διαφόρων ὄρυκτῶν, εἶναι **ὀξειδια**, **σουλφίδια**, **ἀνθρακικά ἄλατα**, ὡς καὶ πυριτικά, θεικὰ καὶ ἀλογονοῦχα ἄλατα. Ὅσα ἐκ τῶν ὄρυκτῶν αὐτῶν περιέχουν χρήσιμα μέταλλα, εἰς ποσότητα τοιαύτην ὥστε νὰ προσφέρωνται διὰ τὴν ἐξ αὐτῶν ἐξαγωγήν τῶν μετάλλων, καλοῦνται **μεταλλεύματα**.

3. Ἐξαγωγή τῶν μετάλλων (μεταλλουργία). Τὸ σύνολον τῶν ἐργασιῶν διὰ τῶν ὁποίων ἐπιτυγχάνεται ἡ ἐξαγωγή εἰς καθαρὰν κατάστασιν ἐνός μετάλλου, ἐκ τοῦ μεταλλεύματος αὐτοῦ, καλεῖται **μεταλλουργία**. Αὕτη περιλαμβάνει τὰ ἐξῆς στάδια :

1. Μηχανικὴ κατεργασία ἢ ἐμπλουτισμὸς τοῦ μεταλλεύματος. Τὸ πρῶτον τοῦτο στάδιον τῆς μεταλλουργίας ἀποσκοπεῖ εἰς τὴν ἀπομάκρυνσιν ἐκ τοῦ μεταλλεύματος τῶν γαιωδῶν προσμίξεων, ὅποτε ἐπέρχεται ἀξῆρις τῆς περιεκτικότητος αὐτοῦ εἰς μέταλλον (ἐμπλουτισμός).

Πρὸς τοῦτο τὸ μέταλλευμα θρυμματίζεται εἰς εἰδικούς μύλους καὶ ἐν συνεχείᾳ ἀπομακρύνονται αἱ γαιώδεις προσμίξεις διὰ ρέοντος ὕδατος. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ὁμῶς ἐπέρχεται ἀπώλεια εἰς μέταλλον, διότι τεμάχια τοῦ μεταλλεύματος παρασύρονται ὑπὸ τοῦ ὕδατος. Ἰκανοποιητικώτερος εἶναι ὁ διαχωρισμός, ὅταν ὑπάρχη διαφορά εἰδικοῦ βάρους μεταξὺ τοῦ μεταλλεύματος καὶ τῶν προσμίξεων αὐτοῦ.

Σημαντικὴν πρόοδον ἀπέτελεσεν ἡ εἰσαγωγή τῆς μεθόδου τῆς **ἐπιπλοῦσεως**, ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται κυρίως, ὅταν τὸ μέταλλευμα συνοδεύεται ὑπὸ προσμίξεων παραπληροῦ εἰδικοῦ βάρους. Ἡ μέθοδος αὕτη συνίσταται εἰς τὴν κατεργασίαν τοῦ θρυμματισθέντος μεταλλεύματος μετὰ μίγματος ὕδατος καὶ ὄρυκτελαίων, ὅποτε τὰ δυσκόματισθέντος μεταλλεύματος μετὰ μίγματος ὕδατος καὶ ὄρυκτελαίων, ὅποτε τὰ δυσκόμως διαβρεχόμενα ὑπὸ τοῦ ὕδατος συστατικά περιβάλλονται ὑπὸ στρώματος ὄρυκτελαίου, καὶ καθιστάμενα εἰδικῶς ἐλαφρότερα, ἀνέρχονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕγρου, ἐνῶ τὰ διαβρεχόμενα ὑπὸ τοῦ ὕδατος, καταβυθίζονται εὐκόλως.

2. Χημικὴ κατεργασία. Τὸ δεύτερον τοῦτο στάδιον τῆς μεταλλουργίας ἀποσκοπεῖ εἰς τὴν ἐξαγωγήν τοῦ καθαρῦ μετάλλου, ἐκ τοῦ ἐμπλουτισθέντος μεταλλεύματος

αυτοῦ. Αἱ μέθοδοι, αἱ ὁποῖαι ἐφαρμόζονται πρὸς τοῦτο, ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ εἶδους τοῦ μεταλλεύματος, αἱ κυριώτεροι δὲ ἐξ αὐτῶν περιγράφονται κατωτέρω.

Α) Ἀναγωγή. Ἐάν τὸ μέταλλευμα εἶναι ὀξειδίων, τὸ μέταλλον ἐξάγεται δι' ἀναγωγῆς ὑπὸ ἀνθρακος ἢ ἄλλου ἀναγωγικοῦ μέσου.

Ἐάν τὸ μέταλλευμα εἶναι σουλφιδίων, ὑποβάλλεται εἰς φρῦξιν — πυροῦται δηλαδὴ εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, παρουσίᾳ ἀέρος ἐν περισσεΐᾳ — ὁπότε μετατρέπεται εἰς διοξειδίων τοῦ θείου, τὸ ὁποῖον ἀφίπταται, καὶ ὀξειδίων τοῦ μετάλλου, τὸ ὁποῖον ἀνάγεται περαιτέρω.

Ἐάν τὸ μέταλλευμα εἶναι ἀνθρακικὸν ἔλας, διὰ πυρώσεως εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν μετατρέπεται εἰς ὀξειδίων τοῦ ἀνθρακος, τὸ ὁποῖον ἀφίπταται, καὶ ὀξειδίων τοῦ μετάλλου, τὸ ὁποῖον περαιτέρω ἀνάγεται.

Ἡ ἀναγωγή τῶν ὀξειδίων τῶν μετάλλων γίνεται εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα συνήθως δι' ἀνθρακος, εἰς τινὰς δὲ περιπτώσεις, δι' ἀργιλίου.

1. Ἀναγωγή δι' ἀνθρακος. Τὸ μέταλλευμα ἀναμιγνύεται μετὰ τῆς ἀναλόγου ποσότητος ἀνθρακος—ὑπὸ μορφῆν μεταλλουργικοῦ κῶκ—ἐντὸς εἰδικῶν καμίνων καὶ ἐμφυσᾶται κάτωθεν ἀήρ, ὁπότε ὁ ἀνθραξ καίεται πρὸς CO_2 , ἀναπτυσσομένης τῆς ἀπαραιτήτου διὰ τὴν ἀναγωγὴν ὑψηλῆς θερμότητος.

Τὸ CO_2 μετατρέπεται ἀκολουθῶς ἐντὸς τῆς καμίνου ὑπὸ τοῦ ὑπάρχοντος ἀνθρακος πρὸς CO , τὸ τελευταῖον δὲ τοῦτο ἀνάγει τὰ ὀξειδία πρὸς μέταλλα :



Πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῶν διαφόρων προσμίξεων, προστίθενται εἰς κάμινον, ὁμοῦ μετὰ τοῦ μεταλλεύματος, κατάλληλοι οὐσίαι, τὰ **σουλφιπάσματα**, αἱ ὁποῖαι σχηματίζουν μετὰ τῶν προσμίξεων εὐτηκτον μάζαν, τὴν **σκωρίαν**, ἢ ὁποῖα ἐπιπλέει λόγῳ τοῦ μικροῦ εἰδικῆς τῆς βάρους ἐπὶ τοῦ τετηγμένου μετάλλου, δυναμένη νὰ ἀποχωρήσῃ εὐκόλως.

Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης λαμβάνονται τὰ βαρῆα κυρίως μέταλλα ὡς ὁ χαλκός, τὸ βισμούθιον, ὁ ψευδάργυρος, ὁ μόλυβδος, ὁ κασίτερος, τὸ κολβάτιον, ὁ σιδηρος κ.ἄ.

2. Ἀναγωγή δι' ἀργιλίου (ἀργιλοθερμικὴ μέθοδος ἢ μέθοδος Goldschmidt). Ἡ μέθοδος αὕτη χρησιμοποιεῖται εἰς τὰς περιπτώσεις ἐκείνας, κατὰ τὰς ὁποίας δὲν δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ ὁ ἀνθραξ, διότι τὸ ἀναγόμενον μέταλλον ἐνοῦται μετὰ τοῦ ἀνθρακος, σχηματίζον καρβίδια.

Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην τὸ μεταλλοξείδιον ἀναμιγνύεται μετ' ἀναλόγου ποσότητος ρινημάτων ἀργιλίου, ἐντὸς χωνευτηρίου ἐκ πυριμάχου ὑλικοῦ καὶ ἀναφλέγεται δι' εἰδικῶν ἐναύσματος, ἐκ μεταλλικοῦ μαγνησίου ἀναμειγμένου μεθ' ὑπεροξειδίου τοῦ βαρίου. Τὸ ἀργίλιον καίεται ἐνούμενον μετὰ ὀξυγόνου τοῦ ὀξειδίου, τὸ δὲ ἀναγόμενον μέταλλον τηκόμενον, συγκεντρῶται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ χωνευτηρίου.

Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης ἐξάγεται τὸ χρῶμιον, τὸ μαγγάνιον, τὸ τιτάνιον κ.ἄ.

Β) Ἡλεκτρολυτικὴ μέθοδος. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην ὑποβάλλονται εἰς ἠλεκτρολύσειν δι' αὐτῶν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἀποτίθενται τὰ μέταλλα εἰς τὴν κάθodon. Ἀποκλειστικῶς διὰ τῆς μεθόδου ταύτης, λαμβάνονται τὰ λίαν ἠλεκτροθετικὰ μέταλλα κάλιον, νάτριον, μαγνήσιον, ἀσβέστιον καὶ ἀργίλιον. Ἡ ἠλεκτρολυτικὴ μέθοδος χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς κάθαρσιν διαφόρων βαρῶν μετάλλων ἐκ τῶν προσμίξεων αὐτῶν.

Γ) Μέθοδος καταβυθίσεως. Εἰς τινὰς περιπτώσεις, ἢ παραλαβὴ εἰς καθαρὰν κατάσταση τοῦ μετάλλου ἐπιτυγχάνεται διὰ καταβυθίσεως αὐτοῦ ἐκ τῶν διαλυμάτων τῶν ἀλάτων του, τῇ προσθήκῃ ἑτέρου μετάλλου, πλέον ἠλεκτροθετικοῦ, ὑπὸ τοῦ ὁποῖου ἀντικαθίσταται :

$$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$$

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω μεθόδων, ἐφαρμόζονται καὶ ἄλλαι, ἀναλόγως τῆς χημικῆς συνθέσεως τοῦ μεταλλεύματος, ὡς καὶ τῆς φύσεως τῶν ξένων προσμίξεων, ὅπως ἡ θερμικὴ διάσπασις ἐνώσεων τοῦ μετάλλου, ἢ μέθοδος τῆς ἀμαλαγώσεως κ.ἄ.

2. Γενικαί Ιδιότητες τῶν μετάλλων

Ἀνεφέρθη ἤδη, ὅτι τὰ στοιχεῖα ταξινομοῦνται εἰς δύο μεγάλας κατηγορίας: τὰ μέταλλα καὶ τὰ ἀμέταλλα. Ἐξητάσθησαν ἐπίσης αἱ σημαντικώτεροι τῶν διαφορῶν, τὰς ὁποίας ἐμφανίζουν ταῦτα εἰς τὰς φυσικοχημικὰς των ἰδιότητες (σχ. 125).

Κατωτέρω ἐξετάζονται λεπτομερέστερον αἱ γενικαὶ ἰδιότητες τῶν μετάλλων καὶ παρέχεται συγχρόνως ὁ τρόπος, μὲ τὸν ὁποῖον ἐξετάζονται αἱ ἰδιότητες ἐνὸς μετάλλου, ὡς καὶ γενικαὶ παρατηρήσεις, δυνάμεναι νὰ ἐφαρμοσθοῦν κατὰ τὴν ἐξέτασιν ἐνὸς ἐκάστου ἐξ αὐτῶν.

Α) Φυσικαὶ ἰδιότητες. 1. Φυσικὴ κατάσταση. Ὅλα τὰ μέταλλα εἶναι στερεὰ ὑψηλοῦ σ.τ., ἐξαιρέσει τοῦ Hg, ὃ ὁποῖος εἶναι ὑγρὸν (σ.τ. -39°C). Λίαν χαμηλὰ σ.τ. ἔχουν ἐπίσης τὰ μέταλλα Ga ($27,78^{\circ}\text{C}$) καὶ Cs ($28,5^{\circ}\text{C}$).

Τὰ μέταλλα ἀναλόγως τοῦ σ.τ. αὐτῶν διακρίνονται εἰς εὐτήκτα (σ.τ. $< 500^{\circ}\text{C}$) καὶ εἰς δύστηκτα (σ.τ. $> 500^{\circ}\text{C}$). Ἐάν τὸ σ.τ. εἶναι ὑψηλότερον τῶν 1400°C τότε τὸ μέταλλον χαρακτηρίζεται ὡς λίαν δύστηκτον.

Εὐτήκτα μέταλλα : K, Na, Zn, Pb, Sn, Bi
 Δύστηκτα » : Ca, Mg, Al, Cu, Ag, Au
 Λίαν δύστηκτα » : Fe, Co, Ni, Cr, Mn, Pt

Ἄπαντα τὰ μέταλλα δύνανται εἰς ὀρισμένην θερμοκρασίαν νὰ ἐξαιερωθοῦν.

2. Μεταλλικὴ λάμψις καὶ χρῶμα. Τὰ μέταλλα παρουσιάζουν χαρακτηριστικὴν μεταλλικὴν λάμψιν, ὀφειλομένην εἰς τὴν μεγάλην ἰκανότητα αὐτῶν νὰ ἀνακλοῦν τὸ ὁρατὸν φῶς. Ἡ ὀπτική των διαφάνεια εἶναι πάρα πολὺ μικρὰ (ἀδιαφανῆ).

Τὸ χρῶμα τῶν περισσοτέρων μετάλλων εἶναι ἀργυρολευκὸν (K, Na, Ca, Mg, Al, Ag, Hg, Sn, Fe, Ni, Co, Pt). Τινὰ ἐξ αὐτῶν εἶναι λευκοκυανίζοντα (Zn, Pb, Cr), τὸ Mn εἶναι τεφρῶν, ὃ Cu ἐρυθρὸς καὶ ὃ Au κίτρινος.

3. Πυκνότης. Τὰ μέταλλα ἔχουν κατὰ κανόνα μεγαλύτεραν πυκνότητα ἀπὸ τὰ ἀμέταλλα, ἢ ὁποία ὅμως κυμαίνεται μεταξὺ εὐρυτάτων ὁρίων. Ἐπὶ τῇ βάσει τῆς πυκνότητος αὐτῶν, τὰ μέταλλα διακρίνονται εἰς ἐλαφρὰ ($\rho < 5 \text{ gr/cm}^3$) καὶ βαρῆα ($\rho > 5 \text{ gr/cm}^3$).

Ἐλαφρὰ μέταλλα : Li, K, Na, Ca, Mg, Al
 Βαρῆα μέταλλα : Cu, Ag, Au, Zn, Hg, Pb, Sn, Fe, Co, Ni, Cr, Mn, Pt

4. Μηχανικαὶ ἰδιότητες. Ἐξαιρετικῶς πολὺτοιμοὶ διὰ τὴν τεχνικὴν εἶναι αἱ μηχανικαὶ ἰδιότητες τῶν μετάλλων, ἤτοι τὸ ἐλατόν, τὸ ὀλκιμον καὶ ἡ ἀνθεκτικότης αὐτῶν, ὀφειλόμεναι εἰς τὴν μεγάλην συνοχήν τῶν μορίων των.

Ἐλατόν καλεῖται ἡ ἰδιότης τῶν μετάλλων νὰ μεταβάλλονται εἰς ἐλάσματα εἴτε διὰ σφρηλιατήσεως εἴτε διὰ τοῦ ἐλάστρου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἐκ δύο κυλινδρῶν ἐκ χάλυβος, περιστροφόμενον ἀντιθέτως, καὶ μεταξὺ τῶν ὁποίων διέρχεται τὸ μέταλλον. Ὀλκιμον καλεῖται ἡ ἰδιότης τῶν μετάλλων νὰ μεταβάλλονται εἰς σύρματα, δι' ἔλξεως διὰ μέσου τῶν ὁπῶν πλακὸς ἐκ χάλυβος, ἢ ὁποία καλεῖται συρματοσύρτης. Αἱ ἰδιότητες αὗται ὅμως, αἱ ὁποῖαι χαρακτηρίζουν ὅλα τὰ μέταλλα, δὲν εἶναι ἐξ ἴσου ἐκπεφρασμένα εἰς ἓν ἕκαστον αὐτῶν.

Μεταξὺ εὐρυτάτων ὁρίων κυμαίνεται ἐπίσης καὶ ἡ σκληρότης τῶν μετάλλων. Οὕτω τὰ μέταλλα K, Na, Ca, Mg, Ag, Au, Pb, Sn καὶ Fe χαρακτηρίζονται ὡς μαλακά, ἐνῶ τὰ μέταλλα Al, Cu, Ni, Co, Mn καὶ Cr ὡς σκληρὰ.

5. Διαλυτότης. Τὰ μέταλλα εἶναι γενικῶς ἀδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ ὡς καὶ εἰς οἰονδήποτε διαλυτικὸν μέσον — μετὰ τοῦ ὁποῖου βεβαίως δὲν ἀντιδρῶν — δυνάμενα νὰ διαλυθοῦν μόνον ἐνὸς τμημάτων ἑτέρων μετάλλων.

6. Θερμικὴ καὶ ἠλεκτρικὴ ἀγωγιμότης. Τὰ μέταλλα εἶναι καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ταῦτα ἐξηγεῖται ἐκ τῆς εἰδικῆς κατασκευῆς τοῦ

κρυσταλλικού πλέγματος τών μετάλλων, εις τὸ ὁποῖον δομικοὶ λίθοι εἶναι θετικῶς φορτισμένα ἰόντα, δηλαδὴ άτομα τοῦ μετάλλου, τὰ ἠλεκτρόνια τῆς ἐξωτάτης στιβάδος τῶν ὁποίων δὲν περιστρέφονται περίεξ ἐκάστου ἐξ αὐτῶν, ἀλλὰ κινοῦνται ἐλευθέρως ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ μετάλλου, συνιστῶντα τὸ καλούμενον **ἠλεκτρονικὸν νέφος**. Εἰς τὴν ὑπαρξιν τῶν ἐλευθέρων τούτων ἠλεκτρονίων ὀφείλονται πλὴν τῆς θερμικῆς καὶ τῆς ἠλεκτρικῆς ἀγωγιμότητος τῶν μετάλλων, καὶ ἡ ἐκπομπὴ ἠλεκτρονίων κατὰ τὴν διαπύρωσιν αὐτῶν, ὡς καὶ τὸ φωτοηλεκτρικὸν φαινόμενον, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζεται ἐντόνως εἰς τινὰ μέταλλα (Cs, Rb, K).

7. Ἀτομικότης. Τὰ μέταλλα εἰς κατάστασιν ἀτμῶν εἶναι μονοατομικά. Ἀπέδειχθη ὅμως ὅτι εἰς τοὺς ἀτμοὺς τῶν μετάλλων τῶν ἀλκαλίων ἀπαντοῦν εἰς μεγάλην ἀναλογίαν καὶ διατομικά μόρια.

Ἐξαερούμενα τὰ μέταλλα ἀποβάλλουν τὰς χαρακτηριστικὰς τῶν ἰδιοτήτας. Ὁ ἀτμοὶ τῶν εἶναι διαφανεῖς, κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ μίγνυνται εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν μετὰ τῶν λοιπῶν ἀερίων. Ἐκ τούτου συνάγεται, ὅτι ὁ μεταλλικὸς χαρακτήρ τῶν στοιχείων συνδέεται μόνον μετὰ τῆς στερεᾶς καὶ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως.

Β) Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Ἐλεκτρονικὴ δομὴ καὶ χημικὸς χαρακτήρ. Τὰ μέταλλα τείνουν κατὰ κανόνα νὰ συμπληρώσουν τὴν ἐξωτάτην αὐτῶν στιβάδα δι' ἀποβολῆς ἠλεκτρονίων, μεταπίπτοντα εἰς ἠλεκτροθετικὰ ἰόντα. Οὕτως, ἐνοῦνται μὲ τὰ ἀμέταλλα, σχηματίζοντα ἑτεροπολικὰ ἐνώσεις καὶ κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τῶν ἀλάτων τῶν, ὀδεύουν ὑπὸ μορφήν κατιόντων εἰς τὴν κάθοδον, ὅπου ἀποβάλλουν τὸ φορτίον τῶν διὰ προσλήψεως ἠλεκτρονίων.

Ἀφ' ἑτέρου τὰ μέταλλα σχηματίζουν πολλὰς καὶ ὁμοιοπολικὰς ἐνώσεις. Εἰς τὰς ἐνώσεις τῶν ἐμφανίζονται πάντοτε τυπικὸν θετικὸν σθένος.

Εἰς τὸ περιοδικὸν σύστημα τὰ μέταλλα καταλαμβάνουν τὰς τρεῖς πρώτας κυρίας ὁμάδας, τὰς τελευταίας θέσεις τῶν ὑπολοίπων κυρίων ὁμάδων, ὡς καὶ τὸ σύνολον τῶν δευτερευουσῶν ὁμάδων αὐτοῦ. Εἰς τὸ παρὸν βιβλίον ἐξετάζονται τὰ ἐξῆς :

1η κυρία ὁμάς : Na, K	1η δευτερεύουσα ὁμάς: Cu, Ag, Au
2α » » : Mg, Ca	2α » » : Zn, Hg
3η » » : Al	6η » » : Cr
4η » » : Sn, Pb	7η » » : Mn
5η » » : Bi	8η ὁμάς (πλειάδων) : Fe, Co, Ni, Pt

Τὰ μέταλλα εἶναι γενικῶς σώματα ἀναγωγικά, ὡς πομποὶ ἠλεκτρονίων. Ὁ ἠλεκτροθετικὸς χαρακτήρ καὶ συνεπῶς ἡ ἀναγωγικὴ ἰκανότης τῶν μετάλλων, τῶν εὐρισκομένων εἰς τὰς κυρίας ὁμάδας τοῦ Π.Σ., ἐλαττοῦται κατὰ τὴν μετάβασιν ἀπὸ τῆς 1ης πρὸς τὴν 8ην ὁμάδα τοῦ Π.Σ.

Προκειμένου περὶ μετάλλων καὶ γενικώτερον στοιχείων τῆς αὐτῆς ὁμάδος τοῦ Π.Σ., ὁ ἠλεκτροθετικὸς χαρακτήρ αὐξάνει, αὐξανόμενου τοῦ ἀτομικοῦ βάρους αὐτῶν, εἶναι δηλαδὴ ἀνάλογος τῆς ἀτομικῆς τῶν ἀκτίνης.

2. Ἀντιδράσεις μὲ ἀμέταλλα. Τὸ **ὀξυγόνον** ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μὲ ὅλα τὰ μέταλλα, πλὴν τῶν εὐγενῶν τοιούτων, καὶ σχηματίζει ὀξειδία, ὑπὸ διαφόρους ὁμῶς δι' ἕκαστον συνθήκας.

Οὕτω τὰ μέταλλα K, Na καὶ Ca ὀξειδοῦνται κατὰ τὴν παραμονὴν τῶν εἰς τὸν ἀέρα ὑπὸ συνήθους συνθήκας, σχηματίζοντα ὀξειδία, τὰ ὁποῖα, διὰ προσλήψεως ὑγρασίας καὶ CO₂, ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας, μεταπίπτουν τελικῶς εἰς ἀνθρακικά ἄλατα.

Πλείστα μέταλλα προσβάλλονται ἐπιφανειακῶς, καλυπτόμενα ὑπὸ λεπτοτάτου στρώματος ὀξειδίου (ὡς τὸ Al) ἢ βασικοῦ ἀνθρακικοῦ ἄλατος (ὡς τὰ : Mg, Zn, Pb κ.ἄ.), τὸ ὁποῖον ἐμποδίζει τὴν περαιτέρω προσβολὴν αὐτῶν. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην λέγομεν ὅτι τὰ μέταλλα λαμβάνουν τὴν **παθητικὴν κατάστασιν**.

Ἐξ ἄλλου, πολλὰ μέταλλα οὐδὲως προσβάλλονται, εἰς συνήθεις συνθήκας, ὑπὸ

του δξυγόνου του άέρος (Sn, Ni, Co κ.ά.), χρησιμοποιούμενα διά την επικάλυψιν έτέρων μετάλλων. Δι' έπιμεταλλώσεως προφυλλάσσονται τά μέταλλα, τά όποία προσβάλλονται υπό συνήθεις συνθηκάς υπό του δξυγόνου, μετατρέπόμενα έξ ολοκλήρου εις τά όξειδια αυτών, ώς ό σίδηρος (διάβρωσις).

Πάντα τά μέταλλα—πλήν των εύγενών—θερμαινόμενα εις τον άέρα εις ύψηλήν θερμοκρασίαν, ώρισμένην δι' έκαστον έξ αυτών, καίνονται πρός όξειδια.

Τό ύδρογόγον ένοϋται μέ τινά μέταλλα ώς τά άλκάλια (K, Na κ. ά.) και αι άλκαλικαί γαίαι (Ca, Ba δχι τό Mg) και παρέχει τά καλούμενα ύδρίδια (σελ. 146).

Έκ των άλογόνων τό φθόριον και τό χλώριον προσβάλλουν όλα τά μέταλλα, ένφ τό βρώμιον και τό ιώδιον τά πλείστα έξ αυτών.

Τό θείον ένοϋται μέ τά περισσότερα των μετάλλων παρέχον σουλφίδια, ένφ τό άζωτον παρέχει νιτρίδια μέ τινά μόνον των μετάλλων. Τά λοιπά άμέταλλα ώς ό φωσφορος, τό άρσενικόν, ό άνθραξ κ.ά. ένοϋνται μέ περιωρισμένον άριθμόν μετάλλων.

3. Άντιδράσεις μέ διαφόρους ένώσεις. α) Μετά του ύδατος (βλ. σελ. 110).

β) Μετά των διαλυμάτων των καυστικών άλκαλιών (βλ. σελ. 110).

γ) Μετά των όξέων (βλ. σελ. 110).

δ) Μετά των όξειδωτικών όξέων : πυκνου -θερμοϋ H₂SO₄, και πυκνου ή άραιου HNO₃ (βλ. σελ. 112).

3. Ηλεκτροχημική σειρά των μετάλλων

Τά άτομα των μετάλλων εμφανίζουιν ώρισμένην τάσιν νά μετατραποϋν εις θετικά ίόντα, δι' άποβολής ηλεκτρονίων, ήτις είναι άντιστρόφως άνάλογος τής τάσεως τήν όποιαν έχουιν, όταν εύρίσκονται υπό μορφήν ίόντων, νά προσλάβουιν ηλεκτρόνια διά νά μεταπέσοιν εις οϋδέτερα άτομα.

Έπί τή βάσει τής τάσεως ταύτης, τά μέταλλα κατατάσσονται εις τήν καλουμένην ηλεκτροχημικήν σειράν, εις τήν όποιαν περιλαμβάνεται πρός σύγκρισιν και τό ύδρογόγον : K, Na, Ba, Ca, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Ag, Hg, Au, Pt.

Τά μέταλλα τά εύρισκόμενα πρός τά άριστερά του ύδρογόγου είναι σταθερώτερα αυτου εις κατάστασιν ίόντων, ένφ τά έπόμενα όλιγώτερον σταθερά.

Η σειρά αυτη παρέχει κατά συνέλειαν ένα μέτρον τής άναγωγικής ικανότητος των μετάλλων, έκαστον δε έξ αυτών άνάγει τά ίόντα των μετάλλων των εύρισκομένων δεξιά αυτου.

Οϋτω έκαστον των μετάλλων τής σειράς ταύτης δύναται νά άντικαταστήση άπαντα τά πρός τά δεξιά αυτου εύρισκόμενα υπό μορφήν ίόντων μέταλλα, εισερχόμενον, άντ' αυτών, εις τό διάλυμα του άλλότος των :



Τό αυτό ίσχύει και προκειμένου περι τής άντικαταστάσεως των ίόντων του ύδρογόνου. Έν μέταλλον δύναται νά άντικαταστήση τά ύδρογονοκατίοντα εις έν διάλυμα όξέος, μόνον έφ' όσον προηγείται του ύδρογόγου εις τήν ηλεκτροχημικήν σειράν :



Έξ αυτου καταφαίνεται ότι τά μέταλλα : Cu, Hg, Ag, Au και Pt δέν διαλύονται εις διάλυμα ύδροχλωρικού όξέος, ώς μη δυνάμενα νά άντικαταστήσουιν τό υπό μορφήν ίόντος ύδρογόγον αυτου. Άντιθέτως, διαλύονται εις διαλύματα όξέων, τά όποια έχουιν ίσχυρώς όξειδωτικήν ικανότητα, ώς π.χ. εις νιτρικόν όξϋ τό τρία πρώτα και εις τό βασιλικόν ύδαρ τά δύο τελευταία.

4. Κράματα

1. Όρισμός και σημασία των κραμάτων. Κράματα καλούνται μίγματα δύο ή περισσοτέρων μετάλλων είτε μετάλλων μετ' αμετάλλων τινών (C, Si, B κ. ά.), έχοντα σαφώς μεταλλικόν χαρακτήρα και ιδιότητας διαφόρους των ιδιοτήτων, των συστατώντων ταύτα στοιχείων.

Ίδιαιτέραν θέσιν μεταξύ των κραμάτων κατέχουν τὰ περιέχοντα μεταξύ των συστατικών των υδράργυρον, τὰ ὁποῖα καλοῦνται ἀμαλγάματα (ἐκ τοῦ ἀραβικοῦ al magma=τό μίγμα).

Ὁ ἄνθρωπος ἠσχολήθη μὲ τὴν κατασκευὴν κραμάτων ἀπὸ ἀρχαιοτάτης ἐποχῆς, μὲ σκοπὸν τὴν βελτίωσιν τῶν ιδιοτήτων τῶν μετάλλων, τὰ ὁποῖα ἐχρησιμοποῖει, διότι ταῦτα, εἰς καθαρὰν κατάστασιν, δὲν ἀνταπεκρίνοντο πάντοτε πρὸς τὰς ἀπαιτήσεις του. Σήμερον τὰ μέταλλα, πλὴν ἐλαχίστων περιπτώσεων, χρησιμοποιοῦνται πάντοτε ὑπὸ μορφήν κραμάτων.

2. Ίδιότητες. Διὰ μετατροπῆς τῶν μετάλλων εἰς κράματα, ἐπιτυγχάνεται ἡ βελτίωσις τῶν μηχανικῶν ιδιοτήτων αὐτῶν καὶ ἡ ἐξουδετέρωσις τῶν μειονεκτημάτων ἑνὸς ἐκάστου. Οὕτω μαλακὰ μέταλλα μετατρέπονται εἰς σκληρά, εὐοξειδωτὰ εἰς ἀπρόσβλητα, καὶ γενικῶς αὐξάνεται ἡ ἀντοχὴ καὶ τὸ εὐκατέρωστον αὐτῶν. Τέλος εἰς πολλὰς περιπτώσεις ἐπιτυγχάνεται ἡ ταπεινωσις τοῦ σ. τ. τοῦ ἑνὸς τοῦλάχιστον τῶν μετάλλων τῶν συστατώντων τὸ κράμα.

Δέον νὰ ληφθῆ εἰσέτι ὑπ' ὄψιν, ὅτι διὰ τὰς ἐν γένει ιδιοτήτας τοῦ κράματος, δὲν ἔχει σημασίαν μόνον ἡ σύνθεσις αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ ἡ μέθοδος παρασκευῆς του. Οὕτω ὁ τρόπος τῆς ψύξεως (ταχεῖα ἢ βραδεῖα ψύξις) ἔχει ἐπίδρασιν ἐπὶ τῆς μορφῆς τῶν σχηματιζομένων κρυστάλλων καὶ συνεπῶς ἐπὶ τῶν μηχανικῶν ιδιοτήτων τοῦ λαμβανομένου κράματος. Ἐξ ἄλλου, εἰς τὴν διαμόρφωσιν τῶν ιδιοτήτων τοῦ κράματος ἐπιδρᾶ καὶ ἡ μετέπειτα κατεργασία αὐτοῦ (σφυρηλάτησις, συμπίεσις κλπ.).

3. Παρασκευὴ. Ἡ παρασκευὴ τῶν κραμάτων γίνεται συνήθως διὰ συντήξεως τῶν συστατώντων ταῦτα μετάλλων καὶ ἀφύσεως τοῦ λαμβανομένου τήγματος νὰ στερεοποιηθῆ διὰ ψύξεως. Κατὰ τὴν τήξιν ἐπιδιώκεται, κατὰ τὸ δυνατόν, ἡ δημιουργία ὁμοιογενῶν τμημάτων, πρὸς τοῦτο δὲ χρησιμοποιοῦνται διάφορα συστήματα, διὰ τῶν ὁποίων ἐπιδιώκεται ἡ ἀνάμιξις τῶν μετάλλων. Μετὰ τὴν ψύξιν τοῦ τήγματος τῶν μετάλλων, τὸ λαμβανόμενον στερεὸν μίγμα δύναται νὰ εἶναι ὁμογενές ἢ ἑτερογενές.

Πλὴν τῆς ἀνωτέρω κυρίως ἐφαρμοζομένης μεθόδου, κράματα δύναται νὰ παρασκευασθοῦν καὶ δι' ἄλλων μεθόδων ὡς π.χ. διὰ ταυτοχρόνου ἐναποθέσεως δύο μετάλλων κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν διαλύματος ἀλάτων αὐτῶν, δι' ἀναγωγῆς δύο μετάλλων ἐκ τῶν ἐνώσεών των, κ.ά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΜΕΤΑΛΛΑ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΩΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ (ΠΡΩΤΗ ΚΥΡΙΑ ΟΜΑΔ ΤΟΥ Π.Σ.)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΩΝ

Εις τὴν πρώτην κυρίαν ὀμάδα τοῦ Π.Σ., τὴν ὀμάδα τῶν ἀλκαλίων, περιλαμβάνονται τὰ μέταλλα : **λίθιον, νάτριον, κάλιον, ρουβίδιον, καίσιον** καὶ τὸ βραχύβιον ραδιενεργὸν στοιχεῖον **φράγκιον**. Εἶναι μέταλλα λίαν ἐλαφρά, μαλακὰ καὶ μικρᾶς πυκνότητος. Αἱ κυριώτεραι φυσικαὶ τῶν σταθεραὶ περιλαμβάνονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα :

	Li	Na	K	Rb	Cs
Ἄτομικὸς ἀριθμὸς	3	11	19	37	55
Ἄτομικὸν βάρος	6,94	22,997	39,096	85,48	132,91
Πυκνότης (gr/cm ³)	0,534	0,97	0,84	1,532	1,903
Σημ. τήξεως (°C)	186	97,5	62,3	39	28,45
Σημ. ζέσεως (°C)	1605	880	759,5	696	670

Ν Α Τ Ρ Ι Ο Ν (Na)

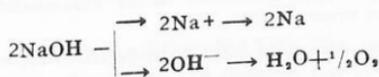
1. Προέλευσις. Τὸ νάτριον εὑρίσκεται ἀφθόνως διαδεδομένον εἰς τὴν Φύσιν. Εἶναι δὸν εἰς σειρὰν διαδόσεως μεταξὺ τῶν στοιχείων καὶ ἀποτελεῖ τὰ 2,33 % τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς, συνυπολογιζομένων τῶν θαλασσῶν καὶ τῆς ἀτμοσφαιρας.

Δὲν ἀνευρίσκεται ἐλευθερῶν εἰς τὴν Φύσιν, ἀλλὰ μόνον ὑπὸ μορφήν ἀλάτων. Σπουδαιότερον ἐξ αὐτῶν εἶναι τὸ **ὄρυκτον ἢ μαγειρικὸν ἄλας (NaCl)**, τὸ ὁποῖον ἀπαντᾷ τόσον εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ, περιεχόμενον κατ' ἀναλογίαν περίπου 2,7 % ὅσον καὶ εἰς τὰ διάφορα ἀλατωρυχεῖα (Στασφόρτη, Ἄλοσάτι, Γαλικία κ.ἄ.).

Ἔτερα ὄρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι τὸ **νίτρον τῆς Χιλῆς (NaNO₂)**, ὁ **κρυόλιθος (AlF₃·3NaF)**, ὁ **βόραξ (Na₂B₄O₇·10H₂O)**, ὡς καὶ πολυάριθμα πυριτικά ἄλατα.

2. Παρασκευὴ. 1. Παλαιότερον παρασκευάζετο δι' ἀναγωγῆς τοῦ **Na₂CO₃**, ὑπὸ τοῦ ἀνθρακος εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν : $Na_2CO_3 + 2C \rightarrow 2Na + 3CO$

2. Σήμερον παρασκευάζεται δι' ἠλεκτρολύσεως τήγματος **NaOH** κατὰ τὴν μέθοδον **Castner** :



Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν εἰς μὲν τὴν κάθodon ἐλευθεροῦται τὸ μέταλλον ἐν τετηκυῖα καταστάσει, λόγῳ τῆς θερμοκρασίας τοῦ τήγματος (330°), εἰς δὲ τὴν ἀνοδον ὀξυγόνον καὶ ὕδωρ. Ἡ ἀπόδοσις ἀνέρχεται εἰς τὸ ἥμισυ τῆς θεωρητικῆς ὑπολογιζομένης, διότι τὸ παραγόμενον ὕδωρ ἀντιδρᾷ εἰς τὴν κάθodon μετὰ τοῦ ἐλευθερουμένου νατρίου, ἀναπαραγομένου οὕτω τοῦ ἡμίσεος τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρολυθέντος **NaOH** :

$$Na + H_2O \rightarrow NaOH + \frac{1}{2}H_2$$

3. Παρασκευάζεται επίσης δι' ηλεκτρολύσεως τήγατος NaCl: Λόγω του ύψηλου σ.τ. του άλατος (801° C), ηλεκτρολύεται τήγμα NaCl, περιέχον έν διαλύσει φθοριοϋχα άλατα, τά όποία προκαλοϋν ταπεινωσιν του σ.τ. μέχρι των 600° C.

