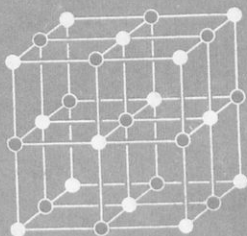


Ε 4 ΧΗΜ
Κ. Α. ΠΡΟΒΑΤΑ

Προβαταί (Κ. Α.)

ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ

Na^+



HNO_3

H_2SO_4

Cl^-

:O::C::O:

SO_3^{2-}

NH_4^+

002
ΚΛΣ
ΣΤ3
59

ΑΘΗΝΑΙ 1967

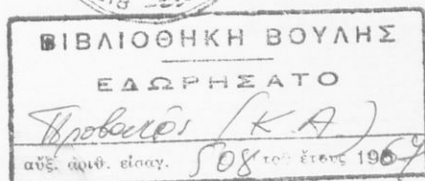
Ε 4 ΧΗΜ
Κ. Α. ΠΡΟΒΑΤΑ

Προβατάς (Κ. Α.)

ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ

α — 7

ΔΙΑ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΑΣ ΛΥΚΕΙΩΝ
ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΥΠΟΨΗΦΙΟΥΣ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ



ΑΘΗΝΑΙ 1966

002
ΚΛΕ
ΣΤ3
59

ΑΤΑΞΗ Α.Κ.

ΑΝΟΡΤΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ

ΑΝΟΡΤΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ
ΑΝΟΡΤΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ
ΑΝΟΡΤΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ



ΑΝΟΡΤΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ

Π Ρ Ο Λ Ο Γ Ο Σ

Εἰς τὸ παρὸν βιβλίον, τὰ θεμελιώδη κεφάλαια τῆς Γενικῆς Χημείας — καὶ ἰδιαίτερος τὰ ὀξέα, βάσεις, ἅλατα — ἀναπτύσσονται ἐκτεταμένως, ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἡ πλήρης κατανόησις αὐτῶν ἀπὸ τὸν μαθητὴν.

Ἡ ἀνάπτυξις τῶν κεφαλαίων αὐτῶν γίνεται γενικῶς σύμφωνα μὲ τὰς σημερινὰς ἐπιστημονικὰς ἀντιλήψεις καὶ εἰς τὸ ἐπίπεδον τῶν συγχρόνων ἐκπαιδευτικῶν ἀπαιτήσεων διὰ τὸ μάθημα τῆς Χημείας.

Εἰς τὸ τέλος, ἕκαστον κεφάλαιον συνοψίζεται περιληπτικῶς καὶ προσετίθενται ὁρισμέναι ἐρωτήσεις, διὰ τὸν ἔλεγχον τῆς κατανόησεως τῶν βασικῶν ἐννοιῶν.

Εἰς τὸ Εἰδικὸν Μέρος περιλαμβάνονται τὰ συνήθη κύρια κεφάλαια τῆς Ἀνοργάνου Χημείας, κατὰ συστηματικὸν καὶ συνοπτικὸν τρόπον.

Περιλαμβάνεται ἐπίσης πλήρης σειρά προβλημάτων Χημείας, ἀναφερομένων εἰς ὅλα τὰ εἶδη χημικῶν ὑπολογισμῶν.

Ἡ παροῦσα ἔκδοσις ἀποτελεῖ ἓν πλήρες σύγχρονον βιβλίον Στοιχειώδους Ἀνοργάνου Χημείας, προοριζόμενον διὰ τοὺς μαθητὰς τῶν Λυκείων καὶ τοὺς ὑποψηφίους σπουδαστὰς τῶν Ἀνωτάτων Σχολῶν.

Ἐπομένως δὲν ἦτο δυνατόν νὰ περιορισθῇ εἰς τὴν ἕλην, τὴν καθοριζομένην διὰ τὸ Ἀκαδημαϊκὸν Ἀπολυτήριον.

Εἰς εἰδικὴν ὕμωι προσθήκην — εἰς τὸ τέλος τοῦ βιβλίου — ἐποδεικνύονται τὰ κεφάλαια καὶ αἱ παράγραφοι αἱ ὁποῖαι ἀφορσοῦν εἰδικῶς τὴν ἕλην τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ Ἀπολυτηρίου. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον οἱ ὑποψήφιοι — ἀφοῦ κατανόησουν καλῶς τὰς θεμελιώδεις χημικὰς ἐννοίας — θὰ συγκεντρώσουν τὴν προσοχὴν τοὺς ἰδιαίτερος εἰς τὴν ἕλην αὐτήν.

Ἀθήναι, Αὐγούστος 1966

Κ. ΠΡΟΒΑΤΑΣ

ΕΡΕΥΝΑ

Η παρούσα μελέτη στοχεύει στην διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών που εξετάζονται. Οι αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος συνοψίζει τα βασικά δεδομένα και τις παρατηρήσεις σχετικά με την εξέλιξη των φαινομένων που μελετώνται. Η ανάλυση των δεδομένων δείχνει ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις τιμές των μεταβλητών, οι οποίες μπορεί να οφείλονται σε διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν το αποτέλεσμα. Η μελέτη αυτή αποτελεί ένα σημαντικό βήμα στην κατανόηση των μηχανισμών που διέπουν τα φαινόμενα αυτά, και τα αποτελέσματά της μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη νέων προτάσεων και λύσεων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Φύσις - Φυσικαὶ Ἐπιστήμαι

Φύσις καλεῖται τὸ ἐνιαῖον σύνολον σωμάτων τὰ ὁποῖα συνιστοῦν τὸν κόσμον, μετὰ τῶν ἐπιτελουμένων εἰς αὐτὰ συνεχῶν μεταβολῶν. Τὰς συντελουμένας εἰς τὴν φύσιν μεταβολάς, δηλ. τὰ διάφορα **φυσικὰ γεγονότα** θὰ ὀνομάζωμεν εἰς τὸ ἑξῆς **φαινόμενα**. Ὁ ἄνθρωπος ἐπικοινωνεῖ διὰ τῶν αἰσθήσεων μὲ τὴν φύσιν καὶ ἐκ τῆς καθημερινῆς ἐμπειρίας συγκεντρώνει γνώσεις δι' αὐτήν. Ἀλλὰ ἡ οὕτω συσσωρευομένη ἐμπειρικὴ γνώσις δέν εἶναι **ἐπιστήμη**. Εἶναι ἀπλῶς περιγραφή τοῦ φυσικοῦ κόσμου. Ἡ διαμόρφωσις τῶν ἐμπειρικῶν γνώσεων εἰς ἐπιστήμην ἀρχίζει ὅταν, **διὰ συγκρίσεως**, ταξινομηθῶν εἰς ὁμάδας, εἰς ἑκάστην τῶν ὁποίων νὰ εἶναι ἐμφανεῖς αἱ ὑπάρχουσαι ὁμοιότητες. Οὕτω καθίσταται δυνατὴ ἡ συστηματικὴ διερεῦνησις ὁρισμένων πλήθους ἀναλόγων φαινομένων καὶ ἡ ἀνέυρεσις τῶν γενικῶν ἀρχῶν ὑπὸ τῶν ὁποίων διέπονται, δηλ. τῶν **φυσικῶν νόμων**.

Φυσικαὶ ἐπιστήμαι εἶναι τὸ σύνολον τῶν ὀργανωμένων, συστηματοποιημένων καὶ γενικευμένων ἀνθρωπίνων γνώσεων διὰ τὴν φύσιν.

2. Ἐπιστημονικὴ μέθοδος

Ι. Παρατήρησις - Πείραμα.

Παρατήρησις εἶναι ἡ ἄμεσος παρακολούθησις σωμάτων καὶ φαινομένων, ὥς ταῦτα ἀπαντῶνται εἰς τὴν φύσιν. Ἀλλὰ αἱ οὕτω συλλεγόμεναι γνώσεις δέν δύνανται κατὰ κανόνα νὰ ὀδηγήσουν εἰς ἀσφαλῆ συμπεράσματα, ἐπεὶ δι' εἰς τὴν φύσιν ἕκαστον φαινόμενον ἐπηρεάζεται καὶ συσκοτίζεται ὑπὸ πλήθους ἄλλων φαινομένων.

Πείραμα εἶναι ἡ ἀναπαραγωγή φαινομένων ὑπὸ ἐλεγχόμενης συνθήκης. Διὰ τοῦ πειράματος ἐπιδιώκομεν τὴν παρακολούθησιν φαινομένων εἰς ἀπλοποιημένας συνθήκας καὶ τὴν μέτρησιν τῶν φυσικῶν μεγεθῶν τὰ ὁποῖα ὑπειστέχονται εἰς αὐτά, πρὸς ἀνέυρεσιν τῶν μεταξύ των σχέσεων, ὥς καὶ τὸν συνδυασμὸν ὁρισμένων φαινομένων, διὰ τὴν μελέτην τῆς μεταξύ των ἀλληλεπιδράσεως.

Τὸ πείραμα ἀποτελεῖ τὸ **ὄργανον** τῆς ἐπιστήμης, διὰ τοῦ ὁποίου ἀνευ-

ρίσκονται οι **νόμοι** οι διέποντες τὰ διάφορα φαινόμενα καὶ γίνεται ὁ ἔλεγχος καὶ ἡ ἐπαλήθευσις ἐπιστημονικῶν **ὑποθέσεων καὶ θεωριῶν**.

II. Νόμος - Ἐπιστημονικὴ ὑπόθεσις - Θεωρία.

Ἡ ἀπλὴ γνῶσις τῶν φαινομένων δὲν ἀποτελεῖ, ὡς εἶδομεν, ἐπιστήμην. Ἡ ἐπιστήμη ἐπεξεργάζεται τὰ φαινόμενα, προσπαθεῖ νὰ ἀνεύρῃ εἰς αὐτὰ τὴν σχέσιν **αἰτίου καὶ ἀποτελέσματος**, νὰ διατυπώσῃ δι' αὐτὰ γενικεύσεις καὶ τελικῶς νὰ τὰ **ἐξηγήσῃ**. Οὕτω ἀνευρίσκονται οἱ φυσικοὶ νόμοι καὶ γεννῶνται αἱ ἐπιστημονικαὶ ὑποθέσεις καὶ θεωρίαι.

Νόμος διέπων ἐν φαινομένον καλεῖται ἡ γενικευμένη διατύπωσις τῶν συμπερασμάτων περὶ τὸ φαινόμενον τοῦτο, εἰς τὴν ὁποίαν καταλήγομεν μετὰ σειρὰν συστηματικῶν παρατηρήσεων καὶ πειραμάτων. Διὰ τοῦ νόμου ἀποδίδεται — ὑπὸ μορφὴν φραστικῆς διατυπώσεως ἢ μαθηματικῆς ἐκφράσεως — ἡ σχέσις μετὰ τῶν φυσικῶν μεγεθῶν τὰ ὁποῖα ὑπεισέχονται εἰς τὸ φαινόμενον.

Ὑπόθεσις καλεῖται σύνολον προτάσεων διὰ τῶν ὁποίων οἱ ἐπιστήμονες προσπαθοῦν νὰ συνδέσουν καὶ νὰ ἐπεξηγήσουν ὠρισμένον πληθὸς φαινομένων. Ἐκαστον τῶν φαινομένων τούτων **ἐξηγεῖται**, ἐὰν δεῖξωμεν ὅτι **πρέπει νὰ συμβῇ**, ὡς ἀναγκαῖα συνέπεια τῶν προτάσεων τῆς ὑποθέσεως. Ἐν συνεχείᾳ, μὲ βάσιν τὰς προτάσεις τῆς ὑποθέσεως, δύναται νὰ προβλεφθῇ **τί θὰ πρέπῃ νὰ συμβῇ** εἰς ὠρισμένας συνθήκας, ἐφ' ὅσον ἡ ὑπόθεσις εἶναι ἀληθής. Οὕτω, αἱ ὑποθέσεις ὑποδεικνύουν τὰς συνθήκας ὑπὸ τὰς ὁποίας εἶναι πιθανὴ ἡ ἀνακάλυψις νέων φαινομένων. Αἱ προβλέψεις αὗται ὑποβάλλονται εἰς πειραματικὸν ἔλεγχον, ἐφ' ὅσον δὲ δὲν ἐπαληθευθοῦν, ἡ ὑπόθεσις πρέπει νὰ ἐγκαταλειφθῇ καὶ νὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ ἑτέρας. Ἐὰν ὅμως τὸ πείραμα δεῖξῃ ὅτι αἱ προβλέψεις ἦσαν ὀρθαί, τότε ἡ ὑπόθεσις γίνεται **θεωρία**.

Θεωρία εἶναι λοιπὸν ἡ ὑπόθεσις ἡ ὁποία ἔχει ὑποστῇ ἐπιτυχῶς τὸν ἔλεγχον τῆς προβλέψεως φαινομένων καὶ τῆς ἐν συνεχείᾳ πειραματικῆς ἐπαληθεύσεως αὐτῶν. Ἐὰν ὅμως βραδύτερον προκύψουν νέα δεδομένα, ἐρχόμενα εἰς ἀντίθεσιν μὲ τὴν θεωρίαν, πρέπει καὶ αὕτη νὰ ἐγκαταλειφθῇ πλήρως ἢ νὰ τροποποιηθῇ καταλήλως. Ἐὰν ὅμως κάθε πειραματικὸς ἔλεγχος ἀποδεικνύει συνεχῶς τὴν θεωρίαν ἀληθῆ, τότε αὕτη ἀποτελεῖ οὐσιώδεις τμήματα τῆς ἐπιστήμης καὶ λαμβάνει πλέον ἰσχνὸν νόμον.

Ἡ ἐπιστημονικὴ μέθοδος συνίσταται ἐπομένως ἀπὸ τὰ ἐξῆς τέσσαρα στάδια :

- α) **Παρατηρήσεις καὶ πειράματα διὰ τὴν ἀνακάλυψιν φαινομένων.**
- β) **Σύγκρισις καὶ ταξινόμησις τῶν φαινομένων τούτων, ὡς καὶ ἀνεύρεσις τῶν νόμων οἱ ὁποῖοι τὰ διέπουν.**
- γ) **Διατύπωσις ὑποθέσεων διὰ τὴν ἐξήγησιν αὐτῶν.**
- δ) **Ἐλέγχος καὶ ἐπαλήθευσις τῶν ὑποθέσεων, ὁδηγοῦσα τελικῶς εἰς τὴν δημιουργίαν θεωριῶν.**

3. Ἡ Χημεία, κλάδος τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν

Αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι ἀποτελοῦν οὐσιαστικῶς ἐνιαῖον σύνολον. Ἀλλὰ ἡ ταχεία αὐξήσις τοῦ ὄγκου τῶν ἐπιστημονικῶν γνώσεων κατέστησεν ἀδύνατον τὴν ἐνιαίαν κατανόησιν αὐτῶν ἀπὸ ἑνα καὶ μόνου ἀνθρώπινου νοῦν. Οὕτω ἔγινεν ἀναγκαία ἡ διαίρεσις τῆς ἐπιστήμης καὶ προέκυψαν ἡ Χημεία, ἡ Φυσικὴ, ἡ Γεωλογία, ἡ Ἀστρονομία, ἡ Βιολογία κ. ἄ. Πάντως, ἡ ἀνωτέρω διαίρεσις εἶναι συμβατικὴ καὶ ἐν πολλοῖς ἀνθαίρετος. Ὅλοι οἱ ἐπιστημονικοὶ κλάδοι ἐνοῦνται εἰς ἓνα κοινὸν καὶ σχηματίζουν τὸ δένδρον τῆς ἐπιστήμης.

Χημεία εἶναι ἡ ἐπιστήμη ἡ ὁποία ἀσχολεῖται μὲ τὴν μελέτην τῆς συστάσεως καὶ τῶν ιδιοτήτων τῆς ὕλης, ὡς καὶ τῶν μεταβολῶν τῆς ὁποίας ὑφίσταται αὕτη. Εἰδικώτερον ἐρευνᾷ τὰ φαινόμενα κατὰ τὴν ἀλληλεπίδρασιν διαφόρων σωμάτων, κυρίως δὲ ἐκεῖνα τὰ ὁποῖα ὁδηγοῦν εἰς ἀλλοίωσιν τῆς συστάσεως τῆς ὕλης (χημικὰ φαινόμενα).

4. Ἱστορία τῆς Χημείας

I. Ἀρχαία ἐποχή. Ἡ Χημεία ὡς ἐπιστήμη, κατὰ τὸν δοθέντα ἀνωτέρω ὅρισμόν, διεμορφώθη μόνον κατὰ τοὺς δύο τελευταίους αἰῶνας. Ἀλλὰ πολλοὶ χημικαὶ μέθοδοι καὶ ἐπεξεργασίαι ἐχρησιμοποιοῦντο ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων διὰ πρακτικούς σκοπούς. Οὕτω ἐπετυγχάνετο ἡ ἐξαγωγή μετάλλων, ἡ παρασκευὴ ὑάλου καὶ εἰδῶν κεραμεικῆς ἀπὸ διάφορα ὑλικά, ἡ παρασκευὴ ἀλκοολούχων ποτῶν, ἀρωμάτων καὶ φαρμάκων ἀπὸ φυτὰ, ἡ χρῆσις ὀρυκτῶν χρωμάτων διὰ βαφῆν, διακόσμησην κ.λ.π. Ἐπομένως ἡ Χημεία ὡς *Τέχνη* ἐνεφανίσθη ἀπὸ χιλιετηρίδων καὶ συνδέεται στενὰ μὲ τὴν ἐπίπονον προσπάθειαν τοῦ ἀνθρώπου διὰ τὴν βελτίωσιν τῶν βιοτικῶν συνθηκῶν. Οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες σοφοί, παρ' ὅλον ὅτι γενικῶς δὲν ἡσχολοῦντο μὲ τὰς πρακτικὰς ἐφαρμογὰς καὶ μὲ πειραματικὰς ἐπαληθεύσεις τῶν συλλογισμῶν τῶν, διετύπωσαν ἐν τούτοις φιλοσοφικὰς θεωρίας περὶ συστάσεως τῆς ὕλης, αἱ ὁποῖαι δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἐναρξὲς δημιουργίας *τῆς ἐπιστήμης τῆς Χημείας*. Οὕτω διευπλώθησαν κατὰ τὴν κλασσικὴν ἐποχὴν ὡς φιλοσοφικαὶ θεωρίαι:

α) *Ἡ ἀσυνέχεια τῆς ὕλης*, δηλ. ἡ ἀντίληψις ὅτι ἡ ὕλη συνίσταται ἀπὸ μικρότατα αὐτοτελῆ ἀδιαίρετα σωματία (ἄτομα. Δημόκριτος κ. ἄ.) β) *Ἡ ἀφθαρσία τῆς ὕλης* (Ἐμπεδοκλῆς, Ἀναξαγόρας κ. ἄ.) γ) Ἡ ἀντίληψις τοῦ σχηματισμοῦ τῶν ποικίλων μορφῶν ὕλης ἀπὸ ὀλίγα πρωταρχικὰ *στοιχεῖα* (Γῆ, ἀήρ, πῦρ, ὕδωρ. Ἀριστοτέλης).

II. Περίοδος Ἀλχημείας. Ἡ Χημεία, ὡς ἰδιαιτέρα ὑπὸ τὴν τότε ἔννοιαν ἐπιστήμη, ἐμφανίζεται διὰ πρώτην φορὰν εἰς τὴν Αἴγυπτον κατὰ τοὺς ἐλληνιστικούς χρόνους. Τότε διεμορφώθη ἡ *Τερά Τέχνη*, δηλ. ἡ προσπάθεια *κατασκευῆς χρυσοῦ* ἀπὸ εὐτελεῆ ὑλικά. Ἐπρόκειτο περὶ συνδυασμοῦ τῶν σημαντικῶν τεχνικῶν γνώσεων, ἀλλὰ καὶ τῆς μυστικοπαθείας τῶν Αἰγυπτίων ἱερέων, μὲ τὰς φιλοσοφικὰς θεωρίας τῶν Ἑλλήνων σοφῶν. Τότε ἀναφέρεται διὰ πρώτην φορὰν καὶ ὁ ὅρος *Χημεία (Ζώσιμος)*, προερχόμενος πιθανῶς ἀπὸ τὴν Αἰγυπτιακὴν λέξιν *χέμη*, ἡ ὁποία σημαίνει μαύρη γῆ. Κατὰ τὴν περίοδον αὐτήν, διὰ πρώτην φορὰν χρησιμοποιοῦνται ὑποτυπώδη χημικὰ ἐργαστήρια. Οἱ Ἀραβες (οἱ ὁποῖοι κατέλαβον τὴν Αἴγυπτον κατὰ τὸν 7ον μ. Χ. αἰῶνα) προσέθεσαν εἰς τὴν λέξιν Χημεία τὸ ἀραβικὸν ἄρθρον *άλ* καὶ οὕτω προέκυψεν ὁ ὅρος *ἄλχη*

μεία, ὁ ὁποῖος χαρακτηρίζει ὁλόκληρον τὴν περίοδον μέχρι καὶ τὸν 15ον αἰώνα. Οἱ ἀλχημιστοὶ (ἀρχικῶς οἱ Ἄραβες καὶ ἐν συνεχείᾳ οἱ Εὐρωπαῖοι) ἀνέπτυξαν τὴν Ἀριστοτελεῖου προελεύσεως θεωρίαν τῆς συστάσεως παντὸς σώματος ἀπὸ τρία πρωταρχικὰ στοιχεῖα: ὑδράργυρον, θεῖον, ἄλας. Κυρία ἐπιδιώξεις τῶν ἀλχημιστῶν ἦτο ἡ ἀνέυρεσις τῆς *φιλοσοφικῆς λίθου*, διὰ τῆς ὁποίας θὰ μετέτρεπον τὰ ἀγενῆ μέταλλα εἰς χρυσὸν καὶ ἄργυρον. Παρὰ τὸ οὐτοπικὸν τῆς προσπάθειας, οἱ ἀλχημιστοὶ ἐπέτυχον σημαντικὰς χημικὰς ἀνακαλύψεις, ὥστε δικαίως ἡ ἀλχημεία νὰ θεωρῇται πρόδρομος τῆς συγχρόνου Χημείας. Σπουδαιότεροι ἀλχημιστοὶ ἦσαν οἱ Ἄραβες Geber, Avicenna κ. ἄ. Εἰς δὲ τὴν Δυτ. Εὐρώπῃν ὁ Magnus (1193—1280), ὁ Roger Bacon (1214—1294) κ. ἄ.