3. Φυσικαι ιδιότητες. Είναι μέταλλον άργυρόλευκον, Ισχυράς μεταλλικής λάμψεως, εις πρόσφατον τομήν, μαλακόν ώς ό κηρός. Είναι ελαφρότερον του ύδατος (0,90 gr/cm³), τήκεται εις 97,5° C και ζέει εις 880° C.

4. Χημικαι ιδιότητες. Είναι λιάν ηλεκτροθετικόν μέταλλον και συνεπώς Ισχυρόν άναγωγικόν.

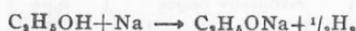
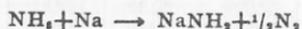
1. Έκτιθέμενον εις τόν άέρα όξειδοϋται ταχέως, καλυπτόμενον υπό στρώματος όξειδιου (Na₂O), τó όποιον, διά προσλήψεως CO₂, έκ τής άτμοσφαιράς, μετατρέπεται εις άνθρακικόν άλας. Ένεκα τούτου φυλάσσεται έντός πετρελαίου.

Διά θερμάνσεως εις ξηρόν και άπηλλαγμένον CO₂ άέρα, καίεται με κιτρίνην φλόγα προς ύπεροξειδιον του νατρίου (Na₂O₂).

2. Μετά του ύδρογόνου ένουται διά θερμάνσεως, παρέχον ύδριδιον του τύπου NaH. Ένοϋται επίσης εύκόλως μετά των άλογόνων και του θείου.

3. Μετά του ύδατος αντιδρά ζωηρότατα. Τεμάχιον νατρίου ριπτόμενον εις τό ύδωρ στροβιλίζεται εις τήν επιφάνειαν αύτου και τό άποσυνθέτει, παραγομένου NaOH, υπό σύγχρονον έκλυσιν ύδρογόνου.

Άντικαθιστά τό ύδρογόνον του HCl και άλλων ένώσεων, ώς π.χ. τής άμμωνίας, σχηματιζόμενου νατραμιδιου (Na⁺N⁻H₂), των άλκοολών, σχηματιζόμενων άλκοολικών άλάτων, του άκετυλείου κ.ά.



Ός Ισχυρόν άναγωγικόν, άνάγει τά όξειδια διαφόρων μετάλλων και άμετάλλων:



5. Φυσιολογική δράσις. Άποτελει σπουδαιον παράγοντα τής όμαλης διεξαγωγής των λειτοργιών τής ζωής, περιεχόμενον εις τά διάφορα ύγρά του οργανισμού.

Ό οργανισμός του άνθρώπου έχει ανάγκην κατά μέσον όρον 10—13 gr NaCl ήμερησίως.

6. Άνιχνεύσις. Άνιχνεύεται φασματοσκοπικώς έκ των δύο χαρακτηριστικών κιτρίνων γραμμών του φάσματος αύτου. Τά άλατά του χρωματίζουν τήν φλόγα του λύχνου Bunsen κιτρίνην.

7. Χρήσεις. Χρησιμοποιείται ως άναγωγικόν μέσον εις τό έργαστήριον, κυρίως υπό τήν μορφήν του άμαλγάματος αύτου.

Τό μετά καλίου κρᾶμα αύτου, τό όποιον είναι ύγρόν, χρησιμοποιείται, αντί του ύδραργύρου, εις τά θερμόμετρα των ύψηλών θερμοκρασιών.

Χρησιμοποιείται ως καταλύτης εις τήν κατασκευήν τεχνητού καουτσούκ (Bu-na), και εις μεγαλυτέρας ποσότητας χρησιμοποιείται διά τήν παρασκευήν του Na₂O₂, του NaCN και του NaNH₂.

Κ Α Λ Ι Ο Ν (K)

1. Ιστορικόν. Τό άνθρακικόν κάλιον (ποτάσσα), τό λαμβανόμενον έκ τής τέφρας των φυτών, ήτο γνωστόν από αρχαιοτάτης εποχής. Μεταλλικόν κάλιον παρεσκευάσθη διά πρώτην φοράν υπό τό Dany (1808), δι' ηλεκτρολύσεως τήγατος KOH.

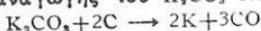
1. Προέλευσις. Είναι στοιχείον λιάν διαδεδομένον εις τήν Φύσιν. Άποτελει, ως και τό νάτριον, τά 2,33% του στερεού φλοιού τής γής, μετά των θαλασσών και τής άτμοσφαιράς, κατέχον μετ' αύτου τήν 6ην θέσιν εις τήν σειράν διαδόσεως των στοιχείων.

Έλεύθερον δέν εύρίσκεται εις τήν Φύσιν. Ήνωμένον άπαντά ως συστατικόν πλείστων πυριτικών πετρωμάτων, έκ τής άποσαθρώσεως των όποίων παράγονται ειδιάλυτα άλατα αύτου. Ταϋτα διαλυόμενα εις τό ύδωρ, προσλαμβάνονται υπό των φυτών, εις τήν τέφραν των όποίων τό κάλιον περιέχεται υπό μορφήν K₂CO₃ (ποτάσσης).

Είς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ἀπαντᾷ ὡς KCl, ὑπὸ ἀναλογίαν μόνον 0,06 %. Εἶναι ἄξισημείωτον, ὅτι ἐκ τῶν δύο συγγενῶν στοιχείων, τοῦ νατρίου καὶ τοῦ καλίου, τὸ μὲν πρῶτον μεταφέρεται εἰς τὴν θάλασσαν καὶ περιέχεται εἰς τὰ φύκη, ἐνῶ τὸ δεῦτερον ἀφομοιοῦται ὑπὸ τῶν φυτῶν τῆς ξηρᾶς.

Πηγὴν ἀλάτων τοῦ καλίου ἀποτελοῦν ὠρισμένα ἀλατωρυχεῖα (Στασφοῦρη, Ἄλ-
σατίας κ.ἄ.). Τὰ κυριώτερα τῶν ὄρυκτων τοῦ καλίου, ἀπαντῶντα εἰς ταῦτα εἶναι ὁ
σουλβίνης (KCl), ὁ σουλβινίτης (KCl.NaCl), ὁ καρναλλίτης (KCl.MgCl₂.6H₂O) κ.ἄ.

**3. Παρασκευὴ. 1. Δι' ἀναγωγῆς τοῦ K₂CO₃ ὑπὸ ἀνθρακος εἰς ὑψηλὴν θερμο-
κρασίαν :**



**2. Δι' ἠλεκτρολύσεως τήγματος KOH ἢ KCl, ὑπὸ συνθήκας ἀναλόγου πρὸς
ἐκείνας τῆς παρασκευῆς τοῦ νατρίου.**

4. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, ἰσχυρᾶς μεταλλικῆς λάμ-
ψεως εἰς πρόσφατον τομῆν, μαλακὸν ὡς ὁ κηρὸς. Εἶναι ἐλαφρότερον τοῦ νατρίου
(0,84 gr/cm³) καὶ πλέον εὐτηκτον αὐτοῦ (σ.τ. 62,3°). Ζεεῖ εἰς τοὺς 760° C.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι λίαν ἠλεκτροθετικὸν στοιχεῖον, ἐμφανίζον μεγαλυ-
τέραν τάσιν ἀπὸ τὸ νάτριον νὰ μεταπέσῃ εἰς κατάστασιν ἰόντος.

1. Ἐκτιθέμενον εἰς τὸν ἀέρα ὀξειδοῦται ταχέως, σχηματιζομένου ὀξειδίου τοῦ
καλίου (K₂O), τὸ ὁποῖον, διὰ προσλήψεως CO₂, ἐκ τῆς ἀτμοσφαιράς, μετατρέπεται εἰς
ἀνθρακικὸν ἄλας. Ἐνεκα τούτου φυλάσσεται ἐντὸς πετρελαίου. Καὶ ἐντὸς τοῦ πετρε-
λαίου ὅμως προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου, τοῦ διαλελυμένου εἰς τοῦτο, καλυπτό-
μενον ὑπὸ καστανοφαιῶν ὀξειδίου.

Θερμαινόμενον εἰς ξηρὸν καὶ ἀπηλλαγμένον CO₂, ἀέρα καίεται πρὸς διοξειδίον
τοῦ καλίου (KO₂).

2. Ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὑδρογόνου εἰς 360° C πρὸς ὑδρογονοῦχον κάλιον (KH).
Μετὰ τοῦ φθορίου, τοῦ χλωρίου καὶ τοῦ βρωμίου ἐνοῦται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν
μετ' ἐκδήξεως, ἐνῶ μετὰ τοῦ ἰωδίου καὶ τοῦ θείου εἰς ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν.

8. Μετὰ τοῦ ὕδατος ἀντιδρᾷ ζωηρότερον τοῦ νατρίου, παραγομένου KOH καὶ
ὑδρογόνου, τὸ ὁποῖον ἀναφλέγεται λόγῳ τοῦ ἐξωθέρμου τῆς ἀντιδράσεως.

Ἀντικαθιστᾷ τὸ ὑδρογόνον τοῦ ὑδροχλωρίου καὶ ἄλλων ἐνώσεων, ὡς τῆς ἀμ-
μωνίας, τῶν ἀλκοολῶν, τοῦ ἀκετυλενίου κ. ἄ., ὅπως καὶ τὸ νάτριον.
Εἶναι ἰσχυρὸν ἀναγωγικόν, ἀνάγω διαφόρα ὀξειδία, ὡς π.χ. τὸ B₂O₃, SiO₂ κ.ἄ.

6. Φυσιολογικὴ δρᾶσις. Εἶναι ἀπαραίτητον διὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν ζωικῶν ὀργανισμῶν. Ἡ
ἀναγκαῖα ποσότης τούτου, διὰ τὸν ὀργανισμὸν τοῦ ἀνθρώπου, ἀνέρχεται εἰς 2-3 gr ἡμερησίως.

7. Ἀνίχνεισις. Ἀνιχνεύεται φασματοσκοπικῶς. Τὰ ἄλατὰ του χρωματίζουν τὴν φλόγα τοῦ
λύχνου Bunsen ἰώδη.

8. Χρήσεις. Τὸ μεταλλικὸν κάλιον εὐρίσκει, ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ νάτριον, ἐλα-
χίστας ἐφαρμογὰς, ἀφ' ἑνὸς μὲν λόγῳ τῆς ὑψηλοτέρας τιμῆς αὐτοῦ, ἀφ' ἑτέρου δὲ
λόγῳ τῆς μεγάλης του δραστηκότητος.

Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν KCN καὶ εἰς τὴν κατασκευὴν φωτοκυττάρων.
Παρέχει ἀμάλαγμα μετὰ τοῦ ὕδραργύρου, τὸ ὁποῖον εἶναι ὑγρὸν, ὡς καὶ ρευ-
στὸν κρᾶμα μετὰ τοῦ νατρίου, χρησιμοποιούμενον εἰς τὴν κατασκευὴν θερμομέτρων.

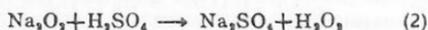
ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ

1. Ὑπεροξειδίον τοῦ νατρίου : Na₂O₂,

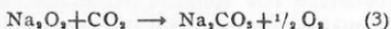
1. Παρασκευὴ. Διὰ καύσεως μεταλλικοῦ νατρίου εἰς ἀτμόσφαιραν ὀξυγόνου ἢ
ξηροῦ ἀέρος ἀπηλλαγμένου διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

2. Ἰδιότητες. Ἀποτελεῖ ὀποκιτρίνην κόνιν, λίαν ὑγροσκοπικὴν. Τήκεται ἄνευ δια-
σπάσεως. Διαλυόμενον εἰς τὸ H₂O, ἐλευθερώνει O₂ : Na₂O₂ + H₂O → 2NaOH + 1/2 O₂ (1)

Δι' ἐπιδράσεως ἀραιῶν διαλυμάτων ὀξέων ἐν ψυχρῷ, παρέχει H_2O_2 (χαρακτηριστικὴ ἀντίδρασις τῶν ὑπεροξειδίων) :



Τῇ ἐπιδράσει CO_2 ἐλευθερώνει δξυγόνον, χρησιμοποιοῦμενον ἕνεκα τούτου πρὸς κάθαρσιν τοῦ ἀέρος εἰς κλειστοὺς χώρους :



Εἶναι ἰσχυρὸν ὀξειδωτικὸν μέσον. Μίγμα αὐτοῦ μετὰ εὐοξειδῶτων οὐσιῶν, ἀναφλέγεται τῇ ἐπιστάξει ὕδατος.

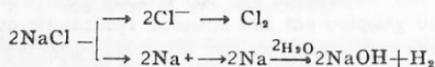
3. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται ὡς πρόχειρον μέσον παρασκευῆς δξυγόνου (1), φερόμενον εἰς τὸ ἐμπόριον μετὰ μικρῶν ποσοτήτων CuSO_4 ἢ NiSO_4 , δρῶντων καταλυτικῶς, ὑπὸ τὸ ὄνομα **δξυλίθος**. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εἰς τὰς δξυγονοδοτικὰς συσκευαῖς τῶν ὑποβρυχίων, καταφυγίων κλπ. (3). Τέλος εὐρίσκει ἐφαρμογὴν ὡς ὀξειδωτικὸν καὶ λευκαντικὸν μέσον.

2. Ὑδροξειδιον τοῦ νατρίου ἢ καυστικὸν νάτριον ἢ καυστικὴ σόδα : NaOH

1 Παρασκευὴ. 1. **Διὰ καυστικοποιήσεως τῆς σόδας.** Ἡ μέθοδος συνίσταται εἰς τὴν ἐπίδρασιν Ca(OH)_2 ἐπὶ διαλύματος Na_2CO_3 (σόδα) :



2. **Σήμερον λαμβάνεται κυρίως δι' ἠλεκτρολύσεως διαλύματος NaCl :**



Ἐπειδὴ τὸ ἐλευθερούμενον εἰς τὴν ἀνοδὸν χλώριον ἀντιδρᾷ μετὰ τοῦ σχηματιζομένου εἰς τὴν κάθοδον NaOH , ἐφαρμόζονται διάφοροι μέθοδοι πρὸς παρεμπόδισιν τῆς ἐπιδράσεως ταύτης. Αἱ μέθοδοι αὗται ἔχουν ὡς ἑξῆς : α) **Μέθοδος διαφράγματος.** Κατ' αὐτὴν τὰ δύο ἠλεκτρόδια χωρίζονται μετὰ τῶν διὰ πορώδους διαφράγματος. β) **Μέθοδος κώδωνος.** Ἡ μέθοδος αὕτη συνίσταται εἰς τὸν διαχωρισμὸν τῆς ἀνόδου ἀπὸ τὴν κάθοδον διὰ κώδωνος ἐξ ἄργιλου. γ) **Μέθοδος ὑδραργύρου.** Κατ' αὐτὴν χρησιμοποιεῖται κάθοδος ἐξ ὑδραργύρου, μετὰ τοῦ ὁποίου τὸ ἀποβαλλόμενον νάτριον σχηματίζει ἀμάλγαμα. Τοῦτο μεταφέρεται ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν εἰς ἕτερον δοχεῖον, ἐνθα ὑποβάλλεται εἰς κατεργασίαν μετὰ θερμοῦ ὕδατος, παραγομένου NaOH ὑπὸ ἔκλυσιν ὕδρογόνου, ἀνακταμένου τοῦ ὑδραργύρου.

2. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Ἀποτελεῖ λευκὴν κρυσταλλικὴν ἡμιδιαφανῆ μάζαν, λίαν ὕγροσκοπικὴν. Διαλύεται ἀφθόνως εἰς τὸ ὕδωρ ὑπὸ ἔκλυσιν θερμότητος. Ἔχει πυκνότητα 2,13 gr/cm³ καὶ τήκεται εἰς τοὺς 318° C.

3. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Τὸ NaOH εἶναι ἀνθεκτικὸν εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας, διασπώμενον μόνον εἰς τοὺς 1390° C εἰς τὰ στοιχεῖα του : $2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na} + \text{O}_2 + \text{H}_2$

2. **Εἶναι λίαν ἰσχυρὰ μονόξινος βᾶσις** καὶ ἐμφανίζει τὰς γενικὰς ἰδιότητας τῶν βᾶσεων : α) Ἀντιδρᾷ μετὰ τῶν ὀξέων καὶ τῶν ὀξείων ὀξειδίων παρέχον ἄλατα. Ὅσπερ ἀπορροφᾷ εὐκόλως τὸ CO_2 τῆς ἀτμοσφαιρας παρέχον Na_2CO_3 , μετὰ τοῦ SiO_2 δὲ παρέχει Na_2SiO_3 :



β) Δι' ἠλεκτρολύσεως δ. αλύματος ἢ τήγματος αὐτοῦ ἐλευθεροῦται δξυγόνον εἰς τὴν ἀνοδον.

γ) Παρέχει αντιδράσεις διπλής αντικαταστάσεως με άλατα, έφ' όσον έν προϊόν έκφεύγει ώς άέριον ή πίπτει ώς ίζημα. Ούτω έλευθερώνει NH_3 έκ τών άμμωνιακών άλάτων και μετά τών άλάτων βαρέων μετάλλων παρέχει δυσδιάλυτα ύδροξείδια :



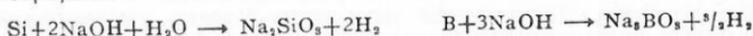
δ) Δισσά τούς έστέρας πρós άλκοόλην και τό μετά νατρίου έλας του όξέος :



3. 'Αντιδρά με τά άλογόνα, τό πυρίτιον και τό βόριον. Ούτω μετά του χλωρίου παρέχει εις άραιά διαλύματα έν ψυχρῶ ύποχλωριώδη και χλωριοϋχα έλατα, εις πυκνά δέ διαλύματα έν θερμῶ, χλωριοϋχα και χλωρικά. 'Αναλόγως, αντιδρά με τό βρώμιον και τό Ιώδιον :



Μετά του πυριτίου και του βορίου παρέχει πυριτικά και βορικά έλατα ύπό έκ λυσιν ύδρογόνου :



'Αναλόγως αντιδρά με τό Al, τόν Zn, τόν Pb και τόν Sn, παρέχον άντιστοίχως άργιλικόν, ψευδαργυρικόν, μολυβδῶδες και κασσιτερῶδες νάτριον, ύπό σύγχρονον έκλυσιν ύδρογόνου :



4. Προσβάλλει: τάς πρωτεΐνας του δέρματος κοί προξενεί έγκαύματα.

4. **Χρήσεις.** Χρησιμοποιείται εύρύτατα εις τήν βιομηχανίαν τών σαπώνων, τής τεχνητής μετάξης και τής χαρτομάξης. Εύρίσκει έφαρμογήν εις τόν καθαρισμόν τών πετρελαίων και τήν κατεργασίαν (μερσερισμόν) του βάμβακος. Χρησιμοποιείται επίσης εις τήν βιομηχανίαν συνθετικών χρωμάτων και εις διαφόρους συνθέσεις, ώς π.χ. τής φαινόλης. 'Αποτελεί τέλος πολύτιμον άντιδραστήριον τής 'Αναλυτικής Χημείας.

3. Χλωριοϋχον νάτριον : NaCl

1. **Προέλευσις.** Τό χλωριοϋχον νάτριον, τό κοινόν **μαγειρικόν έλας**, άπαντά άφθόνως εις τήν Φύσιν, τόσον έν διαλύσει εις τό θαλάσσιον ύδωρ, όσον και εις έκτεταμένα κοιτάσματα ώς όρυκτόν έλας.

Εις τό θαλάσσιον ύδωρ περιέχεται κατά μέσον όρον εις άναλογίαν 2,7%. 'Ανεύρισκεται επίσης εις μικράν άναλογίαν εις τό πόσιμον ύδωρ και εις τά διάφορα ύγρά τών ζωικών όργανισμών.

'Αποτελεί άφ' έτέρου τήν κυρίαν διάστρωσιν τών άλατωρυχείων, τά όποια προήλθον έκ τής έξατμίσεως θαλασσίου ύδατος, άποκλειθέντος του λοιπού τμήματος τής θαλάσσης εις άπομεμακρυσμένας γεωλογικάς περιόδους.

2. **'Εξαγωγή.** Λαμβάνεται είτε έκ του θαλασσίου ύδατος είτε έκ τών άλατωρυχείων.

1. **'Εκ του θαλασσίου ύδατος :** Εις τάς μεσημβρινάς χώρας, τό θαλάσσιον ύδωρ φέρεται έντός άβαθών λάκκων (άλυκῶν), όπου άφίεται πρós έξάτμιαν ύπό τήν επίδρασιν τής ήλιακής θερμότητος. Αί κυριώτεροι άλυκαί έν 'Ελλάδι εύρίσκονται εις τήν 'Ανάβυσσον, τήν Μυτιλήνην, τό Μεσολόγγιον και τήν Λευκάδα.

Τό έκ τής θαλάσσης λαμβανόμενον μαγειρικόν έλας περιέχει και άλατα μαγνησίου, τά όποία τό καθιστούν άγροσκοπικόν. 'Απαλασσοόμενον αύτών, φέρεται εις τό έμπόριον ώς έπιτραπέζιον μαγειρικόν έλας.

2. **'Εκ τών άλατωρυχείων.** 'Εξ αύτών, έναν τό έλας είναι καθαρόν, λαμβάνεται δι' άπλης έξορύξεως, έν συνεχεία δέ κονιοποιείται και ύφίσταται καθαριν δι' άνακρυσταλλώσεως, 'Εάν τό κοιτάσμα περιέχη ξένας προσμίξεις ή εύρίσκεται εις μέγα

βάθος, εισάγονται εις τοῦτο δύο συγκεντρικοί σωλήνες. Διὰ τοῦ ἐνὸς διαβιβάζεται ὕδωρ, τὸ ὁποῖον διαλύει τὸ ἄλας, καὶ διὰ τοῦ ἐτέρου τὸ διάλυμα ἀναρροφᾶται δι' ἀντλιῶν. Ἐκ τοῦ διαλύματος τούτου, ἀποχωρίζεται τὸ NaCl διὰ κλασματικῆς κρυσταλλώσεως.

3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Κρυσταλλοῦται εἰς ἀχρούς κρυστάλλους τοῦ κυβικοῦ συστήματος. Τήκεται εἰς 801° C καὶ εἶναι εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ (35,7% εἰς 0° C). Συνήθως οἱ κρύσταλλοι αὐτοῦ περικλείουν μηχανικῶς συγκατατούμενον ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐξατμίζομενον, ὅταν οὗτοι θερμανθοῦν, προκαλεῖ τὴν μετὰ μικρᾶς ἐκρήξεως διάσπασιν τῶν κρυστάλλων.

4. Χημικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι λίαν σταθερὸν εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας καὶ τὰ ὕδατικά του διαλύματα ἐμφανίζουν οὐδετέραν ἀντίδρασιν.

Δι' ἐπιδράσεως πυκνοῦ H₂SO₄ ἐν θερμῷ, ἐλευθερώνει ἀέριον HCl καὶ δι' ἐπιδράσεως διαλύματος AgNO₃ παρέχει λευκὸν ἴζημα AgCl, διὰ τοῦ ὁποῖου ἀνιχνεύονται καὶ προσδιορίζονται ποσοτικῶς ὅλα τὰ χλωριούχα ἄλατα.

Παρουσία H₂SO₄, ὀξειδοῦται ὑπὸ τοῦ MnO₂, τοῦ KMnO₄ καὶ ἄλλων ὀξειδωτικῶν πρὸν χλώριον (βλ. παρασκευὴν χλωρίου).

5. Χρήσεις. Μεγάλαι ποσὰ χλωριούχου νατρίου καταναλίσκονται πρὸς ἄρτυσιν τῶν φαγητῶν καὶ πρὸς συντήρησιν διαφόρων τροφίμων.

Ἀποτελεῖ σπουδαιότατην πρώτην ὕλην τῆς χημικῆς βιομηχανίας, χρησιμοποιούμενον πρὸς παρασκευὴν Na₂CO₃, NaOH, HCl, μεταλλικοῦ νατρίου, χλωρίου καὶ πλείστον ἁλάτων τοῦ νατρίου.

Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν ψυκτικῶν μιγμάτων.

Τέλος, διάλυμα NaCl εἰς ὕδωρ περιεκτικότητος 0,95% εἶναι ἰσότονον πρὸς τὸ αἷμα, χρησιμοποιούμενον εἰς τὴν ἰατρικὴν ὡς φυσιολογικὸς ὀρός.

4. Ἀνθρακικὸν νάτριον (σόδα): Na₂CO₃

1. Προέλευσις. Ἀνευρίσκεται ὡς συστατικὸν λιμῶν τινῶν (Αἴγυπτος, Ἀνατολικὴ Ἀφρική, Καλιφόρνια) καὶ ὡς συστατικὸν τῆς τέφρας πολλῶν θαλασσίων φυκῶν, ἐκ τῆς ὁποίας δύναται νὰ παραληφθῇ δι' ἐκχυλίσεως μεθ' ὕδατος.

2. Παρασκευὴ. 1. Μέθοδος Leblanc. Κατὰ τὴν παλαιότεραν ταύτην μέθοδον θερμαίνεται κατ' ἀρχὰς NaCl μετὰ πυκνοῦ H₂SO₄, ὁπότε παράγεται Na₂SO₄ καὶ HCl, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὸ κύριον παραπροῖον τῆς μεθόδου ταύτης:



Ἐν συνεχείᾳ τὸ Na₂SO₄ ἀνάγεται ὑπὸ ἀνθρακος, εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν πρὸς Na₂S, τὸ ὁποῖον, διὰ πυρώσεως μετ' ἀσβεστολίθων, παρέχει Na₂CO₃:



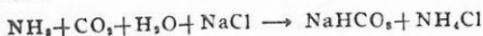
Αἱ ἀνωτέρω ἀντιδράσεις διεξάγονται ταυτοχρόνως διὰ πυρώσεως εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ἐντὸς περιστρεφόμενων καμίνων, μίγματος Na₂SO₄, ἀνθρακος καὶ ἀσβεστολίθων.

2. Μέθοδος Solvay. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην, ἡ ὁποία ἐξετόπισε πλήρως τὴν προηγουμένην, ὡς πρῶται ὅλα καταναλίσκονται ἀποκλειστικῶς NaCl καὶ ἀσβεστόλιθοι, ἐκ τῶν ὁποίων, διὰ πυρώσεως, προκύπτει τὸ ἀπαραίτητον CO₂ καὶ CaO.

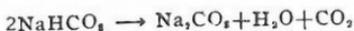
Ἡ μέθοδος βασίζεται εἰς τὴν παραγωγὴν NH₄HCO₃, διὰ διοχετεύσεως CO₂ καὶ NH₃ εἰς τὸ ὕδωρ ὑπὸ πίεσιν. Τὸ ἄλας τοῦτο ἐν διαλύματι παρέχει μετὰ τοῦ NaCl, διὰ διπλῆς ἀντικαταστάσεως, τὸ λίαν εὐδιάλυτον NH₄Cl καὶ τὸ ὀλιγώτερον διαλυτὸν NaHCO₃, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ἀποχωρισθῇ τοῦ διαλύματος, λόγῳ τῆς σημαντικῆς διαφορᾶς διαλυτότητος:



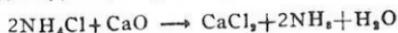
Είς τὴν πρᾶξιν διοχετεύεται ἀπ' εὐθείας ὑπὸ πίεσιν NH_3 καὶ CO_2 εἰς κεκορεσμένον διάλυμα NaCl :



Τὸ ἀποχωριζόμενον NaHCO_3 συλλέγεται καὶ θερμαίνεται εἰς τοὺς 260°C , ὁπότε διασπᾶται πρὸς Na_2CO_3 καὶ CO_2 :



Τὸ ἐλευθερούμενον CO_2 συλλέγεται καὶ φέρεται ἐκ νέου πρὸς ἀντίδρασιν. Ἐκ τοῦ παροαγομένου τέλους NH_4Cl ἀνακτᾶται ποσοτικῶς ἡ ἀμμωνία διὰ θερμάνσεως μετὰ τῆς ἀσβεστοῦ, τῆς λαμβανομένης ἐκ τῆς πυρῶσεως τῶν ἀσβεστολίθων :



2. Ἡλεκτρικὴ μέθοδος. Ἡ μέθοδος αὕτη συνίσταται εἰς τὴν παρασκευὴν NaOH , δι' ἠλεκτρολύσεως διαλύματος NaCl , καὶ τὴν μετατροπὴν τούτου εἰς Na_2CO_3 , διὰ διαβιβάσεως CO_2 :

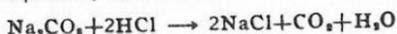


3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Κρυσταλλοῦται ἐκ τῶν διαλυμάτων του εἰς μεγάλους διαφανεῖς κρυστάλλους μετὰ 10 μορίων κρυσταλλικοῦ ὕδατος ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), τὰ ὁποῖα ἀποβάλλει διὰ θερμάνσεως, σχηματιζομένης λευκῆς ἀμόρφου κόνεως. Διαλύεται εὐκόλως εἰς τὸ ὕδωρ.

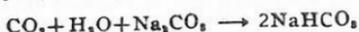
4. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Εἶναι σταθερὸν εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ ἀνθρακικὰ ἄλατα τῶν ἄλλων μετάλλων, πλην τῶν ἀλκαλίων.

2. Εἰς ὕδατικά διαλύματα ἐμφανίζει ἀλκαλικὴν ἀντίδρασιν, λόγῳ ὑδρολύσεως, ὡς ἄλας ἀσθενοῦς ὀξέος καὶ ἰσχυρᾶς βάσεως : $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{NaOH}$

3. Διασπᾶται δι' ἐπιδράσεως ὀξέων ὑπὸ ἔκλυσιν CO_2 :



Διὰ διαβιβάσεως CO_2 εἰς διάλυμα Na_2CO_3 λαμβάνεται NaHCO_3 :



Δι' ἐπιδράσεως Ca(OH)_2 παρέχει NaOH (βλ. παρασκευὴν NaOH).

5. Χρήσεις. Ἡ σόδα χρησιμοποιεῖται εἰς μεγάλα ποσὰ εἰς τὴν ὑαλουργίαν καὶ τὴν σαπωνοποιάν. Εὐρίσκει ἀκόμη ἐφαρμογὴν εἰς τὴν ἀποσκλήρυνσιν τοῦ ὕδατος καὶ τὴν πλύσιν τῶν νημάτων τῆς ὑφαντουργίας.

Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὑπὸ τῆς χημικῆς βιομηχανίας διὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν τῶν πάσης φύσεως ὀξέων, πλεονεκτοῦσα τοῦ καυστικοῦ νατρίου κατὰ τὴν τιμὴν.

5. Ὁξινον ἀνθρακικὸν νάτριον : NaHCO_3

1. Προέλευσις. Ἀνευρίσκειται εἰς τὰ ὕδατα μεταλλικῶν τινῶν πηγῶν (π.χ. Vichy)

2. Παρασκευὴ. Λαμβάνεται ὡς ἐνδιδόμεσον προϊόν κατὰ τὴν παρασκευὴν σόδας, διὰ τῆς μεθόδου Solvay.

3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι λευκὴ μικροκρυσταλλικὴ κόνις. Διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ χωρὶς νὰ ἐμφανίζῃ ὄμως σχετικῶς μεγάλην διαλυτότητα.

4. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Διὰ θερμάνσεως ἀνω τῶν 100°C μεταπίπτει πρὸς Na_2CO_3 ὑπὸ σύγχρονον ἔκλυσιν CO_2 : $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

2. Διασπᾶται δι' ἐπιδράσεως ὀξέων, ἐλευθερούμενον CO_2 .

3. Καίτοι εἶναι ὀξινον ἄλας, τὰ ὕδατικά διαλύματα αὐτοῦ παρουσιάζουν ἀλκαλικὴν ἀντίδρασιν λόγῳ ὑδρολύσεως, δεδομένου ὅτι προέρχεται ἐξ ἀσθενοῦς ὀξέος καὶ ἰσχυρᾶς βάσεως.

5. Χρήσεις. Τό δξινον άνθρακικόν νάτριον, καλούμενον πολλάκις και **δισανθρακικόν νάτριον**, χρησιμοποιείται εις την Ιατρικην πρός έξουδετέρωσιν τής περισσείας τών όξέων του στομάχου (**σόδα φαρμακείων**). Χρησιμοποιείται επίσης εις την παρασκευήν άφρωδών ποτών και εις την ζαχαροπλαστικήν, ώς τεχνητή ζύμη, λόγω τής εύκόλου αποδόσεως ύπ' αυτού CO₂. Τό «baking powder» άποτελεί μίγμα NaHCO₃ και όξίνου τρυγικού καλίου. Τέλος χρησιμοποιείται εις τούς πυροσβεστήρας.

6. Νιτρικόν νάτριον : NaNO₃.

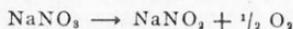
1. Προέλευσις. Άπαντά ώς όρυκτόν εις τās ανύδρους περιοχάς τής Χιλής (νίτρον τής Χιλής) και του Περού, προερχόμενον έκ τής σήψεως διαφόρων όργανικών ύλών, τή έπιδράσει νιτρογόνων βακτηρίων.

2. Παρασκευή. 1. Λαμβάνεται έκ του όρυκτου νίτρου τής Χιλής, εις τό όποιον περιέχεται κατ' αναλογίαν 25—60 %/ο. Έξ αυτού διά κατεργασίας μετά ζέοντος ύδατος λαμβάνεται διάλυμα NaNO₃, περιέχον και έτερα άλατα, έκ τών όποιών τό NaNO₃ άποχωρίζεται διά κλασματικής κρυσταλλώσεως. Έκ του άπομένοντος άλμολοιπού, εις τό όποιον περιέχεται NaJO₃, έξάγεται τό ίώδιον.

2. Παρασκευάζεται τεχνητώς δι' έπιδράσεως HNO₃ έπί σόδας.

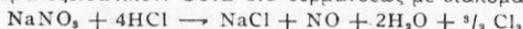
5. Ίδιότητες Είναι λευκόν κρυσταλλικόν, εύδιάλυτον εις τό ύδωρ.

1. Διά θερμάνσεως διασπάται πρός NaNO₂ και όξυγόνον :



2. Δι' έπιδράσεως H₂SO₄ παρέχει HNO₃, χρησιμοποιούμενον διά την έργαστηριακήν παρασκευήν αυτού.

2. Είναι σώμα όξειδωτικόν. Ούτω διά θερμάνσεως με διάλυμα HCl έλευθερώνει χλώριον :



4. Χρήσεις. Χρησιμοποιείται εις μεγάλα ποσά, τόσον τό φυσικόν προϊόν όσο και τό τεχνητώς παρασκευαζόμενον, ώς λίπασμα εις την γεωργίαν και πρός παρασκευήν του KNO₃ και του NaNO₂. Εις μερικός χώρας, ώς και έν Έλλάδι, χρησιμοποιείται άκόμη πρός παρασκευήν HNO₃ ώς και διά την παρασκευήν κατωτέρας ποιότητος πυρίτιδος.

ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΑΛΙΟΥ

1. Χλωριούχον κάλιον : ΚCl

Εύρίσκεται εις τά άλατωρυχεία είτε ώς **συλβίνης** (KCl) είτε ώς διπλοϋν άλας ύπο μορφήν **συλβινίτου** (NaCl.KCl) ή **καρναλλίτου** (KCl.MgCl₂.6H₂O).

Έκ τών άνωτέρω όρυκτών του έξάγεται δι' έκχυλίσεως μεθ' ύδατος, διαχωριζόμενον τών λοιπών άλάτων, διά κλασματικής κρυσταλλώσεως.

Κρυσταλλούται εις άχρόους διαφανείς κρυστάλλους και είναι εύδιάλυτον εις τό ύδωρ. Αί χημικά του ιδιότητες είναι όμοιαι με τās περιγραφείσας ιδιότητας του χλωριούχου νατρίου.

Άποτελεί την πρώτην ύλην τής παρασκευής τών λοιπών άλάτων του καλίου και του ΚΟΗ, εις μεγίστας δε ποσότητας χρησιμοποιείται ώς λίπασμα.