III. Περίοδος Ἱατροχημείας. Κατὰ τὰς ἀρχὰς τοῦ 16ου αἰῶνος ἐμφανίζεται ἡ *ιατροχημεία*, σκοπὸς τῆς ὁποίας ἦτο ἡ ἀνακάλυψις τοῦ *ἐλιξηρίου τῆς ζωῆς* (τὸ ὅποιον συχνὰ ἐταυτίζετο μὲ τὴν φιλοσοφικὴν λίθον), διὰ τοῦ ὁποίου θὰ ἐθεραπεύοντο ὅλα αἱ ἀσθένειαι καὶ θὰ ἐξασφαλιζέτο ἡ αἰώνιος νεότης. Φυσικά, καὶ ἡ νέα προσπάθεια ἦτο οὐτοπική. Κατ' αὐτὴν ὅμως οἱ ἱατροχημικοὶ ἀνεκάλυψαν πολλὰς οὐσίας μὲ θεραπευτικὰς ἰδιότητας καὶ, παρὰ τὰς δεισιδαιμονίας τῶν, ὠδήγησαν βαθμηδὸν τὴν Χημείαν εἰς τὴν ὀρθὴν ὁδὸν τῆς ἐπιστημονικῆς ἐρεῦνης. Ἰδρυτὴς τῆς ἱατροχημείας ὑπῆρξεν ὁ Παράκελσος (1493—1541), κορυφαῖος δὲ ἐκπρόσωπος ὁ Van Helmont (1574—1644), εἰς τὸν ὅποιον διαφαίνεται πλέον ἄληθες ἐπιστημονικὸν πνεῦμα.

IV. Νεωτέρα περίοδος Χημείας. Τὰς πρώτας βάσεις τῆς Χημείας ὡς ἐπιστήμης, ὑπὸ τὴν σημερινὴν ἔννοιαν, ἀπηλλαγμένης ἀπὸ δεισιδαιμονίας καὶ προλήψεως, ἔθεσεν ὁ Robert Boyle (1627—1691). Οὗτος εἰσήγαγεν τὴν πειραματικὴν μέθοδον εἰς τὴν Χημείαν, πρὸς ἔλεγχον τῶν θεωριῶν, καὶ καθώρισεν ἐπιστημονικῶς τὴν ἔννοιαν τῶν *στοιχείων*, καταρρίψας τὰς ἀλχημιστικὰς ἀντιλήψεις. Βραδύτερον, κυρίως ἀπὸ τὸν Stahl (1660—1734), διευτυώθη ἡ *φλογιστικὴ θεωρία*, πρὸς ἐξήγησιν τῆς καύσεως τῶν διαφόρων σωμάτων. Κατ' αὐτὴν, εἰς ὅλα τὰ μέταλλα ὑπάρχει ἓνα ἀόρατον κοινὸν συστατικόν, τὸ *φλογιστόν*, τοῦ ὁποίου ἡ ἔξοδος προκαλεῖ τὴν μετατροπὴν αὐτῶν εἰς ὀξείδια. Ἀντιστρόφως, ἡ μετατροπὴ τῶν ὀξειδίων εἰς μέταλλα ἐπιτυγχάνεται διὰ κατεργασίας μὲ οὐσίας πλουσίας εἰς φλογιστόν, ὅπως ἐπιστεῦτο π. χ. ὅτι εἶναι ὁ ἀνθραξ. Οὕτω ἐξηγεῖτο ἡ τεχνικὴ τῆς παρασκευῆς μετάλλων καὶ ἄλλαι χημικαὶ ἐπεξεργασίαι. Ἡ φλογιστικὴ θεωρία εἶναι ἡ πρώτη ἐπιστημονικὴ προσπάθεια ἐνείας ἐξηγήσεως χημικῶν φαινομένων, καὶ παρὰ τὸ ὅτι ἀπεδείχθη ἐσφαλμένη, ἔπαιξεν σπουδαῖον ρόλον εἰς τὴν πρόοδον τῆς Χημείας. Οἱ φλογιστοιστὰι ἀνεδείχθησαν μεγάλοι ἐρευνηταὶ καὶ ὁ 18ος αἰὼν χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὴν ταχεῖαν ἀνακάλυψιν πολλῶν στοιχείων καὶ ἄλλων χημικῶν οὐσίων. Οὕτω οἱ: Scheele (1742—1786, χλωρίον, ὀξυγόνον κ. ἄ.), Priestley (1733—1804, ὀξυγόνον ἀνεξαρτήτως τοῦ Scheele κ. ἄ.), Cavendish (1731—1810, ὕδρογόνον κ. ἄ.), καὶ πολλοὶ ἄλλοι δίδουν τεραστίαν ὠθησιν εἰς τὴν χημικὴν ἔρευναν.

Ὁ Lavoisier (1743—1794) εἰσήγαγεν τὸν ζυγὸν εἰς τὴν χημικὴν ἔρευναν καὶ κατέρριψεν τὴν φλογιστικὴν θεωρίαν, ἀποδείξας ὅτι τὰ μέταλλα καίμενα καθίστανται βαρύτερα, διότι ἐνοῦνται μὲ τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ὁ Lavoisier, ὁ ὁποῖος ἀπέδειξεν πειραματικῶς διὰ τοῦ ζυγοῦ τὴν *ἀφθαρσίαν τῆς ὕλης*, δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ὁ πατὴρ τῆς συγχρόνου Χημείας.

V. Σύγχρονος Χημεία. Μετὰ τὸν Lavoisier, ἡ Χημεία ἀναπτύσσεται rapidῶς καθ' ὅλον τὸν 19ον αἰώνα, διὰ τῶν ἐργασίων μεγάλων ἐπιστημόνων. Ἀνακαλύπτονται οἱ νόμοι οἱ διέποντες τὰ χημικὰ φαινόμενα (Proust, Dalton, Richter, Gay Lussac κ. ἄ.). Διατυπῶνται ἐπὶ ἐπιστημονικῆς βάσεως ἡ ἄτομικὴ καὶ μοριακὴ θεωρία (Dalton, Avogadro, Cannizzaro κ. ἄ.). Καθιερῶνται ὁ σύγχρονος χημικὸς συμβολισμὸς (Berzelius κ. ἄ.), δημιουργεῖται τὸ περιοδι-

κόν σύστημα τών στοιχείων (Mendeleef, Meyer), διαμορφούται καί αναπτύσσεται ή οργανική Χημεία (Wöhler, Liebig, Berthelot, Berzelius κ. ἄ.) κ.λ.π. Εἰς τὸ τέλος τοῦ 19ου αἰῶνος ἀνακαλύπτεται ή ραδιενέργεια καί τὰ ραδιενεργά στοιχεία (Beckerel, ζεύγος Curie) καί ἀνοίγεται ή ὁδός διὰ τήν διερεύνησιν, ἀπὸ τὰς ἀρχὰς τοῦ 20οῦ αἰῶνος, τῆς δομῆς τοῦ ἀτόμου (Rutherford, Bohr, Sommerfeld κ. ἄ.)

Ἡ συνέχεια ἀφορᾷ πλέον τὰ σημερινὰ θαυμαστά ἐπιτεύγματα εἰς τὴν Χημείαν καί τὰς ἄλλας ἐπιστήμας καί τὴν δημιουργίαν τῆς ἀτομικῆς ἐποχῆς, εἰς τὴν ὁποίαν ζῶμεν.

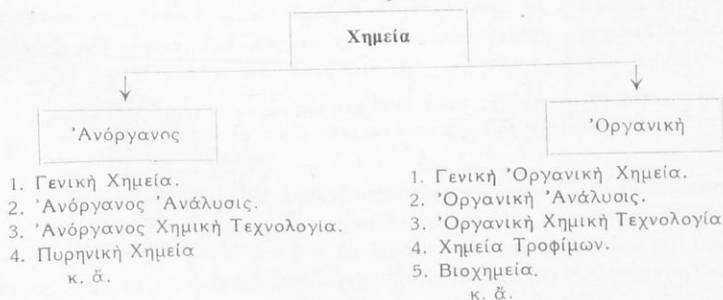
5. Ἐφαρμογαὶ τῆς συγχρόνου Χημείας

Ἡ ἀνάπτυξις τῆς χημικῆς ἐρεῦνης κατὰ τὴν τελευταίαν ἑκατονταετίαν ἔδωσεν καταπληκτικὰ πρακτικὰ ἀποτελέσματα. Ἐπενεύθησαν νέα μέθοδοι διὰ τὴν παρασκευὴν γνωστῶν ὑλῶν εἰς καλλιτέραν ποιότητα καὶ μὲ μικρότερον κόστος, καὶ κατεσκευάσθησαν νέα ὑλικά τὰ ὁποῖα εὗρον τεραστίας ἐφαρμογὰς (χρώματα, φάρμακα, πλαστικά, συνθετικά ὑφάσματα κ. ἄ.). Ἡ σύγχρονος **Χημικὴ Βιομηχανία** παρᾶγει καταπληκτικὴν ποικιλίαν προϊόντων καὶ ἀποτελεῖ ἓνα ἀπὸ τὰ κύρια γνωρίσματα τοῦ συγχρόνου τεχνικοῦ πολιτισμοῦ.

6. Διαιρέσεις τῆς Χημείας

Ἡ Χημεία διαφεύεται εἰς δύο μεγάλους κλάδους, τὴν **Ἀνόργανον** καὶ τὴν **Ὄργανικήν**. Ἡ Ἀνόργανος Χημεία ἢ Ὄρυκτοχημεία, ἡ ὁποία εἶναι ἀντικείμενον τοῦ παρόντος βιβλίου, ἐξετάζει τὰ στοιχεῖα καὶ τὰς ἐνώσεις αὐτῶν, πλὴν τῶν ἐνώσεων τοῦ ἀνθρακος, τὰς ὁποίας μελετᾷ ἡ Ὄργανικὴ Χημεία. Σήμερον ἕκαστος κλάδος ὑποδιαφεύεται εἰς πολλὰ τμήματα, ὅπως φαίνεται εἰς τὸν κάτωθι πίνακα :

Πίναξ 1.



Ἐρωτήσεις :

- α. Τί εἶναι : 1) Ἡ φύσις. 2) Τὰ φαινόμενα. 3) Αἱ φυσικαὶ ἐπιστήμαι.
- 4) Παρατηρήσεις—πείραμα. 5) Φυσικὸς νόμος.

β. Ποία ἡ ἔννοια τῶν ὄρων *ἐπιστημονικὴ ὑπόθεσις καὶ θεωρία*.

γ. Εἰς τί συνίσταται ἡ *ἐπιστημονικὴ μέθοδος*.

δ. Ποῖοι οἱ κυριώτεροι κλάδοι τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν. Τί εἶναι εἰδικώ-
τερον ἡ *Χημεία*.

ε. Ἀναφέρατε συνοπτικῶς τὰ κυριώτερα στάδια εἰς τὴν ἐξέλιξιν τῆς Χη-
μείας, μέχρι τῆς συγχρόνου ἐποχῆς.

στ. Ποία ἡ πρακτικὴ σημασία τῆς Χημείας διὰ τὸν σύγχρονον ἄνθρωπον.

ζ. Ποῖοι οἱ δύο κυριώτεροι κλάδοι τῆς Χημείας. Περαιτέρω ὑποδιαίρε-
σις αὐτῶν.

ΓΕΝΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΥΛΗ - ΕΝΕΡΓΕΙΑ - ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ - ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

1. "Υλη - 'Ενέργεια

I. "Υλη. Από την καθημερινήν πείραν γνωρίζομεν ότι όλα τὰ ἀντικείμενα τὰ ὁποῖα ἀντιλαμβανόμεθα διὰ τῶν αἰσθήσεων ἔχουν **ὄγκον**, δηλ. καταλαμβάνουν ἓνα τμῆμα τοῦ περιβάλλοντος χώρου, καὶ ἐμφανίζουν **ἀδράνεια**, δηλ. ἀνθίστανται ὅταν προσπαθοῦμεν νὰ μεταβάλωμεν τὴν κινητικὴν τῶν κατάστασιν. Μέτρον τῆς ἀδρανείας τῶν σωμάτων εἶναι ἡ **μᾶζα** αὐτῶν, ὁριζομένη ἀπὸ τὸν θεμελιώδη νόμον τῆς δυναμικῆς, ὡς τὸ πηλίκον τῆς ἐπιδρώσης ἐπὶ τοῦ σώματος σταθερᾶς δυνάμεως, διὰ τῆς ἐπιταχύνσεως τὴν ὁποίαν ἀποκτᾷ τοῦτο :

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

Πᾶν ὅτι χαρακτηρίζεται ἀπὸ μᾶζαν καὶ ὄγκον καλεῖται ὕλη. Ἡ ὕλη εἶναι τὸ μέσον ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐπιτελοῦνται τὰ διάφορα φαινόμενα εἰς τὴν φύσιν, δηλ. ἐκεῖνο τὸ ὁποῖον ὑφίσταται τὴν μεταβολήν. Ἡ μᾶζα ἀποτελεῖ ποσοτικὴν ἔκφρασιν τῆς ὕλης τῶν διαφόρων σωμάτων.

Εἰς τὴν Γῆν, γενικὸν γνώρισμα τῆς ὕλης εἶναι ἐπίσης καὶ τὸ **βάρος**, δηλ. ἡ δύναμις μετὰ τὴν ὁποίαν τὸ ὄψμα ἔλκεται ὑπὸ τῆς Γῆς. Τὸ βάρος εἶναι ἀντίλογον τῆς μᾶζης τοῦ σώματος.

II. Σύστασις ὕλης. Ὡς ἀναπτύσσεται ἔκτενῶς βραδύτερον (Κεφάλαιον Δ'), ἡ ὕλη εἶναι **ἀσυνεχής**, συνισταμένη ἀπὸ μικρότατα σωμάτια, **τὰ ἄτομα**. Ταῦτα ἀποτελοῦνται ἀπὸ πυρῆνα ἐκ **πρωτονίων** καὶ **νετρονίων** καὶ ἀπὸ νέφος ἢ περίβλημα ἠλεκτρονίων περὶ αὐτοῦ. Τὰ ἄτομα συνδυάζονται διὰ νὰ σχηματίσιν μεγαλύτερα, αὐτοτελῆ συγχροτήματα, τὰ **μόρια**.

Τὰ κύρια ἰδιαιτέρα χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τῶν διαφόρων σωμάτων ὁφείλονται εἰς τὴν κατασκευὴν τοῦ μορίου αὐτῶν.

III. Ἐνέργεια. Αἱ μεταβολαὶ εἰς τὴν φύσιν προκαλοῦνται ἀπὸ ἕτερον

φυσικὸν παράγοντα, τὸν ὁποῖον ὀνομάζομεν *ἐνέργειαν*. Οὕτω π. γ. ἡ θερμότης ὑπὸ τῆς ὁποίας προκαλεῖται τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος, εἶναι μιὰ μορφή ἐνεργείας. Ἡ ἐνέργεια ἀποτελεῖ φυσικὸν ποσὸν δυνάμενον νὰ μετρηθῇ, ἐμφανίζεται δὲ ὑπὸ διαφόρων μορφῶν, αἱ ὁποῖαι δύνανται νὰ μετατρέπονται εἰς ἀλλήλας (θερμότης, φῶς, ἡλεκτρισμός, κινητικὴ ἐνέργεια κ. ἄ.). Ἡ ἐνέργεια εἶναι ἀναποσπάστως συνδεδεμένη μετὰ τὴν ὕλην, ἕκαστον δὲ σῶμα ἢ σύστημα σωμάτων ἔχει ὀρισμένην *ἐσωτερικὴν* ἐνέργειαν, ἐξαρτωμένην ἀπὸ τὴν μᾶζαν καὶ τὴν σύστασιν αὐτοῦ, ὥς καὶ τὰς φυσικὰς συνθήκας ὑπὸ τὰς ὁποίας εὗρίσκεται. Ἡ συνολικὴ ἐσωτερικὴ ἐνέργεια δὲν δύναται νὰ μετρηθῇ. Μετροῦνται μόνον αἱ μεταβολαὶ αὐτῆς κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν φαινομένων.

Ἡ ἐνέργεια εἶναι φυσικὴ ὀντότης ἀναποσπάστως συνδεδεμένη μετὰ τῆς ὕλης, αἱ δὲ μεταβολαὶ αὐτῆς εἶναι τὸ αἷτιον τῶν φαινομένων εἰς τὴν φύσιν.

Ὡς θὰ εἶδωμεν περαιτέρω (Κεφάλαιον Γ'), ὕλη καὶ ἐνέργεια δύνανται νὰ μετατρέπονται εἰς ἀλλήλας, ἐνοποιούμενα εἰς μίαν ἐνιαίαν φυσικὴν ὀντότητα.

2. Φαινόμενα

Ι. Φυσικὰ - Χημικὰ φαινόμενα. Τὰ διάφορα φαινόμενα, δηλ. αἱ ἐπιτελούμεναι εἰς τὴν φύσιν συνεχεῖς μεταβολαί, ταξινομοῦνται κατ' ἄρχὴν εἰς *φυσικὰ καὶ χημικὰ τοιαῦτα*.

1. Φυσικὰ φαινόμενα καλοῦνται αἱ μεταβολαὶ κατὰ τὰς ὁποίας δὲν ἀλλοιοῦνται ἡ σύστασις τῆς ὕλης, δηλ. δὲν μεταβάλλεται τὸ μῆριον.

Ἀκριβῶς ἐπειδὴ δὲν δημιουργεῖται νέον εἶδος μορίου — δηλαδή νέον σῶμα — τὸ φαινόμενον ἐπηρεάζει μόνον ὀρισμένας, καὶ μάλιστα ὄχι τὰς οὐσιώδεις, ιδιότητας τοῦ σώματος. Τὰ φυσικὰ φαινόμενα εἶναι συνήθως ἀντιστρέψιμα, δηλ. τὸ σῶμα δύναται νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν κατάστασιν. Οὕτω ὁ πάγος διὰ θερμάνσεως τήκεται, ἀλλὰ τὸ προκύπτον ὕδωρ μετατρέπεται ἐνκόλως ἐκ νέου εἰς πάγον διὰ ψύξεως. Συνήθῃ φυσικὰ φαινόμενα εἶναι αἱ μεταβολαὶ τῆς φυσικῆς καταστάσεως (τῆξις στερεῶν, ἐξαέρωσις ὑγρῶν καὶ ἀντιστροφή), ἡ διαστολή, ἡ κίνησις τῶν σωμάτων κ. λ. π. Μὲ τὴν συστηματικὴν μελέτην τῶν φυσικῶν φαινομένων ἀσχολεῖται ἡ *Φυσικὴ*.

2. Χημικὰ φαινόμενα καλοῦνται αἱ μεταβολαὶ κατὰ τὰς ὁποίας ἀλλοιοῦνται ἡ σύστασις τῆς ὕλης, δηλ. μεταβάλλεται τὸ μῆριον. Ἐπειδὴ δημιουργεῖται νέον εἶδος μορίου — δηλ. νέον σῶμα — μεταβάλλονται ριζικῶς αἱ οὐσιώδεις ιδιότητες τῆς ὕλης. Τὰ χημικὰ φαινόμενα καλοῦνται *μόνιμοι μεταβολαί*, μετὰ τὴν ἔννοιαν ὅτι συνήθως δὲν δυνάμεθα νὰ ἐπανέλθωμεν ἐνκόλως εἰς τὴν ἀρχικὴν κατάστασιν, ἐνίστε δὲ τοῦτο εἶναι πρακτικῶς ἀδύνατον. Οὕτω κατὰ τὴν καύσιν τοῦ ἀνθρακὸς σχηματίζεται νέον σῶμα, τὸ διο-

ξείδιον τοῦ ἀνθρακος, μὲ τελείως διαφόρους ιδιότητες, ἐκ τοῦ ὁποίου εἶναι πολὺν δίσκολον νὰ ληφθῇ ἐκ νέου ἀνθραξ καὶ ὀξυγόνον. Τὴν ἀποδομένην ἢ ἀπορροφουμένην κατὰ τὰ χημικὰ φαινόμενα ἐνέργειαν — ἡ ὁποία συνήθως εἶναι πολὺν μεγαλύτερα ἀπὸ τὰς μεταβολὰς ἐνεργείας κατὰ τὰ φυσικὰ φαινόμενα — καλοῦμεν **χημικὴν ἐνέργειαν**. Αὕτη ἐμφανίζεται συνήθως ὑπὸ μορφὴν θερμότητος, ἀλλὰ καὶ ὡς ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια, φῶς κ. λ. π., ὁφείλεται δὲ εἰς μεταβολὴν τῆς ἐσωτερικῆς ἐνεργείας τῆς ὕλης. Τὰ χημικὰ φαινόμενα καλοῦνται συνηθέστερον **χημικαὶ ἀντιδράσεις**. Συνήθῃ χημικὰ φαινόμενα εἶναι ἡ καύσις ἀνθρακος, ξύλων, πετρελαίου κ. ἄ., ἡ ὀξείδωσις τῶν διαφόρων μετάλλων, ἡ ὀξίνισις τοῦ γάλακτος, ἡ σήψις διαφόρων οὐσιῶν κ.λ.π. Ἡ συστηματικὴ μελέτη τῶν χημικῶν φαινομένων εἶναι τὸ κύριον ἀντικείμενον **τῆς Χημείας**.

Παρὰ τὴν ἀπλότητα τῆς ἀνωτέρω ταξινομήσεως, ἀπεδείχθη ὅτι δὲν ὑπάρχουν σαφεῖ διαχωριστικὰ ὅρια μεταξὺ φυσικῶν καὶ χημικῶν φαινομένων, διότι ὁρισμένα μεταβολαὶ ἐμφανίζουν γνωρίσματα καὶ τῶν δύο κατηγοριῶν. Ἐν τούτοις, ἡ **κατ' ἀρχὴν** κατάταξις τῶν φαινομένων εἰς φυσικὰ καὶ χημικὰ ἀπετέλεσεν σημαντικὸν παράγοντα εἰς τὴν διαμόρφωσιν καὶ ἐξέλιξιν τῆς Φυσικῆς καὶ Χημείας. Ἐνας τρίτος ἐπιστημονικὸς κλάδος, ἡ **Φυσικοχημεία**, ἀνεπτύχθη εἰς τὰ ὅρια τῶν δύο τούτων ἐπιστημῶν, ἀποτελοῦσα τὴν μεταξὺ αὐτῶν γέφυραν καὶ ἐνοποιοῦσα οὐσιαστικῶς αὐτάς.

II. Σήμερον εἶναι γνωστὴ καὶ μία τρίτη κατηγορία μεταβολῶν, πολὺ περισσότερον ριζικῶν ἀπὸ τὰς δύο προηγουμένας, τὰ **πυρηνικὰ φαινόμενα**. Οὕτω καλοῦνται αἱ μεταβολαὶ κατὰ τὰς ὁποίας ἀλλοιοῦνται ἡ σύστασις τοῦ πυρρήνους τῶν ἀτόμων, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν δημιουργίαν νέων στοιχείων δηλ. τὴν μεταστοιχείωσιν.

3. Ἰδιότητες σωμάτων

Ἰδιότητες σώματος εἶναι τὸ σύνολον τῶν ιδιαιτέρων χαρακτηριστικῶν γνωρισμάτων, διὰ τῶν ὁποίων τοῦτο διακρίνεται ἀπὸ τὰ ἄλλα σώματα.

Αἱ ἰδιότητες, κατ' ἀναλογίαν πρὸς τὰ φαινόμενα, διακρίνονται εἰς χημικὰς καὶ φυσικὰς.

I. Χημικαὶ ἰδιότητες. Οὕτω καλοῦνται αἱ ἰδιότητες αἱ ὁποιαὶ **συνδέονται θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς μὲ χημικὰ φαινόμενα.**

Ἀλλὰ κατὰ τὰ χημικὰ φαινόμενα ἀλλοιοῦνται ἡ σύστασις τῆς ὕλης, σχηματιζομένου νέου εἶδους μορίου. Ὅταν ἐπομένως ἐκδηλοῦται θετικῶς χημικὴ ἰδιότης σώματος, τοῦτο παύει νὰ ὑπάρχῃ, μετατρέπομενον εἰς ἄλλο σῶμα. Οὕτω π.χ. ἡ ἰδιότης τοῦ ἀνθρακος **νὰ καίεται** εἶναι χημικὴ ἰδιότης, διότι κατὰ τὴν ἐκδήλωσίν τῆς ὁ ἀνθραξ μετατρέπεται εἰς νέον σῶμα, τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος. Ἀλλὰ καὶ ἡ ἰδιότης τοῦ ἀργύρου **νὰ μὴν καίεται** εἶναι ἐπίσης χημικὴ ἰδιότης, διότι συνδέεται ἀρνητικῶς μὲ τὸ χημικὸν φαινόμενον **τῆς**

καύσεως. τοῦ ὁποίου ἡ θετική ἐκδήλωσις ἐπὶ ἄλλων σωμάτων (π.χ. τοῦ ἄν-
θρακος) ἀποτελεῖ χημικὴν ιδιότητα.

II. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ὅλαι αἱ ἄλλαι πλὴν τῶν χημικῶν, ὡς
αὐτὰ ὁρίσθησαν προηγουμένως. Ἐπομένως ἡ ἐκδήλωσις τῶν φυσικῶν ιδιο-
τήτων δὲν σχετίζεται μὲ ἀλλοίωσιν τῆς συστάσεως τῆς ὕλης. Οὕτω π.χ. τὸ
χρῶμα, ἡ πυκνότης, ἡ ὁσμὴ, ἡ σκληρότης, τὸ εὐτήκτον ἢ δύστηκτον, ἡ εὐ-
κόλος ἢ δύσκολος ἐξαέρωσις κ.ἄ., ἀποτελοῦν φυσικὰς ιδιότητας τῶν σωμάτων.

4. Περίληψις κεφ. Α'.

1. Ὑλη εἶναι πᾶν ὅτι χαρακτηρίζεται ἀπὸ μᾶζαν καὶ ὄγκον, ἀποτελεῖ
δὲ τὸ μέσον ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐπιτελοῦνται αἱ διάφοροι μεταβολαί. Ἡ ὕλη
ἀποτελεῖται ἀπὸ **ἄτομα**, συνδεδευσμένα εἰς **μόρια**.

Ἐνέργεια εἶναι τὸ αἷτιον τῶν μεταβολῶν εἰς τὴν φύσιν.

2. Φαινόμενα καλοῦνται αἱ ἐπιτελούμεναι εἰς τὴν φύσιν μεταβολαί.

Φυσικὰ φαινόμενα καλοῦνται αἱ μεταβολαὶ κατὰ τὰς ὁποίας δὲν ἁλ-
λοιοῦται ἡ σύστασις τῆς ὕλης, δηλ. δὲν μεταβάλλεται τὸ μόριον.

Χημικὰ φαινόμενα καλοῦνται αἱ μεταβολαὶ κατὰ τὰς ὁποίας ἁλλοιοῦ-
ται ἡ σύστασις τῆς ὕλης, δηλ. δημιουργεῖται νέον εἶδος μορίου.

3. Ἰδιότητες καλοῦνται τὰ ἰδιαίτερα χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τῶν
σωμάτων.

Χημικαὶ ιδιότητες σώματος καλοῦνται αἱ συνδεδεμένα μὲ τὰ χημικὰ
φαινόμενα.

Φυσικαὶ ιδιότητες σώματος καλοῦνται ὅλαι αἱ ὑπόλοιποι, πλὴν τῶν
χημικῶν.

Ἐρωτήσεις :

α. Ποία ἡ ἔννοια τοῦ ὅρου *ὕλη*. Ἀναφέρατε συνοπτικῶς τί γνωρίζετε
διὰ τὴν σύστασιν αὐτῆς.

β. Τί εἶναι ἡ ἐνέργεια. Ἀναφέρατε διαφόρους μορφὰς αὐτῆς.

γ. Ὁρίσατε τὰ φυσικὰ καὶ τὰ χημικὰ φαινόμενα.

δ. Τί εἶναι ἡ χημικὴ ἐνέργεια.

ε. Ποία κατὰ τὴν γνώμην σας ἡ θεμελιώδης διαφορὰ μετὰξὺ φυσικῶν φαι-
νομένων καὶ χημικῶν ἀντιδράσεων.

στ. Τί καλοῦμεν πυρηνικὰς ἀντιδράσεις.

ζ. Τί καλοῦνται ἰδιότητες σώματος γενικῶς. Ὁρίσατε τὰς φυσικὰς καὶ
τὰς χημικὰς ιδιότητας.



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΜΟΡΦΑΙ ΥΛΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΑ—ΧΗΜΙΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ—ΜΙΓΜΑΤΑ

1. Στοιχεία ἢ ἀπλᾶ σώματα

I. Ἱστορικόν. Ἡ προσπάθεια ἀνευρέσεως κοινῶν συστατικῶν «στοιχείων» εἰς τὰ ἀπειράριθμα σώματα τὰ ὅποια ἀπαντοῦν εἰς τὴν φύσιν εἶναι παλαιωτάτη (γῆ, αἷρ, πῦρ, ὕδωρ τοῦ Ἀριστοτέλους. Ὑδράργυρος, θεῖον, ἄλας τῶν Ἀλχημιστῶν). Ἡ ἔννοια ὅμως τοῦ **χημικοῦ στοιχείου** ἤρχισε νὰ τίθεται ἐπὶ ὁρθῆς ἐπιστημονικῆς βάσεως μόλις κατὰ τὸν 17ον αἰῶνα (Robert Boyle), καθωρίσθη δὲ τελικῶς μόνον κατὰ τὸν 19ον αἰῶνα.

II. Ὁρισμός. *Στοιχεῖα ἢ ἀπλᾶ σώματα καλοῦνται τὰ σώματα ἐκ τῶν ὁποίων δὲν δύνανται νὰ ληφθοῦν ἄλλα ἀπλούστερα, διὰ τῶν συνήθων φυσικῶν ἢ χημικῶν μέσων.*

Τὰ μόρια τῶν στοιχείων ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὅμοια μεταξὺ τους ἄτομα, δηλ. εἰς τὴν μᾶζαν ἐκάστου στοιχείου ὑπάρχει μόνον ἓν εἶδος ἀτόμων. Τὰ στοιχεῖα εἶναι σχετικῶς ὀλιγάριθμα, ἀνερχόμενα συμφώνως πρὸς τὰ τελευταῖα δεδομένα εἰς 104. Εἰς τὴν φύσιν ἀπαντοῦν 92 στοιχεῖα, ἐκ τῶν ὁποίων ἀπεμονώθησαν τὰ 89. *Ἐκ τῶν ὀλιγαριθμῶν τούτων στοιχείων σχηματίζονται, διὰ ποικίλων συνδυασμῶν, ὅλα τὰ ἄλλα σώματα.* Τὰ πέραν τοῦ 92ου (οὐρανίου) στοιχεῖα παρεσκευάσθησαν τεχνητῶς, διὰ τῶν καλονόμενων πυρηνικῶν ἀντιδράσεων.

Ἡ ἀνακάλυψις τῶν ἰσοτόπων (κεφ. ΣΤ'.) καὶ τοῦ φαινομένου τῆς μεταστοιχειώσεως μετέβαλε τὰς ἀντιλήψεις μας περὶ τῶν στοιχείων. *Σήμερον ὥς στοιχεῖα πρέπει νὰ νοοῦνται σώματα τῶν ὁποίων ἡ μᾶζα ἀποτελεῖται ἀπὸ ἄτομα μὲ τὸ αὐτὸ πλῆθος πρωτονίων εἰς τὸν πυρῆνα.* Πάντως ἡ ἔννοια τοῦ στοιχείου, ὅπως δίδεται εἰς τὸν ἀνωτέρω ὅρισμόν, ἐξακολουθεῖ νὰ ἰσχύη διὰ τὴν συνήθη χημείαν (δηλ. ἐφ' ὅσον δὲν λαμβάνονται ὑπ' ὄψιν πυρηνικά φαινόμενα).

III. Ταξινομήσεις—Φυσικὴ κατάστασις στοιχείων. Μὲ βάσιν τὰς φυσικὰς καὶ χημικὰς τῶν ιδιότητας, τὰ στοιχεῖα ταξινομοῦνται εἰς **μέταλλα** καὶ **ἀμέταλλα**. Εἰς τὰς συνήθεις φυσικὰς συνθήκας ὑπάρχουν 11 ἀέρια καὶ 2 ὑγρὰ στοιχεῖα. Ὅλα τὰ ὑπόλοιπα εἶναι στερεά.

1. Ἀέρια. Ὑδρογόνον, ὀξυγόνον, ἄζωτον, φθόριον, χλώριον καὶ τὰ ἑξ

εὐγενῆ ἀέρια (ἥλιον, νέον, ἀργόν, κρυπτόν, ξένον, ραδόνιον). Ὅλα εἶναι ἀμέταλλα.

2. Ὑγρό. Τὸ ἀμέταλλον βρώμιον καὶ τὸ μέταλλον ὑδρογόνον.

Τὰ μέταλλα εἶναι στερεὰ (πλὴν τοῦ ὑγροῦ ὑδρογόνου), ἔχουν δὲ τὰ περισσότερα μεγάλας πυκνότητος. Παρουσιάζουν χαρακτηριστικὴν **μεταλλικὴν** λάμψιν, εἶναι καλοὶ ἀγωγοὶ θερμότητος καὶ ἡλεκτρισμοῦ καὶ δύνανται εὐκόλως νὰ λάβουν τὴν μορφήν ἐλάσματος ἢ σύρματος (ἐλατὰ καὶ ὀλκιμα).

Τὰ ἀμέταλλα εἶναι ἀέρια ἢ στερεὰ (πλὴν τοῦ ὑγροῦ βρωμίου), τὰ δὲ στερεὰ ἐξ αὐτῶν ἔχουν μικρὰς πυκνότητος. Δὲν ἐμφανίζουν συνήθως ἰδιάζουσιν λάμψιν, δὲν εἶναι ἐλατὰ καὶ ὀλκιμα, εἶναι δὲ συνήθως κακοὶ ἀγωγοὶ θερμότητος καὶ ἡλεκτρισμοῦ. Τὰ ἀμέταλλα εἶναι πολὺ ὀλιγώτερα τῶν μετᾶλλων.

IV. Διάδοσις στοιχείων. Τὰ ἀναφερόμενα στοιχεῖα εἶναι κοινὰ εἰς ὅλον τὸ σύμπαν, ἀλλὰ ἡ διάδοσις τους εἰς τὰ διάφορα οὐράνια σώματα κυμαίνεται ἐξαιρετικὰ. **Διὰ τὸν φλοιὸν τῆς Γῆς**, δηλ. τὸ ἔδαφος μέχρι τοῦ προσπιτοῦ βάθους (~ 16 km), μετὰ τῶν θαλασσῶν καὶ τῆς ἀτμοσφαίρας, ἔχει ὑπολογισθεῖ ἡ δεικνυομένη εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα σύστασις.

Πίναξ 2.

1. Ὁξυγόνον	49,85%	6. Νάτριον	2,33%	11. Χλώριον	0,20%
2. Πυρίτιον	26,03%	7. Κάλιον	2,33%	12. Ἀνθραξ	0,19%
3. Ἀργίλλιον	7,28%	8. Μαγνήσιον	2,11	Λοιπὰ στοιχεῖα $\sim 1,00\%$	
4. Σίδηρος	4,12%	9. Ὑδρογόνον	0,97%		
5. Ἀοβέσιον	3,18%	10. Τιτάνιον	0,41%		

V. Συμβολισμός. Τὰ στοιχεῖα παρίστανται διὰ τῶν ἀρχικῶν τῆς λατινικῆς τῶν ὀνομασίης (κεφ. E).

VI. Ἀλλοτροπικὰ στοιχεῖα - Ἀλλοτροπία. Ὡρισμένα στοιχεῖα — ἄνθραξ, θεῖον, φωσφόρος κ. ἄ. — ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ ἐμφανίζονται ὑπὸ περισσοτέρας τῆς μιᾶς μορφᾶς. Αἱ μορφαὶ αὗται καλοῦνται **ἀλλοτροπικαὶ** καὶ ἔχουν διαφόρους φυσικὰς ιδιότητες. Αἱ χημικαὶ τῶν ιδιότητες εἶναι ποιοτικῶς αἱ αὐταί, διαφέρουν δὲ μόνον ποσοτικῶς.

Ὅπως ὁ ἄνθραξ ἐμφανίζεται ὡς μαλακός, μέλας γραφίτης, ὡς σκληρότατος, ἄχρους ἀδάμας κ.λ.π.

Τὰ στοιχεῖα τὰ ὅποια ἐμφανίζουν τὴν ἀνωτέρω ιδιότητα καλοῦνται **ἀλλοτροπικὰ**, τὸ δὲ φαινόμενον καλεῖται **ἀλλοτροπία**.

2. Σύνθετα σώματα (χημικαὶ ἐνώσεις - μίγματα)

I. Ὅρισμός. Σύνθετα καλοῦνται τὰ σώματα τὰ ὅποια εἶναι δυνατόν νὰ διαχωρισθοῦν εἰς ἄλλα ἀπλούστερα, εἴτε διὰ φυσικῶν, εἴτε διὰ χημικῶν μέσων. Τὰ σύνθετα σώματα δύναται νὰ λεχθῇ ὅτι εἶναι

ἀπειράριθμα, ὅλα ὅμως σχηματίζονται, ὡς εἶδομεν, διὰ συνδυασμῶν τῶν ὀλγαριθμῶν στοιχείων.

II. Ταξινόμησης. Τὰ σύνθετα σώματα περιλαμβάνουν τὰς *χημικὰς ἐνώσεις καὶ τὰ μηχανικὰ μίγματα*.

1. Χημικαὶ ἐνώσεις. *Εἶναι τὰ σύνθετα ἐκεῖνα σώματα, τὰ ὁποῖα δύναται νὰ διαχωρισθῶν εἰς ἄλλα ἀπλούστερα μόνον διὰ χημικῶν μέσων.* Διὰ τὸν σχηματισμὸν τῆς χημικῆς ἐνώσεως ἐκ τῶν συστατικῶν τῆς στοιχείων, πρέπει κατὰ τὴν ἀνάμειξιν αὐτῶν νὰ λάβῃ χώραν χημικὸν φαινόμενον. Οὕτω, κατὰ τὴν ἀνάμειξιν ὕδρογόνου καὶ χλωρίου παρουσία ἡλιακοῦ φωτός, ἐπιτελεῖται χημικὸν φαινόμενον, μὲ ἀποτέλεσμα τὸν σχηματισμὸν τῆς χημικῆς ἐνώσεως τοῦ ὕδροχλωρίου. *“Ὀλὴ ἡ μᾶζα μιᾶς καθαρᾶς χημικῆς ἐνώσεως ἀποτελεῖται ἀπὸ μόρια ὅμοια μεταξὺ τους, ἀλλὰ ἕκαστον μόριον συνίσταται ἀπὸ ἄτομα δύο ἢ περισσοτέρων στοιχείων. Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις συμβολίζονται διὰ τῶν χημικῶν τύπων (Κεφ. Ε').*

Πολύμορφα σώματα - πολυμορφία. Ἡ πολυμορφία εἶναι φαινόμενον ἀνάλογον τῆς ἀλλοτροπίας, ἐμφανιζόμενον εἰς χημικὰς ἐνώσεις. Πολύμορφα σώματα καλοῦνται αἱ χημικαὶ ἐνώσεις αἱ ὁποῖαι ἐμφανίζονται ὑπὸ περισσοτέρας τῆς μιᾶς μορφᾶς. Οὕτω τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον ἐμφανίζεται ὡς ἀσβεστόλιθος, ὡς κιμωλία, ὡς μάρμαρον κλπ.

2. Μηχανικὰ μίγματα. *Εἶναι τὰ σύνθετα σώματα, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ διαχωρισθῶν καὶ διὰ φυσικῶν μεθόδων.* Οὕτω, μίγμα ὑδρατμῶν καὶ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος δύναται νὰ διαχωρισθῇ διὰ ψύξεως εἰς τὰ συστατικά του, ὑδροποιουμένων πρῶτον τῶν ὑδρατμῶν. Μὲ φυσικὰ ὁμοίως μέσα δύναται νὰ διαχωρισθῇ μίγμα τῶν στοιχείων ὀξυγόνου καὶ ὕδρογόνου. Κατὰ τὴν ἀνάμειξιν δύο ἢ περισσοτέρων σωμάτων πρὸς σχηματισμὸν μηχανικοῦ μίγματος, δὲν λαμβάνει χώραν χημικὸν φαινόμενον. Εἰς τὸ μίγμα ὑπάρχουν δύο ἢ περισσότερα εἶδη μορίων. Τὰ μίγματα ὑποδιαφοῦνται εἰς:

α) *‘Ομογενῆ,* τῶν ὁποίων τὰ συστατικά δὲν διακρίνονται, καὶ τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν καθ' ὅλην των τὴν μᾶζαν τὴν αὐτὴν σύστασιν καὶ ἐπομένως τὰς αὐτὰς ιδιότητες. Π. χ. διάλυμα σακχάρου εἰς ὕδωρ, ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, τὰ πλεῖστα τῶν κραμάτων κ. ἄ.

β) *‘Ετερογενῆ,* τῶν ὁποίων τὰ συστατικά διακρίνονται, εἴτε διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, εἴτε διὰ διαφόρων ὀπτικῶν μέσων καὶ ἐπομένως ἔχουν διάφορον σύστασιν καὶ διαφόρους ιδιότητας εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῆς μάζης των. Π. χ. μίγμα ἐλαίου - ὕδατος, γρανίτης κ. λ. π. Τὰ πλεῖστα τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἄπαντοιν εἰς τὴν φύσιν, εἶναι μίγματα.

Σημ. Τὰ στοιχεῖα καὶ αἱ χημικαὶ ἐνώσεις ὁμοῦ, ἀποτελοῦν τὰ καλούμενα *καθωρισμένα σώματα*.

III. Διαφοραὶ μιγμάτων καὶ χημικῶν ἐνώσεων. Ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω, εἰς ἑκάστην χημικὴν ἔνωσιν (ὡς καὶ εἰς ἕκαστον στοιχεῖον, δηλ. γενικῶς εἰς τὰ καθωρισμένα σώματα), ἡ μᾶζα ἀποτελεῖται ἀπὸ ὁμοία μεταξὺ τους μόρια, ἐνῶ εἰς τὸ μίγμα ἡ μᾶζα ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἢ περισσοτέρας εἶδη μορίων. Ἐκ τούτου προκύπτουν σημαντικαὶ διαφοραὶ εἰς τὴν συμπεριφορὰν τῶν

ἀνωτέρω κατηγοριῶν, ἐκ τῶν ὁποίων ἀναφέρονται τὰς κυριωτέρας.

1. Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις δύνανται, ὡς εἶδομεν, νὰ διαχωρισθοῦν εἰς ἀπλούστερα σώματα μόνον διὰ χημικῶν μέσων, ἐνῶ τὰ μίγματα καὶ διὰ φυσικῶν τοιούτων.

2. Εἰς τὰς χημικὰς ἐνώσεις τὰ συστατικὰ στοιχεῖα περιέχονται ὑπὸ ὥρισμένην, σταθερὰν κατὰ βάρος ἀναλογίαν, ἐνῶ τὰ μίγματα σχηματίζονται ὑπὸ οἰασδήποτε τυχαίας ἀναλογίας. Π. χ. ἡ χημικὴ ἔνωσις «*ὕδωρ*» περιέχει ὕδρογόνον καὶ ὀξυγόνον ὑπὸ τὴν σταθερὰν ἀναλογίαν βαρῶν 1 : 8 ἀντιστοίχως, ἐνῶ μίγμα ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου δύναται νὰ σχηματισθῇ ὑπὸ οἰαδήποτε ἀναλογίαν.

3. Αἱ ιδιότητες τῶν χημικῶν ἐνώσεων εἶναι διάφοροι τῶν ιδιοτήτων τῶν συστατικῶν τῶν στοιχείων, ἐνῶ εἰς τὰ μίγματα διατηροῦνται αἱ ιδιότητες τῶν συστατικῶν των. (Ὡς συστατικὰ τοῦ μίγματος νοοῦνται τὰ εἶδη τῶν μορίων ἐκ τῶν ὁποίων συνίσταται). Π. χ. ἡ χημικὴ ἔνωσις γλωριούχον νάτριον ἔχει ιδιότητας τελείως διαφόρους ἀπὸ τὸ μέταλλον νάτριον καὶ τὸ δηλητηριῶδες ἀέριον γλώριον, ἐνῶ εἰς μίγμα σιδήρου - θείου διατηροῦνται αἱ ιδιότητες αὐτῶν.

4. Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις (ὡς καὶ τὰ στοιχεῖα) ἔχουν καθωρισμένης φυσικὰς σταθεράς, ὡς σημ. ζέσεως, σημ. τήξεως κ.λ.π., ἐνῶ τοῦτο δὲν συμβαίνει εἰς τὰ μίγματα. Οὕτω τὸ καθαρὸν ὕδωρ ζεεῖ εἰς τὴν σταθερὰν θερμοκρασίαν τῶν 100° (ὑπὸ πίεσιν 1 at), μέχρι πλήρους ἐξαερίωσης. Ἀντιθέτως, ἡ θερμοκρασία μεταβάλλεται κατὰ τὸν βρασμὸν θαλασσίου ὕδατος, τὸ ὁποῖον εἶναι μίγμα ὕδατος, γλωριούχου νατρίου καὶ ἄλλων ὑλῶν.

5. Κατὰ τὸν σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων ἐκ τῶν συστατικῶν των, λόγῳ τοῦ ἐπιτελουμένου χημικοῦ φαινομένου, παρατηρεῖται μεγαλύνερα μεταβολὴ ἐνεργείας, ἀπὸ τὴν παρατηρουμένην κατὰ τὴν μηχανικὴν ἀνάμειξιν πρὸς σχηματισμὸν μιγμάτων.

6. Κατὰ τὴν κατεργασίαν ποσότητος μίγματος μὲ διαλυτικὸν ὑγρὸν, ἡ σύστασις αὐτοῦ μεταβάλλεται, ἔφ' ὅσον διαλύεται τμῆμα τῆς μᾶζης αὐτοῦ. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν διάφορον διαλυτότητα τῶν συστατικῶν τοῦ μίγματος. Οὕτω, ὁ ἐν διαλύσει εἰς τὸ ὕδωρ ἄηρ ἔχει μεγαλύνεραν περιεκτικότητα εἰς ὀξυγόνον καὶ μικροτέραν εἰς ἄζωτον ἀπὸ τὸν ἀέρα τῆς ἀτμοσφαιρας, λόγῳ τῆς μεγαλυντέρας διαλυτότητος τοῦ ὀξυγόνου εἰς ὕδωρ. Ἀντιθέτως, ἡ σύστασις τῶν χημικῶν ἐνώσεων διατηρεῖται σταθερὰ μετὰ μερικὴν διάλυσιν.

IV. Μέθοδοι διαχωρισμοῦ μιγμάτων. Τὰ συστατικὰ μίγματος δύνανται νὰ διαχωρισθοῦν διὰ διαφόρων φυσικῶν μεθόδων, αἱ ὁποῖαι ἑξαφθύνονται ἀπὸ τὴν φυσικὴν κατάστασιν καὶ τὰς λοιπὰς ιδιότητας τῶν συστατικῶν τοῦ μίγματος. Συχνὰ εἰς τὴν πρᾶξιν ὁ διαχωρισμὸς τῶν συστατικῶν τοῦ μίγματος ἐπιτελεῖται διὰ συνδυασμοῦ δύο ἢ περισσοτέρων μεθόδων. Ἀναφέρονται μερικὰς σημαντικὰς μεθόδους διαχωρισμοῦ.

1. Ἀπόχυσις. Οὕτω χωρίζονται τὰ συστατικὰ ἑτερογενεῖς μίγματος ὑγρῶν, συνήθως μὲ τὴν βοήθειαν διαχωριστικῆς χοάνης (Σχ. 1). Ὁμοίως δι'

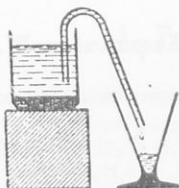
«αποχύσεως (μεταγγίσεως) διαχωρίζονται ἑτερογενῆ μίγματα ὑγρῶν με ἀδιάλυτα στερεά, ἐφ' ὅσον τὰ τελευταῖα δὲν εὐρίσκονται ἐν αἰωρήσει (δηλ. ἔχουν καταπέσει ὑπὸ μορφὴν ἰζήματος. Σχ. 2).

2. Διήθησις. Χρησιμοποιεῖται διὰ τὸν διαχωρισμὸν ἑτερογενοῦς μίγματος ὑγρῶν - ἀδιάλυτων στερεῶν. Συνίσταται εἰς τὴν ἀπόχυσιν τοῦ μίγματος ἐπὶ πορώδους σώματος, μέσῳ τοῦ ὁποίου διέρχονται τὰ ὑγρά συστατικά, ἐνῶ συκρατοῦνται τὰ ἀδιάλυτα στερεά.

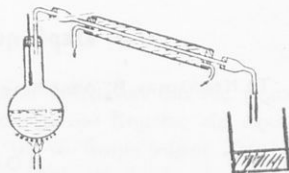
3. Ἀπόσταξις. Στιρίζεται εἰς τὴν διάφορον πτητικότητα τῶν συστατικῶν ἐνὸς μίγματος. Τοῦτο θερμαίνεται εἰς εἰδικὰ συσκευάς, τοὺς **ἀποστακτήρας** (Σχ. 3), οἱ δὲ αἱμοὶ τῶν ἐξαερουμένων εἰς διαφόρους θερμο-



Σχ. 1.



Σχ. 2.



Σχ. 3.

κρασίας συστατικῶν ψύχονται, καὶ ἕκαστον συστατικὸν συλλέγεται χωριστά. Δι' ἀποστάξεως κυρίως διαχωρίζονται: α) Ὅμογενῆ μίγματα ὑγρῶν καὶ διαλελυμένων στερεῶν, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποσπάζονται τὰ ὑγρά. Οὕτω π. χ. λαμβάνεται καθαρὸν, **ἀπεσταγμένον ὕδωρ**, ἐκ τοῦ κοινοῦ ὕδατος, τὸ ὁποῖον περιέχει ἐν διαλύσει διάφορα στερεά. β) Ὅμογενῆ μίγματα ὑγρῶν. Οὕτω π. χ. διὰ **κλασματικῆς ἀποστάξεως**, ἐκ τοῦ ἀκαθάρτου πετρελαίου λαμβάνονται τὰ διάφορα προϊόντα αὐτοῦ (πετρελαϊκὸς αἰθήρ, βενζίνη, φωτιστικὸν πετρελαῖον κ.λ.π.). γ) Μίγματα στερεῶν, περιέχοντα σχετικῶς πτητικὰ συστατικά. Οὕτω π. χ., κατὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ ψευδαργύρου, οὗτος ἐξαεροῦται ἐκ τῆς καμίνου καὶ συλλέγεται, διαχωριζόμενος τῶν μὴ πτητικῶν συστατικῶν. Ἐνίοτε ἀποσπάζομεν ὑπὸ ἡλαττωμένην πίεσιν, ὅποτε ἐλαττοῦται ἡ θερμοκρασία ζέσεως. Τοῦτο γίνεται διὰ σώματα ἀποσυντιθέμενα διὰ θερμάνσεως εἰς συνήθη πίεσιν.

4. Ἐκχύλισις ἢ κλασματικὴ διάλυσις. Οὕτω καλεῖται ἡ κατεργασία ἐνὸς μίγματος με κατ'ἀλλήλον διαλυτικὸν μέσον, τὸ ὁποῖον διαλύει ὠρισμένα μόνον συστατικά αὐτοῦ. Π. χ. ἐκ τοῦ ὑπολείμματος τῆς ἐκθλίψεως τῶν ἔλαιων, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ μίγμα διαφόρων οὐσιῶν, εἶναι δυνατόν νὰ παραληφθῇ τὸ εἰς αὐτὸ περιεχόμενον ἔλαιον διὰ κατεργασίας με ἓνα ὑγρὸν (ὅπως ὁ διθειανθράξ, ὁ αἰθήρ, ἡ βενζίνη), εἰς τὸ ὁποῖον διαλύεται μόνον τοῦτο. Ἐν συνεχείᾳ δι' ἐξατμίσεως τοῦ διαλυτικοῦ λαμβάνεται καθαρὸν ἔλαιον.

5. Κλασματικὴ κρυστάλλωσις. Αὕτη στιρίζεται εἰς τὴν διάφορον διαλυτότητα τῶν στερεῶν εἰς τὰ διάφορα διαλυτικά μέσα. Οὕτω, ἀπὸ ἓν διάλυμα περιέχον περισσότερα τοῦ ἐνὸς ἐν διαλύσει στερεά, δύνανται καταλλή-

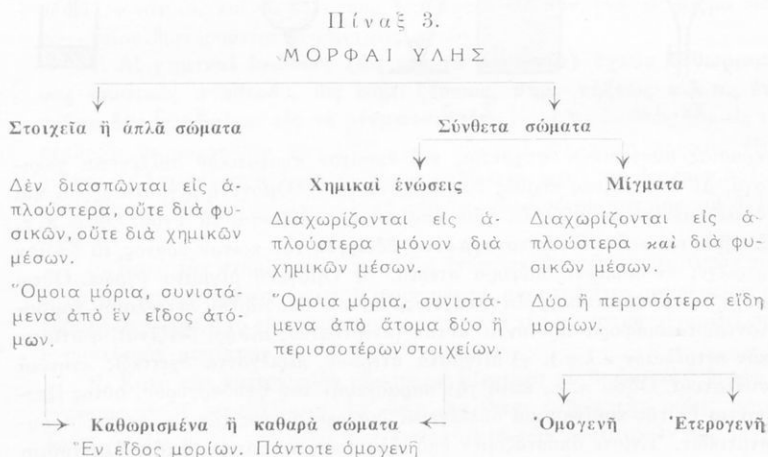
λως νὰ στερεοποιηθῶν ταῦτα τμηματικῶς, λαμβανομένων πρώτο / τῶν περισσώτερον δυσδιάλυτων. Π. χ. ἀπὸ διάλυμα νιτρικοῦ νατρίου καὶ ἰωδινοῦ νατρίου κρυσταλλοῦται καταλήλως πρῶτον τὸ περισσώτερον δυσδιάλυτον νιτρικὸν νάτριον καὶ ἀπομένει ἐν διαλύσει τὸ ἰωδικὸν νάτριον.

6. Ἑξάχνωσις. Χρησιμοποιεῖται εἰς μίγματα στερεῶν, ὅταν συστατικὰ αὐτῶν, ὡς π. χ. ἰώδιον, ναφθαλίνη κ. ἄ. ἐξαεροῦνται ἐνκόλως, χωρὶς ἐνδιαμέσως νὰ ὑγροποιηθῶν.

7. Τήξις. Χρησιμοποιεῖται εἰς μίγματα στερεῶν, ὅταν ὁρισμένα συστατικὰ αὐτῶν εἶναι εὐτήκτα. Οὕτω π. χ. παρалаμβάνεται τὸ θεῖον, διαχωρίζομενον ἀπὸ τὰς περισσώτερον δυστήκτους γαιώδεις προσμίξεις, μετὰ τῶν ὁποίων ἀπαντᾷ εἰς τὸ ἔδαφος.

3. Περίληψις Κεφαλαίου Β'.

Τὸ Κεφάλαιον Β' ἀποδίδεται περιληπτικῶς εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα.



Ἑρωτήσεις :

- α) Ὑρίσατε τὰ στοιχεῖα. Ποῖον τὸ πλῆθος αὐτῶν. Πόσα ἐξ αὐτῶν ἀπαντοῦν εἰς τὴν φύσιν.
 - β) Εἰς ποίας κατηγορίας ταξινομοῦνται τὰ στοιχεῖα. Τί γνωρίζετε διὰ τὴν φυσικὴν κατάστασιν αὐτῶν.
 - γ) Ποῖα εἶναι κατὰ σειρὰν τὰ πέντε περισσότερον διαδεδομένα στοιχεῖα εἰς τὸν φλοιὸν τῆς Γῆς.
 - δ) Τί εἶναι τὰ σύνθετα σώματα.—Ταξινόμησις αὐτῶν.
 - ε) Ὑρίσατε τὰς χημικὰς ἐνώσεις ἀφ' ἑνὸς καὶ τὰ μίγματα ἀφ' ἑτέρου.
 - στ) Τί καλοῦμεν ὁμογενῆ καὶ τί ἑτερογενῆ σώματα.
 - ζ) Ποῖαι αἱ κυριώτεραι διαφοραὶ μεταξύ μιγμάτων καὶ χημικῶν ἐνώσεων.
- Ποῖον τὸ αἷτιον τῶν διαφορῶν αὐτῶν.
- η) Ἀναφέρατε ἐπὶ τὰ σημαντικὰ μεθόδους διαχωρισμοῦ μιγμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΝΟΜΟΙ ΧΗΜΕΙΑΣ

1. Γενικά

Ἡ συστηματικὴ μελέτη τῶν πειραματικῶν δεδομένων διὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις ὠδήγησαν τοὺς θεμελιωτὰς τῆς συγχρόνου Χημείας εἰς ὀρισμένους *γενικεύσεις*, αἱ ὁποῖαι εἶναι γνωσταὶ μὲ τὸ ὄνομα *νόμοι Χημείας*. Οὗτοι ἀναφέρονται εἰς τὰς ἀναλογίας μαζῶν ὑπὸ τὰς ὁποίας ἐνοῦνται τὰ στοιχεῖα πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων, γενικώτερον δὲ εἰς τὰς σχέσεις μαζῶν ἢ ὄγκων τῶν διαφόρων σωμάτων κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις.

2. Νόμος τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης ἢ τῆς διατηρήσεως τῆς μάζης (Lavoisier 1774)

Εἰς πᾶν χημικὸν φαινόμενον, τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως. Οὕτω, ἐὰν ἀντιδρῶν δύο σώματα μάζης *A* καὶ *B*, διὰ τὰ σχηματισθῶν δύο ἕτερα σώματα μάζης *Γ* καὶ *Δ*, θὰ ἰσχύῃ ἡ σχέσις

$$A + B = \Gamma + \Delta$$



Antoine Lavoisier
(1743 - 1794)

Εἰς ὀρισμένας περιπτώσεις δημιουργεῖται ἡ ἐντύπωσις ὅτι ὁ ἀνωτέρω νόμος δὲν ἰσχύει. Τοῦτο ὅμως εἶναι φαινομενικόν, ὀφειλόμενον εἰς τὰς συνθήκας διεξαγωγῆς τοῦ πειράματος. Οὕτω, κατὰ τὴν θέρμανσιν ποσότητος ἄσβεστολίθου (ἀνθρακικοῦ ἄσβεστίου), ἡ ἀπομένουσα στερεὰ μάζα (ἄσβεστος, δηλ. ὀξειδίου ἄσβεστίου) εὐρίσκεται μικροτέρα τῆς ἀρχικῆς μάζης τοῦ ἄσβεστολίθου. Τοῦτο ὅμως ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι διὰ τῆς θερμάνσεως σχηματίζεται ἀέριον προϊόν (διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος), τὸ ὁποῖον ἐκφεύγει εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ἐὰν ὅμως τὸ πείραμα γίνῃ εἰς κατάλληλον συσκευὴν, καὶ ζυγισθῇ τὸν τὸ ἀπομένον στερεόν, ὅσον καὶ τὸ σχηματισθέν ἀέριον, εὐρίσκεται ὅτι τὸ ἄθροισμα μαζῶν αὐτῶν ἰσοῦται μὲ τὴν ἀρχικὴν μάζαν τοῦ ἄσβεστολίθου.

Γενικωτέρα διατύπωσης. *Εἰς ἐν κλειστὸν σύστημα σωμάτων ἡ μᾶζα διατηρεῖται σταθερά, ὡσαυδήποτε καὶ οἷασαυδήποτε μεταβολὰς καὶ ἂν ὑποστῇ τὸ σύστημα τοῦτο.* Κλειστὸν σύστημα σωμάτων εἶναι ἓνα ὕλη-κὸν σύνολον ἐκ τοῦ ὁποίου οὔτε διαφεύγει, οὔτε εἰσέρχεται ὕλη ἐκ τοῦ περιβάλλοντος.

Ὁ ἀνωτέρω νόμος ἀπεδείχθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Lavoisier (1774), ἀλλὰ ἡ ἀντίληψις τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης εἶχε ἤδη διατυπωθεῖ ὡς φιλοσοφικὸν δόγμα ὑπὸ ἀρχαίων Ἑλλήνων σοφῶν. *Μηδὲν ἐκ τοῦ μὴ ὄντος γίνεσθαι, μηδὲ εἰς τὸ μὴ ὄν φθείρεσθαι* (Ἀναξαγόρας). Μετὰ τὸν Lavoisier, ὁ νόμος ἐπαληθεύθη πλήρως ἀπὸ πολλοὺς ἐρευνητὰς εἰς πολυάριθμα πειράματα, καὶ ἀπετέλεσεν περὶ αὐτοῦ τὴν βάσιν τῆς ἐξελιξέως τῆς Χημείας.

3. Ἑνοποίησης μάζης καὶ ἐνεργείας

Σύμφωνα μὲ τὰς σημερινὰς ἐπιστημονικὰς ἀντιλήψεις, ὁ ἀνωτέρω νόμος δὲν ἰσχύει γεωρισμένως, ἀλλὰ πρέπει νὰ συνδυασθῇ μὲ τὸν νόμον τῆς διατηρήσεως τῆς ἐνεργείας. Εὐρέθη δηλ. ὅτι μᾶζα καὶ ἐνέργεια δύνανται νὰ μετατρέπωνται εἰς ἀλλήλας. Ἡ ποσοτικὴ σχέσης κατὰ τὰς μετατροπὰς αὐτὰς δίδεται ὑπὸ τῆς περιφήμου ἐξισώσεως τοῦ Einstein

$$E = m c^2$$

ὅπου: E = ἡ ἀποδομένη (ἢ ἀπορροφούμενη) ἐνέργεια εἰς ἔργα, m = ἡ ἐλάττωσις (ἢ αὐξήσις) μάζης εἰς γραμμάρια καὶ c = ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ($3 \cdot 10^{10}$ cm/sec).

Ἐκ τοῦ τύπου προκύπτει ὅτι μᾶζα ἐνὸς γραμμαρίου, μετατρεπομένη ἐξ ὁλοκλήρου εἰς ἐνέργειαν, ἀποδίδει $9 \cdot 10^{20}$ ἔργα, δηλ. ἴσων μὲ τὴν ἀποδομένην ἐνέργειαν κατὰ τὴν καθῖν ἄνω τῶν 2.000 τόννων βενζίνης. Δηλ. ἀπὸ μικρὰ ποσὰ μάζης προκύπτουν κολοσσιὰ ποσὰ ἐνεργείας καί, ἐπομένως, αὕτη δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἑξαρετικῶς συμπετυκνωμένη ἐνέργεια. Οἷτω, μᾶζα καὶ ἐνέργεια ἐνοποιοῦνται εἰς μίαν μοναδικὴν φυσικὴν ὀντότητα (**ὁλο-ἐνέργεια**), διὰ τὴν ὁποίαν ἰσχύει ὁ νόμος τῆς ἀφθαρσίας (ἐνῶ μᾶζα καὶ ἐνέργεια χωριστὰ δυνατόν νὰ αὐξομειοῦνται): *Εἰς ἐν ἀποκεκλεισμένον σύστημα, τὸ ἄθροισμα τῆς μάζης καὶ τῆς ἰσοδυνάμου ἐνεργείας διατηρεῖται σταθερόν, ὡσαυδήποτε καὶ οἷασαυδήποτε μεταβολὰς καὶ ἂν ὑποστῇ τοῦτο.*

Εἰς τὰ συνήθη ὅμως φαινόμενα, αἱ μεταβολαὶ ἐνεργείας εἶναι σχετικῶς μικραὶ, καὶ ἐπομένως αἱ μεταβολαὶ τῆς μάζης ἀπειροελάχιστοι, μὴ δυνάμεναι νὰ μετρηθοῦν. Οἷτω, πρακτικῶς, ὁ νόμος τῆς διατηρήσεως τῆς μάζης ἐξακολουθεῖ νὰ ἰσχύῃ διὰ τὴν συνήθη χημείαν. Ἀντιθέτως, εἰς τὰς καλον- μένας **πυρηνικὰς ἀντιδράσεις**, ἐναλλάσσονται κολοσσιὰ ποσὰ ἐνεργείας καὶ αἱ παρατηρούμεναι μεταβολαὶ μάζης εἶναι σημαντικαί.