2. Ύδροξειδιον του καλίου ή καυστικόν κάλιον ή καυστική ποτάσσα : ΚΟΗ

1. Παρασκευή. Λαμβάνεται αναλόγως πρός τό ύδροξειδιον του νατρίου είτε δι' ηλεκτρολύσεως διαλύματος ΚCl, είτε δι' έπιδράσεως ύδροξειδίου του άσβεστίου έπί Κ₂CO₃ (καυστικοποίησης τής ποτάσσης) :



2. Ίδιότητες. Ἀποτελεῖ λευκὴν κρυσταλλικὴν μάζαν, φέρεται δὲ εἰς τὸ ἐμπόριον ὑπὸ μορφὴν λιαν ὑγροσκοπικῶν ραβδίων. Εἰς τὸ ὕδωρ διαλύεται ἀφθόνως ὑπὸ ἐκφυσιῶν σημαντικὸ ποσοῦ θερμότητος καὶ παρέχει διάλυμα ἰσχυροτάτης βασικῆς ἀντι-ὀξείσεως, τὸ ὁποῖον κατακαίει τὴν ἐπιδερμίδα.

Αἱ χημικαὶ τοῦ ἰδιότητες εἶναι ὅμοιαι πρὸς τὰς περιγραφείσας ἰδιότητας τοῦ ὀξείδιου τοῦ νατρίου.

3. Χρήσεις. Εὐρίσκει εὐρυτάτην χρῆσιν εἰς τὴν σαπωνοποιίαν πρὸς παρασκευὴν μαλακῶν σαπῶνων. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὡς πολῦτιμον ἀντιδραστήριον εἰς τὴν συνθετικὴν καὶ τὴν Ἀναλυτικὴν Χημίαν.

3. Ἀνθρακικὸν κάλιον (ποτάσσα): K_2CO_3

1. Προέλευσις. Ἀπαντᾷ εἰς τὴν τέφραν τῶν φυτῶν, ἐκ τῆς ὁποίας καὶ ἐλαμβάνετο παλαιότερον δι' ἐκχυλίσεως μεθ' ὕδατος.

2. Παρασκευὴ. 1. Ἠλεκτρολυτικὴ μέθοδος. Κατ' αὐτὴν ἠλεκτρολύεται διάλυμα KCl καὶ εἰς τὸ καθοδικὸν διαμέρισμα, εἰς τὸ ὁποῖον σχηματίζεται KOH , διαβιβάζεται CO_2 , σχηματιζομένου οὕτω $KHCO_3$. Τοῦτο διὰ θερμάνσεως εἰς $100^\circ C$ παρέχει K_2CO_3 .

2. Μέθοδος Precht. Αὕτη συνίσταται εἰς τὴν διαβίβασιν CO_2 ἐνὶος διαλύματος KCl περιέχοντος ἐν ἀιωρήσει καὶ $MgCO_3$, ὅποτε ἀποβάλλεται δυσδιάλυτον ἴζημα, διὰ πυρώσεως τοῦ ὁποίου λαμβάνεται K_2CO_3 .

3. Μέθοδος ἀνάλογος τῆς παρασκευῆς σόδας κατὰ Solvay δὲν δύναται νὰ ἐφαρμοσθῆ διότι τὸ $KHCO_3$ — ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ $NaHCO_3$ — εἶναι λιαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Δύναται νὰ παρασκευασθῆ διὰ μεθόδου ἀναλόγου πρὸς τὴν παρασκευὴν σόδας κατὰ Leblanc.

3. Ίδιότητες. Ἀποτελεῖ λευκὴν κρυσταλλικὴν μάζαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Αἱ χημικαὶ τοῦ ἰδιότητες εἶναι ὅμοιαι τῶν περιγραφεισῶν ἰδιοτήτων τοῦ Na_2CO_3 .

4. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ὑαλουργίαν, εἰς τὴν σαπωνοποιίαν, διὰ τὴν παρασκευὴν KOH ὡς καὶ εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν γενικῶς εἰς ἀ συνθέσεις.

Εἰς τὴν οἰκιακὴν οἰκονομίαν χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν πλύσιν τῶν ἐσωρροῦχων ἢ ἀ λ υ σ ῖ β α, λαμβανομένη δι' ἐκχυλίσεως τῆς τέφρας τῶν καυσοξύλων, ἧτις περιέχει σημαντικὴν ποσότητα K_2CO_3 .

4. Νιτρικὸν κάλιον: KNO_3

1. Προέλευσις. Ἀπαντᾷ ὡς ὄρυκτὸν κυρίως εἰς τὰς Ἰνδίας καὶ τὸ Θιβῆτ (νίτρον τῶν Ἰνδιῶν). Παράγεται κατὰ τὴν σήψιν ἀζωτούχων ὀργανικῶν οὐσιῶν.

2. Παρασκευὴ. Παλαιότερον ἐλαμβάνετο ἐκ τοῦ φυσικοῦ νίτρου. Σήμερον παρασκευάζεται τεχνητῶς:

1. Δι' ἐπιδράσεως νιτρικοῦ ὀξέος ἐπὶ ἀνθρακικοῦ καλίου ἢ καυστικοῦ καλίου.
2. Δι' ἀναμίξεως θερμῶν κεκορεσμένων διαλυμάτων KCl καὶ $NaNO_3$, ὅποτε ἀποβάλλεται $NaCl$, λόγῳ τῆς σημαντικῆς διαφορᾶς διαλυτότητος αὐτοῦ ἐκ τοῦ KNO_3 , τὸ ὁποῖον κρυσταλλοῦται ἐν συνεχείᾳ διὰ συμπυκνώσεως τοῦ διαλύματος:



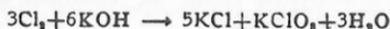
3. Ίδιότητες. Ἀποτελεῖ ἀχρόου μη ὑγροσκοπικοῦς κρυστάλλους, εὐδιάλυτους εἰς τὸ ὕδωρ. Αἱ χημικαὶ τοῦ ἰδιότητες εἶναι ἀνάλογοι τῶν ἰδιοτήτων τοῦ $NaNO_3$. Οὕτω διασπᾶται διὰ θερμάνσεως πρὸς KNO_2 καὶ εἶναι ἰσχυρὸν ὀξειδωτικὸν μέσον.

4. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν τῆς **μαύρης πυρίτιδος**, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἐκ μίγματος νίτρου, ξυλάνθρακος καὶ θείου, λεπτῶς κονιοποιημένων, εἰς ἀναλογίαν κατὰ μέσον ὄρον 75 : 15 : 10. Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον τὸ KNO_3 προτιμάται τοῦ $NaNO_3$, διότι δὲν εἶναι ὑγροσκοπικόν.

Χρησιμοποιείται επίσης ως λίπασμα, προς παρασκευήν ψυκτικών μιγμάτων, ως συντηρητικόν και εις τήν θεραπευτικήν.

5. Χλωρικόν κάλιον : $KClO_3$,

1 Παρασκευή. Παρασκευάζεται βιομηχανικώς δι' ηλεκτρολύσεως διαλύματος KCl και άλληλεπιδράσεως των προϊόντων τής ηλεκτρολύσεως, του χλωρίου και του KOH , εις θερμοκρασίαν ύψηλοτέραν των $50^\circ C$:

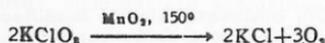


2. Ίδιότητες. Αποτελεί μικρούς στυλπνούς κρυστάλλους, δυσδιαλύτους έν ψυχρῷ εις τὸ ὕδωρ, αλλά εὐδιαλύτους έν θερμῷ.

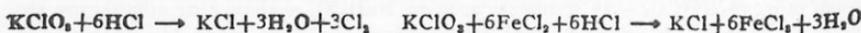
1. Διά θερμάνσεως εις $350^\circ C$ διασπᾶται πρὸς ὀξυγόνον, KCl και $KClO_4$, τὸ ὁποῖον, διά περαιτέρω θερμάνσεως εις $550^\circ C$, διασπᾶται πρὸς KCl και ὀξυγόνον:



Παρουσιᾶ πυρολουσίτου ἢ ἄλλων τινῶν μεταλλοξειδίων ὡς καταλυτῶν, ἢ ὡς ἄνω διάσπασις συντελεῖται εις τοὺς $150^\circ C$, ἄνευ ένδιαμέσου σχηματισμοῦ $KClO_4$:



2. Είναι λοχυρῶς ὀξειδωτικόν μέσον, δυνάμενον νά ὀξειδῶσῃ τὸ HCl πρὸς χλώριον, τὰ ἄλατα τοῦ δισθενοῦς σιδήρου κ.ἄ.



3. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται εις τήν βιομηχανίαν των πυρῶν, εις τήν κατασκευήν ειδικῶν πυριτίδων και εις τήν πυροτεχνουργίαν. Χρησιμοποιεῖται επίσης εις τὰ ἐργαστήρια ὡς ὀξειδωτικόν μέσον, και ὡς πρόχειρον μέσον παρασκευῆς ὀξυγόνου.

Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

193. Δι' ηλεκτρολύσεως 2 lt διαλύματος $NaCl$ λαμβάνονται 40 lt Cl_2 εις $17^\circ C$ και 630 mmHg πίεσιν. Νά εὑρεθῇ ἡ κατ' ὄγκον περιεκτικότης τοῦ διαλύματος. (Ἰατρικὴ Σχολὴ 1953) (Ἄπ. 8,145%)

194. Ἐπί 40 gr $NaCl$ ἐπιδρωμέν με περίσσειαν H_2SO_4 και τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον διαβιβάζεται έντός διαλύματος $NaOH$, περιέχοντος 33 gr $NaOH$, πρὸς ἐξουδετέρωσιν. Τὸ παραμένον ἐλεύθερον $NaOH$ ἐξουδετεροῦται ὑπὸ διαλύματος H_2SO_4 περιεκτικότητος 2% κατ' ὄγκον. Νά εὑρεθῇ ὁ ὄγκος τοῦ ἀπαιτουμένου διαλύματος H_2SO_4 .

(Στρατιωτικὴ Ἰατρικὴ Σχολὴ 1953)

(Ἄπ. 346 cm³)

195. Πόσα cm³ διαλύματος H_2SO_4 περιεκτικότητος 49% ἀπαιτοῦνται πρὸς ἐξουδετέρωσιν 25 cm³ διαλύματος Na_2CO_3 περιεκτικότητος 58%;

(Φαρμακευτικόν τμήμα 53)

(Ἄπ. 25 cm³)

196. Βυτίον ἔχει πληρωθῆ με ὕδωρ και έντός αὐτοῦ διαλύεται 1 Kgγ χημικῶς καθαρῶς ἀνόθρου σόδας. Δίδεται ὄτι πρὸς ἐξουδετέρωσιν 250 cm³ ἐκ τοῦ διαλύματος τούτου ἀπαιτοῦνται 21,1 cm³ διαλύματος HCl , περιεκτικότητος 3,65%. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ βυτίου εις λίτρα.

(Σχολὴ Μηχανολόγων Ε.Μ.Π. 51)

(Ἄπ. 223,61 lt)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΜΕΤΑΛΛΑ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΚΩΝ ΓΑΙΩΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ

(ΔΕΥΤΕΡΑ ΚΥΡΙΑ ΟΜΑΔ ΤΟΥ Π.Σ.)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΚΩΝ ΓΑΙΩΝ

Εἰς τὴν δευτέραν κυρίαν ὁμάδα τοῦ Π.Σ., τὴν ὁμάδα τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν, περιλαμβάνονται τὰ μέταλλα : βηρύλλιον, μαγνήσιον, ἄσβέστιον, στρόντιον, βάριον καὶ φράδιον. Εἶναι μέταλλα ἀργυρόχροα καὶ ἑλαφρὰ πλὴν τοῦ ραδίου. Αἱ κυριώτεραι φυσικαὶ τῶν σταθεραὶ περιλαμβάνονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα :

	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	4	12	20	38	56	88
Ἀτομικὸν βάρος	9,02	24,32	40,08	87,63	137,36	226,05
Πυκνότης	1,85	1,74	1,55	2,6	3,5	5,0
Σημεῖον τήξεως (°C)	1350	651	810	752	850	950
Σημεῖον ζέσεως (°C)	1500	880	1170	1150	1140	1140

Μ Α Γ Ν Η Σ Ι Ο Ν (Mg)

1. Προέλευσις. Εἶναι λίαν διαδεδομένον εἰς τὴν Φύσιν. Κατέχει τὴν ὀγδόην θέσιν εἰς τὴν σειρὰν διαδόσεως τῶν στοιχείων καὶ ἀποτελεῖ τὰ 2,11% τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς, μετὰ τῶν θαλασσῶν καὶ τῆς ἀτμοσφαιράς.

Δὲν ἀπαντᾷ ὡς αὐτοφυεῖς ἀλλὰ μόνον ἠνωμένον ὑπὸ μορφῆν διαφόρων ἀλάτων.

Εἰς τὸν στερεὸν φλοιὸν εὐρίσκεται εἴτε ὑπὸ μορφῆν πυριτικῶν ὀρυκτῶν ὡς εἶναι ὁ **δολομίτης**, ὁ **τάλκης**, ὁ **ἀμίαντος** κ.ἄ. εἴτε ὑπὸ μορφῆν πυριτικῶν ὀρυκτῶν ὡς ὁ **μαγνησίτης** ἢ **λευκόλιθος** ($MgCO_3$) καὶ ὁ **δολομίτης** ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$).

Μεγάλα ποσὰ διαλυτῶν ἀλάτων τοῦ μαγνησίου ($MgCl_2$, $MgBr_2$, $MgSO_4$) εὐρίσκονται εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ. Ἐξ αὐτῶν προέρχονται καὶ τὰ ὀρυκτὰ **κιζερίτης** ($MgSO_4 \cdot H_2O$), **καρναλλίτης** ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) κ.ἄ., τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὰς ἀνωτέρας διαστρώσεις τῶν ἀλατωρυχείων. Ἄλατα τοῦ μαγνησίου περιέχονται ἐπίσης καὶ εἰς τὸ πόσιμον ὕδωρ.

Τὸ μαγνήσιον ἀποτελεῖ τέλος συστατικὸν τῆς χλωροφύλλης τῶν φυτῶν.

2. Μεταλλουργία. Παρασκευάζεται δι' ἠλεκτρολύσεως τήγματος $MgCl_2$, ἐντὸς σιδηροῦ χωνευτηρίου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ συγχρόνως τὴν κάθοδον, ἐνῶ ὡς ἀνοδος χρησιμοποιοῦται ράβδος ἐκ γραφίτου. Τὸ $MgCl_2$ λαμβάνεται ὡς ἑξῆς :

α) Ἐκ τοῦ τετηκότος καρναλλίτου.

β) Ἐκ τοῦ μαγνησίτου δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως μετ' ἀνθρακος, ἐντὸς καμίνων ὁπὸ σύγχρονον διαβίβασιν χλωρίου :



γ) Ἐκ τοῦ θαλασίου ὕδατος διὰ κατεργασίας μετ' ἄσβέστου, ὁπότε τὸ μαγνή-

σιον καταβυθίζεται ως $Mg(OH)_2$ και αποχωρίζεται ειά διηθήσεως. Έξ αυτού δια προσθήκης HCl λαμβάνεται τὸ $MgCl_2$.

3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, σιλιπνόν, μαλακόν, ἐλαφρόν ($\rho = 1,74 \text{ gr/cm}^3$), δύστηκτον (σ.τ. $650^\circ C$) καὶ ἐλατὸν εἰς $450^\circ C$.

4. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Ἐκτιθέμενον εἰς τὸν ἀέρα καλύπτεται ὑπὸ βασικοῦ ἀνθρακικοῦ μαγνησίου, τὸ ὁποῖον ἐμποδίζει τὴν περαιτέρω προσβολὴν τοῦ μετάλλου. Θερμαινόμενον εἰς $800^\circ C$ καίεται μετὰ λαμπροτάτης ἐκθαμβιωτικῆς φλογός πρὸς MgO , σχηματιζομένου καὶ τοῦ νιτρίδιου αὐτοῦ.

2. Δὲν ἀντιδρᾷ μετὰ τοῦ ὑδρογόνου. Ἐνοῦται μετὰ τῶν ἀλογόνων καὶ τοῦ θείου, θερμαινόμενον δὲ εἰς ἀτμόσφαιραν ἀζώτου σχηματίζει νιτρίδιον (Mg_3N_2).

3. Διασπᾷ τοὺς ὕδατμοὺς, σχηματιζομένου MgO καὶ ὑδρογόνου, καὶ ἀντικαθίστᾷ τὸ ὑδρογόνον τῶν ἀραιῶν ὀξέων:



4. Εἶναι ἰσχυρὸν ἀναγωγικὸν μέσον, χρησιμοποιούμενον διὰ τὴν ἀναγωγὴν διαφόρων ὀξειδίων, ὡς π.χ. τοῦ SiO_2 καὶ τοῦ B_2O_3 . Ἄναφλεγόμενον ἐξακολουθεῖ νὰ καίεται ἐντὸς ἀτμοσφαιρας CO_2 , SO_2 , NO καὶ NO_2 .

5. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν πυροτεχνουργίαν, εἰς τὴν φωτογραφικὴν τέχνην—λόγῳ τοῦ παραγομένου, κατὰ τὴν καύσιν του, λευκοῦ φωτός—καὶ ὡς ἀναγωγικόν.

Τὰ 95% τῆς παραγωγῆς μαγνησίου χρησιμοποιοῦνται πρὸς παρασκευὴν διαφόρων κρομάτων, τὰ ὁποῖα συνδυάζουν τὴν ἐλαφρότητα μετὰ τῆς ἀντοχῆς καὶ τῆς ἀνθεκτικότητος ἐναντι τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ τοῦ ὕδατος. Τὰ σπουδαιότερα τῶν κρομάτων τούτων εἶναι τὸ **ἠλεκτρομέταλλον** ($Mg-Al-Cu-Zn$), τὸ **μαγνάλιον** ($Mg-Al-Cu-Ni$), τὸ **ὕδρονάλιον** ($Al-Mg-Si$) καὶ τὸ **ντουραλουμίνιον** ($Al-Cu-Mg-Mn$). Τὰ κράματα ταῦτα εὐρίσκουν ἐφαρμογὴν εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν ἀεροπλάνων.

Α Σ Β Ε Σ Τ Ι Ο Ν (Ca)

1. Προέλευσις. Εἶναι λίαν διαδεδομένον εἰς τὴν Φύσιν. Κατέχει τὴν 5ην θέσιν εἰς τὴν σειρὰν διαδόσεως τῶν στοιχείων καὶ ἀποτελεῖ τὰ $3,18\%$ τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς, μετὰ τῶν θαλασσῶν καὶ τῆς ἀτμοσφαιρας.

Δὲν ἀπαντᾷ ἐλεύθερον, ἀλλὰ μόνον ὑπὸ μορφήν ἀλάτων, ὡς τὸ $CaCO_3$, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζεται ὑπὸ μορφήν **ἀσβεστολίθων**, **ἀραγωνίτου**, **μαρμάρου**, **ἀσβεστίτου**, **κιμωλίας** κλπ. Ἔτερα ὄρυκτά αὐτοῦ εἶναι ὁ **ἀνυδρίτης** ($CaSO_4$), ἡ **γύψος** ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), ὁ **φωσφορίτης** ($Ca_3(PO_4)_2$), ὁ **φθορίτης** (CaF_2), ὁ **δολομίτης**, ὁ **ἀπατίτης** κ.ἄ.

Ἄλατα τοῦ ἀσβεστίου περιέχονται καὶ εἰς τὰ διάφορα φυσικὰ ὕδατα.

Εἶναι λίαν διαδεδομένον καὶ εἰς τὸν ἐνδόρμον κόσμον ὑπὸ μορφήν διαφόρων ἀλάτων, τὰ ὁποῖα χρησιμεύουν ὡς στερεωτικὴ ὄλη. Οὕτω τὸ $Ca_3(PO_4)_2$ ἀποτελεῖ κύριον συστατικὸν τῶν ὀστέων, ἐνῶ εἰς τὰ κελύφη τῶν ὠν, τὰ δοτρακα, τὰ κοράλια κλπ. τὸ ἀσβέστιον περιέχεται ὑπὸ μορφήν $CaCO_3$.

2. Μεταλλουργία. Παρασκευάζεται δι' ἠλεκτρολύσεως τήγματος $CaCl_2$, εἰς τὸ ὁποῖον προστίθεται ὀλίγον CaF_2 , πρὸς ταπεινῶσιν τοῦ σ.τ. Ἡ ἠλεκτρόλυσις γίνεται ἐντὸς δοχείου ἐκ γραφίτου. Ἡ ἀνοδος ἀποτελεῖται ἀπὸ πλάκας γραφίτου ἡ δὲ κάθοδος ἐκ σιδηρᾶς ράβδου, ψυχομένης ἐσωτερικῶς δι' ὕδατος. Διαρκούσης τῆς ἠλεκτρολύσεως, ἡ κάθοδος ἀνυψοῦται συνεχῶς διὰ καταλλήλου μηχανισμοῦ, εἰς τρόπον ὥστε τὸ ἄκρον τῆς νὰ ἐφάπτεται τῆς ἐπιφανείας τοῦ τήγματος. Οὕτω τὸ ἀσβέστιον, ἀποτιθέμενον συνεχῶς εἰς τὸ ἄκρον τῆς καθόδου, λαμβάνεται ὑπὸ μορφήν ράβδου.

3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι ἀργυρόλευκον μέταλλον, ἐλαφρόν ($\rho = 2,7 \text{ gr/cm}^3$), μαλακόν καὶ δύστηκτον (σ.τ. $810^\circ C$).

4. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Ἐκτιθέμενον εἰς τὸν ἀέρα ὀξειδοῦται βραδέως πρὸς CaO, τὸ ὁποῖον διὰ προσλήψεως ὑγρασίας καὶ CO₂, μετατρέπεται πρὸς CaCO₃. Θερμαίνόμενον εἰς τὸν ἀέρα καίεται πρὸς CaO, σχηματιζομένου συγχρόνως καὶ τοῦ νιτρίδιου αὐτοῦ.

Ἐνοῦται μὲ τὰ πλείστα τῶν ἀμετάλλων, ὡς π.χ. μετὰ τοῦ ὑδρογόνου (CaH₂), τῶν ἀλογόνων, τοῦ θείου (CaS), τοῦ ἀζώτου (Ca₃N₂), τοῦ φωσφόρου (Ca₃P₂), τοῦ ἀρσενικοῦ (Ca₃As₂) κ. ἄ.

Διασπᾶ ταχέως τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ, σχηματιζομένου Ca(OH)₂ καὶ ὑδρογόνου, καὶ ἀντικαθιστᾷ τὸ ὑδρογόνον τῶν ἀραιῶν ὀξέων.

Εἶναι ἰσχυρὸν ἀναγωγικόν, δυνάμενον νὰ ἀναγάγῃ πλείστα ὀξειδία.

5. Χρήσεις. Τὸ μεταλλικὸν ἀσβέστιον εὕρσκει περιορισμένας ἐφαρμογὰς, ὡς π.χ. εἰς τὴν παρασκευὴν κραμάτων τινῶν μετὰ τοῦ μολύβδου, ὡς ἀναγωγικὸν μέσον, εἰς τὴν δημιουργίαν ὑψηλοῦ κενοῦ κλπ.

ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ

1. Ὁξειδίου τοῦ μαγνησίου (μαγνησία) : MgO

Τὸ ὀξείδιον τοῦ μαγνησίου, κοινῶς **μαγνησία** ἢ **κεκαυμένη μαγνησία** (magnesia usta) λαμβάνεται διὰ πυρώσεως τοῦ μαγνησίτου :



Εἶναι λευκὴ κόνις, λίαν δύστηκτος (σ.τ. 2640°, καὶ δυσδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ.

Εἶναι βασικὸν ὀξείδιον. Μετὰ τοῦ ὕδατος ἀντιδρᾷ βραδέως ἐν θερμῷ, παρέχον Mg(OH)₂. Ἀντιδρᾷ ἐπίσης μετὰ τῶν ὀξέων καὶ τῶν ὀξίνων ὀξειδίων, παρέχον ἅλατα.

Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν πυριμάχων πλίνθων, χωνευτηρίων, ηλεκτρικῶν καὶ κινῶν κλπ. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὡς ἥπιον καθαρτικόν καὶ πρὸς ἐξουδετέρωσιν τῆς ὑψηλῆς ὀξύτητος τῶν ὑγρῶν τοῦ στομάχου.

2. Ἀνθρακικὸν μαγνήσιον : MgCO₃

Εἰς τὴν Φύσιν ἀπαντᾷ ὡς **μαγνησίτης** ἢ **λευκόλιθος** καὶ ὡς **δολομίτης**. Λευκόλιθος εἰς καθαρωτάτην κατάστασιν ἀπαντᾷ εἰς τὴν Εὐβοίαν.

Διὰ προσθήκης Na₂CO₃ εἰς διάλυμα εὐδιάλυτου τινός ἁλατος τοῦ μαγνησίου π.χ. MgCl₂, πίπτει ἴζημα ἐκ **βασικοῦ ἀνθρακικοῦ μαγνησίου**, τοῦ τύπου : 3MgCO₃ · Mg(OH)₂ · 3H₂O.

Τὸ ἅλας τοῦτο ἀποτελεῖ λευκὴν κόνιν, χρησιμοποιουμένην εὐρέως εἰς τὴν φαρμακευτικὴν ὑπὸ τὸ ὄνομα **λευκὴ μαγνησία** (magnesia alba) πρὸς ἐξουδετέρωσιν τῶν ὀξέων τοῦ στομάχου, πρὸς κατασκευὴν ὀδοντοκρεμῶν κλπ. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὡς μέσον πληρώσεως χρωμάτων, καουτσούκ κλ.

Τὸ MgCO₃ διασπᾶται ὅπως ὅλα τὰ ἀνθρακικὰ ἅλατα διὰ θερμάνσεως ἢ δι' ἐπιδράσεως ὀξέων, ὑπὸ ἔκλυσιν CO₂, καὶ διαλύεται εἰς ὕδωρ περιέχον CO₂, μετατρέπόμενον εἰς εὐδιάλυτον Mg(HCO₃)₂.

Χρησιμοποιεῖται ὡς πρώτη ὕλη διὰ τὴν παρασκευὴν μαγνησίου, MgO, MgCl₂, κλπ.

3. Θεϊκὸν μαγνήσιον : MgSO₄

Ἀποτελεῖ συστατικὸν πολλῶν ἱαματικῶν πηγῶν, προσδίδον εἰς τὸ ὕδωρ αὐτῶν **πικρὰν γεῖσιν** καὶ καθαρτικὰς ἰδιότητας. Ἀπαντᾷ ἐπίσης ὡς κιζερίτης (MgSO₄ · H₂O)

Παρασκευάζεται διὰ διαλύσεως Mg ἢ Mg(OH)₂ ἢ MgCO₃ εἰς ἀραίον H₂SO₄. Διὰ συμπυκνώσεως τῶν διαλυμάτων του, ἀποβάλλεται ὡς ἔνυδρον ἅλας τοῦ τύπου : MgSO₄ · 7H₂O, τὸ ὁποῖον καλεῖται **πικρὸν ἅλας**.

Χρησιμοποιεῖται ὡς καθαρτικόν, ὡς πρόστυμμα εἰς τὴν βαφικὴν καὶ πρὸς ἐπιβάσεις τοῦ βάμβακος καὶ τῆς μετάξης.

ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

1 Όξειδιον του άσβεστίου (άσβεστος): CaO

1. Παρασκευή. Παρασκευάζεται εις μεγίστας ποσότητας διά πυρώσεως άσβεστολίθων έντός ειδικών καμίνων των **άσβεστοκαμίνων**, εις θερμοκρασίαν 900 - 1000° C :



Ή αντίδρασις είναι άμφίδρομος. Ένεκα τούτου αί κάμνοι κατασκευάζονται κατά τρόπον, ώστε έσωτερικώς νά κυκλοφορή ρεϋμα άέρος, τό όποιον παραούρει τό CO₂ και ούτω ή ίσορροπία μετατοπίζεται πρός τά δεξιά.

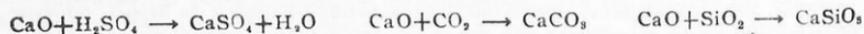
Ή ποιότης τής παραγομένης άσβέστου έξαρτάται έκ τής καθαρότητος του άβεστολίθου. Καθαρός άσβεστόλιθος παρέχει καλής ποιότητος **παχείαν άσβεστον**, ένω δ περιέχων προσμίξεις άργίλου παρέχει κατωτέρας ποιότητος **ισχνήν άσβεστον**.

2. Φυσικαί ιδιότητες. Είναι λευκή άμορφος κόνις, έλαφρά (ρ=3,4 gr/cm³) και λίαν δύσπηκτος (σ.τ. 2572° C). Θερμαινόμενον εις τήν όξυυδρικήν φλόγα παρέχει λευκόν φώς (φώς του Drummond).

3. Χημικαί ιδιότητες. 1. Είναι **βασικόν όξειδιον**. Κατά τήν έπίδρασιν ύδατος άντιδρά ζωηρώς υπό έκλυσιν θερμότητος, παραγομένου ύδροξειδίου του άσβεστίου :



Ός βασικόν όξειδιον άντιδρά με τά όξέα και τά όξινα όξειδία, παρέχον άλατα :



Ένεκα τούτου έκτιθέμενον εις τόν άέρα προσλαμβάνει ύγρασίαν και CO₂, μεταπίπτον εις CaCO₃.

2. Διά θερμάνσεως μετ' άνθρακος (κώκ) έντός ηλεκτρικών καμίνων, παρέχει άνθρακαόστιον :



4. Χρήσεις. Χρησιμοποιείται πρός παρασκευήν Ca(OH)₂, κονιαμάτων, χλωρασβέστου, άνθρακαόστιου, κλπ. Εύρίσκει επίσης έφαρμογήν εις τήν ύαλουργίαν, τήν κάθαρσιν του φωταερίου, τήν κάθαρσιν του καλαμοσακχάρου κ.ά.

2 Ύδροξειδιον του άσβεστίου (έσβεσμένη άσβεστος): Ca(OH)₂

1. Παρασκευή. Λαμβάνεται, ως αναφέρεται άνωτέρω, δι' έπίδράσεως ύδατος έπί του όξειδίου του άσβεστίου.

2. Φυσικαί ιδιότητες. Είναι λευκή άμορφος μάζα, όλιγον διαλυτή εις τό ύδωρ ή διαλυτότης δέ ταύτης έλαττοῦται αύξανομένης τής θερμοκρασίας. Διαυγές διάλυμα Ca(OH)₂ εις ύδωρ καλείται **άσβέστιον ύδωρ**, ένω γαλακτώδες αιώρημα, περιέχων περίσσειαν άδιάλυτου Ca(OH)₂ εις ύδωρ, καλείται **γάλα τής άσβέστου**.

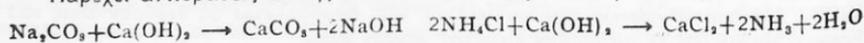
Χημικαί ιδιότητες. 1. Διά θερμάνσεως εις 450° C, διασπάται πρός CaO και H₂O.

2. Είναι **ισχυρά βάσις**. Άντιδρά με τά όξέα και τά όξινα όξειδία, παρέχον άλατα :



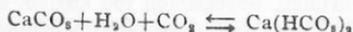
Δι' έκθέσεως διαλύματος Ca(OH)₂ εις τόν άέρα, αποβάλλεται άδιάλυτον CaCO₃ λόγω άπορροφήσεως CO₂ έκ τής άτμοσφαιρας.

Παρέχει άντιδράσεις διπλής άντικαταστάσεως με διάφορα άλατα :



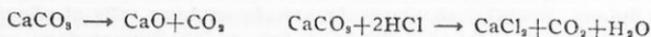
3. Δι' έπίδράσεως Cl₂ παρέχει χλωράσβεστον : $\text{Ca(OH)}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

2. Ίδιότητες. 1. Είναι λίαν δυσδιάλυτον εις τὸ ὕδωρ (1 : 10⁶), ἐνῶ διαλύεται εὐκολώτερον εις ὕδωρ περιέχον ἐν διαλύσει CO₂, λόγω σχηματισμοῦ τοῦ εὐδιάλυτου ὀξίνου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου :



Ἡ ἀνωτέρω ἀντίδρασις εἶναι ἀμφίδρομος. Οὕτω κατὰ τὴν ζέειν διαλυμάτων Ca(HCO₃)₂, ἐκφεύγει CO₂, σχηματιζομένου CaCO₃, τὸ ὁποῖον ἀποβάλλεται ὡς ἀδιάλυτον. Εἰς τὴν ἀμφίδρομον ταύτην ἀντίδρασιν ὀφείλεται ἡ μεταφορὰ μεγάλων ποσοτήτων ἀσβεστίου εἰς τὴν Φύσιν, ἡ **παροδικὴ σκληρότης** τοῦ ὕδατος, ὁ σχηματισμὸς τῶν **σταλακτιτῶν** καὶ **σταλαγμιτῶν** τῶν σπηλαίων καὶ ὁ σχηματισμὸς τῶν λεβητολίθων. Ἡ ἴδια ἀντίδρασις, λαμβάνουσα χώραν εἰς τὸν ἐνὸργανον κόσμον, ὀδηγεῖ εἰς τὸν σχηματισμὸν τῶν ἀσβεστολιθικῶν κελυφῶν διαφόρων ζώων.

2. Διασπᾶται διὰ θερμάνσεως ἢ δι' ἐπιδράσεως ὀξέων, ὑπὸ ἐκκλισιν CO₂, ὅπως ἄλλα τὰ ἀνθρακικὰ ἄλατα :



3. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν οἰκοδομικὴν, εἰς τὴν παρασκευὴν τῆς ἀσβέστου, τοῦ CO₂ καὶ τῶν διαφόρων κονιαμάτων καὶ ὡς πρώτη ὕλη τῆς ὑαλουργίας. Εὐρίσκει ἐπίσης ἐφαρμογὴν εἰς τὴν μεταλλουργίαν ὡς συλλίπασμα.

Ἡ Ἰσλανδικὴ κρύσταλλος χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν ὀπτικῶν ὀργάνων.

5. Θεικὸν ἀσβέστιον : CaSO₄

1. Προέλευσις. Ἀπαντᾷ εἰς τὴν Φύσιν ὑπὸ δύο κρυσταλλικὰς μορφάς, ὡς **ἀνυδρίτης** CaSO₄ καὶ ὡς **γύψος** CaSO₄·2H₂O καθαρωτάτη κοκκώδης μορφή τῆς ὁποίας ἀποτελεῖ τὸ **ἀλάβαστρον**. Εἰς μικρὰ ποσὰ εὐρίσκεται διαλελυμένον εἰς τὸ ὕδωρ, ἡ μόνιμος σκληρότης τοῦ ὁποίου ὀφείλεται κατὰ μέγα μέρος εἰς τοῦτο.

Τὰ σπουδαιότερα γυψωρυχεῖα τῆς Ἑλλάδος εὐρίσκονται ἐν Μήλῳ.

2. Ίδιότητες καὶ χρήσεις. Ἡ γύψος, θερμαινομένη εἰς 130—170°, ἀποβάλλει τὸ μεγαλύτερον μέρος τοῦ κρυσταλλικοῦ τῆς ὕδατος, μετατροπομένη εἰς **πλαστικὴν γύψον**, τοῦ τύπου 2CaSO₄·H₂O. Διὰ θερμάνσεως ἄνω τῶν 200°, ἀπομακρύνεται πλήρως τὸ κρυσταλλικὸν ὕδωρ, σχηματιζομένου τοῦ ἀνυδρίτου.

Ἡ πλαστικὴ γύψος, ἀναδευομένη μεθ' ὕδατος, παρέχει κατ' ἀρχὰς πλαστικὴν μάζαν, ἡ ὁποία ταχύτατα σκληρύνεται, ἐμφανίζουσα μικρὰν διόγκωσιν. Εἰς τοῦτο στηρίζεται ἡ χρησιμοποίησις τῆς γύψου πρὸς κατασκευὴν ἐκμαγείων καὶ χειρουργικῶν ἐπιδέσμων.

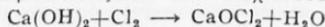
Διὰ θερμάνσεως ἄνω τῶν 500° χάνει τὴν ἰκανότητα τῆς μετατροπῆς αὐτῆς εἰς ἐνυδρον κρυσταλλικὴν καὶ ἔνεκα τούτου καλεῖται **νεκρὰ** γύψος.

Πλὴν τῶν ἀνωτέρω ἐφαρμογῶν, ἡ γύψος χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα εἰς τὴν γεωργίαν, εἰς τὴν βιομηχανίαν τῶν χρωμάτων, πρὸς παρασκευὴν τσιμέντου, ὡς μέσον πληρώσεως τοῦ χάρτου καὶ τοῦ βάμβακος καὶ εἰς τὴν οἰκοδομικὴν.

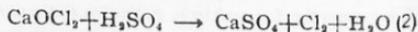
6. Χλωράσβεστος : CaOCl₂

Ἀποτελεῖ μικτὸν ἄλας τοῦ ἀσβεστίου μετὰ τοῦ ὑποχλωριώδους καὶ τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, τοῦ τύπου : Cl—Ca—O—Cl.

1. Παρασκευή. Παρασκευάζεται διὰ διοχετεύσεως χλωρίου εἰς γαλάκτωμα ἀσβέστου :



2. Ίδιότητες. Ἀποτελεῖ λευκὴν ἄμορφον κόβιν, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Ἀναδίδει ὀσμὴν χλωρίου, λόγω τῆς ἀπουσθένσεώς της ὑπὸ τοῦ CO₂ τοῦ ἀέρος (1). Διασπᾶται ἐπίσης, ὑπὸ ἐκκλισιν χλωρίου, καὶ τῆ ἐπιδράσει ὀξέων (2) :



Δι' επίδρασεως H_2O_2 , ή παρουσία καταλυτών τινων, διασπάται παρέχουσα οξυγόνον :

$$CaOCl_2 + H_2O_2 \rightarrow CaCl_2 + O_2 + H_2O$$

3. Χρήσεις. Χρησιμοποιείται ως λευκαντικόν, εις την βιομηχανίαν του βάμβακος, του λίνου και του χάρτου, ως αντισηπτικόν και ως άποομητικόν.