4. Νόμος τῶν σταθερῶν ἀναλογιῶν βαρῶν (Proust, 1797)

Ἀφορᾷ τὰς ἀναλογίας βαρῶν ὑπὸ τὰς ὁποίας ἐνοῦνται τὰ στοιχεῖα, πρὸς σχηματισμὸν ὥρισμένης ἐκάστοτε χημικῆς ἐνώσεως.

Ἡ ἀναλογία τῶν βαρῶν ὑπὸ τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται τὰ στοιχεῖα πρὸς σχηματισμὸν ὥρισμένης χημικῆς ἐνώσεως, εἶναι πάντοτε σταθερά. Συνεπῶς, ἡ κατὰ βάρος σύστασις μιᾶς ἐνώσεως εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή, ἀνεξαρτήτως τοῦ τρόπου σχηματισμοῦ της. Οὕτω, π. χ., εἰς τὸ ὕδωρ, καθ' οἷονδήποτε τρόπον καὶ ἂν σχηματισθῇ, ἡ ἀναλογία τῶν βαρῶν ὕδρου καὶ ὀξυγόνου εἶναι πάντοτε 1 : 8.

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

Ἀφορᾷ τὰς ἀναλογίας βαρῶν ὑπὸ τὰς ὁποίας ἐνοῦνται τὰ αὐτὰ στοιχεῖα, πρὸς σχηματισμὸν περισσοτέρων τῆς μιᾶς χημικῶν ἐνώσεων. Ὄταν δύο στοιχεῖα ἐνοῦνται μεταξύ τους κατὰ ποικίλας ἀναλογίας βαρῶν, πρὸς σχηματισμὸν περισσοτέρων τῆς μιᾶς χημικῶν ἐνώσεων, τὰ βάρη τοῦ ἐνὸς στοιχείου, τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται μὲ τὸ αὐτὸ βάρος τοῦ ἄλλου στοιχείου, ἔχουν μεταξύ τους σχέσιν μικρῶν ἀκεραίων ἀριθμῶν. Ὁ νόμος ἰσχύει κυρίως διὰ τὰς ἀνοργάνους ἐνώσεις. Παραδείγματα δίδονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα :

Πίναξ 4.

Ἑνώσεις Ἀζώτου· Ὄξυγόνου	Μέρη βάρους στοιχείων		Ἑνώσεις Σιδήρου· Χλωρίου	Μέρη βάρους στοιχείων	
	Ἀζώτου	Ὄξυγόνου		Σιδήρου	Χλωρίου
Ὑποξειδίου ἀζώτου	7	4=1.4	Διχλωριοῦχος σίδηρος	56	71=2.35,5
Μονοξειδίου »	7	8=2.4			
Τριοξειδίου »	7	12=3.4			
Διοξειδίου »	7	16=4.4	Τριχλωριοῦχος σίδηρος	56	106,5=3.35,5
Πεντοξειδίου »	7	20=5.4			

Ἦτοι : Τὰ βάρη τοῦ ὀξυγόνου, τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις μὲ τὸ αὐτὸ βάρος ἀζώτου, εἶναι ἀπλᾶ πολλαπλάσια τοῦ μικροτέρου ἐξ αὐτῶν, ἔχοντα μεταξύ τους τὴν ἀπλὴν ἀκεραίαν σχέσιν 1 : 2 : 3 : 4 : 5. Τὰ βάρη τοῦ χλωρίου, τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται μὲ τὸ αὐτὸ βάρος σιδήρου, δὲν εἶναι μὲν ἀπλᾶ πολλαπλάσια ἀλλήλων, ἔχουν ὅμως τὴν ἀπλὴν ἀκεραίαν σχέσιν 2 : 3 (Δηλαδή εἶναι ἀπλᾶ πολλαπλάσια τοῦ κοινοῦ ἀριθμοῦ 35,5).

6. Νόμος ισοδυνάμων βαρῶν (Richter, 1792)

Ὁ ἀνωτέρω νόμος καθορίζει γενικῶς τὰς ἀναλογίας βαρῶν, ὑπὸ τὰς ὁποίας ἀντιδρῶν μεταξὺ τους τὰ διάφορα σώματα. Εἰδικῶς ἐνδιαφέρουσα ἐφαρμογὴ τοῦ νόμου τούτου εἶναι ἡ ἀφορῶσα δύο στοιχεῖα: *Τὰ βάρη ὑπὸ τὰ ὁποία ἐνοῦνται δύο στοιχεῖα πρὸς σχηματισμὸν μιᾶς ἢ περισσοτέρων χημικῶν ἐνώσεων, εἶναι ἴσα ἢ ἀπλᾶ πολλαπλάσια τῶν βαρῶν ὑπὸ τὰ ὁποία τὰ δύο στοιχεῖα, ἕκαστον χωριστὰ, ἐνοῦνται πρὸς τὸ αὐτὸ βάρος τρίτου στοιχείου.* Ἐστῶ, π.χ. τὰ στοιχεῖα θείου καὶ ὀξυγόνου, ἕκαστον τῶν ὁποίων δύναται νὰ ἐνωθῇ χωριστὰ μὲ τὸ ὑδρογόνο. Εὐρίσκομεν ὅτι:

$1 \text{ gr}^* \text{ ὑδρογόνου ἐνοῦται μὲ } 16 \text{ gr}^* \text{ θείου πρὸς σχηματισμὸν ὕδροθειου.}$

$1 \text{ gr}^* \text{ ὕδρογόνου ἐνοῦται μὲ } 8 \text{ gr}^* \text{ ὀξυγόνου πρὸς σχηματισμὸν ὕδατος.}$

Τὰ στοιχεῖα θείου καὶ ὀξυγόνου θὰ σχηματίζουν τὰς μεταξὺ των ἐνώσεις ὑπὸ τὴν γενικὴν ἀναλογίαν βαρῶν $16 \mu : 8 \nu$, ὅπου μ καὶ ν ἀριθμοὶ εὐρισκόμενοι εἰς ἀπλὴν ἀκεραίαν σχέσιν, διάφορον δι' ἑκάστην ἔκδοσιν. Πράγματι, εἰς τὴν ἔκδοσιν δι' οὐξείδιον τοῦ θείου ἔχομεν ἀναλογίαν βαρῶν θείου καὶ ὀξυγόνου $1 : 1$, ἡ ὁποία προκύπτει ἐκ τῆς ἀνωτέρω γενικῆς σχέσεως, ἐὰν τεθῇ $\nu = 2 \mu$. Εἰς τὴν ἔκδοσιν τρι' οὐξείδιον τοῦ θείου ἔχομεν τὴν ἀναλογίαν βαρῶν $2 = 3$, ἡ ὁποία προκύπτει πάλιν ἐκ τῆς γενικῆς σχέσεως, ἐὰν τεθῇ $\nu = 3 \mu$.

7. Χημικῶς ισοδύναμα βάρη - Χημικὸν ισοδύναμον στοιχείων (XI)

Τὰ βάρη ὑπὸ τὰ ὁποία τὰ στοιχεῖα ἐνοῦνται (ἢ ἀντικαθίστανται), εἴτε μεταξὺ τους, εἴτε πρὸς τὸ αὐτὸ βάρος τρίτου στοιχείου, καλοῦνται *χημικῶς ισοδύναμα βάρη* ἢ ἀπλῶς *ισοδύναμα βάρη* αὐτῶν. Οὕτω, εἰς τὸ προηγούμενον παράδειγμα, τὸ $1 \text{ gr}^* \text{ ὑδρογόνου}$, τὰ $8 \text{ gr}^* \text{ ὀξυγόνου}$ καὶ τὰ $16 \text{ gr}^* \text{ θείου}$, εἶναι μεταξὺ τους χημικῶς ισοδύναμα.

Ἐὰν λάβωμεν ὡς μέτρον συγκρίσεως τὰ 8 μέρη βάρους ὀξυγόνου ἢ τὸ 1 μέρος βάρους ὑδρογόνου — τὸ ὁποῖον ισοδυναμεῖ μὲ 8 μ. β. ὀξυγόνου — ἢ ισοδύναμον πρὸς αὐτὰ βάρος ἄλλου στοιχείου, ὀρίζομεν τὰ καλούμενα *χημικὰ ισοδύναμα* τῶν στοιχείων.

Χημικὸν ισοδύναμον στοιχείου καλεῖται ὁ ἀριθμὸς ὁ ὁποῖος καθορίζει πόσα μέρη βάρους τοῦ στοιχείου τούτου ἐνοῦνται (ἢ ἀντικαθίστανται ἀμοιβαίως) — δηλ. ισοδυναμοῦν χημικῶς — μὲ 8 μέρη βάρους ὀξυγόνου ἢ 1 μ. β. ὑδρογόνου ἢ ισοδύναμον πρὸς αὐτὰ βάρος ἄλλου στοιχείου.

Ἡ σημασία τῶν χημικῶν ἰσοδυνάμων εἶναι προφανής, διότι εἰς ἐκάστην περίπτωσιν, δύο στοιχεῖα Σ_1 καὶ Σ_2 ἐνοῦνται (ἢ ἀντικαθίστανται) μὲ βάρος ἀνάλογα τῶν χημικῶν τῶν ἰσοδυνάμων :

$$\frac{\text{Βαρ. } \Sigma_1}{\text{Βαρ. } \Sigma_2} = \frac{X\Sigma_1}{X\Sigma_2}$$

Δηλαδή, ὁ σταθερὸς λόγος βαρῶν — κατὰ τὸν νόμον τοῦ Proust — εἰς ἐκάστην χημικὴν ἔνωσιν, εἶναι ὁ λόγος τῶν χημικῶν ἰσοδυνάμων τῶν συστατικῶν τῆς στοιχείων.

Ἐν στοιχείον δυνατόν νὰ σχηματίζῃ ἐνώσεις εἰς τὰς ὁποίας νὰ ἐμφανίζεται μὲ διαφορετικὰ χημικὰ ἰσοδύναμα. Οὔτω, π. χ. ὁ σίδηρος σχηματίζει δύο διαφορετικὰς ἐνώσεις μὲ τὸ ὀξυγόγον.

Εἰς τὴν μίαν ἐξ αὐτῶν, 8 μ. β. ὀξυγόνου ἐνοῦνται μὲ 18,6 μ. β. σιδήρου.

Εἰς τὴν ἑτέραν, 8 μ. β. ὀξυγόνου ἐνοῦνται μὲ 27,9 μ. β. σιδήρου.

Ἐπομένως ὁ σίδηρος εἰς τὰς ἐνώσεις του ἐμφανίζεται μὲ χημικὰ ἰσοδύναμα 18,6 ἢ 27,9. Μεταξὺ τῶν διαφορετικῶν χημικῶν ἰσοδυνάμων τοῦ αὐτοῦ στοιχείου ὑπάρχει ἀπλὴ ἀκεραία σχέσις, ἐκφράζουσα οὐσιαστικῶς τὸν νόμον τοῦ Dalton. Εἰς τὸ ἀνωτέρω παράδειγμα τὰ χημικὰ ἰσοδύναμα τοῦ σιδήρου ἔχουν τὴν σχέσιν $18,6 : 27,9 = 2 : 3$.

Γραμμοῖσοδύναμον στοιχείον καλεῖται μᾶζα τούτου τόσων γραμμάτων, ὅσον εἶναι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον αὐτοῦ. Οὔτω, εἰς τὸ ἀνωτέρω παράδειγμα, τὰ γραμμοῖσοδύναμα τοῦ σιδήρου εἶναι ἀντιστοίχως 18,6 gr καὶ 27,9 gr σιδήρου.

8. Νόμος τῶν ἀερίων ὄγκων (Gay - Lussac 1808)

Ἀφορᾷ τὰς ἀναλογίας ὄγκων ὑπὸ τὰς ὁποίας ἐνοῦνται τὰ ἀέρια, πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων. Εἰς τὰ ἐπόμενα, οἱ ἀέριοι ὄγκοι νοοῦνται ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν.

Οἱ ὄγκοι ὑπὸ τοὺς ὁποίους ἐνοῦνται δύο ἀέρια πρὸς σχηματισμὸν χημικῆς ἐνώσεως, εὐρίσκονται εἰς ἀπλὴν ἀκεραίαν σχέσιν. Ἐὰν καὶ τὸ προῖόν τῆς ἀντιδράσεως εἶναι ἀέριον, ὁ ὄγκος του εὐρίσκεται εἰς σχέσιν ἀπλὴν πρὸς τοὺς ὄγκους τῶν ἀντιδρώντων ἀερίων. Ὁ ἀνωτέρω νόμος διατυπῶνται συνοπτικῶς ὡς ἑξῆς : *Τὰ ἀέρια λαμβάνουν μέρος εἰς τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις — ἐνοῦνται καὶ σχηματίζονται — ὑπὸ ἀπλᾶς ἀκεραίας ἀναλογίας ὄγκων.*

Συνήθως ὁ ὄγκος τοῦ αερίου προϊόντος εἶναι διπλάσιος τοῦ ὑπὸ μικροτέρῃ ἀναλογίαν ὄγκου ἀντιδρώντος αερίου, χωρὶς ὅμως τοῦτο νὰ συμβαίνει πάντοτε. Παραδείγματα δίδονται εἰς τὸν κατωτέρω πίνακα :

Πίναξ 5.

1	δγκ. χλωρίου	ένοῦται	μέ	1	δγκ. ὑδρογόνου	καί	παρέχει	2	δγκ. ὑδροχλωρίου
1	»	όξυγόνου	»	»	2	»	»	2	» ὕδρατμου
1	»	άζωτου	»	»	3	»	»	2	» ἀμμωνίας

Περίληψις Κεφαλαίου Γ'.

1. Νόμος ἀφθαρσίας τῆς ὕλης ἡ διατηρήσεως τῆς μάζης. Τὸ ἄθροισμα μαζῶν τῶν προϊόντων μιᾶς ἀντιδράσεως ἰσοῦται μέ τὸ ἄθροισμα μαζῶν τῶν ἀντιδρώντων σωματίων.

2. Νόμος σταθερῶν λόγων. Εἰς ἐκάστην χημικὴν ἔνωσην, ἡ ἀναλογία βαρῶν τῶν συστατικῶν τῆς στοιχείων εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή.

3. Νόμος ἀπλῶν πολλαπλασίων. Ἀναφέρεται εἰς τὴν περίπτωσιν κατὰ τὴν ὁποίαν δύο στοιχεῖα — ἔστω τὰ Σ_1 καὶ Σ_2 — σχηματίζουν μεταξὺ τους δύο ἡ περισσοτέρας ἐνώσεις Ἐὰν λάβωμεν ποσὰ τῶν ἐνώσεων αὐτῶν περιέχοντα τὸ αὐτὸ βάρος τοῦ Σ_1 , τότε τὰ βάρη τοῦ Σ_2 θὰ εὐρίσκωνται εἰς ἀπλὴν ἀκεραίαν σχέσιν μεταξὺ τους.

4. Νόμος τῶν ἰσοδυνάμων βαρῶν. Δύο στοιχεῖα Σ_1, Σ_2 σχηματίζουν ὅλας τὰς μεταξὺ τῶν ἐνώσεις μέ βάρη ἴσα, ἡ ἀπλᾶ πολλαπλάσια τῶν βαρῶν ὑπὸ τὰ ὁποῖα, ἕκαστον χωριστὰ, ἐνοῦται πρὸς τὸ αὐτὸ βάρος στοιχείου Σ_3 .

5. Ἴσοδύναμα βάρη - Χημικὸν ἰσοδύναμον (XI) στοιχείων.

I. Καλοῦμεν χημικῶς ἰσοδύναμα — ἡ ἀπλῶς ἰσοδύναμα — βάρη στοιχείων, τὰ βάρη ὑπὸ τὰ ὁποῖα τὰ στοιχεῖα ἐνοῦνται (ἡ ἀντικαθίστανται ἀμοιβαίως) εἴτε μεταξὺ τους, εἴτε πρὸς τὸ αὐτὸ βάρος ἑτέρου στοιχείου.

II. Χημικὸν ἰσοδύναμον (XI) στοιχείου καλεῖται ὁ ἀριθμὸς, ὁ ὁποῖος καθορίζει πόσα μ. β. αὐτοῦ εἶναι ἰσοδύναμα μέ 8 μ. β. ὀξυγόνου (ἡ μέ μ. β. ἄλλων στοιχείων ἰσοδύναμα μέ 8 μ. β. ὀξυγόνου). 1 γραμμοῖσοδύναμον στοιχείου = (XI) gr αὐτοῦ.

6. Νόμος ἀερίων ὀγκων. Τὰ ἀέρια λαμβάνουν μέρος εἰς τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις — ἐνοῦνται καὶ σχηματίζονται — ὑπὸ ἀπλᾶς ἀκεραίας ἀναλογίας ὀγκων.

Προβλήματα

1. Κατὰ τὴν πλήρη διάλυσιν 6,54gr ψευδαργύρου εἰς 100gr διαλύματος θειικοῦ ὀξέος, ἐλήφθησαν 0,2gr ἀερίου προϊόντος (ὕδρογόνου). Ποία ἡ μάζα τοῦ σχηματισθέντος οὗτω διαλύματος.

(Ἀπ. 106,34gr)

2. Εἰς δύο χημικὰς ἀναλύσεις ἐνώσεως περιεχοῦσης — πλὴν ἄλλων στοιχείων — ὀξέστιον καὶ φωσφόρον. εὐρέθησαν τὰ ἐξῆς ἀποτελέσματα :

α) Ἐν δειγμα αὐτῆς περιέχει 0,3gr, ὀξέστιον καὶ 0,155gr φωσφόρον.

β) Ἐτερον δεῖγμα αὐτῆς, μάζης 0,1705gr, περιέχει ἄλλα — πλὴν ὀξέστιου καὶ φωσφόρου — στοιχεῖα, συνολικῆς μάζης 0,0705gr.

Ποῖα πρέπει νὰ εἶναι τὰ βάρη ἀσβεστίου καὶ φωσφόρου εἰς τὸ δευτέρον δείγμα;

(Ἄπ. 0,066gr ἀσβέστιον, 0,034gr φωσφόρος).

3. Ἐν στοιχείῳ σχηματίζει δύο ἐνώσεις με ὀξυγόνον. 10,8gr τῆς μιᾶς περιέχουν 1,2gr ὀξυγόνου, ἐνῶ 1gr τῆς ἐτέρας περιέχει 0,2gr ὀξυγόνου. Εὐρετε ἂν ἰσχύει ὁ νόμος τῶν ἀπλῶν πολλαπλασίων.

(Ἄπ. Ἴσχύει, ὑπὸ ἀναλογίαν 2:1)

4. Ἐν στοιχείῳ, μετατρέπομενον εἰς ὀξείδιον, (δηλ. ἐνούμενον με ὀξυγόνον), αὐξάνεται κατὰ 28,6% τοῦ βάρους του. Εἰς ἕτερον πείραμα τὸ αὐτὸ στοιχείον ἐσχημάτισεν ἕτερον ὀξείδιον, μεγαλυτέρας περιεκτικότητος εἰς ὀξυγόνον. Ποῖον τὸ μέγιστον πόσον τοῦ δευτέρου ὀξειδίου, τὸ ὅποιον δύναται νὰ ληφθῇ ἀπὸ 2gr τοῦ στοιχείου, δοθέντος ὅτι ἡ σκέσις τοῦ Dalton διὰ τὸ ὀξυγόνον, δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ τὴν ἀναλογίαν 5:2.

(Ἄπ. 3,43 gr).

5. Δύο ἀέρια ἀντιδρῶν πρὸς σχηματισμὸν ἀερίου προϊόντος, τοῦ ὁποῖου ὁ ὄγκος εἶναι διπλάσιος τοῦ εἰς μικροτέραν ἀναλογίαν ὄγκου ἀντιδρῶντος ἀερίου. Ποῖος συνολικὸς ἀέριος ὄγκος θὰ ληφθῇ τελικῶς, ἐὰν ἀναμιχθοῦν 12 lt τοῦ ἀερίου Α₁ καὶ 15 lt τοῦ ἀερίου Α₂, διὰ τὰς ἐξῆς δύο περιπτώσεις:

- α) Τὰ ἀέρια ἀντιδρῶν εἰς τὴν ἀναλογίαν ὄγκων: $V_{A_1} : V_{A_2} = 2 : 1$
 β) » » » » » » » : $V_{A_1} : V_{A_2} = 1 : 3$

(Ἄπ. α) 21 lt β) 17 lt).

6. Ἐν μέταλλῳ, μετατρέπομενον εἰς ὀξείδιον, αὐξάνεται κατὰ τὰ 25% τοῦ βάρους του. Νὰ εὐρεθῇ τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου.

(Ἄπ. 32)

7. Μία χλωριούχος ἐνώσις μετάλλου Μ περιέχει 36,1% ἐκ τοῦ μετάλλου. Ἄφ' ἐτέρου, εἰς 11,7gr ἐνώσεως νατρίου-χλωρίου περιέχονται 4,6gr νατρίου καὶ 7,1gr χλωρίου. Νὰ εὐρεθῇ τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου Μ, δοθέντος ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ νατρίου εἶναι 23, ἐνῶ τὸ χλώριον ἔχει εἰς τὰς δύο ἐνώσεις τὴν αὐτὴν τιμὴν χημικοῦ ἰσοδυναμίου.

(Ἄπ. 20,05).

8. 1,35gr ἀργιλίου, διαλυόμενα εἰς ὕδροχλωρικὸν ὀξύ, ἐλευθερώνουν 0,15gr ὕδρογόνου. Ἄφ' ἐτέρου 5,4gr ἀργιλίου, προστιθέμενα εἰς περίσσειαν διαλύματος χλωριούχου χαλκοῦ, ἐλευθερώνουν 19,08gr χαλκοῦ. Ζητοῦνται:

α) Τὰ χημικὰ ἰσοδύναμα ἀργιλίου καὶ χαλκοῦ.

β) Τὰ βάρη τῶν σχηματισθέντων χλωριούχων ἀλάτων ἀργιλίου, εἰς τὰς δύο περιπτώσεις.

Δίδεται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον χλωρίου = 35,5, ἐνῶ τὸ χημ. ἰσοδύναμον τοῦ ἀργιλίου εἶναι σταθερόν.

(Ἄπ. α) 9 καὶ 31,8 β) 6,675gr καὶ 26,7 gr).

9. 9,45gr ὀξειδίου μετάλλου τινός, θερμαίνόμενα εἰς ρεῖμα ὕδρογόνου, χάνουν — λόγῳ ἀπωλείας τοῦ ὀξυγόνου — 1,12gr ἐκ τοῦ βάρους των. Ποῖα αὐξήσις βάρους θὰ παρατηρηθῇ, ἐὰν 3,78gr ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὀξειδίου θερμανθῶν ἐπαρκῶς εἰς ρεῖμα ὀξυγόνου, δοθέντος ὅτι σχηματίζεται ἕτερον ὀξείδιον, εἰς τὸ ὅποιον τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου εἶναι ἴσον με τὸ ἥμισυ τοῦ χημικοῦ του ἰσοδυναμίου εἰς τὸ ἀρχικὸν ὀξείδιον. Ποῖα τὰ χημικὰ ἰσοδύναμα τοῦ μετάλλου.

(Ἄπ. 0,448gr 59,5, 29,75).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΗ ΘΕΩΡΙΑ

ΕΞΗΓΗΣΙΣ ΝΟΜΩΝ ΧΗΜΕΙΑΣ

1. Γενικά

Οἱ νόμοι τῆς Χημείας συνοψίζουσιν πειραματικὰ δεδομένα ἀφορῶντα τοὺς χημικοὺς συνδυασμοὺς καί, ἐπομένως, ἰσχύουσιν ἀνεξαρτήτως οἰασθῆποτε ὑποθέσεως ἢ θεωρίας. Ἀλλὰ εἰς τοὺς ἐπιστήμονας ἦτο φυσικὸν νὰ δημιουργηθῇ ἡ πεποίθησις ὅτι, ἡ συμπεριφορὰ τῆς ὕλης κατὰ τοὺς χημικοὺς συνδυασμοὺς, ἔχει τὸ βαθύτερον αἰτιὸν τῆς εἰς τὴν ἐσωτερικὴν σύστασιν αὐτῆς. Προσέπαθον λοιπὸν νὰ *ἐξηγήσουν* τοὺς νόμους τῆς χημείας, διὰ τῆς διατυπώσεως ὑποθέσεων περὶ τῆς συστάσεως τῆς ὕλης. Οὕτω ἐγεννήθη ἡ *ἀτομικὴ* καὶ ἡ συμπληρώουσα αὐτὴν *μοριακὴ* θεωρία.

2. Κλασσικὴ ἀτομικὴ θεωρία (Dalton, 1803).

I. Ἱστορικόν. Ἡ ἀντίληψις τῆς ἀσυνεχείας τῆς ὕλης διατυπώθη τὸ πρῶτον ἀπὸ τοὺς ἀρχαίους Ἑλλήνας. Οἱ φιλόσοφοι τῆς Ἰωνικῆς Σχολῆς (Δημόκριτος, Λεύκιππος, Ἀναξαγόρας κ. ἄ.) ἐπίστευον ὅτι ἡ ὕλη δὲν εἶναι ἐπ' ἀπειρον διαιρετή, ἀλλὰ ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρότατα, μὴ τεμνόμενα περαιτέρω σωματίδια, τὰ ὁποῖα ἐκάλεσαν *ἀτόμους*. Τὸ φιλοσοφικὸν τοῦτο δόγμα διεμόρφωσεν εἰς *ἐπιστημονικὴν θεωρίαν* ὁ Dalton, στηριζόμενος εἰς τὰ πειραματικὰ δεδομένα τῶν νόμων τῆς Χημείας.



John Dalton
(1764 - 1844)

II. Ἀτομα. Κύρια σημεῖα θεωρίας Dalton.

1. *Ἀτομα* καλοῦνται τὰ ἐλάχιστα σωματίδια τῆς ὕλης, τὰ ὁποῖα δὲν ὑποδιαίρουνται περαιτέρω μὲ φυσικὰ ἢ χημικὰ μέσα.

2. Τὰ ἄτομα δὲν καταστρέφονται, οὔτε εἶναι δυνατόν νὰ δημιουργηθοῦν.

3. Τὰ ἄτομα ἐνὸς στοιχείου ἔχουν ὅλα τὸ αὐτὸ βάρος καί, γενικῶς, εἶναι καθ' ὅλα ὅμοια μεταξύ τους.

4. Ὑπάρχουν τόσα εἶδη διαφορετικῶν ἀτόμων, ὅσα εἶναι τὰ στοιχεῖα.

5. Τὰ ἄτομα συνεννοῦνται μεταξύ τους, πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων, ὑπὸ ἀναλογίας μικρῶν ἀκεραίων ἀριθμῶν. Ὁ Dalton ὠνόμαζεν τὸ ἀπειροελάχιστον συστατικὸν σωματίδιον ἐκάστης χημικῆς ἐνώσεως **σύνθετον ἄτομον**, παρεδέχετο δὲ ὅτι τοῦτο περιεῖχεν μικρὸν ἀκέραιον ἀριθμὸν ἀτόμων ἐκ τῶν συστατικῶν στοιχείων. (Τοῦτο ὠνομάσθη βραδύτερον μόριον).

Αἱ ἀντιλήψεις διὰ τὰ ἄτομα ἔχουν ἔκτοτε ἀλλάξει ριζικῶς (Βλ. Κεφ. ΣΤ'). Ἐν τούτοις, ἡ θεωρία τοῦ Dalton ἀπετέλεσεν τεραστίαν πρόοδον διὰ τὴν ἐποχὴν καὶ ἔδωσεν ἱκανοποιητικὴν ἐξήγησιν εἰς τοὺς νόμους τῆς Χημείας, τοὺς ἐκφράζοντας σχέσεις βαρῶν.

III. Ἐξήγησις νόμων Χημείας.

1. **Νόμος ἀφθαρσίας τῆς ὕλης** (Lavoisier). Εἰς τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις μεταβάλλονται μόνον αἱ ἀναλογίαι ὑπὸ τὰς ὁποίας συνδυάζονται τὰ ἄτομα, πρὸς σχηματισμὸν συνθετωτέρων σωματιδίων (μορίων). Τὸ συνολικὸν πλῆθος ἀτόμων ἐξ ἐκάστου στοιχείου παραμένει τὸ αὐτὸ πρὸ καὶ μετὰ τὴν χημικὴν ἀντίδρασιν, ἐπειδὴ τὰ ἄτομα δὲν καταστρέφονται καὶ εἶναι ἀδιαιρέτα. Ἐπομένως **πρέπει** ἡ μᾶζα τῶν ἀντιδρώντων σωματίων νὰ ἴσῃται μετὰ τὴν μᾶζαν τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως.

2. **Νόμος τῶν σταθερῶν λόγων** (Proust). Ἐκάστη χημικὴ ἔνωσις συνίσταται ἀπὸ ὅμοια μεταξύ τους σωματίδια (μόρια), σχηματιζόμενα ἀπὸ ὠρισμένον ἀριθμὸν ἀτόμων τῶν συστατικῶν τοῦ στοιχείου. Ἐπειδὴ ὅμως ὅλα τὰ ἄτομα ἐκάστου στοιχείου ἔχουν τὸ αὐτὸ βάρος, ἡ ὠρισμένη ἀναλογία ἀτόμων ἐκφράζει καὶ ὠρισμένην, **σταθερὰν** ἀναλογίαν βαρῶν τῶν συστατικῶν στοιχείων εἰς ἐκάστην χημικὴν ἔνωσιν.

3. **Νόμος ἀπλῶν πολλαπλασίων** (Dalton). Κατὰ τὴν ἀτομικὴν θεωρίαν, τὰ ἄτομα τοῦ αὐτοῦ στοιχείου εἶναι ἰσοβαρῆ, ἐκάστη δὲ χημικὴ ἔνωσις σχηματίζεται διὰ συνενώσεως ἀτόμων τῶν στοιχείων ὑπὸ ἀναλογίαν μικρῶν ἀκεραίων ἀριθμῶν. Ἡ ἀναλογία αὕτη ἀντιστοιχεῖ εἰς τοὺς μικροὺς ἀριθμοὺς ἀτόμων ἐκ τῶν ὁποίων σχηματίζεται ἕκαστον σύνθετον σωματίδιον (μόριον) τῆς ἐνώσεως. Ὅταν ἐπομένως δύο στοιχεῖα σχηματίζουν μεταξύ τους πολλαπλὰς χημικὰς ἐνώσεις, εἰς ὠρισμένον ἀριθμὸν ἀτόμων—**δηλ. εἰς σταθερὸν βάρος**—τοῦ ἐνὸς ἐξ αὐτῶν, θὰ ἀντιστοιχοῦν ἀριθμοὶ ἀτόμων—**καὶ ἐπομένως βάρη**—τοῦ ἑτέρου στοιχείου, εὐρισκόμενοι εἰς ἀπλὴν ἀκεραίαν σχέσιν μετὰ τὸν τῶν (Ἐπειδὴ ἕκαστος ἐξ αὐτῶν εὐρίσκεται εἰς ἀπλὴν σχέσιν πρὸς τὸν σταθερὸν ἀριθμὸν ἀτόμων τοῦ πρώτου στοιχείου).

3. Μοριακὴ Θεωρία.

I. **Ἱστορικόν.** Ἡ ὁμοιόμορφος συμπεριφορὰ τῶν ἀερίων εἰς τὰς μεταβολὰς πίεσεως καὶ θερμοκρασίας ὑπέβαλεν τὴν ἰδέαν ὅτι: Εἰς ἴσους ὄγκους ἀερίων, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν, θὰ περιέχεται ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς ἐλευθέρων σωματιδίων. Κατὰ τὴν ἀτομικὴν θεωρίαν, τὰ μικρότερα ἐλεύθερα σωματίδια εἶναι τὰ ἄτομα διὰ τὰ στοιχεῖα, ἢ τὰ σύνθετα ἄτομα διὰ

τὰς χημικὰς ἐνώσεις. Ὁ Dalton προσεπάθησε λοιπὸν νὰ ἐξηγήσῃ τὰς ἀπλὰς ἀναλογίας ὄγκων τοῦ νόμου τῶν ἀερίων, μὲ τὴν ὑπόθεσιν ὅτι ἴσοι ὄγκοι ἀερίων ἢ ἀτμῶν περιέχουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ἀτόμων (ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας). Ἀπέτυχε ὅμως, ὅπως φαίνεται εἰς τὸ κατωτέρω παρὰδειγμα: Εἰς ὄγκος δευτέρου, περιέχον ἔστω ν ἄτομα αὐτοῦ, ἐνοῦται μὲ δύο ὄγκους (ἢ 2ν ἄτομα) ὑδρογόνου, περιέχον πρὸς ν ἄτομα αὐτοῦ, ἐνοῦται μὲ δύο ὄγκους (ἢ 2ν συνθετὰ ἄτομα) ὕδατος. Δηλ. ἕκαστον ἄτομον δευτέρου πρέπει νὰ ἔχῃ διαχωρισθῇ εἰς δύο, διὰ νὰ σχηματισθοῦν τὰ διπλάσια συνθετὰ ἄτομα τῆς χημικῆς ἐνώσεως. Τοῦτο ὅμως ἀντιβαίνει εἰς βασικὴν ὑπόθεσιν τῆς ἀτομικῆς θεωρίας.

II. Ὑπόθεσις Avogadro. Ἡ ἀποτυχία τοῦ Dalton ὠδήγησεν τὸν Avogadro (1811) εἰς ὁρισμένας τροποποιήσεις τῆς ἀτομικῆς θεωρίας. Οὗτος παρεδέχθη ὅτι τὰ ἀνεξάρτητα ἐλεύθερα σωματίδια εἰς ἕν ἄεριον δὲν εἶναι τὰ ἄτομα τῶν στοιχείων, ἀλλὰ συγκροτήματα ἀτόμων τὰ ὁποῖα ὠνόμασεν **μόρια (molecules)**. Ἐπομένως: *Ἴσοι ὄγκοι ἀερίων ἢ ἀτμῶν περιέχουν, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων.* Ἡ ἀνωτέρω διατύπωσις ἀποτελεῖ τὴν περιφημὸν ὑπόθεσιν Avogadro, ἡ ὁποία, ἐπαληθευθεῖσα ἔκτοτε πλήρως, ἔχει σήμερον τὴν ἰσχὴν φυσικοῦ νόμου.

III. Μόρια. Ἡ ἔννοια τοῦ μορίου, διατυπωθεῖσα ἀκρικῶς ὑπὸ τοῦ Avogadro, διευκρινήθη τελικῶς (Cannizzaro 1858 κ. ἄ.) ὡς ἑξῆς:

1. Μόρια εἶναι συγκροτήματα ἀτόμων, ἀποτελοῦν δὲ τὰ ἐλάχιστα σωματίδια στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ ὑπάρξουν εἰς ἐλευθέρῳ κατὰστασιν (Ἐλεύθερα μόρια ὑπάρχουν εἰς τὰ ὑγρά καὶ εἰς τὰ ἀέρια).

2. Τὰ μόρια δὲν διασπῶνται διὰ μηχανικῶν μέσων καὶ γενικῶς μένουν ἀναλλοίωτα κατὰ τὴν διάρκειαν φυσικῶν φαινομένων.

3. Τὰ μόρια διαχωρίζονται κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις εἰς ἄτομα, τὰ ὁποῖα, μὴ δυνάμενα νὰ διατηρηθοῦν ἐν ἐλευθέρῳ καταστάσει, ἐπανενδύνται πρὸς σχηματισμὸν διαφορετικῶν μορίων, δηλ. νέων σωματίων.

4. Εἰς τὴν μάζαν ἐκάστου στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως, ὅλα τὰ μόρια εἶναι ὅμοια μετὰξὺ τους.

5. Τὰ μόρια τῶν στοιχείων ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὁμοειδῆ ἄτομα, ἐνῶ τὰ μόρια τῶν χημικῶν ἐνώσεων ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἄτομα δύο ἢ περισσοτέρων στοιχείων.

6. Ἡ σύστασις καὶ αἱ ιδιότητες σώματος τινὸς ἀφοροῦν οὐσιαστικῶς τὸ μόριον αὐτοῦ.

Τὰ ἀνωτέρω ἀπετέλεσαν συμπλήρωμα καὶ ὁλοκλήρωσιν τῆς ἀτομικῆς θεωρίας.

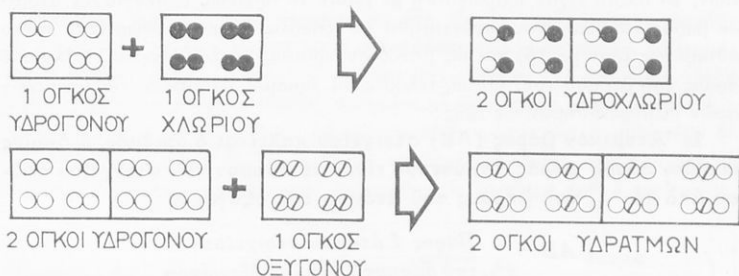
IV. Ἀτομικότης στοιχείου. Οὕτω καλεῖται ὁ ἀκέραιος ἀριθμὸς, ὁ ὁποῖος καθορίζει ἀπὸ πόσα ἄτομα ἀποτελεῖται τὸ μόριον τοῦ ἐλευθέρου στοιχείου.

Μονατομικά εἶναι τὰ ἐξ εὐγενῆ ἀέρια (ἥλιον, νέον, ἀργόν, κρυπτόν, ξένον, ραδόνιον) καὶ οἱ ἀτμοὶ τῶν μετάλλων. Εἰς τὰ μονατομικά στοιχεῖα ταυτίζονται αἱ ἔννοιαι μορίου καὶ ἀτόμου.

Διατομικά: Ύδρογόνο, οξυγόνο, άζωτο, φθόριο, χλώριο, βρώμιον, ιώδιον. Είναι ή περισσότερα ένδιαφέρουσα περίπτωσις. Υπάρχουν όμοίως στοιχεία **τριατομικά** (όζον), **τετρατομικά** (φωσφόρος, άρσενικόν κ. ά.), **έξατομικά** (θειόν), **όκτατομικά** (θειόν). Δυνατόν τό αυτό στοιχείον νά σχηματίξη μόρια διαφόρου ατομικότητος, αναλόγως τών συνθηκών (S_8, S_6, S_2).

V. Έξήγησις νόμου άερίων όγκων (Gay Lussac). Διά τής έννοίας του μέρους και τής υποθέσεως Avogadro, έξηγείται εύκόλως ό νόμος τών άερίων όγκων: Τά διάφορα σώματα λαμβάνουν γενικώς μέρος εις τάς χημικάς αντίδράσεις υπό άπλάς αναλογίας μορίων. Είναι λοιπόν προφανές, βάσει τής υποθέσεως Avogadro, ότι αί άπλάι αναλογίαι μορίων αντιστοιχούν εις άπλάς αναλογίας όγκων διά τά άέρια. Συνήθως, τό εις μικροτέραν αναλογίαν όγκον άντιδρών άέριον είναι έν διατομικόν στοιχείον, ένφ άνά μόριον προϊ-

Ο ΑΤΟΜΟΝ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ● ΑΤΟΜΟΝ ΧΛΩΡΙΟΥ ○ ΑΤΟΜΟΝ ΟΞΥΓΟΝΟΥ



Σχ. 4.

όντος, περιέχεται έν άτομον του στοιχείου τούτου. Προκύπτει ούτω διπλάσιος αριθμός μορίων του άερίου προϊόντος και έπομένως διπλάσιος όγκος. Τέλος, ή παρατηρουμένη συχνά συστολή του άερίου όγκου υφείλεται εις τό ότι άνά μόριον προϊόντος περιέχονται συνήθως περισσότερα άτομα, από τά περιεχόμενα άνά μόριον αντιδρώντων άερίων. Ούτω προκύπτουν διγώτερα συνολικώς μόρια και, έπομένως, μικρότερος άέριος όγκος. Τά άνωτέρω δεικνύονται σαφώς εις τό παρατιθέμενον σχήμα.

4. Ατομικά και μοριακά βάρη

Τά άτομα και τά μόρια έχουν έκαστον τόσον έλάχιστον βάρος, ώστε οι βάσει αυτών χημικοί υπολογισμοί θά ήσαν πολύ δυσχερείς. Διά τούτο, άν και σήμεραν είναι γνωστά τά πραγματικά βάρη ατόμων και μορίων, εξακολουθούν νά χρησιμοποιούνται τά **σχετικά** ατομικά και μοριακά βάρη.

Εις ταύτα αρχικώς ως μονάς συγκρίσεως ελήφθη τό βάρος του έλαφροτέρου ατόμου, δηλ. του ατόμου ύδρογόνου. Ωρίσθη δέ ως **ατομικόν βάρος**

στοιχείου ὁ ἀριθμός, ὁ ὁποῖος δεικνύει πόσας φορές βαρύτερον εἶναι τὸ ἄτομον αὐτοῦ ἀπὸ τὸ ἄτομον ὑδρογόνου.

Ἀναλόγως, ὠρίσθη ἐν συνεχείᾳ καὶ τὸ μοριακὸν βάρος στοιχείων καὶ ἐνώσεων. Μὲ βάσιν τὴν ἀνωτέρω μονάδα συγκρίσεως, τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ ὀξυγόνου εὐρέθη ἴσον μὲ 16, δηλ. τὸ $\frac{1}{16}$ τοῦ βάρους τοῦ ατόμου τοῦ ὀξυγόνου ἔθεωρήθη ἴσον μὲ τὸ βάρος τοῦ ατόμου τοῦ ὑδρογόνου, τὴν ληφθεῖσαν ἀρχικῶς μονάδα. Ἐν συνεχείᾳ, τὰ ἀτομικὰ βάρη τῶν πλείστων ἄλλων στοιχείων ὑπελογίσθησαν διὰ συγκρίσεως πρὸς τὸ $\frac{1}{16}$ τοῦ βάρους τοῦ ατόμου τοῦ ὀξυγόνου, (διότι οἱ ὑπολογισμοὶ ἔγιναν κυρίως ἐπὶ τῶν ὀξυγονούχων ἐνώσεων τῶν στοιχείων, αἱ ὁποῖα λαμβάνονται εὐκόλως). Μεταγενέστερα ὅμως μετρήσεις ἔδειξαν ὅτι ἡ σχέση τῶν βαρῶν τῶν ατόμων ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου δὲν εἶναι ἀκριβῶς 1 : 16 ἀλλὰ 1 : 15,873.