7. Χλωριούχον άσβέστιον : $CaCl_2$

Παρασκευάζεται δι' επίδρασεως ύδροχλωρικού όξέος επί $CaCO_3$ και ως παραπροϊόν της βιομηχανίας της σόδας κατά την μέθοδον Solvay.

Κρυσταλλούται έκ των διαλυμάτων του εις άχρόους κρυστάλλους του τύπου $CaCl_2 \cdot 6H_2O$, λίαν ύγροσκοπικούς. Διά θερμάνσεως αποβάλλει τό κρυσταλλικόν του ύδωρ. Τό άνυδρον $CaCl_2$ χρησιμοποιείται λόγω της μεγάλης του ύγροσκοπικότητας ως μέσον ξηράνεως αέριων, όργανικων ούσιων κλπ.

8. Άνθρακασβέστιον : CaC_2

Παρασκευάζεται βιομηχανικώς διά πυρώσεως, έντός ηλεκτρικών καμίνων, άσβέστου μετ' άνθρακο (κόκ) :

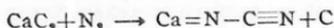
$$CaO + 3C \rightarrow CaC_2 + CO$$

Εις καθαράν κατάστασιν άποτελεί άχρόους διαφανείς κρυστάλλους, ένφ τό προϊόν του έμπορίου είναι τεφρόχρονν και χονδροκοκώδες, λόγω των προσμίξεων των πρώτων ύλών.

Δι' επίδρασεως του ύδατος παρέχει άκετυλένιον, ένωσιν μεγίστης βιομηχανικής σημασίας :

$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

Θερμαινόμενον παρουσία άζώτου εις $1000^\circ C$ παρέχει την κυναμιδήν του άσβεστίου, ή όποία χρησιμοποιείται ως λίπασμα και προς παρασκευήν άμμωνίας (σελ. 198) :



Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

197. Διά θερμάνσεως 3 gr μίγματος άνύδρου άνθρακικού νατρίου και όξινου άνθρακικού νατρίου, τό βάρος αυτού έλαττούται κατά 0,348 gr. Νά εύρεθ ή επί τοις εκατόν άναλογία του άνύδρου ούδετέρου άνθρακικού νατρίου εις τό μίγμα. ('Απ. 68,56 %)
(Μαθηματικόν τμήμα 49)

198. 'Επί ποσότητος μίγματος $Ba(HCO_3)_2$ και $NaHCO_3$ έπιδρά ή περίσσεια άραιου διαλύματος H_2SO_4 , όποτε εκλύονται 1344 cm^3 αέριου υπό Κ.Σ., ένφ αποβάλλονται συγχρόνως 2,33 gr άδιαλύτου σώματος. Ποία ή άναλογία των άκεραίων γραμμομοριών εις τό μίγμα ; (Σχολή Χημικών Ε.Μ.Π. 54) ('Απ. 1 : 4)

199. Διά πυρώσεως 1 gr μίγματος CaO και $CaCO_3$ έπηλθε μερική διάσπασις του $CaCO_3$, έλαττουμένου του βάρους του μίγματος κατά 0,25 gr. Δι' επίδρασεως περισσείας HCl επί του ύπολείμματος της πυρώσεως, παρήχθησαν $10 \text{ cm}^3 CO_2$ μετρηθέντα εις θερμοκρασίαν $15^\circ C$ και πίεσιν 750 mmHg . Ζητείται πόσα gr CaO και πόσα gr $CaCO_3$ περιείχοντο : α) εις 100 gr του άρχικου μίγματος και β) εις 100 gr του ύπολείμματος της πυρώσεως. (Μαθηματικόν Τμήμα 53) ('Απ. 39,1gr—60,9gr—5,46gr—94 54gr)

200. 'Επί 38,3 gr μίγματος $NaCl$ και KCl έπιδρά H_2SO_4 έν περισσειά. Τό εκλύόμενον άέριον διαλύεται εις ύδωρ και σχηματίζει 1 lt διαλύματος, 250 cm^3 του όποιου αντιδρουν με περίσσειαν μεταλλικου ψευδαργύρου. Τό εκλύόμενον άέριον, τό όποιον καταλαμβάνει υπό Κ. Σ. όγκον 1,68 lt, διαβιβάζεται εις έρυθροπυρρωμένο σωλήνα, περιέχοντα μίγμα 3,57 gr Fe_2O_3 και Al_2O_3 . Μετά την αντίδρασιν παρέμεινεν άέριον όγκου 0,48 lt, μετρηθέντος εις $15^\circ C$ και 760 mmHg πίεσιν. Νά εύρεθ ή έκατοστιαία σύστασις των δύο μιγμάτων. (Χημικόν τμήμα 55)
('Απ. 38,9 % KCl , 61,1 % $NaCl$ —81,68 % Fe_2O_3 , 18,32 % Al_2O_3)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΑΡΓΙΛΙΟΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΟΥ (ΤΡΙΤΗ ΚΥΡΙΑ ΟΜΑΔ ΤΟΥ Π. Σ.)

Α Ρ Γ Ι Λ Ι Ο Ν

1. Προέλευσις. Τὸ ἀργίλιον (διεθνῶς **άλουμίνιον**) εἶναι τὸ πλέον διαδεδομένον μέταλλον εἰς τὴν Φύσιν, κατέχον τὴν 3ην θέσιν εἰς τὴν σειρὰν διαδόσεως τῶν στοιχείων, μετὰ τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ πυρίτιον. Ἀποτελεῖ τὰ 7,25% τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς.

Ἐλεύθερον δὲν ἀπαντᾷ. Τὸ σπουδαιότερον ὄρυκτόν του εἶναι ὁ **βωξίτης**, τὸ ἑνυδρον ὀξειδίου τοῦ ἀργιλίου, τοῦ τύπου $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$, ἐκ τοῦ ὁποῦ καὶ ἐξάγεται τὸ μέταλλον. Σημαντικὰ κοιτάσματα βωξίτου ὑπάρχουν καὶ ἐν Ἑλλάδι (Παρνασσός, Ἐλευσίς, Εὐβοία κ.ά.). Ἔτερα ὄρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι τὸ **κορούνδιον** (Al_2O_3), ὁ **κρυόλιθος** ($AlF_3 \cdot 3NaF$) καὶ ἡ **ἀργίλος** ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), ἡ ὁποία ὅταν εἶναι καθαρὰ ὀνομάζεται **καολίτης** καὶ ὅταν εἶναι ἀκάθαρτος **πηλός**. Τέλος ἀνευρίσκεται ὡς συστατικόν πλείστων πυριτικῶν πετρωμάτων, ὡς εἶναι οἱ **ἄστριοι** καὶ οἱ **μαρμαρυγαί**.

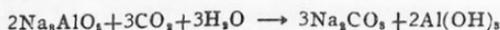
2. Μεταλλουργία. Ἡ μεταλλουργία τοῦ ἀργιλίου περιλαμβάνει δύο στάδια. Κατ' ἀρχὰς παρασκευάζεται ἐκ τοῦ βωξίτου καθαρὸν ὀξειδίου τοῦ ἀργιλίου, τὸ ὁποῖον κατόπιν ὑποβάλλεται, ἐν τετρηκίᾳ καταστάσει, εἰς ἠλεκτρόλυσιν.

Α'. Παρασκευὴ καθαρῦ Al_2O_3 ἐκ τῶν βωξιτῶν. Πρὸς τοῦτο οἱ βωξίται συντήκονται μετὰ σόδας, ἐντὸς περιστρεφόμενων καμίνων εἰς θερμοκρασίαν 1000—1200° C, ὅποτε παράγεται ἀργιλικὸν νάτριον, διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ :



Διὰ διαλύσεως τοῦ λαμβανομένου τήγματος εἰς τὸ ὕδωρ καὶ διηθήσεως, ἀπόμακρύνονται αἱ προσμίξεις τοῦ ὄρυκτοῦ καὶ λαμβάνεται διαυγὲς διάλυμα Na_3AlO_3 .

Εἰς τὸ διάλυμα τοῦτο διοχετεύεται CO_2 , τὸ ὁποῖον διασπᾷ τὸ Na_3AlO_3 παραγομένου καθαρῦ ἀδιαλύτου $Al(OH)_3$ καὶ σόδας :



Τὸ $Al(OH)_3$ παραλαμβάνεται διὰ διηθήσεως καὶ πυροῦται εἰς τοὺς 1300°, ὅποτε διασπᾶται πρὸς Al_2O_3 :

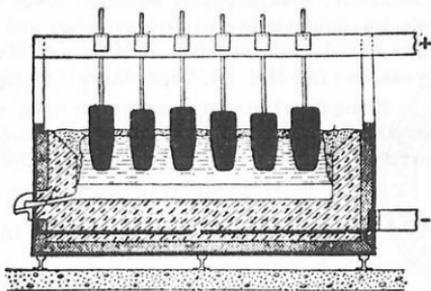


Β'. Παρασκευὴ τοῦ Al ἐκ τοῦ Al_2O_3 . Ἡ ἐξαγωγή τοῦ ἀργιλίου ἐκ τοῦ ὀξειδίου του γίνεται ἠλεκτρολυτικῶς. Λόγω τοῦ ὕψηλου σ.τ. τοῦ Al_2O_3 (2050°) ἠλεκτρολύεται εὐθηκτὸν μίγμα, λαμβανόμενον διὰ διαλύσεως Al_2O_3 ἐντὸς τήγματος κρυολίθου, παρασκευαζομένου συνήθως τεχνητῶς. Τὸ σ.τ. τοῦ οὗτω λαμβανομένου τήγματος εἶναι περίπου 900° C.

Ἡ ἠλεκτρολυτικὴ συσκευὴ (σχ. 89) ἀποτελεῖται ἐκ αἰδηροῦ δοχείου ἐπενδεδυμένου ἐσωτερικῶς διὰ γραφίτου, ὁ ὁποῖος χρησιμεύει ὡς κάθοδος. Ὡς ἄνοδος χρησιμοποιεῖται σύστημα ἐκ ράβδων ἄνθρακος, ἐμβαπτιομένων ἐντὸς τοῦ τήγματος.

Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τὸ Al_2O_3 διασπᾶται πρὸς Al καὶ O_2 .

Τὸ παραγόμενον ΑΙ συλλέγεται τετηκὸς εἰς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, ἀπὸ ὅπου ἐξάγεται, ἐνῶ τὸ ὀξυγόνον καίει τὸν ἀνθρακὰ τῆς ἀνόδου πρὸς CO, συμβάλλον, διὰ τῆς ἀποδοιμένης θερμότητος εἰς τὴν διατήρησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ τήγματος. Ἡ ἠλεκτρόλυσις συντηρεῖται διὰ συνεχοῦς προσθήκης Al_2O_3 εἰς τὸ ἠλεκτρολύομενον τήγμα.



Σχ. 89. Ἡλεκτρολυτικὴ συσκευή παρασκευῆς ἀργιλίου.

3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, σιλπνόν, λίαν ἐλαφρὸν ($2,9 \text{ gr/cm}^3$), μάλλον δύστηκτον (σ.τ. 660°). Εἶναι λίαν ἐλατὸν καὶ ὀκλιμον καὶ ἀριστος ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

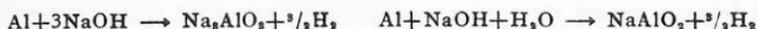
4. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Ἐκτιθέμενον εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, ἐπικαλύπτεται ὑπὸ λεπτοτάτου στρώματος ὀξειδίου του, τὸ ὁποῖον προφυλάσσει τὸ μέταλλον τῆς ὀξειδώσεως, δηλαδή πρακτικῶς δὲν προσβάλλεται.

Ἐν λεπτῶ διαμερισμῶ καίεται κατὰ τὴν θέρμανσιν αὐτοῦ εἰς τὸν ἀέρα, ὑπὸ μορφὴν δὲ μεγαλυτέρων τεμαχίων εὐρισκόμενον, ὀξειδοῦται μόνον εἰς θερμοκρασίαν λευκοπυρώσεως.

2. Ἐννοῦται ἀπ' εὐθείας μὲ πλείστα ἀμέταλλα, ὡς π.χ. μετὰ τῶν ἀλογόνων, παρέχον τὰ ἀντίστοιχα ἀλογονοῦχα ἄλατα, μετὰ τοῦ θείου (As_2S_3), μετὰ τοῦ ἀζώτου (AlN), μετὰ τοῦ φωσφόρου (AlP), μετὰ τοῦ ἀνθρακός (Al_2C_3) κ.ἄ.

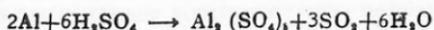
3. Ὑπὸ τοῦ ὕδατος προσβάλλεται μόνον ἐπιφανειακῶς, σχηματιζομένου λεπτοτάτου στρώματος προστατευτικοῦ ὀξειδίου. Δι' ἐμβαπτίσεως τοῦ μετάλλου ἐντὸς διαλύματος $HgCl_2$ ἀπομακρύνεται τὸ προστατευτικὸν ἐπίστρωμα, καὶ οὕτω τὸ μέταλλον διασπᾶ τὸ ὕδωρ. Ἡ ἀπομάκρυνσις τοῦ προστατευτικοῦ ἐπίστρώματος ἐπιτελεῖται καὶ ἐντὸς διαλυμάτων διαφόρων ἀλάτων, ὡς τὸ $MgCl_2$, ἔνεκα τούτου δὲ τὸ ἀργίλιον προσβάλλεται ἰσχυρῶς ὑπὸ τοῦ θαλασσοῦ ὕδατος.

Διαλύεται εἰς διάλυμα καυστικῶν ἀλκαλίων, ὑπὸ ἔκλυσιν ὕδρογόνου, σχηματιζομένων τῶν ἀργιλικῶν ἀλάτων :



Διαλύεται εὐκόλως εἰς τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ ὑπὸ ἔκλυσιν ὕδρογόνου, ἐνῶ τὸ ἀραιὸν H_2SO_4 προσβάλλει τοῦτο δυσκόλως :

Διαλύεται εὐκόλως εἰς πυκνὸν καὶ θερμὸν H_2SO_4 , ἐνῶ τῇ ἐπιδράσει πυκνοῦ HNO_3 μεταπίπτει εἰς παθητικὴν κατάστασιν :



4. Τὸ ἀργίλιον δρᾷ ὡς ἰσχυρῶς ἀναγωγικὸν μέσον εἰς ὕψηλās θερμοκρασίας, ἀνάγον διάφορα μεταλλικὰ ὀξείδια (ἀργιλιθερμικὴ μέθοδος) :



Μίγμα ἀργιλίου καὶ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου, γνωστὸν ὑπὸ τὸ ὄνομα **θερμίτης**, χρησιμοποιεῖται πρὸς συγκόλλησιν σιδηρῶν ἀντικειμένων. Τὸ μίγμα φέρεται ἐντὸς ἀνθεκτικῶν χωνευτηρίων καὶ ἀναφλέγεται διὰ σύρματος μαγνησίου, ὁπότε λαμβάνει χώραν ζωηρὰ ἀντίδρασις ἀναγωγῆς τοῦ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου ὑπὸ τοῦ ἀργιλίου, τῆς θερμοκρασίας ὕψουμένης μέχρι $2500^\circ C$.

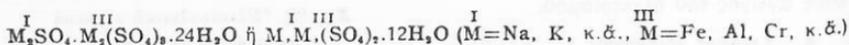
6. Χρήσεις. Τὸ ἀργίλιον εἶναι σήμερον ἕν ἐκ τῶν περισσώτερον χρησιμοποιουμένων μετάλλων. Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν οἰκιακῶν σκευῶν, βιομηχανικῶν

συσκευδών, ηλεκτροφόρων άγωγών, Ιδίως όμως υπό την μορφήν διαφόρων κραμάτων εις την βιομηχανίαν τών αυτοκινήτων και άεροπλάνων. Τά σπουδαιότερα τών κραμάτων του άργιλιού είναι τά έξής : α) Ντουραλουμίνιον : (Al-Cu-Mg-Mn). β) Μαγνάλιον : (Al-Mg). γ) Ύδρονάλιον : (Al-Mg-Si). δ) Βρουντζος του άργιλιού : (Al-Cu).

Κόνις άργιλιού χρησιμοποιείται προς παρασκευήν ειδικών έλαιοχρωμάτων, φύλλα άργιλιού χρησιμοποιούνται προς περιτύλιξιν τροφίμων, ρινήματα δέ αυτού, εις την μεταλλουργίαν κατά την άργιλιοθερμικήν μέθοδον.

ΣΤΥΠΗΘΡΙΑ — ΑΡΓΙΛΟΣ — ΚΕΡΑΜΕΥΤΙΚΗ

1 Στυπηθρία. Ούτω καλούνται γενικώς τά διπλά θειικά άλατα του τύπου :



Στυπηθρία παρασκευάζονται διά διαλύσεως Ισομοριακών ποσοτήτων τών δύο θεικόν άλάτων εις θερμόν ύδωρ και κρυσταλλώσεως. Είναι Ισόμορφοι και εις τό ύδατικόν διάλυμα αυτών άνευρίσκονται, άνεξάρτητα άλλήλων, άπαντα τά Ιόντα τών συσιστώντων ταύτας άλάτων.

Έκ τών στυπηθριών σπουδαιότερα είναι : ή στυπηθρία καλίου - άργιλιού, ή καλουμένη **κοινή στυπηθρία** (κν. στύψη) $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ ή $K, Al, (SO_4)_2 \cdot 12H_2O$.

Λαμβάνεται διά διαλύσεως Ισομοριακών ποσοτήτων $Al_2(SO_4)_3$ και K_2SO_4 εις θερμόν ύδωρ και συμπυκνώσεως του διαλύματος, όποτε αποβάλλεται υπό μορφήν μεγάλων άχρόνων και διαφανών κρυστάλλων. Είναι έλάχιστα διαλυτή εις τό ψυχρόν ύδωρ, λίαν διαλυτή όμως εις τό θερμόν.

Χρησιμοποιείται εις την Ιατρικήν λόγω της στυπτικής της ένεργείας, εις την βυρσοδειψίαν, εις την βαφικήν ως πρόστυμμα, εις την χαρτοποιίαν κ.ά.

2. Άργιλος - Κεραμευτική. Τό πυριτικόν άργίλιον εύρίσκεται άφθόνως διαδομένον εις την Φύσιν ως συστατικόν της **άργιλου** ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), ή όποία άπαντα υπό πλείστας μορφάς διαφόρου καθαρότητος, από του καθαρωτάτου **κασλίλου** μέχρι του άκαθάρτου **πηλού**.

Al διάφοροι μορφαί της άργιλου άποτελοϋν τας πρώτας ύλας της **κεραμευτικής** διότι έχουν την Ιδιότητα να παρέχουν άναμιγνυόμενοι με ύδωρ πλαστικήν μάζαν, δυναμένην να διαμορφωθή προς διάφορα άντικείμενα. Ταϋτα άφίενται κατ' άρχάς προς ξήρανσιν, έν συνεχεία δέ υποβάλλονται εις έψησιν, όποτε έκφεύγει τόσοσ το προστεθέν ύδωρ, όσον και τό κρυσταλλικόν τοιοϋτον, υπό σύγχρονον έλάττωσιν του όγκου και δημιουργίαν λεπτόν πόρων. Άναλόγως της θερμοκρασίας διαπυρώσεως τά παραγόμενα άντικείμενα είτε παραμένουν πορώδη, είτε, έφ' όσον ή μάζα των έθερμάνθη μέχρις άρχομένης τήξεως, καθίστανται ύαλώδη και συμπαγή. Ούτω τά είδη της κεραμευτικής διακρίνονται εις δύο κατηγορίας : τά **πορώδη** και τά **συμπαγή**.

Εις τά συμπαγή προϊόντα ύπάγονται τά είδη της **πορσελάνης**, ή όποία παρασκευάζεται εκ καθαροϋ καολίνου, ως και οί **λιθοκέραμοι**.

Εις τά πορώδη προϊόντα άνήκουν οί κέραμοι, οί πλίνθοι, αί γλάστραι κλπ., τά όποία παρασκευάζονται εκ πηλού.

Πλείστα τών ανωτέρω άντικειμένων μετά την έψησιν έπικαλύπτονται έπιφανεία κως δι' αστρίων ή άλλων ύλών και υποβάλλονται εις δευτέραν έψησιν, όποτε σχηματίζεται επί της έπιφανείας των ύαλώδες έπίχρισμα έξ άργιλοπυριτικών άλάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε

ΧΑΛΚΟΣ - ΑΡΓΥΡΟΣ - ΧΡΥΣΟΣ (ΠΡΩΤΗ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΟΜΑΔΑ ΤΟΥ Π.Σ.)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΤΗΣ 1ης ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΗΣ ΟΜΑΔΟΣ

Εις τὴν 1ην δευτερεύουσαν ὁμάδα τοῦ Π.Σ. περιλαμβάνονται τὰ στοιχεῖα **χαλκός**, **ἄργυρος** καὶ **χρυσός**. Ἡ μόνη ἀναλογία, τὴν ὁποίαν παρουσιάζουν τὰ στοιχεῖα ταῦτα μετὰ τῶν ἀλκαλίων, εἶναι ὅτι ἐμφανίζονται καὶ ὡς μονοθενεῖ. Ἀπαντοῦν καὶ τὰ τρία ὡς αὐτοφυεῖς εἰς τὴν Φύσιν καὶ εἶναι ἀσθενῶς ἠλεκτροθετικά. Αἱ κυριώτεραι τῶν φυσικῶν ἰδιότητων τῶν ἀναγράφονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα.

	Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	Ἡλεκτρον. δομὴ	Ἀτομικὸν βάρους	Χρῶμα	Ποκνότης	Σημεῖον τήξεως	Σθένος
Χαλκός	29	2, 8, 18, 1	63,57	ἐρυθρὸν	8,94	1083°	I, II
Ἀργυρος	47	2,8,18,18,1	107,88	ἀργυρο-λευκόν	10,47	960,5°	I
Χρυσός	79	2,8,18,32,18,1	197,2	κίτρινον	19,43	1063°	I, III

Χ Α Λ Κ Ο Σ (Cu)

1. Ἱστορικόν. Εἶναι τὸ πρῶτον μέταλλον τὸ ὁποῖον ἐχρησιμοποίησεν ὁ ἄ.θ.ῶρος. Οἱ Ἕλληνες καὶ οἱ Ῥωμαῖοι ἐλάμβανον τὸν χαλκὸν ἐκ τῆς Κύπρου, ἐξ αὐτῆς δὲ ἔλαβε τὸ ὄνομα τοῦ (cuprum). Οἱ ἄλχημιστὰὶ ὠνόμαζον τὸν χαλκὸν Venus (Ἀφροδίτη).

2. Προέλευσις. Ανευρίσκειται καὶ αὐτοφυεῖς εἰς τὴν Φύσιν (Σιβηρίαν, Οὐράλια, Η.Π.Α.), κυρίως ὁμοῦς ὑπὸ μορφὴν ὄρυκτων, τὰ σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι ὁ **κυπρίτης** (Cu₂O), ὁ **χαλκοκυρίτης** (CuFeS₂), ὁ **χαλκοσίνης** ἢ **χαλκολαμπρίτης** (Cu₂S). Μικροτέρας σημασίας ὄρυκτὰ εἶναι τὰ βασικὰ ἀνθρακικά ἄλατα αὐτοῦ, ὁ **πράσινος μαλαχίτης** (CuCO₃.Cu(OH)₂) καὶ ὁ **κυανοῦς ἀζουρίτης** (2CuCO₃.Cu(OH)₂).

Ἀπαντᾷ καὶ εἰς τὸν ἐνὸργανον κόσμον, ὡς συστατικὸν τῆς **αἰμοκυανίνης**, τῆς χρωστικῆς τοῦ αἵματος τῶν μαλακίων.

3. Μεταλλουργία. 1. Ἐάν τὸ μέταλλευμα εἶναι **ὀξειδίου**, ἢ ἐξαγωγή τοῦ χαλκοῦ γίνεται εὐκόλως δι' ἀναγωγῆς ὑπὸ ἀνθρακος: $CuO + C \rightarrow 2Cu + CO$

2. Ἐάν τὸ μέταλλευμα εἶναι **ἀνθρακικὸν ἄλας**, τοῦτο διὰ πυρῶσεως μετατρέπεται εἰς ὀξείδιον, τὸ ὁποῖον ἀνάγεται ἐν συνεχείᾳ ὑπὸ ἀνθρακος:



3. Τὰ συνήθη ὁμοῦς μεταλλεύματα τοῦ χαλκοῦ εἶναι θειοῦχα (**πυρίται**) καὶ μάλιστα οἱ χαλκοκυρίται. Ἐξ αὐτῶν ἢ ἐξαγωγή τοῦ χαλκοῦ γίνεται διὰ δύο μεθόδων: **διὰ τῆς ξηρᾶς ἢ πυρογενοῦς ὁδοῦ** καὶ **διὰ τῆς ὑγρᾶς ὁδοῦ**.

Α'. Ξηρὰ δόδος. Ἡ μέθοδος αὕτη ἐφαρμόζεται ἐπὶ θειούχων ὄρυκτων πλουσιῶν εἰς χαλκόν, περιλαμβάνει δὲ τὰ ἐξῆς στάδια:

α) Ἐμπλουτισμός. Τὸ μέταλλευμα ὑφίσταται κατ' ἄρχας ἐμπλουτισμὸν διὰ πλύσεως ἢ ἐπιπλεύσεως.

β) Μερική φρύξις. Μετά τόν εμπλουτισμόν τὸ μέταλλευμα ὑποβάλλεται εἰς ἀτελή φρύξιν, ὅποτε ἀπομακρύνεται τὸ μεγαλύτερον μέρος τοῦ θείου ὡς SO_2 , μέρος τοῦ περιεχομένου εἰς τὸ μέταλλευμα σιδήρου μετατρέπεται εἰς ὀξειδίου, ὃ δὲ χαλκὸς μετατρέπεται εἰς θειούχον ὑποχαλκόν :



γ) Σχηματισμὸς χαλκολίθου. Τὸ λαμβανόμενον ἐκ τῆς μερικῆς φρύξεως προϊόν θερμαίνεται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἐντὸς καμίνων μετ' ἄνθρακος καὶ συλλιπασμάτων πλουσιῶν εἰς SiO_2 , μετὰ τοῦ ὁποίου τὸ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου σχηματίζει πυριτικὸν σίδηρον καὶ ἀπομακρύνεται ὡς εὐθηκτικὴ σκωρία : $\text{FeO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{FeSiO}_3$

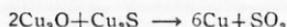
Τὸ ἀπομένον προϊόν περιέχει 30—40% Cu καὶ 25—35% Fe, ὑπὸ τὴν μορφήν τῶν θειούχων αὐτῶν ἐνώσεων, ὀνομάζεται δὲ **χαλκὸλίθος**.

δ) Ἐξαγωγή τοῦ χαλκοῦ ἐκ τοῦ χαλκολίθου. Αὕτη ἐπιτελεῖται κατὰ δύο τρόπους: 1. Ὁ χαλκὸλίθος ὑποβάλλεται ἐκ νέου εἰς μερικὴν φρύξιν καὶ θέρμανοιν μετὰ πυριτικῶν συλλιπασμάτων, πρὸς ἀπομάκρυνοιν τοῦ σιδήρου.

Ὁ εμπλουτισθεὶς χαλκὸλίθος φρῦσσεται ἀκολούθως πλήρως καὶ τὰ σχηματιζόμενα ὀξειδια ἀνάγονται ἐντὸς καμίνου ὑπὸ ἄνθρακος, παρρυσία συλλιπασμάτων, παραγομένου οὕτω τοῦ μέλανος χαλκοῦ, περιεκτικότητος περίπου 90%, εἰς χαλκόν.

2. Εἰς τὴν Ἀμερικὴν ἡ παραλαβὴ τοῦ χαλκοῦ ἐκ τοῦ χαλκολίθου γίνεται ἐντὸς εἰδικοῦ στρόμβου, τοῦ **ἀπίου τοῦ Bessemer**. Ἐκ τῆς βάσεως τούτου ἐμφυσᾶται πεπιεσμένος ἀήρ, ὃ ὁποῖος διασχίζει τὸ τῆγμα τοῦ χαλκολίθου καὶ μετατρέπει τὸν θειούχον σίδηρον εἰς ὀξειδίου, τὸ ὁποῖον μετὰ τοῦ ὑπάρχοντος συλλιπασματος σχηματίζει σκωρίαν, ἐνῶ μέρος τοῦ Cu_2S μετατρέπεται εἰς Cu_2O .

Μετὰ τὴν ἀπομάκρυνοιν τῆς σκωρίας, διαβιβάζεται ἐκ νέου ἀήρ καὶ ὑψοῦται ἡ θερμοκρασία, ὅποτε τὸ Cu_2O ἀντιδρᾷ μετὰ τοῦ παραμείναντος Cu_2S πρὸς χαλκόν :



Ὁ λαμβανόμενος χαλκὸς λέγεται **μέλας χαλκός**, διότι ἔχει σκοτεινὸν χρῶμα λόγῳ τῆς συνύπαρξεως ὀλίγου CuO . Ἔνεκα τούτου ὑφίσταται ἠλεκτρολυτικὴν κάθαρσιν.

Β'. Ὑγρά ὀδός. Αὕτη ἐφαρμόζεται ἐπὶ πτωχῶν θειούχων μεταλλευμάτων :

1. Κατὰ μίαν μέθοδον, τὰ πεφρυγμένα μεταλλεύματα τοῦ χαλκοῦ θερμαίνονται ἐντὸς εἰδικῶν καμίνων μετὰ μαγειρικοῦ ἄλατος, ὅποτε ὁ χαλκὸς μετατρέπεται εἰς χλωριούχον χαλκόν. Τὸ λαμβανόμενον προϊόν ἐκχυλίζεται δι' ὕδατος. Ἐκ τοῦ διαλύματος δὲ εἴτε καταβυθίζεται ὁ χαλκός, διὰ προσθήκης ἀπορριμάτων σιδήρου, εἴτε λαμβάνεται ἠλεκτρολυτικῶς.

2. Κατ' ἄλλην μέθοδον, τὰ θειούχα μεταλλεύματα ἐκτίθενται ἐπὶ μῆνας εἰς τὸν ἄερα, ὅποτε τὸ μέγιστον μέρος τοῦ θειούχου χαλκοῦ μετατρέπεται δι' ὀξειδώσεως εἰς θεικόν χαλκόν, ἐκ τοῦ διαλύματος τοῦ ὁποίου παραλαμβάνεται ὁ χαλκός δι' ἠλεκτρολύσεως ἢ διὰ προσθήκης ἀπορριμάτων σιδήρου.

Γ'. Ἡλεκτρολυτικὴ κάθαρσις. Πρὸς πλήρη καθαρισμόν, ὁ ἀκάθαρτος μέλας χαλκὸς τῆς μεταλλουργίας τοποθετεῖται, ὑπὸ μορφήν πλακῶν, ὡς ἄνοδος ἠλεκτρολυτικῆς συσκευῆς. Ὡς κάθοδος χρησιμοποιεῖται καθαρὸς χαλκός, τὸ δὲ ἠλεκτρολυτικὸν λουτρόν ἀποτελεῖται ἐξ ὀξίνου διαλύματος CuSO_4 . Κατὰ τὴν ἠλεκτρολύσιν, εἰς μὲν τὴν κάθοδον ἀποτίθεται χαλκός ἐκ τοῦ διαλύματος εἰς καθαρωτάτην κατάστασιν, ἐνῶ ὁ χαλκός τῆς ἀνόδου μετατρέπεται εἰς CuSO_4 , ὃ ὁποῖος συνεχῶς ἠλεκτρολύεται, εἰς τρόπον ὥστε μετὰ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου, ὁ ἀκάθαρτος χαλκός τῆς ἀνόδου νὰ μεταφερθῇ καθαρὸς εἰς τὴν κάθοδον.

Αἱ ἀκαθαρσίαι, αἱ περιεχόμεναι εἰς τὸν χαλκόν, εἴτε παραμένουν ἐν διαλύσει, εἴτε πίπτουν εἰς τὸν πυθμένα τῆς ἠλεκτρολυτικῆς συσκευῆς ὡς ἴλυσ. Εἰς ταύτην περιέχονται πολλὰ καὶ ἐλάχιστα ποσὰ ἀργύρου καὶ χρυσοῦ.

4. Φυσικαὶ ιδιότητες. Είναι μέταλλον έρυθρόν, ισχυρᾶς μεταλλικῆς λάμψεως, βαρὺ ($\rho=8,94 \text{ gr cm}^3$) καὶ δύστηκτον (1083°C). Είναι λιάν έλατόν καὶ ὀκλιμον καὶ ἄριστος ἄγωγός τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

Έν τετηκνίᾳ καταστάσει ἀπορροφᾷ ἀέρια τὰ ὁποῖα ἀποδίδει κατὰ τὴν πῆξιν ὑπὸ μορφήν φυσαλλίδων. Ένεκα τούτου ὁ καθαρὸς χαλκὸς εἶναι ἀκατάλληλος διὰ παρασκευὴν χυτῶν ἀντικειμένων.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Έκτιθέμενος εἰς τὸν ἀέρα ἐπικαλύπτεται βραδύτατα ὑπὸ πρασίνου προστατευτικοῦ ἐπιτρώματος ἐκ τοῦ βασικοῦ ἀνθρακικοῦ χαλκοῦ ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$). Θερμαίνόμενος εἰς τὸν ἀέρα μετατρέπεται κατ' ἀρχὰς πρὸς έρυθρόν Cu_2O καὶ κατόπιν πρὸς μέλαν CuO .

2. Ένοῦται ἀπ' εὐθείας μετὰ τῶν ἀλογόνων, τοῦ θείου, τοῦ φωσφόρου καὶ τοῦ ἄρσενικοῦ.

3. Ὡς ὀλιγώτερον ἠλεκτροθετικόν τοῦ ὑδρογόνου μέταλλον, δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ἀραιοῦ HCl καὶ ὑπὸ τοῦ ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος. Παρουσία ἄμωσ ἀέρος διαλύεται εἰς ταῦτα λόγω ἐνδιάμεσου σχηματισμοῦ τοῦ ὀξειδίου του, τὸ ὁποῖον εἶναι διαλυτόν εἰς τὰ ὀξέα :



Διαλυτοποιεῖται εὐκόλως εἰς τὰ ὀξειδωτικά ὀξέα, τὸ ἀραιὸν ἢ πυκνὸν HNO_3 καὶ τὸ πυκνὸν ἠερμόν H_2SO_4 :

$$\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$


6. Φυσιολογικὴ δράσις. Τὰ ἄλατα τοῦ χαλκοῦ ἔχουν δηλητηριώδη ἐπίδρασιν ἐπὶ τῶν κατωτέρων ὀργανισμῶν, χρησιμοποιοῦμενα διὰ τὴν καταπολέμησιν διαφόρων ἀσθενειῶν τῶν φυτῶν. Εἰς τοὺς ἀνωτέρους ὀργανισμοὺς 0,1—0,2 gr προκαλοῦν τὸν έμετον, μεγαλύτερα δὲ καὶ αὐτὸν τὸν θάνατον.

8. Χρήσεις. Εὐρίσκει ἐκτεταμένην ἐφαρμογὴν εἰς τὴν ἠλεκτροτεχνίαν, πρὸς κατασκευὴν ἠλεκτροφόρων συρμάτων καὶ ἠλεκτρικῶν ὀργάνων.

Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εἰς τὴν κατασκευὴν μηχανημάτων, σωλῆνων, ἀμβύκων καὶ ποικίλων ὀσκευῶν, ὡς καὶ διὰ τὴν ποραισκευὴν διαφόρων ἀλάτων του.

Τὸ μεγαλύτερον ὀμως μέρος τοῦ παραγομένου χαλκοῦ χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν διαφόρων κραμάτων, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι τὰ ἑξῆς : α) **Βροῦντζος** (Cu-Sn). β) **Ὁρειχαλκος** Cu-Zn . γ) **Γερμανικὸς ἄργυρος ἢ νεάργυρος** (Cu-Ni-Zn). δ) **Constantan** (Cu-Ni). ε) **Κράμα Delta** (Cu-Zn-Fe), παρουσιάζει μεγάλην ἀντίστασιν εἰς τὴν διάβρωσιν ὑπὸ τοῦ θαλασσίου ὕδατος. στ) **Κράματα κοσμημάτων** η) **Κράμα πυροβόλων**. θ) **Κράμα κωδῶνων** κ. ἄ.

Α Ρ Γ Υ Ρ Ο Σ (Ag)

1. Προέλευσις. Ὁ ἄργυρος ἀπαντᾷ εἰς τὴν Φύσιν ὡς αὐτοφυῆς, κυρίως ὀμως ἀνευρίσκεται ὑπὸ τὴν μορφήν τοῦ **ἀργυρίτου** (Ag_2S), ὁ ὁποῖος συνήθως ἀποτελεῖ παράμειξιν τοῦ γαληνίτου. Μικροτέρας σημασίας ὀρυκτὰ τοῦ ἀργύρου εἶναι ὁ **κεραργυρίτης** (AgCl), ὁ **πυραργυρίτης** ($3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$), ὁ **ἰωδαργυρίτης** (AgI) καὶ ὁ **πρωσιτίτης** (Ag_3AsS_3).