Εἶναι προφανὲς ὅτι, συμφώνως πρὸς τοὺς ἀριθμοὺς τούτους, τὸ $\frac{1}{16}$ τοῦ βάρους τοῦ ατόμου τοῦ ὀξυγόνου δὲν συμπίπτει πλέον μὲ τὴν ἀρχικῶς ληφθεῖσαν μονάδα. Διὰ τὰ μὴ μεταβληθούσιν λοιπὸν τὰ ἀτομικὰ βάρη τῶν στοιχείων, τὰ ὁποῖα εἶχον ὑπολογισθῇ μὲ βάσιν τὸ ἀρχικῶς ὑπολογισθέν ἀτομικὸν βάρος τοῦ ὀξυγόνου, προετιμῆθη νὰ ἐξακολουθήσῃ νὰ θεωρεῖται τοῦτο αὐθαρέτως ἴσον μὲ 16, καὶ ὡς μονὰς συγκρίσεως νὰ λαμβάνεται τὸ $\frac{1}{16}$ τοῦ βάρους τοῦ ατόμου του. Οὕτω, τελικῶς, οἱ ὁρίσμοι ἀτομικῶν καὶ μοριακῶν βαρῶν διευθετήθησαν ὡς ἑξῆς:

1. Ἀτομικὸν βάρος (AB) στοιχείου καλεῖται ὁ ἀριθμός, ὁ ὁποῖος δεικνύει πόσας φορές βαρύτερον εἶναι τὸ ἄτομον τοῦ στοιχείου τούτου ἀπὸ τὸ $\frac{1}{16}$ τοῦ βάρους τοῦ ατόμου τοῦ ὀξυγόνου:

$$AB = \frac{\text{Βάρος 1 ατόμου στοιχείου}}{\frac{1}{16} \text{ τοῦ βάρους 1 ατόμου ὀξυγόνου}}$$

2. Μοριακὸν βάρος (MB) στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως καλεῖται ὁ ἀριθμός, ὁ ὁποῖος δεικνύει πόσας φορές βαρύτερον εἶναι τὸ μόριον τοῦ στοιχείου ἢ τῆς χημικῆς ἐνώσεως ἀπὸ τὸ $\frac{1}{16}$ τοῦ βάρους τοῦ ατόμου τοῦ ὀξυγόνου:

$$MB = \frac{\text{Βάρος 1 μορίου στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως}}{\frac{1}{16} \text{ τοῦ βάρους 1 ατόμου ὀξυγόνου}}$$

Τὰ μοριακὰ βάρη ἀποτελοῦν ἄθροισμα τῶν ἀτομικῶν βαρῶν ὅλων τῶν ατόμων τῶν στοιχείων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν τὸ μόριον.

Συνθὰ, ἀντὶ τῶν ὄρων ἀτομικῶν καὶ μοριακῶν βάρους, χρησιμοποιοῦνται οἱ ἰσοδύναμοι ὅροι *ἀτομικὴ καὶ μοριακὴ μᾶζα*.

5. Γραμμοάτομα καὶ γραμμομόρια

1. Γραμμοάτομον (gram-atom) στοιχείου καλεῖται μᾶζα τούτου τῶσων γραμμάρων, ὅσον εἶναι τὸ ἀτομικὸν του βάρος.

$$1 \text{ γραμμοάτομον στοιχείου} = (AB) \text{ gr τοῦ στοιχείου}$$

Π. χ. τὸ AB τοῦ γλωρίου εἶναι 35,457, τὸ δὲ γραμμοάτομον αὐτοῦ εἶναι 35,457 gr. γλωρίου.

2. **Γραμμομόριον στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως** (grammolecule ἢ Mol) **καλεῖται μᾶζα τούτου τόσων γραμμαρίων, ὅσον εἶναι τὸ μοριακὸν του βάρους.**

$$1 \text{ γραμμομόριον (1 Mol) στοιχείου ἢ χημ. ἐνώσεως} = \\ = (\text{MB}) \text{ gr τοῦ σώματος}$$

Π. χ. τὸ MB τοῦ ὕδατος εἶναι 18, τὸ δὲ γραμμομόριον αὐτοῦ εἶναι 18 gr. ὕδατος.

6. Ἀριθμὸς Avogadro ἢ Loschmidt

Εὐκόλως ἀποδεικνύεται θεωρητικῶς ὅτι, εἰς ἓν γραμμομόριον οἰουδήποτε σώματος ἢ εἰς ἓν γραμμοάτομον οἰουδήποτε στοιχείου πρέπει νὰ περιέχεται ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς μορίων ἢ ἀτόμων ἀντιστοίχως. Ὁ σταθερὸς αὐτὸς ἀριθμὸς μορίων ἢ ἀτόμων εὐρέθῃ πράγματι μὲ διαφόρους πειραματικὰς μεθόδους, αἱ ὁποῖαι ἔδωσαν τιμὰς μὲ ἐλαχίστας διαφορὰς, ὡς ἀκριβεστέρα δὲ λαμβάνεται τὸ $6,023 \cdot 10^{23}$. Ὁ ἀνωτέρω σταθερὸς ἀριθμὸς συμβολίζεται μὲ τὸ **N** καὶ καλεῖται ἀριθμὸς τοῦ Avogadro ἢ σταθερὰ τοῦ Loschmidt.

$$\text{Ἀριθμὸς Avogadro : } N = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{μόρια}}{1 \text{ Mol}} \left(\text{ἢ } \frac{\text{ἄτομα}}{1 \text{ gram-atom}} \right)$$

7. Μοριακὸς ἢ γραμμομοριακὸς ὄγκος

Σύμφωνα μὲ τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Avogadro, ἴσοι ὄγκοι ἀερίων περιέχουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων καὶ ἀντιστρόφως, ἴσα μόρια κατέχουν τὸν αὐτὸν ὄγκον, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν. Ἐπομένως, ἐπειδὴ τὰ γραμμομόρια ὅλων τῶν σωμάτων περιέχουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων **N**, θὰ πρέπη εἰς ἀέριον κατάστασιν νὰ καταλαμβάνουν τὸν αὐτὸν ὄγκον, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν. Ὁ σταθερὸς αὐτὸς ὄγκος τοῦ γραμμομορίου οἰουδήποτε ἀερίου σώματος καλεῖται **μοριακὸς ἢ γραμμομοριακὸς ὄγκος**, μετρηθεὶς δὲ ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας (ΚΣ 760 mm Hg καὶ 0°C) εὐρέθῃ ἴσος μὲ 22415 cm^3 (κατὰ προσέγγισιν 22,4 lit).

$$\text{γραμμομοριακὸς ὄγκος εἰς ΚΣ} = 22,4 \text{ lit}$$

Κατ' ἀναλογίαν *ἀτομικὸς ὄγκος στοιχείου* καλεῖται ὁ ὄγκος τὸν ὅποιον κατέχει εἰς ἀέριον κατάστασιν ἐν γραμμοτόμον αὐτοῦ. Ὁ ἀτομικὸς ὄγκος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἀτομικότητα τῶν στοιχείων. Οὕτω π. χ., διὰ τὰ μονατομικὰ στοιχεῖα ἰσοῦται μὲ τὸν μοριακὸν ὄγκον (22,4 lit εἰς ΚΣ), διὰ τὰ διατομικὰ ἰσοῦται μὲ τὸ ἥμισυ τοῦ μοριακοῦ ὄγκου (11,2 lit εἰς ΚΣ) κ.ο.κ.

Περίληψις κεφαλαίου Δ'.

1. Ἄτομα καὶ μόρια.

Ἄτομον εἶναι τὸ ἐλάχιστον σωματίδιον τῆς ὕλης στοιχείου, ὑπὸ τὸ ὅποιον τοῦτο δύναται νὰ συμμετάσχη εἰς χημικὰ ἐνώσεις. Τὰ ἅτομα ἐκάστου στοιχείου θεωροῦνται καθ' ὅλα ὅμοια μεταξύ τους, παραμένουν δὲ ἀναλλοίωτα κατὰ τὰ διάφορα φυσικὰ ἢ χημικὰ φαινόμενα, μὴ ὑποδιαιρούμενα περαιτέρω οὔτε μὲ φυσικὰς, οὔτε μὲ χημικὰς μεθόδους. Τὰ ἅτομα δὲν δύναται νὰ ὑπάρξουν ἐν ἐλευθέρῳ καταστάσει, συννεύμενα πρὸς σχηματισμὸν τῶν μορίων τῶν στοιχείων ἢ τῶν χημικῶν ἐνώσεων.

Μόριον εἶναι τὸ ἐλάχιστον σωματίδιον τῆς ὕλης στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως, τὸ ὅποιον δύναται νὰ ὑπάρξῃ εἰς ἐλευθέρῳ κατάστασιν. Ἐκαστον καθωρισμένον σῶμα (στοιχεῖον ἢ χημικὴ ἐνώσις) ἀποτελεῖται ἀπὸ ὅμοια μεταξύ τους μόρια, τὰ ὅποια ἔχουν τὴν σύστασιν καὶ τὰς ιδιότητας αὐτοῦ. Τὰ μόρια εἶναι συγροτήματα ἀτόμων — ὁμοίων εἰς τὰ στοιχεῖα, διαφόρων εἰς τὰς χημικὰς ἐνώσεις — παραμένουν δὲ ἀναλλοίωτα κατὰ τὰ διάφορα φυσικὰ φαινόμενα, ἐνῶ κατὰ τὴν ἐπιτέλεσιν χημικῶν ἀντιδράσεων διασπῶνται, σχηματιζομένων τῶν μορίων ἄλλων σωμάτων.

Ἀτομικότης στοιχείου καλεῖται τὸ πλῆθος ἀτόμων τὰ ὅποια συγροτοῦν τὸ μόριον τοῦ ἐλευθέρου στοιχείου (εἰς τὰ μονατομικὰ στοιχεῖα αἱ ἐννοιαὶ μορίου καὶ ἀτόμου ταυτίζονται).

2. Ἀτομικὰ καὶ μοριακὰ βάρη (AB, MB).

$$AB = \frac{\text{Βάρος 1 ἀτόμου στοιχείου}}{1/16 \text{ τοῦ βάρους 1 ἀτόμου ὀξυγόνου}}$$

$$MB = \frac{\text{Βάρος 1 μορίου στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως}}{1/16 \text{ τοῦ βάρους 1 ἀτόμου ὀξυγόνου}}$$

3. Γραμμοτόμον - Γραμμομόριον

$$\text{Γραμμοτόμον στοιχείου} = (AB) \text{ gr τοῦ στοιχείου}$$

Γραμμομόριον (1 mol) στοιχείου ή χημικής ένωσης =
= (MB) gr τοῦ σώματος

4. Ὑποθέσεις Avogadro - Ἀριθμός Avogadro - Γραμμομοριακός ὄγκος.

Ὑποθέσεις Avogadro. Ἰσοὶ ὄγκοι ἀερίων, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν, περιέχουν τὸ αὐτὸ πλῆθος μορίων (καὶ ἀντιστρόφως).

Ἀριθμός Avogadro (ἢ σταθερὰ Loschmidt). Τὸ γραμμομόριον οἷουδήποτε σώματος ἢ τὸ γραμμοάτομον οἷουδήποτε στοιχείου περιέχει τὸ αὐτὸ πλῆθος μορίων ἢ ατόμων N (= Ἀριθμός Avogadro ἢ σταθερὰ Loschmidt).

$$N = 6,023 \cdot 10^{23} \frac{\text{μόρια}}{1 \text{ Mol}} \left(\text{ἢ} \frac{\text{άτομα}}{1 \text{ gram-Atom}} \right)$$

Γραμμομοριακός ἢ μοριακός ὄγκος καλεῖται ὁ σταθερὸς ὄγκος τὸν ὁποῖον καταλαμβάνει ἓν γραμμομόριον (δηλ. τὰ N μόρια) οἷουδήποτε ἀερίου, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν. Εἰς κανονικὰς συνθήκας, ὁ ὄγκος αὐτὸς εἶναι 22,4 lt.

$$\text{Γραμμομοριακός ὄγκος εἰς ΚΣ} = 22,4 \text{ lt}$$

Ἐρωτήσεις

- α) Νὰ ὀρίσθωὺν τὰ ἄτομα. Ποῖαι αἱ θεμελιώδεις τῶν ιδιότητες.
- β) Βάσει τῶν ὑποθέσεων τῆς ἀτομικῆς θεωρίας, νὰ ἐξηγηθῶν: 1) Ὁ νόμος ἀφθοαρίας τῆς ὕλης. 2) Ὁ νόμος τῶν σταθερῶν ἀναλογιῶν βάρους. 3) Ὁ νόμος τῶν ἀπλῶν πολλαπλασίων. Διὰ τί ὁ Dalton δὲν ἠδυνήθη νὰ ἐξηγήσῃ τὸν νόμον τῶν ἀερίων ὄγκων;
- γ) Νὰ ὀρίσθωὺν τὰ μόρια. Ποία ἡ διαφορὰ μορίου στοιχείου καὶ μορίου χημικῆς ένωσης. Τί ὠδήγησεν τὸν Avogadro εἰς τὴν διατύπωσιν τῆς έννοιᾶς τοῦ μορίου;
- δ) Νὰ ἐξηγηθῇ ὁ νόμος τῶν ἀερίων ὄγκων, σύμφωνα μετὰ τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Avogadro καὶ τὴν ἀτομικὴν θεωρίαν. Διὰ τί συνήθως ἐπέρχεται συστολή τοῦ ἀερίου ὄγκου; Διὰ τί συχνὰ τὸ ἀέριον προῖον ἔχει ὄγκον διπλάσιον τοῦ εἰς μικροτέραν ἀναλογίαν ὄγκου ἀντιδρώντος ἀερίου;
- ε) Ὅρίσατε: 1) Τὸ ἀτομικὸν βάρος στοιχείου. 2) Τὸ μοριακὸν βάρος στοιχείου ἢ χημικῆς ένωσης. 3) Τὸ γραμμοάτομον. 4) Τὸ γραμμομόριον. 5) Τὸν μοριακὸν ἢ γραμμομοριακὸν ὄγκον τῶν ἀερίων. Διὰ τί ὁ ὄγκος αὐτὸς εἶναι σταθερὸς, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν;
- στ) Διὰ τί τὸ ὀξυγόνον ἔχει ἀτομικὸν βάρος 16;
- ζ) Τί εἶναι ὁ ἀριθμὸς τοῦ Avogadro (ἢ σταθερὰ τοῦ Loschmidt).
- η) Δύο στοιχεῖα Σ_1 καὶ Σ_2 σχηματίζουν μεταξύ τους δύο χημικὰς ένώσεις, ὑπὸ διαφόρους ἀναλογίας βαρῶν. Ἐὰν ἕκαστον ἄτομον τοῦ Σ_1 ἔχει μᾶ-

ζαν α gr και έκαστον άτομον του Σ_2 β gr, να αποδειχθῇ—βάσει των υποθέσεων των ατομικής θεωρίας—άλλεβρικῶς ὁ νόμος τοῦ Dalton.

θ) Ἐξηγήσατε σαφῶς τὴν διαφορὰν μεταξὺ των ὄρων :

α) Ἀτομον—Γραμμοάτομον. β) Μόριον—γραμμομόριον.

Προβλήματα

9. Δύο χημικαὶ ενώσεις E_1 καὶ E_2 ἔχουν ἀντιστοίχως μοριακὰ βάρη $M_1 = 106$ καὶ $M_2 = 142$. Ποία ἡ μάζα τοῦ μίγματος τοῦ σχηματιζομένου ἐκ τῆς ἀναμίξεως 1,2 γραμμομορίων τῆς E_1 καὶ 4 γραμμομορίων τῆς E_2 . Ποία ἡ ἐκτοστιάα κατὰ βάρος οὐστάσις τοῦ ἀνωτέρω μίγματος ;

(Ἀπ. 695,2 gr. 18,3 % E_1 , 81,7 % E_2).

10. Ποία ἡ ἐκτοστιάα κατὰ βάρος οὐστάσις μίγματος ἀποτελουμένου ἀπὸ ὀξειδίου ἀσβεστίου καὶ ὀξειδίου χαλκοῦ, εἰς ἀναλογίαν γραμμομορίων 3 : 2 ἀντιστοίχως. Τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ μὲν ὀξειδίου τοῦ ἀσβεστίου εἶναι 56, τοῦ δὲ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ 80.

(Ἀπ. 51,22 % ὀξειδίου ἀσβεστίου, 48,78 % ὀξειδίου χαλκοῦ).

11. Κρᾶμα χαλκοῦ καὶ σιδήρου ἔχει τὴν ἐξῆς ἐκτοστιάαν κατὰ βάρος οὐστάσις : 36,37 % χαλκόν, 63,63 % σίδηρον. Ποία ἡ εἰς ἀκέραια γραμμοάτομα ἀναλογία των 2 στοιχείων τοῦ μίγματος. Ἀτομικὰ βάρη : Σιδήρου = 56, χαλκοῦ = 64.

(Ἀπ. 1 : 2).

12. Πόσα γραμμομόρια ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου πρέπει νὰ προστεθοῦν εἰς 120 gr. ἐτέρου σώματος, ἵνα τὸ σχηματιζόμενον μίγμα περιέχει 62,5 % ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον. Μοριακὸν βάρος ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου = 100. (Ἀπ. 2).

13. Πόσα μόρια ὕδατος περιέχονται εἰς 0,1 gr. αὐτοῦ. Μοριακὸν βάρος ὕδατος = 18. (Ἀπ. $\sim 3,346 \cdot 10^{21}$).

14. Πόσα μόρια περιέχονται εἰς 1 cm³ ἀερίου τινός, ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας (θερ/οία 0° C, πίεσις 76 cm Hg). (Ἀπ. $\sim 2,7 \cdot 10^{19}$).

15. α) Ποία εἶναι ἡ μάζα 1 μορίου διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

β) Ποία εἶναι ἡ μάζα 1 ἀτόμου ὕδρογόνου. Μοριακὸν βάρος διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος = 44. Ἀτομικὸν βάρος H = 1.008.

(Ἀπ. α) $\sim 8,3 \cdot 10^{-23}$ gr. β) $\sim 1,67 \cdot 10^{-24}$ gr).

16. Ποῖον τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ ὕδροχλωρίου, ἐὰν 112 cm³ τοῦ ἀερίου τούτου, εἰς κανονικὰς συνθήκας, ζυγίζουν 0,182 gr. (Ἀπ. 36,4).

17. Ποία μάζα ἀζώτου περιέχει τὸ αὐτὸ πλῆθος μορίων μὲ 8000 cm³ ὕδρογόνου εἰς Κ. Σ. Μοριακὸν βάρος ἀζώτου = 28. (Ἀπ. 10 gr.).

18. Ποία μάζα θεικοῦ ὀξέος περιέχει τὸ αὐτὸ πλῆθος μορίων μὲ 220 gr. διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

MB : Διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος = 44, θεικοῦ ὀξέος = 98. (Ἀπ. 490 gr).

19) Ποῖον τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ διοξειδίου τοῦ θείου, δοθέντος ὅτι ἡ πυκνότης αὐτοῦ εἰς Κ.Σ. εἶναι $d_0 = 2,85 \frac{\text{gr}}{\text{lt}}$. Νὰ γίνῃ γενίκευσις. (Απ 63,84).

20. Ποία ἡ κατ' ὄγκον καὶ κατὰ βάρος οὐστάσις τοῦ ἀέρος, ἐὰν θεωρηθῇ ὅτι ἀποτελεῖται ἀπὸ ὀξυγόνου καὶ ἀζώτου, εἰς ἀναλογίαν γραμμομορίων 1 : 4 MB : Ὄξυγόνου = 32, ἀζώτου = 28.

(Ἀπ. α) Κατ' ὄγκον : 20 % ὀξυγόνου, 80 % ἀζώτου.

β) Κατὰ βάρος 22,22 % » 77,78 % »).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

ΧΗΜΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ

1. Γενικά

1. Σημασία. Οἱ διάφοροι χημικοὶ συμβολισμοὶ ἐπενοήθησαν ἀρχικῶς διὰ τὴν συνοπτικὴν καὶ ἀπλουστέραν παράστασιν τῶν διαφόρων σωμάτων, ὥς καὶ τῶν χημικῶν φαινομένων. Ἐν συνεχείᾳ ἀπετέλεσαν τὴν βάσιν ὅλων τῶν χημικῶν ὑπολογισμῶν διότι, ὥς θὰ ἐξηγηθῇ, διὰ τῶν συμβολισμῶν ἐκφράζονται καὶ αἱ ποσοτικαὶ ἀναλογίαι τῶν στοιχείων εἰς τὰς χημικὰς ἐνώσεις, ὥς καὶ αἱ ποσοτικαὶ σχέσεις ὑπὸ τὰς ὁποίας τὰ διάφορα σώματα λαμβάνουν μέρος εἰς τὰ χημικὰ φαινόμενα.

2. Ἱστορικόν. Ἡ προσπάθεια συνοπτικῆς παραστάσεως τῶν διαφόρων σωμάτων εἶναι πολὺν παλαιά. Ἦδη οἱ ἀρχαῖοι Ἕλληνες, οἱ Αἰγύπτιοι, καὶ βραδύτερον εἰς εὐρύτεραν κλίμακα οἱ Ἀλχημισταί, ἐξηρησιμοποίησαν διάφορα σύμβολα. Ὁ Dalton, μὲ βάσιν τὴν ἀτομικὴν του θεωρίαν, καθιέρωσεν ἰδιαίτερα *κνυκλικὰ* σύμβολα δι' ἕκαστον ἄτομον, διὰ συνδυασμοῦ δὲ αὐτῶν παρίστανε τὰς χημικὰς ἐνώσεις :

Θ ὕδρογόνον, Ο δξυγόνον, ΘΟ ὕδωρ.

Σήμερον χρησιμοποιεῖται ὁ χημικὸς συμβολισμὸς ὁ προταθεὶς ἀρχικῶς ἀπὸ τὸν Berzelius (1813), στηριζόμενος εἰς τὴν λατινικὴν ὀνομασίαν τῶν στοιχείων.

2. Σύμβολα στοιχείων

Τὰ σύμβολα, διὰ τῶν ὁποίων παρίστανται συνοπτικῶς τὰ στοιχεῖα, εἶναι τὰ κεφαλαῖα ἀρχικὰ τοῦ ὀνόματός των εἰς τὴν Λατινικὴν.