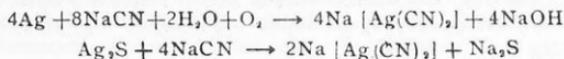
2. Μεταλλουργία. 1. Διὰ Ξηρᾶς ὀδοῦ. Ὡς πρώτη ὕλη χρησιμοποιοῦνται τὰ ἀργυρομιγῆ ὀρυκτὰ τοῦ μολύβδου—κυρίως γαληνίτης—διὰ φρύξεως καὶ ἀναγωγῆς τῶν ὁποίων λαμβάνεται κράμα Pb καὶ Ag . Τοῦτο, ἐφ' ὅσον περιέχει ὀλιγώτερον του 0,1 % Ag , ὑποβάλλεται εἰς **ἐμπλουτισμόν**, ὁ ὁποῖος ἐπιτελεῖται κατὰ διαφόρους μεθόδους.

Ὁ μολύβδος, ὁ ἐμπλουτισθεὶς εἰς ἄργυρον, ὑποβάλλεται περαιτέρω εἰς εἰδικὴν κατεργασίαν πρὸς παραλαβὴν τοῦ ἀργύρου, ἢ ὁποῖα καλεῖται **κυπέλλωσις**. Αὕτη συ-

νίσταται εις τήν τήξιν του κράματος μολύβδου άργύρου έντός ειδικών καμίνων έκ πορώδους ύλικού (τέφρα όστων, άργιλιούχος άσβεστος κ.ά.), υπό ταυτόχρονον διοχέτευσιν επί τής επιφανείας αυτού Ισχυρού μεύματος άέρος. Ό μολύβδος όξειδοϋται ούτω πρός λιθάργυρον (PbO), ό όποιος έπιπέλει του τήγματος και άποχύνεται συνεχώς έκ τής επιφανείας αυτού, ένω τά τελευταία ύπολείμματα τούτου άπορροφώνται υπό του πορώδους ύλικού τής καμίνου.

Τό πέρας τής κυπελλώσεως γίνεται άντιληπτόν διά τής έμφανίσεως τής στίλβουσης μεταλλικής επιφανείας του τετηκότος καθαρού άργύρου, ή όπεία καλείται βασιλικός ή βλέμμα άρνύρου.

2. Δι' ύγρας όδοϋ. Κετ' ούτην τά λειοτριβηθέντα άργυροϋχα όρυκτά ύποβάλλονται εις καταργασίαν μετά διαλύματος κυανιούχου νατρίου, υπό ταυτόχρονον διοχέτευσιν άέρος. Κατ' αυτών τον τρόπον τόσον ό αυτοφυής άργυρος, όσον και ό άργυρίτης και ό κεραργυρίτης μετατρέπονται εις εύδιάλυτον σύμπλοκον άλας, τό άργυροκυανιούχον νάτριον :



Έκ του διαλύματος του σχηματιζομένου άργυροκυανιούχου νατρίου, διά προσθήκης ψευδαργύρου, άποχωρίζεται ό άργυρος :



Κάθαρσις του άργύρου. Πρός πλήρη κάθαρσιν του άργύρου, ύποβάλλεται εις ήλεκτρόλυσιν διάλυμα AgNO₃, περιέχον και 1 % HNO₃, του άκαθάρτου άργύρου τής μεταλλουργίας χρησιμοποιουμένου ως άνόδου, ένω ως κάθοδος χρησιμοποιείται πλάξ έκ καθαρού άργύρου. Κατά τήν ήλεκτρόλυσιν ό άργυρος μεταφέρεται έκ τής άνόδου και άποτίθεται καθαρός εις τήν κάθοδον.

3. Φυσικαί ιδιότητες. Είναι λευκόν μέταλλον, Ισχυρός μεταλλικής λάμψεως, λίαν βαρύ (ρ=10,47 gr/cm³) και δύστηκτον (350 C). Είναι μαλακόν και εις μέγαν βαθμόν έλατόν και όλκιμον. Έξ άργύρου κατασκευάζονται ήμισιαφανή φύλλα πάχους 0,003 mm. Είναι άξιςτος άγωγός τής θερμότητος και του ήλεκτρισμού.

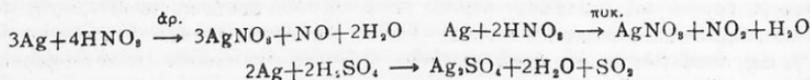
Έν τετηκία καταστάσει διαλύει σημαντικήν ποσότητα όξυγόνου, τό όποιον έκλύεται κατά τήν πήξιν μετ' έκτινάξεως σταγονιδίων του τήγματος. Ένεκα τούτου είναι άκατάλληλος διά τήν κατασκευήν χυτών άντικειμένων. Τό μειονέκτημα τούτο αίρεται διά προσθήκης μικράς ποσότητος χαλκού, ό όποιος ύποβιβάζει συγχρόνως τό σημείον τήξεως του άργύρου και καθιστά τούτον σκληρότερον.

4. Χημικαί ιδιότητες. 1. Είναι σταθερός εις τον άέρα, μη όξειδούμενος υπό τό όξυγόνου. Προσβάλλεται όμως υπό του ύδροθείου και των θειούχων ένώσεων. Ένεκα τούτου, έκτιθέμενος επί μακρόν εις τον άέρα, καλύπτεται υπό λεπτοτάτω στρώματος μέλανος Ag₂S, σχηματιζομένου έκ τής επιδράσεως του H₂S τής άτμοσφαιρας κατά τήν αντίδρασιν :

$$H_2S + 2Ag + 1/2O_2 \rightarrow Ag_2S + H_2O$$

2. Εις θερμοκρασίαν έρυθροπυρώσεως έννοείται άπ' εύθείας μετά των άλογόνων και του θείου.

3. Ως όλιγώτερον ήλεκτροθετικόν του ύδρογόνου μέταλλον, δέν προσβάλλεται υπό του ύδροχλωρικού και του άραιού θεικού όξέος. Διαλύεται όμως εις τά όξειδωτικά όξέα, τό πυκνόν H₂SO₄ και τό HNO₃ όλων των άραιώσεων :



Διαλύεται επίσης εις διαλύματα κυανιούχων άλάτων, παρουσία όξυγόνου, παρέχων εύδιάλυτα σύμπλοκα άργυροκυανιούχα άλατα.

5. Χρήσεις. Χρησιμοποιείται εύρυστα πρὸς κατασκευὴν νομισμάτων καὶ κοσμημάτων. Ἐπειδὴ ὁ καθαρὸς ἄργυρος εἶναι λίαν μαλακός, χρησιμοποιεῖται ὑπὸ μορφὴν κράματος, κυρίως μετὰ χαλκοῦ (5—20 %).

Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εἰς τὴν γαλβανοπλαστικὴν δι' ἐπαργυρώσεις καὶ εἰς τὴν κατασκευὴν κατόπτρων, πρὸς πασασκευὴν διαφόρων ἀλάτων τσ. τὰ ὅποια εὐρίσκουν ἐφαρμογὴν εἰς τὴν Ιατρικὴν, τὴν φωτογραφικὴν τέχνην καὶ τὴν ἀναλυτικὴν χημείαν.

Χ Ρ Υ Σ Ο Σ (Au)

1. Προέλευσις. Ἀπαντᾷ ὡς αὐτοφυῆς εἰς τὴν Φύσιν, κυρίως εἰς λεπτότατα ψηφύματα, ἐντὸς χαλαζιακῶν πετρωμάτων, κατὰ τὴν ἀποσάθρωσιν τῶν ὀσίων μεταφέρεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος, ἀποτιθέμενος ἐντὸς τῆς ἄμμου τῶν ποταμῶν. Ἰχνη χρυσοῦ ἀνευρίσκονται εἰς ὄρισμα ὄρυκτά. ὡς εἶναι ὁ χαλκοπυρίτης, ὁ γαληνίτης καὶ ὁ σιδηροπυρίτης. Αἱ κυριώτεροι χῶροι παραγωγῆς χρυσοῦ εἶναι τὸ Τράνσβαλ τῆς Νοτίου Ἀφρικῆς, τὸ ὅποιον παρέχει τὸ $\frac{1}{3}$ τῆς παγκοσμίου παραγωγῆς, ὁ Καναδᾶς, αἱ Η. Π. Α. καὶ ἡ Ρωσία.

2. Μεταλλουργία. Παλαιότερον ἢ παραλαβὴ τοῦ χρυσοῦ ἐγένετο διὰ μηχανικῆς κατεργασίας, διὰ καταλλήλου δηλαδὴ ἐκπύσεως τῶν χρωμάτων τῶν χρυσοφόρων προσχώσεων, ὅποτε ὁ χρυσοῦς, ὡς εἰδικῶς βαρύτερος, ἀπεχωρίζετο καὶ συνελέγετο. Σήμερον ἡ ἐξαγωγή τοῦ χρυσοῦ γίνεται διὰ τῶν ἀκολουθῶν μεθόδων :

1. Μέθοδος ἀμαλγαμώσεως. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην, τὰ λειοτριβηθέντα χρυσοφόρα πετρώματα ὑφίστανται κατεργασίαν μεθ' ἕδραργύρου, ὅποτε ὁ χρυσοῦς σχηματίζει ἀμάλγαμα. Ἐξ αὐτοῦ ἀπομακρύνεται ὁ Hg δι' ἀποστάξεως καὶ παραμένει μόνον ὁ χρυσοῦς καθαρὸς.

2. Μέθοδος κυανιώσεως. Εἶναι ἡ σπουδαιότερα ἐκ τῶν ἐφαρμοζομένων μεθόδων, δυναμένη νὰ χρησιμοποιηθῆ καὶ προκειμένου περὶ ὑλικῶν ἐλαχίστης περιεκτικότητος εἰς χρυσοῦν. Συνίσταται εἰς τὴν κατεργασίαν τῆς χρυσοφόρου ἄμμου ἢ τῶν θειούχων ὄρυκτῶν μετ' ἄραιου διαλύματος KCN παρουσία ἀέρος, ὅποτε ὁ χρυσοῦς μετατρέπεται εἰς εὐδιάλυτον σύμπλοκον ἄλας χρυσοκυανιούχου καλίου :



Ἐκ τοῦ διαλύματος τοῦ σχηματιζομένου συμπλόκου ἄλατος, λαμβάνεται ὁ χρυσοῦς δι' ἠλεκτρολύσεως ἢ διὰ προσθήκης ψευδαργύρου :



3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μέταλλον ζωηροῦ κιτρίνου χρώματος καὶ ἰσχυρᾶς μεταλλικῆς λάμψεως, λίαν βαρὺ (19,3 gr/cm³) καὶ δύστηκτον (σ.τ. 1036° C). Εἶναι μαλακὸν καὶ τὸ πλέον ἐλατὸν καὶ ὀλκιμον ἐξ ὄλων τῶν μετάλλων (ἐξ ἑνὸς γραμμαρίου Au δύναται νὰ ληφθῆ σύρμα μήκους 3 Km).

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀσθενέστατα ἠλεκτροθετικὸν μέταλλον, ἀπρόσβλητον ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου καὶ τῶν ὀξέων.

Προσβάλλεται ὑπὸ τῶν ἀλογόνων καὶ διαλύεται εἰς τὸ βασιλικὸν ὕδωρ, τὸ ὅποιον ἐκκλύει, ὡς γνωστὸν, χλώριον :



Προσβάλλεται ἐπίσης ὑπὸ τῶν τηγμάτων τῶν καυστικῶν ἀλκαλίων (διαφορὰ ἀπὸ τὸν ἄργυρον) καὶ διαλύεται εἰς διαλύματα κυανιούχων ἀλάτων παρουσία ὀξυγόνου (βλέπε ἀνωτέρω). Τέλος διαλύεται εἰς τήγματα νιτρικῶν ἀλάτων, ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου καὶ διαλύματα βρωμιούχου σιδήρου.

5. Χρήσεις. Εὐρίσκει ἐφαρμογὴν εἰς τὴν κατασκευὴν νομισμάτων, κοσμημάτων καὶ εἰς τὴν ὀδοντιατρικὴν. Εἰς τὰς ἐφαρμογὰς του δὲν χρησιμοποιεῖται ἀμιγῆς

χρυσός, αλλά κράματα αυτού μετά χαλκού ή αργύρου, διότι είναι λίαν μαλακός και φθείρεται κατά την χρήση.

Ο χαλκός προσδίδει εις τόν χρυσόν έρυθράν απόχρωσιν, ενώ ο άργυρος μειώνει την έντασιν του κιτρίνου χρώματος. Η περιεκτικότης του χρυσοού έντός των κραμάτων αυτού εκφράζεται εις **καράτια**, τά όποία δηλούν τά μέρη βάρους του καθαρου χρυσοού τά περιεχόμενα εις 24 μέρη βάρους κράματος. Ούτω ο καθαρός χρυσός είναι 24 καρατίων, κράμα περιέχον 50 % χρυσόν είναι 12 καρατίων κ.ο.κ.

Η περιεκτικότης των κραμάτων εις χρυσόν άνευρίσκειται έμπειρικώς διά παρατηρήσεως της έπι δρασέως HNO_3 ώρισμένης πυκνότητος, έπί της γραμμής την όποιαν καταλείπει τό υπό εξέτασιν κράμα έπί ειδικού μέλανος σκληρού λίθου (λ υ δ ι α λ ι θ ο ς). Προκειμένου περί καθαρου χρυσοού ή γραμμή αβτη παραμένει άναλλοίωτος καθισταμένη τόσον λεπτοτέρα. Όσον ή περιεκτικότης αυτού εις ξένα μέταλλα είναι μεγαλυτέρα.

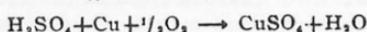
Εύρίσκει επίσης έφαρμογήν εις τας έπιχρυσώσεις, αί όποίαί έπιτελούνται είτε διά μηχανικής πιέσεως φύλλον χρυσοού έπί των άντικειμένων, είτε διά της γαλβανικής όδοϋ. Τά άλλα τό χρυσοού εύρίσκουν έφαρμογήν εις την φωτογραφικήν, την Ιατρικήν και τόν χρωματισμόν της ύαλου και της πορσελάνης.

ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΑΡΓΥΡΟΥ

1. Θεϊικός χαλκός: CuSO_4

Ο ένυδρος θεϊικός χαλκός ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), όνομάζεται κοινώς **γαλαζόπετρα** ή **κυανούν βιτριόλιον** και είναι τό σημαντικώτερον των άλάτων του χαλκού. Εις την φύσιν άπαντά ώς όρυκτόν **χαλκάνθη**.

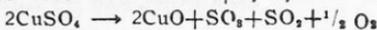
1. Παρασκευή. Παρασκευάζεται βιομηχανικώς διά διαλύσεως άπορριμμάτων χαλκού εις θεϊκόν όξύ, υπό διοχέτευσιν άέρος :



Δύναται νά ληφθή επίσης διά διαλύσεως όξειδίου του χαλκού (CuO) εις άραιόν H_2SO_4 ή διά διαλύσεως μεταλλικού χαλκού εις πυκνόν και θερμόν H_2SO_4 .

2. Ιδιότητες. Αποτελεί μεγάλους διαφανείς κρυστάλλους κυανού χρώματος, οι όποιοι εις τόν άέρα άποσαθρούνται έπιφανειακώς. Διά θερμάνσεως εις τούς 100° εκφεύγουν 4 μόρια κρυσταλλικού ύδατος, άνω των 200° C δέ και τό πέμπτον, όποτε παραμένει τό άνυδρον άλας, ώς λευκή κόνις Ισχυρώς ύγροσκοπική.

Εις ύψηλοτέραν θερμοκρασίαν 650°—700° διασπάται πρός όξειδιον του χαλκού όξειδια του θείου και όξυγόνον :



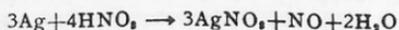
Τό λευκόν άνυδρον άλας χρησιμοποιείται διά την άνίχνευσιν Ιχθών ύδατος και ώς μέσον ξηράσεως, διότι προσλαμβάνει εύκόλως ύδωρ, σχηματίζον ένύδρους κρυστάλλους κυανού χρώματος.

3. Χρήσεις. Εύρίσκει πολλαπλάς έφαρμογάς, ώς εις την παρασκευήν άνοργάνων χρωμάτων, ώς πρόσθεμα εις την βαφικήν, εις την διαπότησιν των ξύλων και προφύλαξιν αυτών εκ της σήψεως, εις την βυροδεψίαν, εις την κατασκευήν ηλεκτρικών στοιχείων και λουτρών έπιχαλκώσεως.

Χρησιμοποιείται επίσης εις την καταπολέμησιν των παρασίτων των φυτών. Ούτω έν μίγματι μετ' άσβέστου (βορδιγάλλειος πολτός), χρησιμοποιείται πρός καταπολέμησιν του περονοσπόρου της άμπέλου.

2. Νιτρικός άργυρος: AgNO_3

1. Παρασκευή. Παρασκευάζεται διά διαλύσεως άργύρου εις νιτρικόν όξύ :



2. Ιδιότητες. Αποτελεί μεγάλους άχρόους κρυστάλλους, μη ύγροσκοπικός

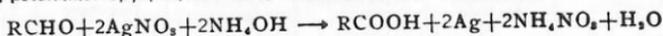
και λιαν ευδιαλυτους εις το υδωρ. Προσβαλλεται υπο του φωτός, αναγομενος προς μεταλλικόν αργυρον, ιδίως παρουσιάζει οργανικών ουσιών. Διά θερμάνσεως διασπάζεται προς αργυρον, διοξειδιον του αζώτου και οξυγονον: $AgNO_3 \rightarrow Ag + NO_2 + \frac{1}{2} O_2$

Διά προσθήκης διαλύματος $AgNO_3$ εις διαλύματα υδραλογόνων (πλην HF) ή αλάτων αυτών, λαμβάνεται χαρακτηριστικόν ίζημα αλογονούχου αργύρου.

3. Χρήσεις. 'Επιδρά επί του δέρματος οξειδωτικώς, υπό αποβολήν μέλανος μεταλλικού αργύρου, αποτιθεμένου υπό μορφήν κηλίδων. "Ενεκα τούτου χρησιμοποιείται εις την Ιατρικήν ως καυτήριον έν μίγματι με KNO_3 , υπό τó όνομα πέτρα της κολλάσεως. Καθ' όμοιον τρόπον ανάγεται υπό διαφόρων οργανικών ενώσεων, ως κοριορτου, χάρτου, φελλου, ύφασμάτων κλπ., εύρισκον εφαρμογήν προς παρασκευήν ανεξιτήλου μελάνης, προς σφράγισην ύφασμάτων κ.ά.

Πλην των ανωτέρω, εύρισκει εφαρμογήν εις την αναλυτικήν χημείαν και προς κατασκευήν κατόπτρων.

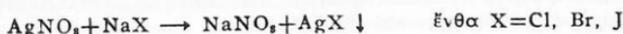
4. Κατασκευή κατόπτρων. Αθητη σπριζεται εις την αναγωγήν αμμωνιακού διαλύματος $AgNO_3$ προς μεταλλικόν αργυρον, υπό τινος αναγωγικού ως είναι ή φορμαλδεϋδη και ή γλυκόζη:



'Η εργασία της κατασκευής κατόπτρων έχει ως εξής: 'Η βαλος τοποθετείται επί τραπέζης, θερμαινομένης εις τους $40^\circ C$, περιφράσσεται δε με κηρόν διά να μήν έκφεύγη το διάλυμα του νιτρικού αργύρου και αμμωνίας, τó όποιον χύνεται επ' αυτής. 'Εν συνεχεία προστίθεται ή αναγωγική ούσια' όποτε λαμβάνει χόρων ή αναγωγή του νιτρικού αργύρου προς μέλανα μεταλλικόν αργυρον, ό οποίος επικάθεται και επί της όαλου. 'Εν συνεχεία ή έπαργυρωθεΐσα βαλος καλύπτεται υπό βερνικίου, διά να μήν εξαλειφεται ό αργυρος.

3. Χλωριούχος, βρωμιούχος και Ιωδιούχος αργυρος

Τά άλατα του αργύρου μετά των αλογόνων είναι δυσδιάλυτα εις το υδωρ, πλην του φθοριούχου αργύρου, ό όποιος είναι ευδιάλυτος. Παρασκευάζονται δι' έπιδράσεως υδραλογόνων ή των αλάτων αυτών επί διαλύματος $AgNO_3$:



'Ο χλωριούχος αργυρος ($AgCl$) αποτελεί λευκόν τυρώδες ίζημα, σχεδόν πλήρως αδιάλυτον εις το υδωρ. Διαλύεται εύκόλως εις άραιόν διάλυμα αμμωνίας σχηματίζων σύμπλοκον άλλας:



'Ο βρωμιούχος αργυρος ($AgBr$) αποτελεί κίτρινον τυρώδες ίζημα δυσδιάλυτον εις το υδωρ. Είναι λιαν δυσδιάλυτον εις άραιόν διάλυμα αμμωνίας, διαλύεται όμως εις πυκνόν διάλυμα ταύτης, σχηματιζόμενου συμπλόκου άλλατος:



'Ο Ιωδιούχος αργυρος (AgI) είναι έπίσης κίτρινον τυρώδες ίζημα διασπώμενον κατά την τήξιν, αδιάλυτον και εις πυκνόν άκόμη διάλυμα αμμωνίας.

Και τά τρία ανωτέρω άλατα, τη έπιδράσει του φωτός, διασπώνται βραδέως εις τά στοιχεία των, καθιστάμενα κατ' αρχάς Ιόχρα, κατόπιν Ιώδη, τελικώς δε μελανά, λόγω του αποβαλλόμενου εις μεταλλικήν κατάστασιν αργύρου. 'Επί της εύαισθησίας έναντι του φωτός των αλογονούχων ενώσεων του αργύρου, ιδίως δε του βρωμιούχου αργύρου, σπριζεται ή φωτογραφική τέχνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ - ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ

(ΔΕΥΤΕΡΑ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΟΜΑΔΑ ΤΟΥ Π. Σ.)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΤΗΣ ΙΙ_B ΟΜΑΔΟΣ ΤΟΥ Π.Σ.

Αί κυριώτεροι σταθεραί τών μετάλλων τής ΙΙας δευτερευούσης ομάδος του Π.Σ. περιλαμβάνονται εις τόν κατωτέρω πίνακα :

Μέταλλον	*Ατομικός αριθμός	*Ηλεκτρονική δομή	*Ατομικόν βάρος	Πυκνότης	Σημείον τήξεως
Ψευδάργυρος (Zn)	30	2, 8, 18, 2	65,33	7,14	419,5°
Κάδμιον (Cd)	48	2, 8, 18, 18, 2	112,41	8,65	321°
*Υδράργυρος (Hg)	80	2,8,18,32,18,2	200,61	13,6	-38,9°

ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ (Zn)

1. Προέλευσις. Ο ψευδάργυρος δέν άνευρίσκεται εις τήν Φύσιν ως άυτοφυής. Άπαντά υπό μορφήν όρυκτών, σπουδαιότερα τών όποιών είναι ό **σφαλερίτης** (ZnS) και ό **σμισθονίτης** ή **καλαμίνα** (ZnCO₃). Άτερα όρυκτά άυτοϋ είναι ό **ζιγκίτης** (ZnO) και ό **ήμιμορφίτης** (2ZnO.SiO₂.H₂O). Έν Έλλάδι μεταλλεύματα ψευδαργύρου ύπάρχουν εις τό Λαύριον και τήν Θάσον.

2. Μεταλλουργία. 1. Μέθοδος άποστάξεως. Κατ' άυτήν, μετά τόν έμπλουτισμον τοϋ μεταλλεύματος δι' έπιπλεύσεως, μετατρέπεται τοϋτο εις όξειδιον τοϋ ψευδαργύρου διά φρύξεως, έφ' όσον είναι σφαλερίτης, ή διά πυρώσεως, έφ' όσον είναι σμισθονίτης $2ZnS+3O_2 \rightarrow 2ZnO+2SO_2$, $ZnCO_3 \rightarrow ZnO+CO_2$

Τό όξειδιον τοϋ ψευδαργύρου άνάγεται έν συνεχεία υπό άνθρακος έντός σωλήνων φλογοβόλου καμίνου, εις θερμοκρασίαν 1200° C: $ZnO+C \rightarrow ZnO+CO$

Τό παραγόμενον μέταλλον, έφ' όσον ή θερμοκρασία είναι ύψηλότερα τοϋ σ. ζ. άυτοϋ, έξασερούται και συμπυκνούται έντός καταλλήλων ύποδοχέων.

2. Ήλεκτρολυτική μέθοδος. Κατά τήν μέθοδον ταύτην, έκ τών μεταλλευμάτων τοϋ ψευδαργύρου λαμβάνεται τό όξειδιον άυτοϋ, ως και εις τήν προηγουμένην μέθοδον. Έν συνεχεία τό όξειδιον τοϋ ψευδαργύρου ύφίσταται κατεργασίαν με άραιόν θεικόν όξύ, μετατρέπόμενον εις θεικόν ψευδάργυρον, ό όποίος και ύποβάλλεται εις ήλεκτρόλυσιν.

3. Φυσικαί ιδιότητες. Ο ψευδάργυρος (κοινώς τοίγκος) είναι μέταλλον λευκό-κυανίζον, κρυσταλλικής ύφης, βαρϋ (ρ=7,14 gr/cm³) και εϋτηκτον (σ.τ. 419,4°). Ζέει εις τούς 907° C. Εις συνήθη θερμοκρασίαν είναι σκληρός και σχετικώς εϋθραυστος. Εις τούς 120°-150° καθίσταται έλατός και δλκιμος, δυνάμενος νά μετατραπή εις φύλλα, ένφ' άνω τών 200° C καθίσταται έκ νέου λιαν εϋθραυστος, δυνάμενος νά κομποποιηθή.

4. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Ὁ ψευδάργυρος, ἐκτιθέμενος εἰς τὸν ἀέρα, ὀξειδωταὶ μόνον ἐπιφανειακῶς, καλυπτόμενος ὑπὸ ἀνθεκτικοῦ ἐπιστρώματος ἐκ βασικοῦ ἀνθρακικοῦ ἄλατος, τοῦ τύπου $ZnCO_3 \cdot 3Zn(OH)_2$, τὸ ὁποῖον προστατεύει τὸ μέταλλον ἀπὸ τὴν περαιτέρω ὀξειδωσιν.

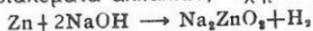
Θερμαινόμενος εἰς τὸν ἀέρα καίεται μετὰ λαμπρῶς ὑποκυάνου φλογὸς πρὸς ὀξειδίου, διασκορπιζόμενον ὑπὸ μορφήν μεγάλων λευκῶν νιφάδων (*lana philosophica*, φιλοσοφικὸς χνούς).

2. Ἀντιδρᾶ ἐν θερμῷ μὲ τὰ ἀλογόνα, σχηματίζων τὰ ἀντίστοιχα ἀλογονοῦχα ἄλατα. Ὑπὸ μορφήν κόνεως ἀντιδρᾶ ζωηρῶς μετὰ τοῦ θείου ἐν θερμῷ. Ἀντιδρᾶ ἐπίσης μετὰ τοῦ φωσφόρου.

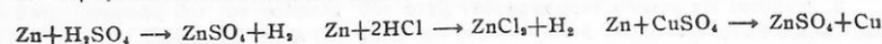
3. Διὰ θερμάνσεως εἰς ρεῦμα ὕδατιμῶν, σχηματίζει ὀξειδίου τοῦ ψευδαργύρου καὶ ὕδρογόνον :



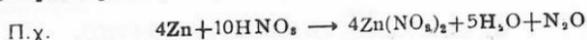
Διαλύεται εἰς θερμὰ διαλύματα ἀλκαλίων, σχηματίζων ψευδαργυρικά ἄλατα καὶ ὕδρογόνον :



Διαλύεται ἐπίσης εἰς τὸ ὕδροχλωρικὸν ὀξύ καὶ τὸ θραϊνὸν θειικὸν ὀξύ ὑπὸ ἐκλύσειν ὕδρογόνου καὶ ἀντικαθιστᾷ πλεῖστα μέταλλα ἐκ τῶν ἀλάτων τῶν :



Τῇ ἐπιδράσει πυκνοῦ H_2SO_4 ἐπὶ ψευδαργύρου λαμβάνεται $ZnSO_4$, ἐνῶ τὸ H_2SO_4 ἀνάγεται πρὸς SO_2 , S ἢ καὶ H_2S , τούτου ἐξαρτωμένου ἐκ τῆς πυκνότητος τοῦ ὀξέος καὶ τῆς θερμοκρασίας. Τῇ ἐπιδράσει HNO_3 λαμβάνεται $Zn(NO_3)_2$ καί, ἀναλόγως τῆς πυκνότητος τοῦ ὀξέος καὶ τῆς θερμοκρασίας, διάφορα προϊόντα ἀναγωγῆς αὐτοῦ, ὡς NO , NO_2 , N_2O , H_2NOH , NH_3 κλπ.



5. Χρήσεις Χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα, λόγῳ τῆς ἀνθεκτικότητός του ἔναντι τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ ἀέρος, πρὸς κατασκευὴν συσκευῶν, δοχείων καὶ σωλῆνων, ἐρχομένων εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ὕδατος ἢ ἐκτιθεμένων εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς ἐπιψευδαργύρωσιν ἐλασμάτων οἰδήρου (**γαλβανισμένη λαμαρίνα**), ἐπιτελουμένην δι' ἐμβαπτίσεως αὐτῶν, εἰς τετηγμένον ψευδάργυρον.

Εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν εὐρίσκουν καὶ αἱ ἐνώσεις αὐτοῦ. Τὸ ὀξειδίου τοῦ ψευδαργύρου χρησιμοποιεῖται ὡς λευκὸν χρῶμα, τὰ δὲ ἄλατα αὐτοῦ εἰς τὴν ἱατρικὴν.

Χρησιμοποιεῖται τέλος διὰ τὴν κατασκευὴν διαφόρων κραμάτων, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι ὁ **ὀρείχαλκος** (Cu · Zn), ὁ **γερμανικὸς ἀργυρος** (Cu · Zn · Ni) καὶ τὸ **κράμα-δέλτα** (Cu · Zn · Fe).

Υ Δ Ρ Α Ρ Γ Υ Ρ Ο Σ (Hg)

1. Προέλευσις. Ἀπαντᾷ εἰς μικρὰς ποσότητας ὡς αὐτοφυῆς, ὑπὸ μορφήν μικρῶν σταγόνων ἐντὸς πετρωμάτων τινῶν. Τὸ σπουδαιότερον ἐκ τῶν ὄρυκτων του εἶναι τὸ **κιννάβαρι** (HgS), τὸ ὁποῖον ἀνεύρισκεται εἰς τὴν Ἰσπανίαν, τὴν Ἰταλίαν, τὰς Η. Π.Α., τὴν Ρωσίαν, τὸ Μεξικὸν καὶ τὴν Κίναν.

2. Μεταλλουργία. Ὁ ὕδραργυρος ἐξάγεται ἀποκλειστικῶς ἀπὸ τὸ **κιννάβαρι**. Πρὸς τοῦτο τὸ μέταλλευμα ἐμπλουτισθὲν καταλλήλως φρῦσσεται εἰς ρεῦμα ἀέρος ἐντὸς ἐιδικῶν καμίνων :



Οἱ ἄτμοι τοῦ παραγομένου ὕδαργύρου διοχετεύονται εἰς πῆλινα δοχεῖα ἢ σωλῆνας ἐκ λιθοκεράμου, ἐνθα συμπυκνῶνται.

Ἡ ἄνωτέρω μέθοδος ἐφαρμόζεται καὶ ἐπὶ λίαν πτωχῶν μεταλλευμάτων. Ἰσχυρῶς ἐμπλουτισθέντα μεταλλεύματα ἀναμιγνύονται πολλᾶκις μετ' ἀσβέστου ἢ σιδήρου καὶ ἀποστάζονται ἐκ σιδηρῶν κεράτων:



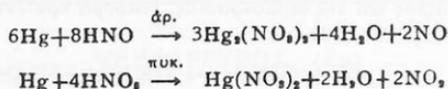
Ὁ ὑδράργυρος τοῦ ἐμπορίου περιέχει σιγήθως προσμίξεις ξένων μετάλλων. Πρὸς καθαρισμόν, διαβιβάζεται κατὰ σταγόνας διὰ μέσου μακροῦ ὑαλίνου σωλήνος περιέχοντος ἀραιῶν νιτρικῶν ὀξέ (5%), ὁπότε αἱ προσμίξεις διαλύονται, ἐνῶ ὁ εὐγενέστερος Hg δὲν προσβάλλεται.

3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι τὸ μόνον ὑγρὸν μέταλλον, ἀργυρόλευκον, ἰσχυρῶς μεταλλικῆς λάμπσεως, λίαν βαρῦ (ρ = 13,546 gr/cm³). Πήγνυται εἰς -58,09° C καὶ ζέει εἰς 356,95°. Εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν ἀποδίδει ἀτμούς, οἱ ὅποιοι εἶναι δηλητηριώδεις.

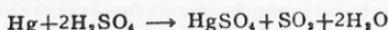
4. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Εἰς τὸν ἀέρα παραμένει ἀναλλοίωτος. Θερμαινόμενος εἰς τοὺς 300° περίπου, σχηματίζει τὸ ὀξειδίου αὐτοῦ, τὸ ὅποιον εἰς πλεονέκτῳ θερμάνεως ἄνω τῶν 400° διασπάζεται εἰς τὰ στοιχεῖα του.

2. Ἐνοῦται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν μετὰ τοῦ χλωρίου καὶ τοῦ βρωμίου, μετὰ τοῦ ἰωδίου κατὰ τὴν τριβὴν ἐντὸς ἑυδίου, καὶ μετὰ τοῦ θείου ἐν θερμῷ.

3. Δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τῶν μὴ ὀξειδωτικῶν ὀξέων καὶ ὑπὸ τῶν καυστικῶν ἀλκαλίων. Διαλύεται εὐκόλως εἰς ἀραιὸν νιτρικὸν ὀξὺ παρέχον νιτρικὸν ὑφιδράργυρον, ἐνῶ μετὰ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος παρέχει νιτρικὸν ὑδράργυρον:



Διαλύεται ἐπίσης εἰς τὸ θερμὸν πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ καὶ εἰς τὸ βασιλικὸν ὕδωρ:



Χαρακτηριστικὴ εἶναι ἡ ἰδιότης τοῦ ὑδραργύρου νὰ διαλύη πλεῖστα μέταλλα, σχηματίζων μετ' αὐτῶν ἀμαγάλματα.

5. Χρήσεις. 1. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν θερμομέτρων, λόγω τοῦ μεγάλου συντελεστοῦ διαστολῆς αὐτοῦ. Εὐρίσκει ἐπίσης εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τὴν κατασκευὴν διαφόρων ἐπιστημονικῶν ὀργάνων, ὡς βαρομέτρων, ἀντλιῶν κ. ἄ.

2. Διὰ παραγωγῆς ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων ὑπὸ ὑψηλῆν τάσιν εἰς ἀτμούς Hg, ἐκπέμπεται φῶς πλούσιον εἰς ὑπεριώδεις ἀκτίνας, αἱ ὅποιαι χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν θεραπευτικὴν κ. ἄ.

3. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν κροτικοῦ ὑδραργύρου (Hg(OCN)₂), σπουδαιοτάτης ἐναυσματικῆς ὕλης, αἱ δὲ ἐνώσεις του εὐρίσκουσι ἐφαρμογὴν εἰς τὴν φαρμακευτικὴν.

4. Εὐρύτατα χρησιμοποιεῖται τέλος ὁ Hg καὶ ὑπὸ μορφήν ἀμαλαγμάτων, ὡς διὰ τὴν σφράγιση τῶν ὀδόντων, πρὸς παραλαβὴν τοῦ Au καὶ τοῦ Ag ἐκ τῶν μεταλλευμάτων τῶν κ. ἄ.

ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ

1. Ὄξειδον τοῦ ψευδαργύρου: ZnO. Ἀπαντᾷ εἰς τὴν Φύσιν ὡς ὀρυκτὸς ζιγκίτης. Εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα λαμβάνεται διὰ καύσεως τῶν ἀτμῶν τοῦ Zn, διὰ πυρῶσεως ZnCO₃ ἢ διὰ φρύξεως ZnS.

Εἶναι λευκὴ ἄμορφος κόνις ἀδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ. Εἶναι ἐπαμφοτερίζον ὀξειδον διαλυόμενον τόσον εἰς τὰ ὀξέα, μετὰ τῶν ὁποίων σχηματίζει ἄλατα τοῦ ψευ-

Ψαργύρου, δσον και εις τὰς βάσεις, μετά τῶν ὁποίων παρέχει ψευδαργυρικά ἄλατα:



Χρησιμοποιεῖται ὑπὸ τὸ ὄνομα λευκὸν τοῦ ψευδαργύρου, ὡς χρῶμα, πλεονεκτηεὶ δὲ τοῦ λευκοῦ τοῦ μολύβδου (στουπέτσι), διότι δὲν ἀμαυροῦται ὑπὸ τοῦ ὕδρουθίου. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὡς μέσον πληρώσεως τοῦ καουτσούκ, πρὸς παρασκευὴν ἐδικτῆς ὕαλου καὶ εἰς τὴν φαρμακευτικὴν.

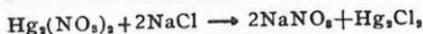
2. Θεικὸς ψευδάργυρος: ZnSO_4 . Παρασκευάζεται δι' ἐπιδράσεως ἀραιοῦ H_2SO_4 ἐπὶ Zn ἢ ZnO ἢ ZnCO_3 . Διὰ συμπυκνώσεως τοῦ λαμβανομένου διαλύματος ἀποχωρίζονται ἔνυδροι κρύσταλλοι τύπου: $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Διὰ διπλῆς ἀντικαταστάσεως παρέχει μετά τοῦ θειοῦχου βαρίου, μίγμα θειοῦχου ψευδαργύρου καὶ θειικοῦ βαρίου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ λευκὸν ἴζημα, χρησιμοποιούμενον ὡς λευκὸν χρῶμα ὑπὸ τὸ ὄνομα λιθοπόν: $\text{BaS} + \text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnS} + \text{BaSO}_4$.

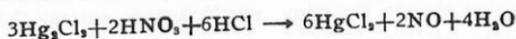
Χρησιμοποιεῖται ὑπὸ μορφὴν ἀραιῶν διαλυμάτων ὡς ἥπιον στυπτικὸν καὶ ἀπολυμαντικὸν εἰς τὴν ὀφθαλμιατρικὴν (κολλύριον). Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εἰς τὴν βαφικὴν καὶ τυποβαφικὴν.

ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΥΔΑΡΓΥΡΟΥ

1. Χλωριούχος ὑψυδράργυρος ἢ καλομέλας: Hg_2Cl_2 . Παρασκευάζεται δι' ἐπιδράσεως ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος ἢ διαλυτῶν χλωριούχων ἀλάτων ἐπὶ διαλύματος νιτρικοῦ ὑψυδραργύρου:



Εἶναι λευκὴ κρυσταλλικὴ κόνις σχεδὸν ἀδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ. Ὁξειδουται ὑπὸ τοῦ βασιλικοῦ ὕδατος πρὸς χλωριούχον ὑδράργυρον:



Ὁ καλομέλας δὲν εἶναι δηλητήριο καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ὀφθαλμιατρικὴν ὡς ἀντισηπτικὸν καὶ εἰς τὴν λατρικὴν ὡς ἥπιον καθαρτικόν. Πρέπει ὅμως νὰ εἶναι τελείως ἀπηλαγμένος ἰχνῶν HgCl_2 , ὁ ὁποῖος εἶναι λίαν δηλητηριώδης. Ἐπίσης συνιστάται ὅπως ὀλίγον πρὸ καὶ μετά τὴν λήψιν καλομέλανος ἀποφεύγονται αἱ ἀλατοῦχοι τροφαὶ καὶ τὰ ὄξινα ποτά, διότι τῇ ἐπιδράσει χλωριούχων ἀλάτων ἢ ὀξέων ὁ καλομέλας ἀποσυντίθεται πρὸς ὑδράργυρον καὶ χλωριούχον ὑδράργυρον.

2. Χλωριούχος ὑδράργυρος ἢ ἄχνη τοῦ ὑδραργύρου (Sublimé): HgCl_2 . Παρασκευάζεται διὰ θερμάνσεως μίγματος θειικοῦ ὑδραργύρου καὶ χλωριούχου νατρίου:



Εἶναι λευκὸν κρυσταλλικὸν καὶ εὐκόλως ἐξαχνούμενον στερεόν, ὀλίγον διαλυτὸν εἰς ψυχρὸν ὕδωρ, περισσότερον δὲ εἰς θερμόν.

Ἀποτελεῖ ἰσχυρὸν ἀπολυμαντικὸν μέσον. Οὕτω ἀραιὸν διάλυμα αὐτοῦ 1 : 1000 χρησιμοποιεῖται ὡς ἀντισηπτικόν. Εἰσαγόμενος εἰς τὸν ὄργανισμόν δρᾷ ὡς σφοδρὸν δηλητήριο, δυνάμενον νὰ προκαλέσῃ τὸν θάνατον εἰς ὄσιν 0,2 gr.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣ - ΜΟΛΥΒΔΟΣ

(ΤΕΤΑΡΤΗ ΟΜΑΔΑ ΤΟΥ Π. Σ.)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΤΗΣ ΙVης ΟΜΑΔΟΣ

Εἰς τὴν τετάρτην ὁμάδα τοῦ Π. Σ. περιλαμβάνονται τὰ ἤδη ἔξετασθέντα ἀμέταλλα ἄνθραξ καὶ πυρίτιον ὡς καὶ τὰ μέταλλα **γερμάνιον, κασσίτερος** καὶ **μόλυβδος**, εἰς τὰ ὁποῖα αἱ μεταλλικαὶ ἰδιότητες αὐξάνουν μετὰ τοῦ ἀτομικοῦ βάρους. Αἱ κυριώτεραι φυσικαὶ σταθεραὶ αὐτῶν περιλαμβάνονται εἰς τὸν κάτωθι πίνακα :

Μέταλλον	Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	Ἀτομικὸν βᾶρος	Πυκνότης	Σημεῖον τήξεως	Σημεῖον ζέσεως
Γερμάνιον	32	72,60	5,35	958,5°	2700°
Κασσίτερος	50	118,7	7,28	231,9°	2270°
Μόλυβδος	82	207,72	11,34	327,43°	1613°

ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣ (Sn)

1. Προέλευσις. Τὸ κυριώτερον ὄρυκτόν αὐτοῦ εἶναι ὁ **κασσιτερίτης** (SnO_2), ὁ ὁποῖος ἀπαντᾷ κυρίως εἰς τὴν Βολιβίαν, τὴν Μαλαϊκὴν καὶ τὴν Ἰνδουήσιαν.

2. Μεταλλουργία. Ἀποκλειστικὸν μέταλλευμα τοῦ κασσιτέρου εἶναι ὁ κασσιτερίτης. Τοῦτο ὑφίσταται ἐμπλουτισμὸν δι' ἐκπλύσεως μεθ' ὕδατος ἢ δι' ἐπιπλεύσεως, κατόπιν ὑφίσταται φρυξίν πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῶν θειούχων καὶ ἀρσενικοῦχων προσμίξεων καὶ ἀνάγεται ὑπὸ ἀνθρακος εἰς τοὺς 1200° C ἐντὸς καμίνων :



Ὁ λαμβανόμενος ἀκάθαρτος κασσίτερος ὑποβάλλεται εἰς ἐπανειλημμένας βραδείας τήξεις, ὁπότε ὁ κασσίτερος, ὡς περισσότερον εὐτηκτος τῶν λοιπῶν προσμίξεων, τήκεται πρῶτος καὶ ἀπομακρύνεται εἰς ρευστὴν κατάστασιν.

3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, σιλιπνόν, βαρὺ (7,28gr/cm³), εὐτηκτον (232°C) καὶ μαλακόν. Ἔχει κρυσταλλικὴν ὕφην καὶ κατὰ τὴν κάμψιν ραβδίων κασσιτέρου παράγεται χαρακτηριστικὸς τριγμὸς, ὀφειλόμενος εἰς τὴν θραυσίν τῶν κρυστάλλων αὐτοῦ (κραυγὴ τοῦ κασσιτέρου). Εἶναι ἀλλότροπον στοιχείον, ἐμφανιζόμενον ὑπὸ τρεῖς ἀλλοτροπικὰς μορφάς, αἱ ὁποῖαι διαφέρουν εἰς τὴν κρυσταλλικὴν τῶν κατασκευῶν.

4. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Εἰς τὸν ἀέρα παραμένει ἀναλλοίωτος, μετατρέπόμενος βραδέως διὰ θερμάνσεως εἰς SnO_2 . Εἰς ὕψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ ἐντὸς ἀτμοσφαιρας ὀξυγόνου καίεται μετὰ λαμπρᾶς φλογός.

2. Προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ χλωρίου σχηματίζων SnCl_4 καὶ ἐν θερμῷ ἐνοῦται μετὰ τοῦ θείου πρὸς SnS .

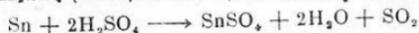
3. Τὰ θερμὰ διαλύματα τῶν ἀλκαλίων διαλύουν τὸν κασσίτερον σχηματίζοντα **κασσιτερικά ἄλατα** καὶ ὕδρογόνον :



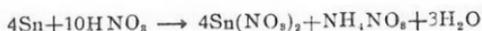
Διαλύεται βραδέως εις τὸ ἀραιὸν ὑδροχλωρικὸν καὶ τὸ ἀραιὸν θεικὸν ὀξύ ὑπὸ ἔκλυσιν ὑδρογόνου :



Ἐπὶ τοῦ πυκνοῦ H_2SO_4 μετατρέπεται πρὸς SnSO_4 μετ' ἐκλύσεως SO_2 :



Ἐπὶ τοῦ ἀραιοῦ νιτρικοῦ ὀξέος μετατρέπεται πρὸς $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$ σχηματιζομένου καὶ νιτρικοῦ ἀμμωνίου :



Ἐπὶ τοῦ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος μετατρέπεται εἰς **μετακασσιτερικὸν ὀξύ** (H_2SnO_3), λευκὴν ἀδιάλυτον κόνιν, ἥτις δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως παρέχει SnO_2 :



5. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἐπικασσιτέρωσιν χαλκίνων δοχείων καὶ σκευῶν, σωλῶνων, συρμάτων κ.ἄ., τὰ ὁποῖα προφυλάσσει ἀπὸ τῆς διαβρώσεως, κυρίως ὅμως πρὸς παρασκευὴν τοῦ **λευκοσιδήρου** (τενεκέ). Πρὸς τοῦτο λεπτὰ ἐλάσματα σιδήρου, μετὰ τὴν ἀποξειδωσιν τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν δι' ἀραιοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, ἐμβαπτίζονται ἐντὸς τετηγμένου κασσιτέρου, ἐπικαλυπτόμενα οὕτω διὰ λεπτοῦ στρώματος τούτου. Χρησιμοποιεῖται καὶ διὰ τὴν κατασκευὴν φύλλων περιτυλίξεως διαφόρων τροφίμων (σοκολάτας, τυροῦ κλπ).

Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν πλείστων κραμάτων, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι ὁ **βροῦντζος** (Cu - Sn), τὸ **συγκολλητικὸν κρᾶμα** (καλάϊ, Pb - Sn), τὸ **κρᾶμα τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων** (Pb-Sn-Sb) κ.ἄ.

ΜΟΛΥΒΔΟΣ (Pb)

1. Προέλευσις. Τὸ σπουδαιότερον ἐκ τῶν ὄρυκτῶν του εἶναι ὁ **γαληνίτης** (PbS) ἐκ τοῦ ὁποίου καὶ κυρίως ἐξάγεται. Μικροτέρας σημασίας ὄρυκτα αὐτοῦ, προερχόμενα δι' ὀξειδώσεως καὶ μετασχηματισμοῦ τοῦ γαληνίτου, εἶναι ὁ **ἀγγεζίτης** (PbSO_4), ὁ **κροκοίτης** (PbCrO_4) καὶ ὁ **ψιμουθίτης** ἢ **κερουσίτης** (PbCO_3). Ὁ γαληνίτης ὁ ὁποῖος εἶναι συνήθως ἀργυρομιγής, ἀπαντᾷ καὶ ἐν Ἑλλάδι, εἰς τὸ Λαύριον.

2. Μεταλλουργία. Τὰ μεταλλεύματα τοῦ μολύβδου, ὑποβάλλονται εἰς ἐμπλουτισμόν, ἐν συνεχείᾳ δὲ παραλαμβάνεται ἐξ αὐτῶν ὁ μόλυβδος διὰ τῶν ἀκολουθῶν κυρίως μεθόδων :

α) Διὰ φρύξεως καὶ ἀναγωγῆς. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην τὸ μέταλλευμα ὑποβάλλεται εἰς φρύξιν, μέχρι πλήρους μετατροπῆς τοῦ PbS πρὸς PbO :



Τὸ παραγόμενον ὀξειδίον τοῦ μολύβδου ἀνάγεται ἐν συνεχείᾳ ἐντὸς εἰδικῶν καμίνων ὑπὸ ἀνθρακος :

$$\text{PbO} + \text{C} \rightarrow \text{Pb} + \text{CO}$$

β) Διὰ μερικῆς φρύξεως καὶ ἀντιδράσεως. Κατὰ τὴν δευτέραν ταύτην μέθοδον, τὰ μεταλλεύματα τοῦ μολύβδου ὑποβάλλονται εἰς μερικὴν φρύξιν, ὁπότε μέρος τοῦ PbS μετατρέπεται πρὸς μίγμα ὀξειδίου τοῦ μολύβδου καὶ θεικοῦ μολύβδου :



Κατόπιν ἀνυφούται ἡ θερμοκρασία καὶ ὁ PbS , ὁ ὁποῖος παρέμεινεν, ἀντιδρᾷ μετὰ τοῦ ὀξειδίου τοῦ μολύβδου καὶ τοῦ θεικοῦ μολύβδου, παρέχων μόλυβδον :



Κάθαρσις. Ὁ λαμβανόμενος μόλυβδος περιέχει πάντοτε μικράς ποσότητας Sb, Sn, Cu κλπ. πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῶν ὁποίων τήκεται ἐντὸς εἰδικῶν ἀβαθῶν φλογυβόλων καμίνων, ὅποτε αἱ προσμίξεις, ὀξειδοῦμεναι ταχύτερον τοῦ μολύβδου, συγκεντροῦνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ὑπὸ μορφὴν ἀφροῦ. Σπανιώτερον ἐφαρμόζεται ὁ ἠλεκτρολυτικὸς καθαρισμὸς. Ἐκ τῶν πολυτίμων μετάλλων, τὰ ὅποια τὸν συνοδεύουν—συνήθως ἄργυρος—ἀπαλλάσσεται διὰ κυπελλώσεως (βλ. σελ. 246).

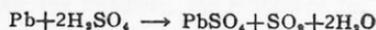
4. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι μέταλλον κυανόλευκον, στιλπνόν, εὐηκτον (327° C), μεγάλου εἰδικοῦ βάρους ($11,34 \text{ gr/cm}^3$) καὶ λίαν μαλακόν. Εἶναι λίαν ἐλατὸς καὶ δλκιμος, παρέχει ὄμως ἐλάσματα μικρᾶς ἀντοχῆς.

5. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Ἐκτιθέμενος εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα παρουσιάζει ὕγρασις προσβάλλεται ἐπιφανειακῶς, καλυπτόμενος ὑπὸ τεφροῦ προστατευτικοῦ ἐπιστρώματος ἐκ βασικοῦ ἀνθρακικοῦ μολύβδου, τὸ ὁποῖον παρεμποδίζει τὴν περαιτέρω προσβολήν. Εἰς ξηρὸν ἀέρα καλύπτεται διὰ λεπτοῦ στρώματος ἐξ ὑποξειδίου τοῦ μολύβδου. Θερμαίνόμενος τέλος εἰς τὸν ἀέρα μετατρέπεται πρὸς ὀξειδίου αὐτοῦ (PbO).

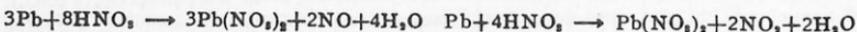
2. Προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ χλωρίου παρέχων PbCl_2 , ἐν θερμῷ δὲ ἐνοῦται μετὰ τοῦ θείου πρὸς θειοῦχον μόλυβδον (PbS).

3. Ἄπεσταγμένον ὕδωρ, περιέχον ἐν διαλύσει ὀξυγόνον, διαλύει ἄγνη μολύβδου λόγῳ σχηματισμοῦ Pb(OH)_2 . Τὸ σύνηθες ὕδωρ, ἀντιθέτως, λόγῳ τῶν ἐν αὐτῷ διαλυμένων ἀλάτων, σχηματίζει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ μολύβδου προστατευτικὸν ἐπίστρωμα ἐξ ἀδιαλύτου θειικοῦ καὶ ἀνθρακικοῦ μολύβδου, τὸ ὁποῖον προστατεύει αὐτὸν τῆς περαιτέρω ἐπιδράσεως. Ἐπειδὴ αἱ ἐνώσεις τοῦ μολύβδου εἶναι δηλητηριώδεις, ἔπεται ὅτι οἱ μολυβδοσωληθῆες δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἀκινδύνως διὰ τὴν διοχέτευσιν πηγαίων ἢ φρεατιῶν ὑδάτων ὄχι ὄμως καὶ ὕδατος τῆς βροχῆς.

Ὁ μόλυβδος δὲν προσβάλλεται πρακτικῶς ὑπὸ τοῦ ἀραιοῦ ὑδροχλωρικοῦ καὶ τοῦ ἀραιοῦ θειικοῦ ὀξέος, λόγῳ σχηματισμοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας του προστατευτικοῦ ἐπιστρώματος χλωριούχου ἢ θειικοῦ μολύβδου. Ἐν θερμῷ ὄμως διαλύεται βραδέως εἰς τὸ πυκνὸν ὑδροχλωρικὸν ὡς καὶ τὸ πυκνὸν θεικὸν ὀξύ :



Τὸ ἀραιὸν ὅσον καὶ τὸ πυκνὸν HNO_3 διαλύουν εὐκόλως τὸν μόλυβδον, σχηματιζομένου $\text{Pb(NO}_3)_2$ καὶ ὀξειδίων τοῦ ἀζώτου :



6. Χρήσεις. 1. Χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κατασκευὴν ὑδροσωληθῶν καὶ σωληθῶν ἐπενδύσεως ἠλεκτροφόρων ἀγωγῶν, εἰς τὴν κατασκευὴν ἠλεκτρικῶν συσσωρευτῶν, πρὸς πλήρωσιν τῶν βλημάτων τῶν πυροβόλων ὄπλων καὶ εἰς τὴν βιομηχανίαν τοῦ θειικοῦ ὀξέος πρὸς ἐπένδυσιν τῶν μολυβδίνων θαλάμων.

5. Ἐνώσεις τοῦ μολύβδου χρησιμοποιοῦνται ὡς ἀνόργανα χρώματα (λιθάργυρος, στουπέτσι, μίνιον) καὶ ὡς γεωργικὰ φάρμακα πρὸς ἐξόντωσιν τῶν παρασίτων.

3. Ἐκτεταμένην ἐφαρμογὴν εὐρίσκει τὸ κρᾶμα τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων (Pb-Sb-Sn), τὸ συγκολλητικὸν κρᾶμα (καλάϊ) (Pb-Sn), τὸ κρᾶμα τῶν χόνδρων (σκαιγιαν) (Pb-1\% As) καὶ τὸ κρᾶμα Wood (Bi-Pb-Sn-Cd).

ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΟΛΥΒΔΟΥ

1. Ὄξειδιον τοῦ μολύβδου : PbO. Λαμβάνεται διὰ θερμάνσεως ἐπὶ μακρὸν τοῦ μολύβδου εἰς τὸν ἀέρα, ὑπὸ μορφὴν κιτρίνης κόνεως, γνωστῆς ὑπὸ τὸ ἐμπορικὸν ὄνομα *massicot*. Εἰς τὸ ἐργαστήριον λαμβάνεται συνήθως διὰ θερμάνσεως $\text{Pb(NO}_3)_2$:



Εἶναι γνωστὴ καὶ ἕτερα μορφή αὐτοῦ, χρώματος ἐρυθροῦ.

Είναι **επαμφοτερίζον οξειδίων**, διαλυόμενον τόσοσ εις τὰ όξέα, μετά τών όποιών σχηματίζει άλατα του μόλυβδου, όσον και εις τὰ διαλύματα τών άλκαλιών, μετά τών όποιών παρέχει μολυβδώδη άλατα :



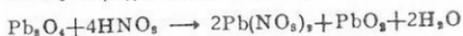
Χρησιμοποιείται προς κατασκευήν της κρυστάλλου, ως κίτρινον χρώμα προς παρασκευήν άλάτων του μόλυβδου και ως στεγνωτικών τών έλαιοχρωμάτων. Διά ζέσεως αυτού μετ' έλαιών, λαμβάνονται τὰ μετά μόλυβδου άλατα τών λιπαρών όξέων, τὰ όποια χρησιμοποιούνται εις την κατασκευήν έμπλάστρων.

2. Έπιτεταρτοξειδίου του μόλυβδου (μίνιον) : Pb_3O_4 . Είναι μικτόν οξειδίων περιέχον τόν μόλυβδον με δύο διάφορα σθένη, ως διοσθενή και ως τετρασθενή $2\text{PbO} \cdot \text{PbO}_2$.

Λαμβάνεται διά θερμάσεως επί μακρόν του οξειδίου του μόλυβδου εις ρεύμα όξυγόνου εις θερμοκρασίαν $450-480^\circ \text{C} : 6\text{PbO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Pb}_3\text{O}_4$.

Είναι έρυθρά κόνις άδιάλυτος εις τó ύδωρ. Διά θερμάσεως άνω τών 500°C διασπάται προς οξειδίου του μόλυβδου και όξυγόνον : $2\text{Pb}_3\text{O}_4 \rightarrow 6\text{PbO} + \text{O}_2$.

Δι' έπιδράσεως HNO_3 παρέχει νιτρικόν μόλυβδον και διοξειδίου του μόλυβδου :

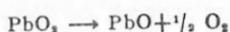


Χρησιμοποιείται εις την ύαλουργίαν, την κεραμεικήν και την κατασκευήν σφραγιστικού κηρού. Έν αναμίξει μετά λινελαίου, χρησιμοποιείται διά την έπάλειψιν τών εις τó ύπαιθρον έκθετιμένων σιδηρών άντικειμένων, προς προφύλαξιν αυτών από της σκωριάσεως.

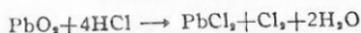
3. Διοξειδίου του μόλυβδου : PbO_2 . Εις τούτο άποδίδεται πολλάκις τó όνομα ύπεροξειδίου του μόλυβδου. Τούτο όμως είναι έσφαλμένον, διότι έχει τόν συντακτικόν τύπον : $\text{O}=\text{Pb}=\text{O}$.

Λαμβάνεται δι' έπιδράσεως HNO_3 επί έπιτεταρτοξειδίου του μόλυβδου, ως άνεφέρθη άνωτέρω. Είναι καστανόχρους κόνις, άδιάλυτος εις τó ύδωρ.

Διά θερμάσεως διασπάται προς οξειδίου του μόλυβδου και όξυγόνον :



Είναι ισχυρώσ οξειδωτικόν μέσον, δυνάμενον νά οξειδώσ η τó ύδροχλωρικόν όξύ προς χλώριον :



Δι' έπιδράσεως πυκνού H_2SO_4 έν θερμώ έλευθερώνει όξυγόνον.

Χρησιμοποιείται ως οξειδωτικόν σώμα, προς κατασκευήν πυρείων, προς κατασκευήν έκρηκτικών μιγμάτων, εις διάφορους συνθέσεις και εις τούς ήλεκτρικούς συσσωρευτάς.

4. Άνθρακικός μόλυβδος : PbCO_3 . Άπαντά εις την Φύσιν ως όρυκτόν ψιμιθίτης. Εις την βιομηχανίαν παρασκευάζεται ό βασικός άνθρακικός μόλυβδος (κν. στυπέτσι) του τύπου : $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$, διά διοχετεύσεως CO_2 εις διάλυμα βασικού όξικου μόλυβδου.

Άποτελεϊ βαρείαν άμορφον κόνιν και χρησιμοποιείται υπό τó όνομα **λευκόν του μόλυβδου** (στυπέτσι) ως άριστον λευκόν έλαιόχρωμα.

Έχει τó μειονέκτημα ότι είναι δηλητηριώδης και ότι άμαυροϋται υπό την έπίδρασιν του ύδροθειού της άτμοσφαιρας, λόγω σχηματισμού μέλανος θειούχου μόλυβδου. Τά μειονεκτήματα ταύτα δέν παρουσιάζουν άλλα λευκά χρώματα ως τó λιθοπόν, τó λευκόν του ψευδαργύρου κ.ά. Τά χρώματα ταύτα όμως έχουν μικροτέραν έπικαλυπτικήν ικανότητα από τó λευκόν του μόλυβδου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΧΡΩΜΙΟΝ - ΜΑΓΓΑΝΙΟΝ

(ΕΚΤΗ ΚΑΙ ΕΒΔΟΜΗ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑΙ ΟΜΑΔΕΣ ΤΟΥ Π. Σ.)

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΤΗΣ VI ΚΑΙ VII ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΗΣ
ΟΜΑΔΟΣ ΤΟΥ Π. Σ.

Τὰ μέταλλα, τὰ ὅποια περιλαμβάνονται εἰς τὰς ἀνωτέρω ὁμάδας τοῦ Π. Σ. ἀναγράφονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα ὁμοῦ μετὰ τῶν κυριωτέρων φυσικῶν σταθερῶν αὐτῶν :

VIη δευτερεύουσα ὁμάς					VIIη δευτερεύουσα ὁμάς				
Μέταλλα	Ἀτομ. ἀριθ.	Ἀτομ. βάρος	Ποικνότης	Σημ. τήξεως	Μέταλλον	Ἀτομ. ἀριθ.	Ἀτομ. βάρος	Ποικνότης	Σημ. τήξεως
Χρῶμιον	24	52,01	7,3	1830	Μαγγάνιον	25	54,94	7,21	1247
Μολυβδαίνιον	42	95,95	10,2	2600	Τεχνήτιον	43	98,91	11,5	—
Βολφράμιον	74	183,92	19,1	3400	Ρήνιον	75	186,22	20,9	3150
Οὐράνιον	92	238,07	19	1130					

ΧΡΩΜΙΟΝ (Cr)

1. Προέλευσις. Δέν ἀπαντᾷ ὡς αὐτοφύεζ εἰς τὴν Φύσιν. Τὸ κυριώτερον ὄρυκτον τοῦ εἶναι ὁ **χρωμίτης** ($FeO \cdot Cr_2O_3$), ἐκ τοῦ ὁποῦ δι' ἀποσαθρώσεως προκύπτουν εἰς μικρὰς ποσότητας καὶ ἕτερα ὄρυκτὰ αὐτοῦ, ὡς ὁ **κροκοίτης** ($PbCrO_4$), ἢ ὡχρα τοῦ **χρωμίου** (Cr_2O_3) κ.ά.

2. Μεταλλουργία. 1. Παρασκευάζεται δι' ἀναγωγῆς τοῦ ὀξειδίου του ὑπὸ ἀργιλίου, κατὰ τὴν λεγόμενὴν ἀργιλιθερμικὴν μέθοδον :



Διὰ τὴν ἀναγωγὴν τοῦ Cr_2O_3 δέν δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ ὁ ἄνθραξ, διότι οὗτος σχηματίζει μετὰ τοῦ χρωμίου καρβίδια.

2. Ἡλεκτρολυτικῶς. Εἰς χημικῶς καθαρὰν κατάστασιν λαμβάνεται δι' ἠλεκτρολύσεως διαλύματος τοῦ χλωριούχου ἄλατος αὐτοῦ. Ὡς κάθοδος χρησιμοποιεῖται ὕδραργυρος, μετὰ τοῦ ὁποῦ τὸ ἀποβαλλόμενον χρῶμιον σχηματίζει ἀμάλγαμα. Ἐξ αὐτοῦ ἀπομακρύνεται ἐν συνεχείᾳ ὁ ὕδραργυρος, δι' ἀποστάξεως ὑπὸ ἠλαττωμένην πίεσιν.

3. Δι' ἀναγωγῆς τοῦ χρωμίτου ὑπὸ ἄνθρακος. Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης παράγεται τὸ **σιδηροχρῶμιον**, κράμα χρωμίου, σιδήρου καὶ ἄνθρακος. Τοῦτο δι' ἀνατήξεως ἀπαλλάσσεται τοῦ μεγαλύτερου μέρους τοῦ ἄνθρακος καὶ χρησιμοποιεῖται ἀπ' εὐθείας πρὸς παρασκευὴν χρωμοχαλύβων.

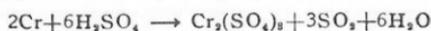
5. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Εἶναι κυανόλευκον μέταλλον, ἰσχυρὰς μεταλλικῆς λάμφως, δύστηκτον ($1830^\circ C$). λίαν σκληρόν καὶ εὐθραυστον.

4. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Δέν προσβάλλεται ὑπὸ συνήθεις συνθήκας ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, εἶναι δὲ ἐπίσης ἀπρόσβλητον ὑπὸ τοῦ ὕδατος, χρησιμοποιού-

Μενον λόγω τῆς σταθερότητός του ταύτης δι' ἐπιχρωμίωσις. Θερμαίνόμενον εἰς ὕψηλὴν θερμοκρασίαν ὀξειδοῦται πρὸς Cr_2O_3 .

2. Διαλύεται εἰς τὸ ὕδροχλωρικόν καὶ τὸ ἀραιὸν θεικόν ὀξύ, ὑπὸ ἔκλυσιν ὕδρονόμου, παρέχον ἄλατα τοῦ διοθενούς χρωμίου, κυανοῦ χρώματος, τὰ ὁποῖα ὀξειδοῦνται ταχέως εἰς τὸν ἀέρα πρὸς τὰ σταθερώτερα ἄλατα τοῦ τρισθενούς χρωμίου, πρασίνου χρώματος.

Ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ H_2SO_4 ὀξειδοῦται πρὸς $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ὑπὸ ἔκλυσιν SO_2 , ἐνῶ τῆ ἐπιδράσει νιτρικοῦ ὀξέος μεταπίπτει εἰς παθητικὴν κατάστασιν :



5. **Χρήσεις.** Χρησιμοποιεῖται δι' ἐπιχρωμίωσις, λόγω τῆς μεγάλης ἀνθεκτικότητος αὐτοῦ ἔναντι τῶν διαβρώσεων καὶ τῆς μεγάλης του ἱκανότητος νὰ ἀποτίθεται εἰς λεπτὰ στρώματα. Αἱ ἐπιχρωμίωσις ἐπιτελοῦνται ἠλεκτρολυτικῶς.

Σπουδαιότερα ἐφαρμογὴ αὐτοῦ εἶναι ἡ κατασκευὴ **χρωμοχαλύβων**. Χάλυβες περιέχοντες ἄνω τῶν 12% Cr εἶναι ἀνοξειδωτοὶ καὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ κατασκευὴν ἐπιτραπέζιων σκευῶν. Κατασκευάζονται ἐπίσης ἀνοξειδωτοὶ **χρωμιο-νικελιο-χάλυβες**, περιέχοντες συνήθως 18% Cr καὶ 8% Ni. Ἐτερον κράμα αὐτοῦ ὁ **χρωμιο-νικελίνης**, χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν ἠλεκτρικῶν ἀντιστάσεων.

Μ Α Γ Γ Α Ν Ι Ο Ν (Mn)

1. **Προέλευσις.** Δὲν ἀπαντᾷ ὡς αὐτοφυές. Κυριώτερον ὄρυκτόν αὐτοῦ εἶναι ὁ **πυρολουσίτης** (MnO_2), ὁ ὁποῖος ἀπαντᾷ κυρίως εἰς τὴν Ρωσίαν, τὴν Ν. Ἀφρικὴν καὶ τὴν Ἑλλάδα. Ἄλλα ὄρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι ὁ **βραουνίτης** (Mn_2O_3), ὁ **δουσμάνιτης** (Mn_2O_4), ὁ **μαγγανίτης** ($\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) καὶ ὁ **ροδοχρωσίτης** (MnCO_3).

2. **Μεταλλουργία.** 1. Παρασκευάζεται διὰ τῆς **ἀργιλοθερμικῆς μεθόδου**. Κατ' ἀρχὰς ὁ πυρολουσίτης μετατρέπεται διὰ θερμάνσεως εἰς ἐπιτεταρτοξειδίου τοῦ μαγγανίου, τὸ ὁποῖον ἀνάγεται ἐν συνεχείᾳ ὑπὸ ἀργιλίου :



2. Καθαρὸν μαγγάνιον λαμβάνεται δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ χλωριούχου ἄλατος αὐτοῦ μὲ κάθοδον ἐξ ὕδραργύρου. Τὸ σχηματιζόμενον ἀμάλγαμα ἀποστάζεται ὑπὸ κενόν, ὅτε ἀπομακρύνεται ὁ ὕδραργυρος.

3. Τὸ καθαρὸν μαγγάνιον, τὸ ὁποῖον παρασκευάζεται διὰ τῶν ἀνωτέρω μεθόδων, εὐρίσκει ἐλαχίστας μόνον πρακτικὰς ἐφαρμογὰς. Πρὸς παρασκευὴν τῶν σπουδαιωτάτων κραμάτων αὐτοῦ μετὰ σιδήρου, ἀνάγεται ὑπὸ ἄνθρακος μίγμα ὀξειδίων τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ μαγγανίου. Οὕτω λαμβάνεται εἴτε ὁ **κατοπτρικός σίδηρος**, περιέχων 9—20% Mn, εἴτε τὸ **σιδηρομαγγάνιον**, περιέχων 25—90% Mn.

3. **Φυσικαὶ ἰδιότητες.** Εἶναι μέταλλον τεφρόν, πυκνότητος 7,2 gr/cm^3 , δύστηκτον (1247°C), σκληρόν καὶ εὐθραυστον.

4. **Χημικαὶ ἰδιότητες.** 1. Δὲν προσβάλλεται ὑπὸ συνήθεις συνθήκας ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, θερμαίνόμενον ὅμως καίεται πρὸς Mn_2O_3 .

2. Ἐνοῦται μετὰ τῶν ἀλογόνων καὶ τοῦ θείου. Εἰς ὕψηλὴν θερμοκρασίαν παρέχει μετὰ τοῦ ἀζώτου νιτρίδιον (Mn_2N_2) καὶ εἰς θερμοκρασίαν ἠλεκτρικῆς καμίνου ἐνοῦται μετὰ τοῦ ἄνθρακος παρέχον καρβίδιον (Mn_2C).

3. Τὸ καθαρὸν μαγγάνιον εἶναι ἀπρόσβλητον ὑπὸ τοῦ ὕδατος, ἐνῶ τὸ περιέχον ἀφόρους προσμίξεις προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος σχηματιζομένου $\text{Mn}(\text{OH})_2$. Διαλύεται τόσο εἰς τὰ ἀραιὰ ὅσον καὶ τὰ πυκνὰ ὀξέα, παρέχον ἄλατα τοῦ διοθενούς μαγγανίου.

5. Χρήσεις. Χρησιμοποιείται κυρίως προς παρασκευήν εύχρηστων κραμάτων. Τα 90% της παγκοσμίου παραγωγής μαγγανίου καταναλίσκονται υπό της βιομηχανίας του σιδήρου. Ούτω, τόσοσ ο κατοπτρικός σίδηρος όσοσ και τὸ σιδηρομαγγάνιον χρησιμοποιούνται προς κατασκευήν διαφόρων ειδῶν χάλυβος.

Ὁ μαγγανιοχάλυψ (14% Mn) εἶναι λίαν σκληρὸς καὶ ἀνθεκτικὸς, χρησιμοποιούμενος εἰς τὴν κατασκευήν διαφόρων μηχανημάτων.

Ἄτερα κράματα αὐτοῦ εἶναι ὁ βροῦντζος τοῦ μαγγανίου (Cu · Mn · Ni), λίαν ἀνθεκτικὸς ἔναντι τοῦ θαλασσοῦ ὕδατος, καὶ τὸ **Manganin** (Cu · Mn · Ni).

ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΧΡΩΜΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ

1. Χρωμικά καὶ διχρωμικά ἅλατα. Κοινὸς ἀνυδρίτης τόσοσ τοῦ χρωμικοῦ (H_2CrO_4) όσοσ καὶ τοῦ διχρωμικοῦ ὀξέος ($H_2Cr_2O_7$), εἶναι τὸ τριοξειδίου τοῦ χρωμίου (Cr_2O_3). Τὰ ὀξέα ταῦτα δὲν εἶναι σταθερὰ ἐν ἐλευθέρῃ καταστάσει, σχηματίζουν ὁμως σπεσδαίτιστα ἅλατα. Τὸ K_2CrO_4 εἶναι κίτρινον καὶ τὸ $K_2Cr_2O_7$ πορτοκαλέρυθρον, ἀμφότερα δὲ κρυσταλλικά καὶ εὐδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ.

Εἶναι ἰσχυρῶς ὀξειδωτικά, διότι διασπῶνται παρέχοντα ὀξυγόνον :



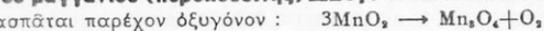
Ἐν ὀξίνῳ διαλύματι ἀνάγονται πρὸς ἅλατα τοῦ τρισθενοῦς χρωμίου :



Δύνανται νὰ ὀξειδώσουν τὸ ἀραιὸν ὕδροχλωρικὸν ὀξὺ πρὸς χλώριον, τὸ ὕδρῳθειον, τὸ διοξειδίου τοῦ θείου, ἅλατα τοῦ Fe^{++} κλπ.

Χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν ἀναλυτικὴν χημεῖαν, ὡς ἀντισηπτικά, εἰς τὴν βυροσδεψίαν καὶ τὴν φωτοτυπίαν.

2. Διοξειδίου τοῦ μαγγανίου (πυρολουσίτης) MnO_2 . Ἀπαντᾷται καὶ ὡς ὀρυκτὸν. Διὰ θερμάνσεως διασπᾷται παρέχον ὀξυγόνον :



Εἶναι ἰσχυρὸν ὀξειδωτικὸν μέσον δυνάμενον νὰ ὀξειδώσῃ τὸ HCl πρὸς Cl_2 , κ.ἄ.

3. Ὑπερμαγγανικὸν κάλιον. Διὰ συντήξεως πυρολουσίτου μετὰ KOH παρῶσ εἰς ἀέρος ἢ ὀξειδωτικοῦ τίνος μέσου ($KClO_3$) λαμβάνεται τὸ μαγγανικὸν κάλιον :

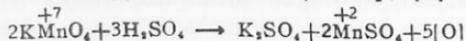


Ἐκ τοῦ μαγγανικοῦ καλίου δι' ὀξειδώσεως μετὰ χλώριον λαμβάνεται $KMnO_4$:

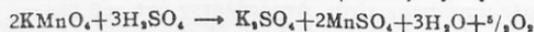


Κρυσταλλοῦται εἰς ἰσομοιόμελα πρίσματα μεταλλικῆς λάμψεως, εὐδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ, μετὰ τὸ ὅποιον παρέχουν ἐρυθροῖδῃ διαλύματα.

Τὸ $KMnO_4$ ἀποτελεῖ ἐν τῶν ἰσχυροτέρων ὀξειδωτικῶν σωμάτων, δυνάμενον νὰ προκαλέσῃ ὀξειδώσεις εἰς οὐδέτερον ἢ ἀλκαλικὸν μὲν διάλυμα κατὰ τρία σθένη, εἰς ὀξινὸν δὲ κατὰ πέντε :



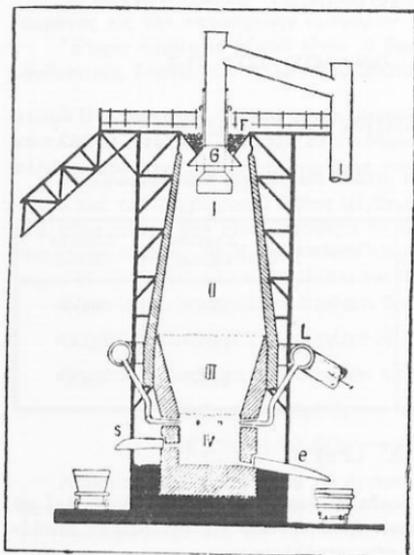
Τὸ $KMnO_4$ δύναται νὰ ὀξειδώσῃ διάλυμα HCl πρὸς χλώριον, τὸ ὕδρῳθειον, τὸ διοξειδίου τοῦ θείου, ἅλατα Fe^{++} κλπ. Δι' ἐπιδράσεως H_2SO_4 ἀποδίδει ὀξυγόνον :



Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀπολυμαντικὸν καὶ ἀποσμητικὸν μέσον, εἰς τὴν θεραπευτικὴν φαρμακολογίαν καὶ εἰς τὴν βιομηχανίαν καὶ τὰ χημικὰ ἐργαστήρια δι' ὀξειδώσεως

Α'. Παρασκευή του χυτοσιδήρου Αυτή γίνεται εντός ειδικών καμίνων ύψους 25 μ. των καλουμένων ύψικαμίνων (σχ. 90). Έκ του άνω μέρους ρίπτονται εντός αυτής πρώτον κώκ, κατόπιν δέ έναλλάξ στρώματα μεταλλεύματος άναμεμιγμένου μετά συλλιπασμάτων (CaCO_3) και άνθρακος μέχρι πληρώσεως ταύτης.

Η λειτουργία της ύψικαμίνου άρχεται διά διαβίβασεως θερμού άέρου (900°) έξ όπών, αί όποία περιβάλλουν ταύτην και εύρίσκονται πλησίον της βάσεως. Το άε-



Σχ. 90. Διάγραμμα ύψικαμίνου.

γόνον καίει τον άνθρακα προς CO_2 και ή έκλυομένη θερμότης άνοψώνει την θερμοκρασίαν μέχρι των 1500° εις την βάση. ένώ αύτη πίπτει εις τα ύψηλότερα στρώματα. Το παραγόμενον CO_2 άνερχόμενον εντός της καμίνου άνάγεται υπό των διαπύρων στρωμάτων του κώκ προς CO και τοϋτο άνάγει τα όξειδια του σιδήρου. Άιαιλόγως της θερμοκρασίας και των άντιδράσεων, αί όποία λαμβάνουν χώραν διακρίνομεν 4 ζώνιας εντός της ύψικαμίνου :

α) **Ζώνη προθερμάνσεως** (500°). Εις αυτήν λαμβάνει χώραν ξήραναις των όρυκτων.

β) **Ζώνη άναγωγής** ($500^\circ - 900^\circ$). Ένταϋθα λαμβάνει χώραν άναγωγή των όξειδιων του σιδήρου υπό του άνερχόμενου CO προς Fe όστις άποβάλλεται υπό σπογγώδη μορφήν :



Έκ παραλλήλου λαμβάει χώραν διάσπαισις των συλλιπασμάτων: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$

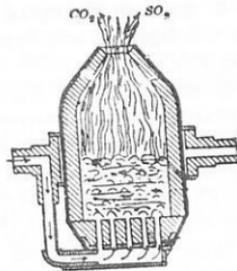
γ) **Ζώνη ένανθρακώσεως** ($900^\circ - 1200^\circ$). Εις ταύτην λαμβάνει χώραν διάσπαισις του CO κατά την άμφίδρομον άντιδρασίαν: $2\text{CO} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{C}$

Ο άνθραξ άποβάλλεται υπό λεπτόν διαμερισμόν και διασπείρεται εντός του σπογγώδους σιδήρου, σχηματιζομένου εύτήκτου κράματος.

δ) **Ζώνη τήξεως** ($1200^\circ - 1500^\circ$). Εις την ζώνην ταύτην τήκεται ό σιδηρος και όσα όξειδια διεύφουν την άναγωγήν υπό του CO άνάγονται άπ' εύθείας υπό του άνθρακος. Άνάγονται επίσης και τα όξειδια άλλων στοιχείων ώς π. χ. του Mn και τα έλευθερούμενα στοιχεία διαλύονται εντός του τήγματος του σιδήρου. Παραλλήλως ή άσβεστος ή προερχομένη έκ της διάσπαισεως του συλλιπασματος άντιδρά με τάς πυριτικές προσμίξεις του μεταλλεύματος και σχηματίζει σκωρίαν έκ πυριτικού άσβεστίου ($\text{CaO} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3$), ήτις ρέει εις την βάση της καμίνου και έπιπλεί του τετηγμένου σιδήρου ώς ειδικώς έλαφροτέρα, άπομακρυνομένη έξ ειδικών προς τοϋτο έξόδων. Ο χυτοσίδηρος λαμβάνεται κατά εισοτήματα διά πλαγίαις όπής ήτις ύπάρχει εις τον πυθμένα. Έκ των άνωτέρω συνάγεται, ότι ή λειτουργία της ύψικαμίνου είναι συνεχής, διότι έκ των άνω προστιθενται συνεχώς αί πρώται ύλαι και έκ της βάσεως άπομακρύνεται ό χυτοσίδηρος.

Β'. Παρασκευή μαλακού σιδήρου και χάλυβος. 1) **Παρασκευή μαλακού σιδήρου.** α) Ο χυτοσίδηρος τήκεται εντός ειδικών καμίνων και προστίθεται αίματιης εις τό τήγμα, τό όποιον άναδεύεται καλώς. Οϋτω ό άνθραξ όξειδοϋται υπό του αίματιτου προς CO_2 , τό όποιον άφίπταται μειουμένης της ποσότητος αύτου. Συγχρόνως όξειδοϋνται και τα λοιπά στοιχεία, τά όποία περιέχονται και άπομακρύνονται ώς σκωρία.

β) Μέθοδος Bessemer. Κατ' αὐτὴν ὁ χυτοσίδηρος φέρεται ἐν τήγματι ἐκ τῆς ὑψικαμίνου ἐντὸς ἀπιοειδῶν δοχείων μετὰ διπλοῦ πυθμένος, στρεπτῶν περὶ ὀριζόντιον ἄξονα (ἄπιον τοῦ Bessemer). Ἐκ τῆς διατρήτου βάσεως τοῦ ἀπίου διαβιβάζεται ἀήρ τοῦ χυτοσιδήρου καίει ὅλον τὸν ἄνθρακα. Ἡ ἴκ τῆς καύσεως ταύτης τοῦ ἄνθρακος ἐκλυομένη θερμότης διατηρεῖ τὴν θερμοκρασίαν ἀρκετὰ ὑψηλὴν, ὥστε ὁ σίδηρος νὰ μὴ στερεοποιεῖται κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐργασίας ταύτης, ἥτις διαρκεῖ 15 - 20 λεπτά.



Σχ. 91. Διάγραμμα τοῦ ἀπίου Bessemer.

2) Παρασκευὴ χάλυβος. α) Μέθοδος Bessemer. Πρόκειται περὶ τῆς ἰδίας ὡς ἄνω μεθόδου. Προκειμένου ὅμως νὰ ληφθῇ χάλυψ προστίθεται κατόπιν εἰς τὸν λεηφθέντα μαλακὸν σίδηρον ὑπολογισθεῖσα ποσότης τετηγμένου χυτοσιδήρου, ὥστε τὸ ὅλον μίγμα νὰ ἔχη τὴν ἐπιθυμητὴν περιεκτικότητα εἰς ἄνθρακα. Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης, καθ' ἣν ὡς καύσιμος ὕλη χρησιμοποιεῖται ὁ ἄνθραξ ὁ περιεχόμενος εἰς τὸν χυτοσίδηρον, παρασκευάζονται μεγάλα ποσὰ χάλυβος εἰς χαμηλὴν τιμὴν. Τὸ μειονέκτημα τῆς μεθόδου εἶναι ὅτι ἀπαιτεῖ χυτοσίδηρον εἰς τετηκυῖαν κατάστασιν καὶ συνεπῶς δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ μόνον πλησίον ὑψικαμίνων.

β) Μέθοδος Siemens - Martin. Κατ' αὐτὴν θερμαίνεται, ἐντὸς εἰδικῶν φλογοβόλων καμίνων, μίγμα χυτοσιδήρου ὁμοῦ μετ' ἀπορριμμάτων σιδήρου ἢ οἰματίτου διὰ τῶν ὁποίων ὀξειδοῦται ὁ ἄνθραξ καὶ λαμβάνεται χάλυψ καλύτερας ποιότητος.

γ) Εἰδικοί χάλυβες. Διὰ τῆς προσθήκης εἰς τὸν χάλυβα μικρῶν ποσοτήτων ἄλλων τιῶν μετάλλων Μπ, Νί, Cr κλπ. λαμβάνονται οἱ κολοῦμενοι εἰδικοί χάλυβες, ἐμφανίζοντες εἰδικὰς ιδιότητες. Οὕτω π χ τὸ Μπ αὐξάνει τὴν ἀνθεκτικότητα τοῦ χάλυβος, τὸ Νί, Cr τὴν σκληρότητα αὐτοῦ κλπ.

4. Φυσικαὶ ιδιότητες. 1) Τοῦ μαλακοῦ σιδήρου. Ἔχει χρῶμα τεφρόλευκον καὶ σ. τ. 1500°. Εἶναι λίαν ἐλατὸς, ὀκλιμος καὶ ἀνθεκτικός. Θερμαινόμενος ἰσχυρῶς καθίσταται μαλακός ὥστε νὰ δύναιται διὰ σφυρηλατήσεως νὰ λαμβάνῃ τὸ ἐπιθυμητὸν σχῆμα. Ἐμφανίζει μαγνητικὰς ιδιότητας. 2) Τοῦ χυτοσιδήρου. Εἶναι τεφρόχρους σκληρός καὶ εὐθραυστος. Τήκεται μετὰξὺ 1100 - 1200° C καὶ δίδει λεπτόρρευτον ὕγρον χρησιμοποιούμενος ὡς ἐκ τούτου εἰς τὴν παρασκευὴν χυτῶν ἀντικειμένων. 3) Τοῦ χάλυβος (κοινῶς ἄτσάλι). Ἔχει χρῶμα βαθύτερον τοῦ χυτοσιδήρου καὶ μεγαλύτεραν πυκνότητα. Εἶναι ἑλατὸς καὶ τήκεται μετὰξὺ 1300 - 1500°. Μαγνητίζεται δυσκολώτερον τοῦ μαλακοῦ σιδήρου, διατηρεῖ ὅμως τὸν μαγνητισμὸν του καὶ ὅταν εὐρεθῇ ἐκτός τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου χρησιμοποιούμενος ὡς ἐκ τούτου διὰ τὴν παρασκευὴν μονίμων μαγνητῶν.

Ἡ πλέον χαρακτηριστικὴ ιδιότης τοῦ χάλυβος εἶναι ἡ ἱκανότης πρὸς βαφήν. Βαφὴ ἢ στόμωσις, καλεῖται ἡ ἀπότομος ψύξις διαπυρωθέντος χάλυβος δι' ἐμβαπτίσεως ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος ἢ ἄλλου τινὸς ὕγρου, ὅπου σκληρύνεται εἰς μέγα βαθμόν, καθιστάμενος ὅμως εὐθραυστος. Ἐάν τὸν οὕτω σκληρυνθέντα χάλυβα θερμάνωμεν ἐκ νέου καὶ τὸν ἀφήσωμεν νὰ ψυχθῇ βραδέως καθίσταται καὶ πάλιν εὐκατέργαστος καὶ ἐλατὸς (ἀνόπτησις).



Σχ. 92. Ἄπιον Bessemer ἐν λειτουργίᾳ.

4) **Τοῦ καθαρῷ σιδήρου.** Ὁ χημικός καθαρὸς Fe λαμβάνεται δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ χλωριούχου σιδήρου. Εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον μαλακὸν καὶ δύστηκτον (σ.τ. 1535'). Αἱ ἄλλαι φυσικαὶ τοῦ ἰδιότητες ὁμοιάζουν πρὸς τὰς τοῦ μαλακοῦ σιδήρου.

5. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Ὁ σίδηρος εἰς συνήθη θερμοκρασίαν δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ἕρπου ἀέρος, θερμαινόμενος ὅμως εἰς ἀρκετὰ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καίεται πρὸς Fe_2O_3 .

Ὁ ἀήρ παρουσιάζει ὑγρασίας, προσβάλλει τὸν σίδηρον, σχηματιζομένης εἰς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ καστανεύθρου **σκωρίας**. Αὕτη εἶναι μεταβλητῆς συστάσεως, φαίνεται ὅμως ὅτι συνήθως ἐποτελεῖται ἀπὸ ἔνυδρον ὀξειδίου τοῦ τύπου $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ μὲ μικρὰ ποσὰ $FeCO_3$. Ἡ σκωρία ἀποσπάται εὐκόλως ἐκ τῆς ἐπιφάνειας τοῦ σιδήρου, μὴ προφυλάττουσα αὐτὸν ἀπὸ τῆς περαιτέρω ὀξειδώσεως, ἢ ὅποια προχωρεῖ οὕτω εἰς τὸ ἑσωτερικὸν τοῦ μετάλλου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **διάβρωσις**.

Πρὸς προφύλαξιν τοῦ σιδήρου ἀπὸ τῆς ὀξειδώσεως ἐπικαλύπτεται ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ ὑπὸ ἐλαιοχρώματος (περιέχοντος συνήθως μίνιον), ἢ ὑπὸ λεπτοῦ ἐπιστρώματος ἐκ κασιτέρου (λευκοσίδηρος) ἢ ψευδαργύρου (γαλβανισμένος σίδηρος, λαμαρίνα), εἰς τὰ οἰκιακὰ δὲ σκευὴ ὑπὸ στρώματος ἐκ γαλακτώδους ὑάλου (email).

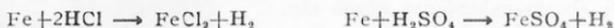
Ὁ σίδηρος δύναιται νὰ προφυλαχθῆ ἀπὸ τὴν σκωρίαν καὶ διὰ σχηματισμοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφάνειας τοῦ προστατευτικοῦ στρώματος Fe_3O_4 , διὰ διαβίβάσεως ὕδατμῶν εἰς θερμοκρασίαν ἐρυθροπυρώσεως.

Ὁ σίδηρος ἐνοῦται μὲ τὰ ἀλόγωνα, τὸ θεῖον, τὸν φωσφόρον καὶ τὸ πυρίτιον. Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἐνοῦται μετὰ τοῦ ἀνθρακος, παρέχων τὸ καρβίδιον αὐτοῦ Fe_3C , τὸν **σεμεντίτην**.

3. Εὐρισκόμενος ἐν ἐρυθροπυρώσει διασπᾶ τοὺς ὕδατμούς, παρέχων Fe_3O_4 καὶ ὑδρογόνον :



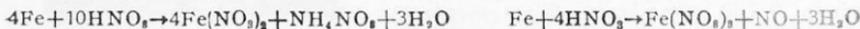
Δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τῶν διαλυμάτων τῶν ἀλκαλίων. Διαλύεται εὐκόλως εἰς τὰ ἀραιὰ ὀξέα, σχηματίζων ἅλατα τοῦ διαθενοῦς σιδήρου, ὑπὸ ἔκλυσιν ὑδρογόνου :



Ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ-θερμοῦ H_2SO_4 ὀξειδοῦται πρὸς θεικὸν σίδηρον :



Μετὰ τοῦ ἀραιοῦ HNO_3 παρέχει ἐν ψυχρῷ μὲν $Fe(NO_3)_2$ καὶ NH_4NO_3 , ἐνῶ ἐν θερμῷ $Fe(NO_3)_3$ καὶ ὀξειδία τοῦ ἀζώτου :



Δὲν διαλύεται ὑπὸ τοῦ πυκ. HNO_3 , διότι μεταπίπτει εἰς παθητικὴν κατάστασιν.

6. Χρήσεις. Ὁ σίδηρος ἀποτελεῖ τὸ περισσότερον χρησιμοποιούμενον μέταλλον καὶ ἡ παραγωγή του ὑπερτερεῖ κατὰ πολὺ τῆς παραγωγῆς τοῦ συνόλου τῶν ἄλλων μετάλλων. Λόγω τῆς μεγίστης σημασίας, τὴν ὁποίαν ἔχει ὁ σίδηρος διὰ τὴν οἰκονομίαν, δύναται νὰ λεχθῆ ὅτι ἡ εἰς σίδηρον κατανάλωσις ἀποτελεῖ τὸ μέτρον τῆς τεχνικῆς ἀναπτύξεως μιᾶς χώρας.

Ἡ μεγίστη διάδοσις αὐτοῦ ὀφείλεται εἰς τὴν ἱκανότητά του νὰ ἀποκτᾷ τὰς πλέον διαφόρους ἰδιότητας, προσαρμοζομένης εἰς τὰς ἐκάστοτε ἀνάγκας. Οὕτω δύναται νὰ ἐμφανισθῆ ὡς μέταλλον λίαν σκληρὸν ἢ μαλακὸν, ὡς συνεκτικὸν ἢ εὐθραυστον, ὡς εὐπρόσβλητον ἢ ἀπρόσβλητον ὑπὸ τῶν χημικῶν ἀντιδραστηρίων καὶ νὰ ἐμφανισθῆ συνδυασμούς τῶν ἀνωτέρω ἰδιοτήτων κατὰ βούλησιν. Ἄπασαι αἱ ἀνωτέρω μετατροπαί, ὡς ἐξετέθη, ἐπιτυγχάνονται εἴτε διὰ τῆς προομίξεως ἐτέρων μετάλλων, εἴτε διὰ καταλλήλου θερμικῆς κατεργασίας, εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἀποτελῆ τὸ καταλλήλο-τερον ὕλικόν διὰ τὰς πάσης φύσεως τεχνικὰς ἐφαρμογὰς.

ΚΟΒΑΛΤΙΟΝ (Co)

1. Προέλευσις. Αυτόφυξες άνευρίσκεται κατά μικρά ποσά έντός τών μετεωριτών, κυρίως όμως άπαντά ήνωμένον υπό την μορφήν διαφόρων όρυκτων, σπουδαιότερα τών όποιων είναι ό **κοβαλιτίτης** (CoAsS) και ό **σμαλιτίτης** (CoAs₂).

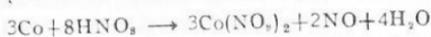
2. Μεταλλουργία. Τά μεταλλεύματα του κοβαλιτίου, μετά τόν έμπλουτισμόν των, υποβάλλονται εις μερικην φρύξιν προς άπομάκρυνσιν του μεγίστου μέρους του άρσενικού και του θείου. Τό λαμβανόμενον προϊόν θερμαίνεται έντός καμίνων μετ' άνθρακος και συλλιπασμάτων πλουσιών εις SiO₂, όποτε άπομακρύνεται τό μεγαλύτερον μέρος του σιδήρου.

Τό άπομένον προϊόν, τό όποιον καλείται **κοβαλιτιόλιθος**, άποτελείται από θειούχον και άρσενικούχον κοβάλτιον, περιέχει δε και αναλόγους ένώσεις του σιδήρου, του νικελίου κ.ά. Έξ αυτού δια πολυπλόκου μεταλλουργίας λαμβάνεται τό όξειδιον του κοβαλιτίου, τό όποιον άνάγεται υπό άνθρακος έντός ήλεκτρικών καμίνων. Καθαρόν κοβάλτιον παράγεται δι' ήλεκτρολύσεως διαλυμάτων άλάτων αυτού.

3. Φυσικαί ιδιότητες. Είναι άργυρόλευκον μέταλλον, σκληρόν, έλατόν και όκλιμον, βαρύ (3,8 gr/cm³) και δύστηκτον (1480° C). Έμφανίζει μαγνητικάς ιδιότητας, τός όποιος άποβάλλει θερμαινόμενον άνω τών 1100° C.

4. Χημικαί ιδιότητες. 1. Δέν προσβάλλεται υπό τό άέρος υπό συνήεις συνθήκας, θερμαινόμενον δε όξειδοῦται δυσκόλως προς CoO.

2. Διαλύεται βραδέως εις άραιόν ύδροχλωρικόν και εις άραιόν θεικόν όξύ, σχηματίζον άλατα του διαθενοῦς κοβαλιτίου υπό έκλυσιν ύδρογόνου. Διαλύεται ταχέως εις άραιόν HNO₃, ένῶ υπό του πυκνου HNO₃ μεταπίπτει εις παθητικήν κατάστασιν:



5. Χρήσεις. 1. Λόγω τής σταθερότητος εὔτεῦ εις τόν άέρα, χρησιμοποιείται προς έπικοβαλιτίωσιν του σιδήρου και άλλων εύοξειδίων μεταλλων. 2. Χρησιμοποιείται προς παρασκευήν διαφόρων κραμάτων. Σπουδαιότερα έξ αυτών είναι οι **κοβαλιτοχάλυβες**, χρησιμοποιούμενοι δια τήν κατασκευήν μονίμων μαγνητών και ό **στελλιτής** (Co - Cr). 3. Όξειδια και πυριτικά ένώσεις του κοβαλιτίου χρησιμοποιούνται δια τόν χρωματισμόν τής ύάλου και ειδών κεραμειτικής.

ΝΙΚΕΛΙΟΝ (Ni)

1. Προέλευσις Αυτόφυξες άπαντά εις τούς μετεωρίτας. Τά σπουδαιότερα όρυκτά του είναι ό **νικελίτης** (NiAs), ό **νικελιοπυρίτης** ή **μιλλερίτης** (NiS) και ό **γαρνιερίτης** (Ni, Mg) SiO₃ · xH₂O. Σιδηρονικελιοῦχα μεταλλεύματα άπαντοῦν και έν Έλλάδι εις τήν Λάρυμναν.

2. Μεταλλουργία. Τά νικελιοῦχα σιδηρομεταλλεύματα, μετά τόν έμπλουτισμόν των, υποβάλλονται εις μερικην φρύξιν και άναγωγήν δι' άνθρακος, παρούσας πυριτικών συλλιπασμάτων, προς άπομάκρυνσιν του μεγαλυτέρου μέρους του σιδήρου. Τό προκύπτον προϊόν καλείται **νικελιόλιθος**, έξ αυτού δε δι' έντόνου φρύξεως και άναγωγής τών σχηματιζόμενων όξειδίων υπό άνθρακος, λαμβάνεται τό κράμα **Monel** (Ni-Cu-Fe), τό όποιον εύρίσκει άμεσον έφαρμογήν.

Καθαρόν νικέλιον λαμβάνεται έκ του νικελιολίθου, δια τής **μεθόδου Mond**. Κατ' αύτην τό προϊόν τής πλήρους φρύξεως του νικελιολίθου, τό όποιον άποτελείται έκ τών όξειδίων του νικελίου και τών άλλων μετάλλων, ύφίσταται κατεργασία με άραιόν H₂SO₄ προς άπομάκρυνσιν του CuO και άνάγεται. Τό λαμβανόμενον μέταλλον ύφίσταται κάθαρσιν δια διαβίβάσεως υπέρνω αυτού ρεύματος CO εις 80° C, όποτε πατάγεται τό πτητικόν νετρακαρβονυλο - νικέλιον Ni(CO)₄, τό όποιον υπό μορφήν ατμού

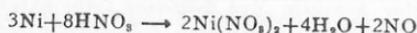
διαβιβάζεται διὰ σωλήνος θερμαινόμενου εις 180°, διασπώμενον πρὸς CO καὶ νικέλιον.

3. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Ἐίναι ἀργυρόλευκον μέταλλον, ἰσχυρᾶς μεταλλικῆς λάμψεως, σκληρὸν ἀλλ' ἑλατόν, βαρὺ (8,9 gr/cm³) καὶ δύστηκτον (σ.τ. 1452° C). Ἐμφανίζει μαγνητικὰς ἰδιότητας, τὰς ὁποίας ἀποβάλλει θερμαινόμενον εις 356° C.

4. Χημικαὶ ἰδιότητες. 1. Δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ὑπὲρ συνήθεις συνθήκας. Δι' ἐντόνου θερμάνσεως καίεται βραδέως πρὸς NiO.

2. Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν διασπᾶ τοὺς ὕδρατους παρέχον NiO καὶ ὑδρογόνον. Δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τῶν διαλυμάτων τῶν ἀλκαλίων. Διαλύεται βραδέως εἰς τὰ ἀραιὰ ὀξεῖα παρέχον ἅλατα τοῦ διοθενοῦς νικελίου καὶ ὑδρογόνου.

Ἐντὸς τοῦ πυκνοῦ HNO₃ μεταπίπτει εἰς παθητικὴν κατάστασιν, ἐνῶ διαλύεται εὐκόλως εἰς τὸ ἀραιὸν HNO₃ ἢ τὸ βασιλικὸν ὕδωρ :



5. Χρήσεις. 1. Χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα πρὸς ἐπινικέλωσιν διαφόρων μεταλλικῶν ἀντικειμένων, λόγῳ τῆς σταθερότητος αὐτοῦ ἔναντι τοῦ ὀξυγόνου. 2. Εἰς λεπτόν διαμερισμὸν εὐρίσκόμενον ἀπορροφᾷ μεγάλα ποσὰ ὑδρογόνου, εἰς τὴν ἰδιότητα δὲ ταύτην τοῦ νικελίου ὀφείλεται ἡ ἐντονος καταλυτικὴ ἐνέργεια αὐτοῦ. Οὕτω χρησιμοποιεῖται ὡς καταλύτης κατὰ τὴν ὑδρογόνωσιν τῶν ἄοργανων ὑγρῶν ἐλαίων πρὸς στερεὰ λίπη κ.ἄ.

3. Μεγάλην ἐφαρμογὴν εὐρίσκουν πολυάριθμα κράματα τοῦ νικελίου, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι οἱ διάφοροι **νικελιοχάλυβες** πρὸς παρασκευὴν τῶν ὁποίων διατίθεται πλέον τοῦ ἡμίσεως τῆς συνολικῆς παραγωγῆς τοῦ νικελίου.

Νικελιοχάλυβες πλούσιοι εἰς νικέλιον, περιέχοντες καὶ χρώμιον, ἀπτελοῦν τὸν **ἀνοξειδωτὸν χάλυβα**, ἐνῶ ὁ **χάλυψ invar** περιεκτικότητος 35% εἰς νικέλιον ἔχει ἐλάχιστον συντελεστὴν διαστολῆς. Ἄτερα κράματα αὐτοῦ εἶναι τὸ **κράμα Monel**, ὁ **ψευδάργυρος (Cu-Ni-Zn)**, τὸ **Constantan (Cu-Ni)** κ.ἄ.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

201. Συσκευὴ καύσεως καίει μετὰ θείου ἢ σφαλερίτου ἢ σιδηροπυρίτου παρουσίᾳ ρεύματος ἀέρος. Τὸ ρεῖμα ἀέρος ρυθμίζεται, ὥστε τὰ ἐξερχόμενα ἐκ τῆς συσκευῆς αἲρια τῆς καύσεως νὰ περιέχουν 5% κατ' ὄγκον ὀξυγόνου. Παραδοθέντα, ὅτι ἀπομένει ὑπόλειμμα ὀξειδίου ἐντὸς τῆς συσκευῆς καὶ ὅτι χάριν ἀπλουστεύσεως τῶν ὑπολογισμῶν, ὁ χρησιμοποιούμενος ἀήρ ἀποτελεῖται ἀπὸ 80% ἄζωτον καὶ 20% ὀξυγόνον κατ' ὄγκον.

Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἐκατοστιαία σύστασις κατ' ὄγκον τῶν ἐξερχομένων ἐκ τῆς συσκευῆς ἀερίων καύσεως, εἰς ἐκάστην τῶν ἀνωτέρω περιπτώσεων λειτουργίας τῆς συσκευῆς.

(Χημικὸν Τμήμα 58) (Ἄπ. 80%, 15%, 50%—84,29%, 10,71%, 50%—83,46%, 11,54%, 50%)

202. Διάλυμα Α παρασκευάζεται δι' ἐπιδράσεως 11,5 gr νατρίου ἐπὶ 39 gr ὕδατος. Διάλυμα Β παρασκευάζεται δι' ἀραιώσεως 20 gr πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος 80% δι' ὕδατος 50 gr. Νὰ εὑρεθῇ ἡ περιεκτικότης τοῦ διαλύματος Α καὶ ἡ περιεκτικότης τοῦ διαλύματος τοῦ προκύπτοντος δι' ἀναμίξεως τῶν Α καὶ Β διαλυμάτων, εἰς ὕδροξείδιον τοῦ νατρίου.

(Φυσικὸν Τμήμα 58)

(Ἄπ. 40%—5,8%)

203. Κονιοποιημένον μίγμα θείου καὶ ἄνθρακος καίεται ἐντὸς καταλλήλου ἐστίας μετ' ἀνεπαρκούς ποσότητος ἀέρος. Δίδεται ὅτι κατὰ τὴν ἀτελῆ ταύτην καυσὸν οὐδὲν στερεὸν ὑπόλειπον ἐκ τοῦ μίγματος ἀπομένει ἐν τῇ ἐστίᾳ καὶ ὅτι σχηματίζονται κατ' αὐτὴν ἀμφότερα τὰ ὀξείδια τοῦ ἄνθρακος. Τὸ ἐκ τῆς ἐστίας ταύτης ἐξερχόμενον ἀέριον μίγμα συνολικοῦ ὄγκου 7200cm³ διαβιβάζεται εἰς περισσεῖαν βάσεως (διαλύματος) ὑφίσταται μείωσιν τοῦ ὄγκου αὐτοῦ κατὰ 1120cm³, ἐνῶ τὸ βάρος τοῦ διαλύματος αὐξάνει κατὰ 2,4 gr. Ζητεῖται ἡ σύστασις τοῦ δοθέντος μίγματος, ὡς καὶ ὁ ὄγκος τοῦ ὡς ἄνω χρησιμοποιηθέντος ἀέρος.

(Σχολὴ Μηχανολόγων Ε.Μ.Π. 58)

(Ἄπ. 0,78gr—0,32gr—7000cm³)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι

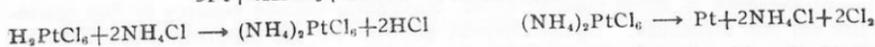
ΟΜΑΔΑ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΧΡΥΣΟΥ

ΛΕΥΚΟΧΡΥΣΟΣ (Pt)

Ἡ ὁμάς τοῦ λευκοχρύσου περιλαμβάνει τὰς δύο τελευταίας ἐκ τῶν τριῶν τριάδων τῶν μετάλλων τῆς VIIIης ὁμάδος τοῦ Π. Σ. Εἰς τὴν μίαν ἐξ αὐτῶν περιλαμβάνονται τὰ στοιχεῖα ρουθίνιον (Ru), ρόδιον (Rh) καὶ παλλάδιον (Pd), ἐνῶ εἰς τὴν ἑτέραν τὸ ὄσμιον (Os), τὸ ἱρίδιον (Ir) καὶ ὁ λευκὸς χρυσοῦς (Pt).

1. Προέλευσις. Ἀπαντᾷται ἀποκλειστικῶς ὡς αὐτοφυῆς, κατ' ἐλάχιστα ποσά, συνοδευόμενος πάντοτε ὑπὸ τῶν ἄλλων στοιχείων τῆς ὁμάδος του (Os, Ir, Pd κλπ.). Τὰ σημαντικώτερα ποσὰ λευκοχρύσου ἐξάγονται ἐκ τῶν Οὐραλίων ὄρεων, τὰ ὁποῖα παρέχουν τὰ 90% τῆς παγκοσμίου παραγωγῆς.

2. Μεταλλουργία. Τὰ λευκοχρυσιοῦχα μεταλλεύματα ἐκπλύνονται δι' ὕδατος, πρὸς ἀπομάκρυνσιν τῆς ἄμμου, ἐν συνεχείᾳ δέ, δι' ἐπιδράσεως ἀραιοῦ βασιλικκοῦ ὕδατος, ἀπομακρύνονται ὁ χρυσοῦς καὶ ὁ σίδηρος. Τέλος, διὰ κατεργασίας μετὰ πυκνοῦ βασιλικκοῦ ὕδατος, διαλύεται ὁ λευκὸς χρυσοῦς, παρέχων χλωριολευκοχρυσικὸν ὀξύ (H₂PtCl₆). Ἐξ αὐτοῦ, δι' ἐπιδράσεως χλωριούχου ἀμμωνίου, σχηματίζεται ἱζημα χλωριελευκοχρυσικὸν ἀμμωνίου, ἐκ τοῦ ὁποῖου τελικῶς λαμβάνεται διὰ πυρώσεως ὁ λευκὸς χρυσοῦς:



3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Ὁ λευκὸς χρυσοῦς (κν. πλατίνα) εἶναι λευκὸν μέταλλον, ἰσχυρᾶς μεταλλικῆς λάμψεως, λίαν ἑλατὸν καὶ ὀγκιμον, βαρῶν (21,45 gr/cm³) καὶ δύστηκτον (σ.τ. 1755° C). Εἶναι δυνατόν νὰ ληφθῇ εἰς κατῆστασιν λεπτοτάτου διαμερισμοῦ, ὡς μέλαν τοῦ λευκοχρύσου, τὸ ὁποῖον εἶναι κόνις μέλαινα καὶ βαρεῖα καὶ ὡς σπογγώδης λευκὸς χρυσοῦς, ὁ ὁποῖος εἶναι μᾶζα τεφρὰ καὶ σπογγώδης. Ἀμφότεραι αἱ ἀνωτέρω μορφαὶ τοῦ λευκοχρύσου ἔχουν τὴν ἱκανότητα νὰ ἀπορροφῶν μεγάλας ποσότητας ἀερίων, τὰ ὁποῖα καὶ ἐνεργοποιοῦν, οὕτω δὲ ἐξηγεῖται ἡ ἐξαιρετος καταλυτικὴ δράσις τοῦ μετάλλου εἰς πλείστας ἀντιδράσεις μεταξὺ ἀερίων.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι εὐγενὲς μέταλλον, ἀπρόσβλητον ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου εἰς οἰανδήποτε θερμοκρασίαν. Ἐνοῦται μετὰ τοῦ χλωρίου εἰς 250° C καὶ εἰς θερμοκρασίαν ἐρυθροπυρώσεως προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ θείου, τοῦ φωσφόρου καὶ τοῦ ἀνθρακος. Ἐνεκα τούτου δεόν νὰ ἀποφεύγηται ἡ πύρωσις σκευῶν ἐκ Pt εἰς αἰθαλίζουσαν φλόγα. Δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τῶν ὀξέων, διαλυόμενος μόνον εἰς πυκνὸν καὶ θερμὸν βασιλικκὸν ὕδωρ. Προσβάλλεται ἐπίσης ὑπὸ τῶν τηγμάτων τῶν καυστικῶν ἀλκαλίων.

5. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν κοσμημάτων καὶ εἰς τὴν ὀδοντιατρικὴν. Ὡς λίαν δύστηκτος καὶ ἀπρόσβλητος ὑπὸ τῶν ὀξέων, χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν ποικίλων χημικῶν ὀργάνων (χωνευτηρίων, καψῶν, ἠλεκτροδίων κ. ἄ.). Εὐρίσκει ἐπίσης μεγίστην ἐφαρμογὴν καὶ ὡς καταλύτης.

Τὸ κρᾶμα τοῦ με ἱρίδιον (10%) εἶναι σκληρότερον καὶ δυστηκτότερον αὐτοῦ καὶ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κατασκευὴν προτύπων μέτρων καὶ σταθμῶν, διότι δὲν ἐπηρεάζεται ἐκ τῶν συνήθων μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

1. Ραδιενέργεια

1. Ίστορικόν. Ὁ Γάλλος φυσικός Becquerel ἀνεκάλυψε τὸ 1896, ὅτι τὰ ὄρυκτά τοῦ οὐρανίου ἐκπέμπουν συνεχῶς ἀκτίνας μὴ ὄρατάς, αἱ ὁποῖαι δύνανται νὰ προσβάλλουν φωτογραφικὰς πλάκας καὶ νὰ προκαλέσουν τὴν ἐκφόρτισιν ἡλεκτροσκοπίου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐκλήθη **ραδιενέργεια** καὶ ὡς διεπιστώθη ἡ ἔντασις ταύτης ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς περιεκτικότητος τῶν ὄρυκτῶν εἰς οὐράνιον, ἐνῶ δὲν ἐπηρεάζεται ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν συνθηκῶν. Οὕτω ἀπεδείχθη ὅτι ἡ ραδιενέργεια εἶναι ἰδιότης τοῦ ἀτόμου τοῦ οὐρανίου καὶ τὸ στοιχεῖον τοῦτο ἐκλήθη ραδιενεργόν.

Μετὰ δύο ἔτη, τὸ ζεῦγος Curie ἐπέτυχε τὴν ἀπομόνωσιν ἐκ τοῦ ὄρυκτοῦ τοῦ οὐρανίου, πισσοουρανίου, δύο νέων ραδιενεργῶν στοιχείων, τοῦ **ραδίου** καὶ τοῦ **πολωνίου**, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ πρῶτον ἐμφανίζει ραδιενέργειαν κατὰ πολὺ ἰσχυροτέραν τῆς τοῦ οὐρανίου.

2. Ἀκτινοβολία τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Ἐξηκριβώθη πειραματικῶς ὅτι ἡ ραδιενεργὸς ἀκτινοβολία δὲν εἶναι ὁμογενής, ἀλλὰ δύνανται νὰ ἀναλυθῇ εἰς τρία εἶδη ἀκτίνων, αἱ ὁποῖαι ἐκλήθησαν ἀκτίνες α, β καὶ γ. Διὰ τὰς δύο πρώτας ἀπεδείχθη, ὅτι δὲν πρόκειται περὶ ἀκτίνων, ἀλλὰ περὶ κινουμένων σωματίων, ἐνῶ αἱ ἀκτίνες γ εἶναι ἡλεκτρομαγνητικὰ κύματα, ἔχοντα λίαν μικρὸν μῆκος κύματος. Κατ'ἑτέρω περιγράφεται ἐν συντομίᾳ ἕκαστον εἶδος ἀκτινοβολίας :

α) **Σωμάτια α.** Εἶναι πυρῆνες ἡλίου, συνίσταται δηλαδὴ ἕκαστον ἐκ δύο πρωτονίων καὶ δύο νετρονίων. Ἔχουν συνεπῶς φορτίον +2 καὶ ἀτομικὸν βᾶρος περίπου τέσσαρα.

β) **Σωμάτια β.** Εἶναι ἡλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα ἐκπέμπονται κατὰ τὰς διασπάσεις ραδιενεργῶν πυρῆνων, ἔχουν δὲ ὡς γνωστὸν ἀμελητέαν μάζαν καὶ φορτίον -1e.

γ) **Ἀκτίνες γ.** Εἶναι ὡς ἐλέχθη ἀκτινοβολία ἡλεκτρομαγνητικῆς φύσεως, ὡς ἡ ἀκτινοβολία Röntgen, ἀλλὰ με 10 ὡς 100 φορές μικρότερον μῆκος κύματος. Αἱ ἀκτίνες γ εἶναι λίαν διειοδυτικά, διαπερῶσαι μεταλλικὰ στρώματα ἄρκετοῦ πάχους.

3. Μεταστοιχειώσεις. Ὅπως γνωρίζωμεν σήμερον, τόσοι τὰ σωμάτια α καὶ β, ὅσον καὶ αἱ ἀκτίνες γ, ἐκπέμπονται ἐκ τοῦ πυρῆνος τῶν ἀτόμων τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Ἐφ' ὅσον λοιπὸν τὰ σωμάτια α καὶ β ἔχουν μάζαν καὶ φορτίον, ἔπεται ὅτι ὁ μετὰ τὴν τοιαύτην διάσπασιν πυρῆν (θυγατρικὸς πυρῆν), θὰ εἶναι διάφορος τοῦ πρὸ τῆς διασπάσεως (μητρικὸς πυρῆν). Συνεπῶς ἡ ραδιενεργὸς ἀκτινοβολία συνοδεύεται ἀπὸ τὴν μετατροπὴν τῶν πυρῆνων τοῦ στοιχείου, ἐκ τοῦ ὁποίου προέρχεται, εἰς πυρῆνας διαφορετικῶν στοιχείων, δηλαδὴ συνοδεύεται ἀπὸ **μεταστοιχειώσιν**.

Οὕτω τὸ Ra ἔχον ἀτομικὸν βᾶρος 226, ἐκπέμπον σωμάτιον α, μετατρέπεται εἰς ραδόνιον ἀτομικοῦ βάρους 222 :



Τὸ ραδόνιον ἀποβάλλει καὶ αὐτὸ ἐν σωμάτιον α καὶ παρέχει τὸ ράδιον Α με ἀτομικὸν βᾶρος 218. Ἡ μεταστοιχειώσις αὕτη συνεχίζεται ἕως ὅτου σχηματισθῇ τελικῶς σταθερὸν στοιχεῖον με ἀτομικὸν βᾶρος 209, τὸ ὁποῖον εἶναι ἰσότοπον τοῦ μολύβδου.

Γενικῶς ὁ θυγατρικὸς πυρῆν, ὁ παραγόμενος κατὰ τὴν ἐκπομπὴν ἐνὸς σωματίου α.

θά ἔχη ἀτομικὸν μὲν ἀριθμὸν κατὰ δύο μονάδας μικρότερον τοῦ μητρικοῦ, ἀτομικὸν δὲ βάρος κατὰ 4 μονάδας μικρότερον. Ὁ παραγόμενος λοιπὸν νέος πυρὴν ἀνήκει εἰς στοιχεῖον εὐρισκόμενον κατὰ δύο θέσεις πρὸ τοῦ ἀρχικοῦ εἰς τὸν πίνακα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος.

Ἐξ ἄλλου ὁ θυγατρικὸς πυρὴν, ὁ παραγόμενος κατὰ τὴν ἐκπομπὴν ἑνὸς σωματίου β, θά ἔχη ἀτομικὸν ἀριθμὸν κατὰ μονάδα μεγαλύτερον τοῦ μητρικοῦ, ἐνῶ τὸ ἀτομικὸν τοῦ βάρους θά μείνῃ πρακτικῶς ἀμετάβλητον. Ὁ παραγόμενος λοιπὸν νέος πυρὴν ἀνήκει εἰς στοιχεῖον εὐρισκόμενον μίαν θέσιν μετὰ τὸ μητρικὸν εἰς τὸ Π.Σ.

Λόγω τῆς συνεχοῦς μεταστοιχειώσεως τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων ἐπέρχεται συνεχῆς ἐλάττωσις τῆς μάζης αὐτῶν. Οὕτω, ἐάν ἔχωμεν σήμερον 1 gr Ra μετὰ παρέλευσιν 1600 ἐτῶν θά ἔχουν ἀπομείνῃ 0,5 gr ἐξ αὐτοῦ. Ἡ ταχύτης διασπάσεως τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων εἶναι χαρακτηριστικὴ δι' ἕκαστον ἐξ αὐτῶν καὶ δὲν ἐπηρεάζεται ἀπὸ τῶν ἐξωτερικῶν συνθηκῶν.

Ἡμιπερίοδος ζωῆς ἢ χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ ἑνὸς ραδιενεργοῦ στοιχείου καλεῖται ὁ χρόνος, ἐντός τοῦ ὁποίου μεταστοιχειοῦται τὸ ἥμισυ τῆς μάζης αὐτοῦ. Οὕτω ἡ ἡμιπερίοδος ζωῆς τοῦ Ra εἶναι 1600 ἔτη, τοῦ U 4,5 δισεκατομμύρια ἔτη, τοῦ Rn 4 ἡμέραι κλπ.

4. Τεχνητὴ μεταστοιχειώσις. Ὡς ἀνεφέρθη οἱ πυρῆνες τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων εἶναι ἀσταθεῖς καὶ διασπῶνται αὐτομάτως. Ἀλλὰ καὶ οἱ σταθεροὶ πυρῆνες τῶν ἄλλων στοιχείων εἶναι δυνατόν νὰ διασπασθοῦν ἐάν βομβαρδιθοῦν διὰ κινουμένων σωματίων. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **τεχνητὴ μεταστοιχειώσις** ἢ **πυρηνικὴ ἀντίδρασις**. Πρῶτος ὁ Rutherford ἐπέτυχε τεχνητῶς μεταστοιχειώσιν τοῦ ἀζώτου (1919), διὰ βομβαρδισμοῦ τῶν ἀτόμων του μὲ σωματῖα α, ἐκπεμπόμενα ὑπὸ ραδιενεργοῦ στοιχείου :



Κατὰ τὸ 1934 τὸ ζεῦγος Joliot—Curie κατέδειξεν, ὅτι κατὰ τινὰς τεχνητὰς μεταστοιχειώσεις παράγονται, ὡς προϊόντα τῆς διασπάσεως, πυρῆνες, οἱ ὁποῖοι δὲν εἶναι σταθεροί, ἀλλὰ διασπῶνται μὲ τὴν πάροδον τοῦ χρόνου, ὅπως οἱ φυσικοὶ ραδιενεργοὶ πυρῆνες. Τὰ οὕτω παραγόμενα νέα ραδιενεργὰ στοιχεῖα καλοῦνται τεχνητὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα ἢ ραδιενεργὰ ἰσότοπα ἢ **ραδιοϊσότοπα**. Οὕτω παρεσκευάσθη ὁ ραδιοδιόρθραξ (C¹⁴), ὁ ραδιοφωσφόρος κ.ἄ.

Τὰ ραδιοϊσότοπα χρησιμοποιοῦνται σήμερον εὐρύτατα εἰς ὄλους τοὺς κλάδους τῆς ἐπιστήμης καὶ τεχνικῆς. Οὕτω χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν ἰατρικὴν διὰ θεραπευτικῶς σκοποῦς, ὑπὸ τῶν ἐρευνητῶν ὡς δείκται διὰ τὴν παρακολούθησιν τῆς κυκλοφορίας τῶν διαφόρων στοιχείων εἰς τὸν ὄργανισμὸν τῶν ζῶων καὶ τῶν φυτῶν κ. ἄ.

2. Διάσπαισις—Σχάσις—Σύντηξις τῶν ἀτόμων—Ἀτομικὴ καὶ θερμοπυρηνικὴ ἐνέργεια.

1. Διάσπαισις—Σχάσις τῶν ἀτόμων—Ἀτομικὴ ἐνέργεια. Εἰς τὰς περιγραφείσας πυρηνικὰς ἀντιδράσεις ἔν τινι τοιαύτῳ τῶν προϊόντων τῆς διασπάσεως εἶναι στοιχειώδες σωματίον (σωμάτιον α, πρωτόνιον, νετρόνιον κλπ.), τὸ δὲ ἕτερον πυρὴν. Κατὰ τὸ 1939 οἱ Hahn καὶ Strassman ἀνεκάλυψαν νέον τύπον διασπάσεως, κατὰ τὸν ὁποῖον ὁ παραγόμενος διὰ τῆς ἐνωσατώσεως τοῦ βλήματος πυρὴν, διασπᾶται εἰς δύο θραύσματα, τὰ ὁποῖα ἔχουν μάζαν περίπου ἴσην πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς μάζης τοῦ ἀρχικοῦ πυρῆνος. Ἡ διάσπαισις αὕτη τοῦ πυρῆνος, εἰς δύο μεγάλα καὶ περίπου ἴσα τεμάχια καλεῖται **σχάσις** καὶ ἡ ἐκλυομένη κατ' αὐτὴν ἐνέργεια εἶναι ἐξαιρετικῶς μεγάλη.

Οὕτω διὰ βομβαρδισμοῦ τοῦ U²³⁵ μὲ νετρόνια, ἔν ἐξ αὐτῶν ἐνωσατοῦται εἰς τὸν πυρὴνα τοῦ U²³⁵ καὶ σχηματίζεται νέος ἰσότοπος πυρῆν (U²³⁶), ὁ ὁποῖος εἶναι ἀσταθής. Οὗτος διασπᾶται ἐν συνεχείᾳ εἰς δύο θραύσματα, ἕκαστον τῶν ὁποίων

έχει μάζαν, περίπου ίση προς τὸ ἥμισυ τῆς μάζης τοῦ πυρῆνος 235, ἐνῶ ταυτοχρόνως παράγονται καὶ μερικά δευτερογενῆ νετρόνια. Ἐὰν ἡ ποσότης τοῦ U^{235} εἶναι μικρά, τὰ νετρόνια ταῦτα διασπείρονται εἰς τὸ περιβάλλον. Ἐὰν ὅμως ἡ ποσότης τοῦ U^{235} εἶναι ἀρκετὰ μεγάλη—ΐση ἢ μεγαλύτερα τῆς λεγομένης **κρίσιμου ποσότητος**—τὰ δευτερογενῆ νετρόνια ἔχουν μεγάλην πιθανότητα νὰ συναντήσουν ἄλλους πυρῆνας U^{235} πρὶν διαφύγουν εἰς τὸ περιβάλλον. Συνεπῶς, ἐὰν ἐν τουλάχιστον τῶν νετρονίων, τῶν παραγομένων καθ' ἑκάστην σχάσιν, ἐσωματοῦται εἰς ἕνα πυρῆνα U^{235} καὶ προκαλεῖ νέαν σχάσιν, ἡ ἀντίδρασις θὰ ἐξακολουθῆ χωρὶς νὰ ἀπαιτῆται συνεχῆς βομβαρδισμὸς νετρονίων ἐκ τῶν ἔξω. Αἱ τοιαῦτα αὐτοσυντήρητοι πυρηνικαὶ ἀντιδράσεις καλοῦνται **ἀλυσιδωτὰ ἀντιδράσεις**.

Ὅταν ἀρχίσῃ μία τοιαύτη ἀλυσιδωτὴ ἀντίδρασις, συνεχίζεται μὲ γεωμετρικῶς ἀδύσους ταχύτητα διὰ νὰ καταλήξῃ εἰς ἔκρηξιν. Ἡ ἐκρηκτικὴ ἀλυσιδωτὴ ἀντίδρασις τῆς σχάσεως τοῦ οὐρανίου εὐρίσκει ἐφαρμογὴν εἰς τὴν **ἀτομικὴν βόμβαν**.

Τὴν ἐκρηκτικὴν ἀντίδρασιν δυνάμεθα νὰ μετατρέψωμεν εἰς ἐλεγχομένην, ἐὰν διὰ καταλλήλων ὑλικῶν ἀπορροφᾶται ὠριμὸς ἀριθμὸς ἐκ τῶν καθ' ἑκάστην σχάσιν παραγομένων νετρονίων, ὥστε ὁ ἀριθμὸς τῶν σχάσεων εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου νὰ διατηρῆται σταθερὸς. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἡ ἀλυσιδωτὴ ἀντίδρασις προχωρεῖ μὲ μικρὰν ταχύτητα καὶ δύναται νὰ χρησιμοποιηθῆ διὰ τὴν παραγωγὴν ἐνεργείας δι' εἰρηνικοὺς σκοποὺς. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τῶν **ἀτομικῶν ἀντιδραστήρων**.

Ἡ τεραστία ἐνέργεια, ἡ ὁποία ἐλευθεροῦται κατὰ τὴν σχάσιν τοῦ ἀτόμου καλεῖται **ἀτομικὴ ἐνέργεια**. Ἡ προέλευσις τῆς ἀτομικῆς ἐνεργείας ὀφείλεται εἰς τὴν μετατροπὴν μάζης εἰς ἐνέργειαν, συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν τοῦ Einstein: $E = mc^2$.

Ἐκ τῶν ἐν τῇ φύσει στοιχείων, σχάσιν ὑφίσταται μόνον ἰσότοπον τοῦ οὐρανίου, τὸ U^{235} , τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὰ 7% τοῦ φυσικοῦ οὐρανίου. Τεχνητῶς ὅμως παρεσκευάσθησαν ἄλλα δύο σχάσιμα στοιχεῖα, τὸ πλουτώνιον καὶ τὸ U^{238} .

2. Σύντηξις τῶν ἀτόμων — Θερμοπυρηνικὴ ἐνέργεια. Ἀκόμη μεγαλύτερον ποσὸν ἐνεργείας, ἀπὸ τὸ παραγόμενον κατὰ τὴν σχάσιν τοῦ ἀτόμου, ἐλευθεροῦται κατὰ τὴν λεγομένην **σύντηξιν** τῶν ἀτόμων τοῦ ὕδρογόνου. Κατ' αὐτὴν, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἐξαιρετικῶς ὕψηλης θερμοκρασίας (ἐκατομμυρίων βαθμῶν κελσίου) τέσσαρες πυρῆνες ὕδρογόνου συνεννοῦνται πρὸς σχηματισμὸν πυρῆνος ἡλίου, κατὰ τὴν πυρηνικὴν ἀντίδρασιν :



Κατὰ τὴν σύντηξιν ταύτην, μέρος τῆς μάζης μετατρέπεται εἰς ἐνέργειαν, ἡ ὁποία καλεῖται **θερμοπυρηνικὴ ἐνέργεια**. Ἡ σύντηξις τοῦ ὕδρογόνου ἐπετεύχθη εἰς τὴν **βόμβαν τοῦ ὕδρογόνου** (1952). Εἰς τοιαύτας σύντηξεις ὀφείλεται ἐπίσης ἡ ὑπὸ τοῦ Ἡλίου καὶ τῶν θερμῶν ἀστέρων ἀκτινοβολουμένη ἐνέργεια.

ΡΑΔΙΟΝ — ΟΥΡΑΝΙΟΝ — ΥΠΕΡΟΥΡΑΝΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ρ Α Δ Ι Ο Ν (Ra)

1. Προέλευσις — Παρασκευὴ. Ἀπαντᾷ κατ' ἐλάχιστον ποσὰ εἰς τὰ ὄρυκτά τοῦ οὐρανίου καὶ κυρίως εἰς τὸν **πισσουρανίτην** (Κογκό, Καναδάς, Βοημία), ὄρυκτὸν πλούσιον εἰς U_2O_8 καὶ εἰς τὸν **καρνοτίτην** (Κολοράδου).

Παραλαμβάνεται ἐκ τῶν ὄρυκτῶν του διὰ πολυπλόκου χημικῆς κατεργασίας, παρεσκευάσθη δὲ διὰ πρώτην φοράν εἰς καθαρὰν κατάστασιν ὑπὸ τῆς Marie Curie, δι' ἠλεκτρολύσεως χλωριούχου ραδίου.

2. Ἰδιότητες. Κατατάσσεται εἰς τὴν IIαν ὁμάδα τοῦ Π.Σ., κάτωθεν τοῦ βαρίου, πρὸς τὸ ὁποῖον ὁμοιάζει, ἀλλὰ εἶναι δραστικώτερον αὐτοῦ.

Είναι ραδιενεργόν μέταλλον, λευκόν και δύστηκτον. 'Εκτιθέμενον εις τόν άέρα άλλοιούται ταχέως και δισοπα τὸ ὕδωρ ὑπὸ ἔκλυσιν ὕδρογόνου.

3. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται εις τὴν Ιατρικὴν δι' ἀκτινοβολίας, πρὸς θεραπείαν τῶν νεοπλασματικῶν Ισθῶν. Αἱ ἀκτινοβολίαι τοῦ ἐπιταχύνουν ἐπίσης τὰς διαφόρους χημικὰς ἀντιδράσεις, ὡς π.χ. τὴν ἔνωσιν ὕδρογόνου καὶ χλωρίου. 'Επίσης προκαλοῦν τὸν φθορισμὸν πολλῶν οὐσιῶν, δι' αὐτὸ μικραὶ ποσότητες ἀλάτων τοῦ ραδίου χρησιμοιοῦνται εις τὴν κατασκευὴν φωτεινῶν σμάλτων καὶ χρωμάτων, ὡς π.χ. διὰ πλάκας ὥρολογίων κλπ.

ΟΥΡΑΝΙΟΝ (U)

1. Προέλευσις — Παρασκευή. Τὸ κυριώτερον ὄρυκτόν αὐτοῦ εἶναι ὁ **πισσουρανίτης** (U_2O_8), ὁ ὁποῖος ἀπαντᾷ εις τὸ **Κογκό**, τὸν **Καναδᾶν** καὶ τὴν **Βοημίαν**. Ἔτερα ὄρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι ὁ **οὐρανινίτης**, ὁ **καρνοτίτης** καὶ ὁ **κλεβείτης**. Εἰς ὅλα τὰ ἀνωτέρω ὄρυκτὰ ἀπαντᾷ ὡς ὀξειδίου καὶ ἐξάγεται ἐξ αὐτῶν δι' ἀναγωγῆς ὑπὸ ὕδρονου ἢ ἀνθρακος.

2. Ἰδιότητες. Εἶναι ραδιενεργόν μέταλλον ἀργυρόλευκον, σιλιπνόν, δλκιμον καὶ ἐλατόν, βαρὺ ($18,7 \text{ gr/cm}^3$) καὶ δύστηκτον (1589° C). Ἔχει τὸ μεγαλύτερον ἀτομικὸν βάρος τῶν ἐν τῇ φύσει στοιχείων. Εἰς συμπαγῆ κατάστασιν εἶναι ἀνθεκτικόν εις τὸν ἀέρα, θερμαινόμενον ὁμοῦ καίεται πρὸς U_3O_8 . Ἀντιδρᾷ μετὰ τῶν ἀλογόνων, τοῦ θείου καὶ μετὰ τοῦ ἀζώτου εις ὑψηλὴν θερμοκρασίαν. Εἰς τὰ ἀραιὰ ὀξεᾶ διαλύεται ὑπὸ ἔκλυσιν ὕδρογόνου.

3. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν εἰδικῶν χαλύβων. Αἱ ἐνώσεις τοῦ ἐδρίσκουν ἐφαρμογὴν ὡς χρωστικαὶ τῆς πορσελάνης καὶ τῆς ὕαλου, εις τὴν φωτογραφικὴν καὶ εις τὴν Ἀναλυτικὴν Χημίαν.

ΥΠΕΡΟΥΡΑΝΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Διὰ πυρηνικῶν ἀντιδράσεων παρήχθησαν τεχνητῶς νέα στοιχεῖα μὲ ἀτομικὸν ἀριθμὸν μεγαλύτερον τοῦ οὐρανίου (92), τὸ ὁποῖον ἔχει τὸν μεγαλύτερον ἀτομικὸν ἀριθμὸν ἐξ ὄλων τῶν ἐν τῇ Φύσει ὑπαρχόντων στοιχείων. Ἐνεκα τούτου τὰ στοιχεῖα ταῦτα ἐκλήθησαν **ὑπερουράνια** ἢ **τρανσουράνια** στοιχεῖα. Μέχρι σήμερον εἶναι γνωστὰ τὰ ὑπερουράνια στοιχεῖα: **ποσειδώνιον** ἢ **νεπτούνιον** Np (93), **πλουτώνιον** Pu (94), **ἀμερίκιον** Am (95), **κιούριον** Cm (96), **μπερκέλιον** Bk (97), **καλιφόρνιον** Cf (98), **ἄϊνστάνιον** E (99), **φέρμιον** Fm (100), **μενδελέβιον** Mn (101) καὶ **νομπέλιον** No (102).

Η έρευνα που αναφέρεται στην παρούσα μελέτη, αφορά την εξέταση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με την αξιολόγηση των μαθητών. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε ένα δείγμα εκπαιδευτικών που εργάζονται σε δημόσια σχολεία της Αττικής. Η έρευνα περιλάμβανε την ανάλυση των απαντήσεων σε ένα ερωτηματολόγιο που σχεδιάστηκε ειδικά για τον σκοπό αυτό. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με την αξιολόγηση των μαθητών, μερικοί θεωρούν ότι η αξιολόγηση είναι απαραίτητη για την πρόοδο των μαθητών, ενώ άλλοι θεωρούν ότι η αξιολόγηση είναι μόνο ένας μηχανισμός για την επιβολή της τάξης.

Οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν στην έρευνα, είχαν διαφορετικές απόψεις σχετικά με την αξιολόγηση των μαθητών. Μερικοί θεωρούσαν ότι η αξιολόγηση είναι απαραίτητη για την πρόοδο των μαθητών, ενώ άλλοι θεωρούσαν ότι η αξιολόγηση είναι μόνο ένας μηχανισμός για την επιβολή της τάξης. Η έρευνα έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί που θεωρούσαν ότι η αξιολόγηση είναι απαραίτητη, είχαν περισσότερη εμπειρία στην εργασία τους και ήταν περισσότερο ικανοποιημένοι με την εργασία τους. Οι εκπαιδευτικοί που θεωρούσαν ότι η αξιολόγηση είναι μόνο ένας μηχανισμός για την επιβολή της τάξης, είχαν λιγότερη εμπειρία στην εργασία τους και ήταν λιγότερο ικανοποιημένοι με την εργασία τους. Η έρευνα έδειξε επίσης ότι οι εκπαιδευτικοί που θεωρούσαν ότι η αξιολόγηση είναι απαραίτητη, είχαν περισσότερη γνώση σχετικά με τις μεθόδους αξιολόγησης και ήταν περισσότερο ικανοί να εφαρμόσουν αυτές τις μεθόδους στην πράξη. Οι εκπαιδευτικοί που θεωρούσαν ότι η αξιολόγηση είναι μόνο ένας μηχανισμός για την επιβολή της τάξης, είχαν λιγότερη γνώση σχετικά με τις μεθόδους αξιολόγησης και ήταν λιγότερο ικανοί να εφαρμόσουν αυτές τις μεθόδους στην πράξη.

Η έρευνα έδειξε ότι οι εκπαιδευτικοί που θεωρούσαν ότι η αξιολόγηση είναι απαραίτητη, είχαν περισσότερη εμπειρία στην εργασία τους και ήταν περισσότερο ικανοποιημένοι με την εργασία τους. Οι εκπαιδευτικοί που θεωρούσαν ότι η αξιολόγηση είναι μόνο ένας μηχανισμός για την επιβολή της τάξης, είχαν λιγότερη εμπειρία στην εργασία τους και ήταν λιγότερο ικανοποιημένοι με την εργασία τους. Η έρευνα έδειξε επίσης ότι οι εκπαιδευτικοί που θεωρούσαν ότι η αξιολόγηση είναι απαραίτητη, είχαν περισσότερη γνώση σχετικά με τις μεθόδους αξιολόγησης και ήταν περισσότερο ικανοί να εφαρμόσουν αυτές τις μεθόδους στην πράξη. Οι εκπαιδευτικοί που θεωρούσαν ότι η αξιολόγηση είναι μόνο ένας μηχανισμός για την επιβολή της τάξης, είχαν λιγότερη γνώση σχετικά με τις μεθόδους αξιολόγησης και ήταν λιγότερο ικανοί να εφαρμόσουν αυτές τις μεθόδους στην πράξη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ – ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

1. Πιστεύετε ότι η αξιολόγηση των μαθητών είναι απαραίτητη για την πρόοδο τους;
 - α. Ναι
 - β. Όχι
2. Τι είδους αξιολόγηση θεωρείτε ότι είναι η καλύτερη για την πρόοδο των μαθητών;
 - α. Η γραπτή αξιολόγηση
 - β. Η προφορική αξιολόγηση
 - γ. Η αξιολόγηση με τη βοήθεια των μαθητών
 - δ. Η αξιολόγηση με τη βοήθεια των γονιών

ΑΛΦΑΒΗΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΞ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

A					
	*Αργίλος	242	Γάλα θείου	172	
	*Αργόν	154	Γαλαζόπετρα	248	
*Αγγλεζίτης	255	*Αργυροδάμας	156	Γαλβανισμένη λαμαρίνα	251
*Αδάμας	203	*Αργυρος	245	Γαλβανοπλαστική	92
*Αζουρίτης	243	» βρωμιούχος	249	Γαληνίτης	255
*Αζωτον	182	» ιωδιούχος	249	Γαρνιερίτης	265
*Αζώτου κύκλος	183	» νιτρικός	248	Γή διατόμων	212
*Αζώτου οξειδία	195	» χλωριούχος	249	Γουανό	191
*Αζωτοβακτηρίδια	184	*Αργυρίτης	245	Γραμμοάτομον	26
Αιθάλη	206	*Αριθμός μοριακής συντάξ.	96	Γραμμοίσοδύναμον	19
Αιματίτης	261	*Αρσενικόν	188	Γραμμομοριακότης	77
*Ακτίνες α, β, γ	268	*Αρσеноपुरίτης	188	Γραμμομόριον	26
*Άλας μαγειρικών	227	*Αρσίνη	189	Γραφίτης	204
*Αλκάλια	223	*Αοβέστιον	234	Γύψος	238
*Αλκαλικά γαΐαι	233	» άνθρακικόν	237	Δ	
*Αλλότροπα στοιχεία	57	» θεικόν	238	Δείκται	99
*Αλογόνα	155	» χλωριούχον	239	Δεσμός έτεροπολικός	64
*Άλυκαί	227	*Αοβεστίου οξειδιον	236	» ήμιπολικός	65
*Άλυσιβα	231	» υδροξειδιον	236	» όμοιοπολικός	65
*Άμαλάματα	222	*Αοβεστόλιθος	140	Δευτέριον	62
*Άμέταλλα	135	*Ατμοσφαιρικός άήρ	24	Διαλύματα	77
*Άμμος	212	*Ατομα	25	Διαλυτότης	78
*Άμμωνία	191	*Ατομικά βάρη	270	Διαπίδουςις	54
*Άμμωνιακά άλατα	193	*Ατομική βόμβα	85	Διάστασις ήλεκτρολυτική	88
*Άμορφα σώματα	56	» θερμότης	59	Διάχυσις	54
*Άμφίδρομοι αντιδράσεις	74	» θεωρία	25	Διήθησις	13
*Αναγωγή	109	*Ατομικότης	85	Δολομίτης	233
*Αναγωγικά μέσα	110	*Ατομ. βάρους προσδιορ.	60	E	
*Αναπνοή	138	*Ατομικός αριθμός	76	*Έκχύλις	14
*Αναφλέξεως θερμοκρασία	136	Αυτοκατάλυσις	117	*Έλλειμμα μάξης	63
*Ανθρακέριον	206	Αυτοξειδοαναγωγή	117	*Έμπειρικοί τύποι	33
*Ανθρακικά άλατα	210	B		*Ένδόθερμοι αντιδράσεις	72
*Ανθρακικόν όξυ	210	Βαρύ ύδωρ	150	*Έξάχνωσις	50
*Ανθρακίτης	204	Βάσεις	94	*Έξουδετέρωσις	100
*Ανθρακοपुरίτιον	211	Βασιλικόν ύδωρ	167	*Έξώθερμοι αντιδράσεις	72
*Ανθρακος διοξειδιον	208	Βαφή χάλυβος	263	*Έπίπλευσις	217
» μονοξειδιον	206	Βισμουθιον	190	*Έπιτεταρτοξειδία	125
*Ανθραξ	201	Βισμουθίτης	190	Εύγενή άέρια	153
*Ανθραξ άποστακτήρων	205	Βοράνιον	214	Z	
*Ανισότροπα σώματα	56	Βόραξ	215	Ζεσεοσκοπία	80
*Αντιμόνιον	189	Βορικόν όξυ	215	Ζιγκίτης	250
*Αντιμονίου άνθος	189	Βόριον	214	Ζωϊκος άνθραξ	205
» ώχρα	189	Βροντζος	245	H	
*Αντιμονίτης	189	Βρώμιον	160	*Ηλεκτραρνητικά στοιχεία	64
*Αντιτριβής κράμα	190	Βρωμιούχον ύδωρ	161	*Ηλεκτροθετικά στοιχεία	64
*Απατίτης	156	Βωξίτης	240	*Ηλεκτρόλυσις	87
*Απόλυτον μηδέν	52	Γ		*Ηλεκτρολύται	87
*Απόλυτος θερμοκρασία	52	Γαιάνθρακες	204		
*Απόσταξις	14				
*Αργιλιθερμική μέθοδος	218				
*Αργίλιον	240				

*Ηλεκτρόνια	59	Καύσις	108	Μεταλλουργία	217
*Ηλεκτρονικοί τύποι	36	Κεραργυρίτης	245	Μεταστοιχείωσις	268
*Ήλιον	153	Κιζερίτης	233	Μίγματα	10
*Ημιπερίοδος ζωής	269	Κιμωλία	237	Μικτόν αέριον	207
⊕		Κίνησις Brown	51	Μίνιον	257
Θεικόν όξύ	177	Κιννάβαρι	251	Μολύβδινοι θάλαμοι	177
Θεικόν όξύ (άτμίζον)	176	Κοβάλτιον	265	Μόλυβδος	259
Θείον	170	Κοβαλτίτης	269	» άνθρακικός	257
Θείου διοξειδιον	175	Κολλοειδή	79	Μολύβδου διοξειδιον	257
» τριοξειδιον	176	Κονιάματα	237	» έπιτεταρτοξειδιον	257
Θειώδες όξύ	175	Κορούνδιον	40	» όξειδιον	256
Θερμίτης	241	Κράματα	222	Μόρια	24
Θερμοκρασία άπόλυτος	52	Κροκοίτης	255	Μοριακά βάρη	25
Θερμοπυρην. άντιδράσεις	270	Κροτοϋν αέριον	145	Μοριακοί τύποι	33
Θερμοχημικά έξιόσωσις	72	Κρυόλιθος	240	Μοριακότης	77
Ι		Κρυσταλλικά πλέγματα	57	Μορ. βάρους προσδιορισμός	83
*Ίαρουντικόν αέριον	195	» συστήματα	57	Μοριακός δγκος	27
*Ίόντα	89	» σώματα	56	N	
*Ίοντική θεωρία	87	Κρυσταλλικόν ύδωρ	150	Νάτριον	223
*Ίσλανδική κρύσταλλος	237	Κυαναμίδη άσβεστιου	183	» άνθρακικόν	228
*Ίσοδύναμα βάρη	19	Κυπέλλωσις	245	» δισανθρακικόν	230
*Ίσόμορφα σώματα	57	Κυπρίτης	243	» νιτρικον	230
*Ίσότοπα στοιχεία	62	Κώκ	205	» χλωριοϋχον	227
*Ίσότροπα σώματα	56	Λ		Νέον	154
*Ίωδαργυρίτης	245	Λαμαρίνα	251	Νετρόνια	59
*Ίώδιον	162	Λειμωνίτης	261	Νικελίνης	265
K		Λευκόλιθος	233	Νικέλιον	265
Καθωρισμένα σώματα	14	Λευκοσίδηρος	255	Νισαντήρι	194
Καλαμίνα	250	Λευκόχρυσος	267	Νιτρίδια	183
Κάλιον	224	Λιγνίτης	205	Νιτρικόν όξύ	196
Κάλιον άνθρακικόν	231	Λιθάνθραξ	204	Νιτροζυλοθεικόν όξύ	178
» διχρωμικόν	260	Λιθάργυρος	246, 256	Νίτρον Χιλής	162
» καυστικόν	230	Λιθοκέραμοι	242	Νόμοι αερίων	52
» νιτρικόν	231	Λιθοπόν	253	» χημείας	16
» ύπερμαγγανικόν	260	Λυδία λίθος	248	Νόμος δράσεως μαζων	75
» χλωρικόν	232	M		Ξ	
» χλωριοϋχόν	230	Μαγγάνιον	259	Ξένον	154
Καλομέλας	253	Μαγνάλιον	24	Ξηρός πάγος	208
Κανονικά συνθήκαι	27	Μαγνήσιον	233	Ξυλάνθραξ	205
Καολίνης	240	» άνθρακικόν	235	O	
Καράτιον	213, 248	» θεικόν	235	*Όζον	138
Καρβίδια	202	Μαγνησίου όξειδιον	235	*Όνοματολογία χημική	39
Καρναλλίτης	158	Μαγνησίτης	233	*Όξέα	94
Καρνοτίτης	270	Μαγνητίτης	261	*Όξειδια	124
Κασσιτερίτης	254	Μαλαχίτης	243	*Όξειδωσις	108
Κασσίτερος	254	Μαντέμι	261	*Όξειδωτικά μέσα	110
Καταλύται	75	Μάρμαρον	237	*Όξυγονόν	135
Καταστάσεις τής ύλης	50	Μέταλλα	217	*Όξυγονοϋχον ύδωρ	150
Κάτοπτρα	249	Μεταλλεύματα	217	*Όξύλιθος	136

Α/Α	Περιγραφή	Κωδικός	Ποσό	Ποσοστό
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100



0020637644

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