Τὸ ὕδρογόνον παρίσταται διὰ τοῦ συμβόλου **H**, ἐκ τοῦ λατινικοῦ Hydrogenium.

Τὸ δξυγόνον παρίσταται διὰ τοῦ συμβόλου **O**, ἐκ τοῦ λατινικοῦ Oxygenium.

Ὅταν τὰ ὀνόματα δύο ἢ περισσοτέρων στοιχείων ἔχουν τὸ αὐτὸ ἀρχικόν, παραιτῆται πρὸς διάκρισιν καὶ δεύτερον, μικρὸν γράμμα, ἐκ τοῦ ὀνόματος.

P → φωσφόρος (Phosphorus), **Pt** → λευκόχρυσος (Platinum), **Pd** → παλλάδιον (Palladium), **Pb** → μόλυβδος (Plumbum).

Διὰ τοῦ συμβόλου παρίσταται τὸ στοιχεῖον, συγχρόνως δὲ συμβολίζονται: *Ἐν ἄτομον τοῦ στοιχείου, τὸ ἀτομικὸν τοῦ βάρους καὶ ἐν γραμμομάτομον αὐτοῦ* (ἢ γενικώτερον, τόσα μέρη βάρους τοῦ στοιχείου, ὅσον εἶναι τὸ ἀτομικὸν τοῦ βάρους). Οὕτω, τὸ σὺμβολον **Cl** παρίστανει τὸ στοιχεῖον χλώριον, ἐπίσης δέ: Ἐν ἄτομον χλωρίου, τὸ ἀτομικὸν βάρους τοῦ χλωρίου = 35,457, ὡς καὶ ἐν γραμμομάτομον χλωρίου, δηλ. 35,457 gr αὐτοῦ (ἢ γενικώτερον, 35,457 μ. β. χλωρίου).

Τὰ μόρια τῶν στοιχείων παρίστανται διὰ τῶν συμβόλων αὐτῶν, μὲ ἕνα ἀριθμὸν ὡς *δείκτην* εἰς τὸ κάτω δεξιὸν ἄκρον, ὁ ὁποῖος δεικνύει τὴν ἀτομικότητα τῶν στοιχείων. Π.χ., τὸ μόριον τοῦ διατομικοῦ ὀξυγόνου παρίσταται διὰ τοῦ O_2 .

Διὰ τὴν παράστασιν πλήθους ἀτόμων ἢ μορίων τοῦ στοιχείου (ὡς καὶ γραμμομάτων ἢ γραμμομορίων αὐτοῦ) τίθεται ἀριθμὸς, ὁ καλούμενος *συντελεστής*, πρὸ τοῦ ἀντιστοίχου συμβολισμοῦ. Οὕτω διὰ τοῦ **5H** παρίστανται 5 ἄτομα, ὡς καὶ 5 γραμμομάτομα ὕδρογόνου, ἐνῶ διὰ τοῦ **5H₂** παρίστανται 5 μόρια, ὡς καὶ 5 γραμμομόρια ὕδρογόνου.

3. Χημικοὶ τύποι

Τὰ μόρια τῶν χημικῶν ἐνώσεων σχηματίζονται διὰ συνενώσεως ἀτόμων διαφόρων στοιχείων. Ἐπομένως, διὰ τὴν συμβολικὴν παράστασιν τῶν χημικῶν ἐνώσεων, δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν τὰ σύμβολα τῶν ἀντιστοιχούντων στοιχείων. *Χημικοὶ τύποι καλοῦνται οἱ συμβολισμοὶ διὰ τῶν ὁποίων παρίστανται αἱ χημικαὶ ἐνώσεις, ἀποτελοῦν δὲ συνδυασμοὺς τῶν συμβόλων τῶν στοιχείων, τὰ ὅποια συνιστοῦν τὴν ἐνωσιν.* Εἰς τοὺς χημικοὺς τύπους ἀναγράφονται τὰ σύμβολα τῶν στοιχείων τὸ ἕν παραπλεύρως τοῦ ἄλλου καὶ διὰ *δεικτῶν* ὑποδεικνύεται ἡ ἀναλογία τῶν διαφόρων ἀτόμων εἰς τὸ μόριον τῆς ἐνώσεως. Οὕτω οἱ χημικοὶ τύποι παριστοῦν:

α) *Τὴν ποιοτικὴν σύστασιν τῆς χημικῆς ἐνώσεως*, δηλ. ἀπὸ ποῖα στοιχεῖα σχηματίζεται αὕτη.

β) *Τὴν ποσοτικὴν σύστασιν αὐτῆς* δηλ. τὴν ἀναλογίαν ἀτόμων καὶ ἐπομένως γραμμομάτων — ἄρα καὶ βαρῶν — τῶν διαφόρων στοιχείων εἰς τὴν ἐνωσιν.

Σήμερον χρησιμοποιοῦνται διάφορα εἶδη χημικῶν τύπων, διὰ τῶν ὁποίων ἀποδίδονται καὶ πρόσθετα χαρακτηριστικὰ τῶν ἐνώσεων τὰς ὁποίας παριστοῦν.

1. **Ἐμπειρικοὶ τύποι E.T.** Εἶναι οἱ ἀπλούστεροι χημικοὶ τύποι.

Δεικνύουν ἀπὸ ποῖα στοιχεῖα συνίσταται ἡ ἐνωσις, ὡς καὶ τὴν ἀναλογίαν ἀτόμων ἢ γραμμομάτων εἰς αὐτήν. Ἐπομένως παριστοῦν τὴν ποιοτικὴν καὶ ποσοτικὴν σύστασιν τῶν χημικῶν ἐνώσεων (ἐκ τῆς ὁποίας καὶ εὐρίσκονται). Ἀλλὰ οἱ ἐμπειρικοὶ τύποι δὲν δεικνύουν τὸν ἀκριβῆ ἀριθμὸν ἀτόμων ἐκάστου στοιχείου εἰς τὸ μόριον τῶν ἐνώσεων, ἐπομένως δὲν καθορίζουν τὸ MB αὐτῶν.

Ούτω ο ΕΤ $(\text{CH}_2\text{O})_x$ παριστᾷ χημικὴν ἔνωσιν ἀποτελουμένην ἀπὸ ἄνθρακα, ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, εἰς ἀναλογίαν ἀτόμων ἢ γραμμοατόμων 1:2:1 κατὰ σειρὰν (δηλ. δεικνύει ὅτι εἰς 12 gr C, ἀναλογοῦν 2 gr H καὶ 16 gr O). Τὸ μόριον τῆς ἐνώσεως περιέχει x ἄτομα ἄνθρακος, $2x$ ἄτομα ὑδρογόνου καὶ x ἄτομα ὀξυγόνου, τὸ δὲ ΜΒ αὐτῆς εἶναι:
 $\text{MB} = 12x + 2 \cdot 1 \cdot x + 16x = 30x$. Τὸ x εἶναι ἀγνωστος ἀκέραιος ἀριθμός.

2. Μοριακοὶ τύποι (ἢ ἐμπειρικοὶ μοριακοὶ τύποι) ΜΤ. Δεικνύουν τὸν ἀκριβῆ ἀριθμὸν ἀτόμων τῶν διαφόρων στοιχείων εἰς τὸ μόριον τῶν χημικῶν ἐνώσεων. Παριστοῦν ἐπομένως τὴν ποιοτικὴν καὶ ποσοτικὴν σύστασιν τῶν χημικῶν ἐνώσεων — ὡς καὶ οἱ ἐμπειρικοὶ τύποι — ἀλλὰ ἐπὶ πλέον καὶ τὸ μοριακὸν βάρος αὐτῶν (εὐρισκόμενον δι' ἄθροισμα τῶν ἀτομικῶν βαρῶν). Ὁ μοριακὸς τύπος παριστᾷ τὸ μόριον τῆς χημικῆς ἐνώσεως καὶ ἓν γραμμομόριον αὐτῆς (ἢ γενικῶς τόσα μέρη βάρους τῆς ἐνώσεως, ὅσον εἶναι τὸ μοριακὸν βάρος αὐτῆς).

Οὕτω, διὰ τὸ μεθάνιον, ὁ μοριακὸς τύπος CH_4 δεικνύει:

α) Τὸ μόριον τοῦ μεθανίου, ἀποτελούμενον ἀπὸ ἓν ἄτομον ἄνθρακος καὶ τέσσαρα ἄτομα ὑδρογόνου.

β) Τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ μεθανίου $= 12 + 4 \cdot 1 = 16$.

γ) Ἐν γραμμομόριον μεθανίου $= 16$ gr. (ἢ γενικῶς 16 μ. β. μεθανίου).

Οἱ μοριακοὶ τύποι εἶναι οἱ συνήθως χρησιμοποιούμενοι εἰς τὴν Ἀνόργανον Χημείαν, καλούμενοι διὰ τοῦτο συχνὰ καὶ ἀπλῶς **χημικοὶ τύποι**.

Εὐρεσις ἑκατοστιαίας συστάσεως. Εἶναι προφανές ὅτι ἐκ τοῦ χημικοῦ τύπου (ἐμπειρικοῦ ἢ μοριακοῦ) εὐρίσκεται εὐκόλως ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τῶν ἐνώσεων.

Παράδειγμα: Ποία ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τῆς ἐνώσεως Fe_2O_3 (ΑΒ Fe = 56, O = 16).

Λύσις: Εὐρίσκομεν ἀρχικῶς τὸ ΜΒ τῆς ἐνώσεως:

$$\text{MB} = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160$$

Εἰς 160 gr. Fe_2O_3 περιέχονται 2.56 gr. Fe, 3.16 gr. O

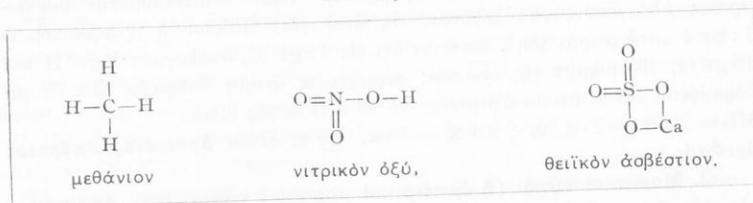
» 100 » » » $\times_1$ » » $\times_2$ » »

$$\times_1 = 2,56 \frac{100}{160} \text{ gr. Fe καὶ } \times_2 = 100 - 70 = 30 \text{ gr. O}$$

* Ἀρα ἡ ζητούμενη ἑκατοστιαία σύστασις εἶναι:

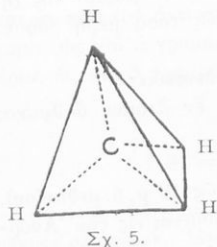
$70\% \text{ Fe, } 30\% \text{ O}$

3. Συντακτικοὶ τύποι ΣΤ. Παριστοῦν ὅτι καὶ οἱ μοριακοὶ τύποι — δηλ. τὴν ποιοτικὴν καὶ ποσοτικὴν σύστασιν τῆς χημικῆς ἐνώσεως, ὡς καὶ τὸ μοριακὸν βάρος αὐτῆς — ἐπὶ πλέον δὲ τὸν τρόπον συνδέσεως τῶν ἀτόμων μεταξύ τους, δηλ. τὴν ἀρχιτεκτονικὴν τοῦ μορίου εἰς τὸ ἐπίπεδον. Εἰς τὰ κατωτέρω παραδείγματα συντακτικῶν τύπων, ἕκαστον εὐθύγραμμον τιμῆμα παριστᾷ σύνδεσιν ἀτόμων διὰ μιᾶς μονάδος σθένους ἢ συγγενείας (Κεφ. Ζ').

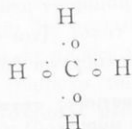


Οἱ συντακτικοὶ τύποι εἶναι οἱ συνήθως χρησιμοποιούμενοι εἰς τὴν Ὁργανικὴν Χημείαν, λόγῳ τοῦ φαινομένου τῆς *ἰσομερείας* (παρ. 4).

4. **Στεροχημικοὶ τύποι** Στ. Τ. Παριστοῦν ὅτι οἱ συντακτικοὶ τύποι, ἀλλὰ ἡ κατανομή τῶν ἀτόμων τὰ ὁποῖα συνιστοῦν τὸ μόριον, δεικνύεται εἰς τὸν ᾠχρον. Π. χ. ὁ Στ. Τ. τοῦ μεθανίου (σχ. 5) δεικνύει ὅτι τὸ ἄτομον τοῦ ἀνθρακὸς εὐρίσκεται εἰς τὸ κέντρον κανονικοῦ τετραέδρου, εἰς τὰς κορυφὰς τοῦ ὁποῖου εἶναι τοποθετημένα τὰ 4 ἄτομα ὕδρογόνου.



5. **Ἡλεκτρονικοὶ τύποι.** Δεικνύουν τὴν κατανομήν τῶν ἡλεκτρονίων τῶν ἐξωτερικῶν στιβάδων τῶν ἀτόμων, τὰ ὁποῖα συνιστοῦν τὸ μόριον (Κεφ. ΣΤ' καὶ Ζ'). Κατωτέρω ἀναγράφεται ὁ ἡλεκτρονικὸς τύπος τοῦ μεθανίου.



4. Πολυμέρεια - Ἴσομέρεια

1. **Πολυμέρεια** καλεῖται τὸ φαινόμενον κατὰ τὸ ὁποῖον δύο ἢ περισσότεραι ἐνώσεις ἔχουν τὸν αὐτὸν ἐμπειρικὸν τύπον — δηλ. τὴν αὐτὴν ποιοτικὴν καὶ ποσοτικὴν σύστασιν — ἀλλὰ διαφόρους μοριακοὺς τύπους, δηλ. διαφορετικὰ μοριακὰ βάρη, πολλαπλάσια κοινοῦ ἀριθμοῦ. Αἱ ἐνώσεις αὗται καλοῦνται πολυμερεῖς καὶ ἔχουν διαφόρους φυσικὰς καὶ χημικὰς ιδιότητες.

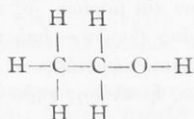
Οὕτω, τὸν ἐμπειρικὸν τύπον $(\text{CH}_2\text{O})_x$ ἔχουν αἱ πολυμερεῖς ἐνώσεις.

α) Φορμαλδεϋδην, ΜΤ CH_2O ($x=1$, ΜΒ=30). β) Ὄξιδον δέξυ, ΜΤ $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ($x=2$, ΜΒ=60). γ) Γαλακτικὸν δέξυ, ΜΤ $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ ($x=3$, ΜΒ=90). δ) Γλυκόζη, ΜΤ $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ($x=6$, ΜΒ=180).

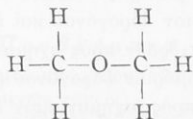
2. **Ἴσομέρεια** καλεῖται τὸ φαινόμενον κατὰ τὸ ὁποῖον δύο ἢ περισσότεραι ἐνώσεις ἔχουν τὸν αὐτὸν μοριακὸν τύπον — δηλ. τὴν αὐτὴν ποιοτικὴν καὶ ποσοτικὴν σύστασιν καὶ τὸ αὐτὸ μοριακὸν βάρος — διάφορον ὁμως συντακτικὸν τύπον — δηλ. διάφορον τρόπον συνδέσεως τῶν ἀτόμων εἰς τὸ μόριον — καὶ λόγῳ τούτου διαφόρους φυσικὰς καὶ χημικὰς ιδιότητας.

Οὕτω, εἰς τὸν μοριακὸν τύπον C_2H_6O ἀντιστοιχοῦν δύο τελείως διαφορετικαὶ ἐνώσεις :

α) Αἰθυλικὴ ἀλκοόλη (κοινὸν οἶνόπνευμα). Συντ. τύπου :



β) Διμεθυλαιθὴρ (ἀέριος ἐνώσις). Συντ. τύπου :



Τὸ φαινόμενον τῆς ἰσομερείας εἶναι σπάνιον εἰς τὴν Ἀνόργανον Χημείαν, συναντᾶται ὅμως ἐξαιρετικὰ συχνὰ εἰς τὰς ὀργανικὰς ἐνώσεις. Λόγῳ τούτου, εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημείαν χρησιμοποιοῦνται συνήθως οἱ συντακτικοὶ τύποι, πρὸς διάκρισιν τῶν ἰσομερῶν μεταξὺ τους.

Συχνὰ δύο ἢ περισσότεραι ὀργανικαὶ ἐνώσεις ἔχουν τὸν αὐτὸν συντακτικὸν τύπον, διάφορον ὅμως στερεοχημικόν. Αἱ ἐνώσεις αὗται καλοῦνται *στερεοϊσομερεῖς* καὶ τὸ φαινόμενον *στερεοϊσομέρεια*. Λόγῳ τῆς διαφόρου κατανομῆς τῶν ἀτόμων εἰς τὸν χῶρον, αἱ στερεοϊσομερεῖς ἐνώσεις ἐμφανίζουν ὀρισμένας διαφορὰς ἰδιοτήτων.

5. Χημικαὶ ἐξισώσεις

1. Ὅπως τὰ στοιχεῖα παρίστανται διὰ τῶν συμβόλων αὐτῶν καὶ αἱ χημικαὶ ἐνώσεις διὰ τῶν χημικῶν τύπων, οὕτω καὶ τὰ χημικὰ φαινόμενα — δηλ. αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις — παρίστανται συμβολικῶς διὰ *τῶν χημικῶν ἐξισώσεων*. Εἰς αὐτὰς ἀναγράφονται ἀρχικῶς τὰ ἀντιδρῶντα σώματα, ἐν συνεχείᾳ δὲ συνήθως τίθεται βέλος ἀντὶ τοῦ σημείου τῆς ἰσότητος, δεξιὰ δὲ αὐτοῦ ἀναγράφονται τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως. Οὕτω, ἡ συνένωσις ὑδρογόνου καὶ χλωρίου πρὸς σχηματισμὸν ὑδροχλωρίου δύναται νὰ παρασταθῇ διὰ τοῦ συμβολισμοῦ :



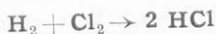
Ἡ ἀνωτέρω παράστασις εἶναι ὀρθὴ μόνον *ποιοτικῶς*. Διὰ νὰ ἀποτελέσῃ ὅμως *πλήρη χημικὴν ἐξίσωσιν*, πρέπει νὰ ἐκφράξῃ καὶ *τὰς ποσοτικὰς σχέσεις*, ὑπὸ τὰς ὁποίας τὰ σώματα λαμβάνουν μέρος εἰς τὸ φαινόμενον. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς τοποθετήσεως καταλλήλων ἀριθμῶν — *τῶν συντελεστῶν* — πρὸ τῶν διαφόρων μορίων, οὕτως ὥστε νὰ ὑπάρχῃ ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς ἀτόμων ἐξ ἑκάστου στοιχείου, τόσον εἰς τὰ ἀντιδρῶντα σώματα, ὅσον καὶ εἰς τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως. Οὕτω ἰσχύει διὰ τὸ παρι-

στάμενον φαινόμενον *δ νόμος τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης*. Μία πλήρης χημικὴ ἐξίσωσις πρέπει ἐπομένως νὰ δεικνύη:

α) Τὸ εἶδος τῶν ἀντιδρώντων καὶ σχηματιζομένων σωμάτων.

β) Τὰς ἀναλογίας ἀτόμων καὶ μορίων, ὡς καὶ γραμμοατόμων καὶ γραμμομορίων — δηλ. τὰς ἀναλογίας βαρῶν — ὑπὸ τὰς ὁποίας λαμβάνουν μέρος τὰ διάφορα σώματα εἰς τὸ χημικὸν φαινόμενον.

Σύμφωνα μὲ τὰ ἀνωτέρω, ἡ πλήρης χημικὴ ἐξίσωσις τοῦ σχηματισμοῦ ὕδροχλωρίου εἶναι ἡ ἑξῆς:



Δεικνύει δὲ ὅτι ἓν μόριον ὑδρογόνου καὶ ἓν μόριον χλωρίου, ἐρχόμενα καταλλήλως εἰς ἐπαφὴν, ἀντιδρῶν πρὸς σχηματισμὸν δύο μορίων ὕδροχλωρίου. Ἐπίσης ὅτι ἓν γραμμομόριον ὑδρογόνου (2 gr.) ἐνοῦται μὲ ἓν γραμμομόριον χλωρίου (71 gr.), πρὸς σχηματισμὸν δύο γραμμομορίων ὕδροχλωρίου (73 gr.). Ἡ γενικότερον, ὅτι 2 μ.β ὑδρογόνου ἐνοῦνται μὲ 71 μ. β. χλωρίου, πρὸς σχηματισμὸν 73 μ. β. ὕδροχλωρίου.

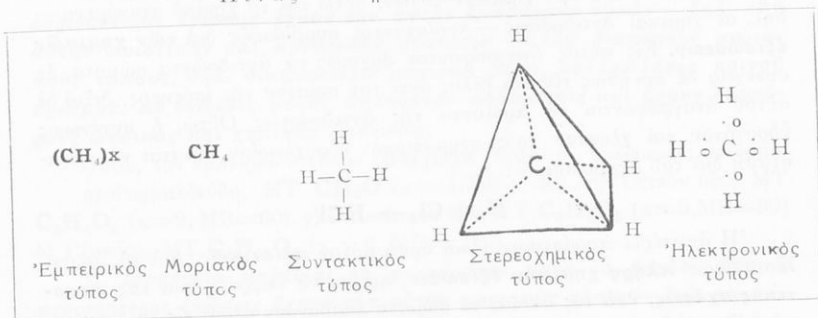
Εἶναι προφανὲς ὅτι οἱ συντελεσταὶ μιᾶς χημικῆς ἐξισώσεως — ὡς ἐκφράζοντες ἀπλῶς μίαν ἀναλογίαν — δύνανται νὰ πολλαπλασιασθοῦν ἢ νὰ διαιρεθοῦν μὲ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν, ὅπως ἀκριβῶς οἱ συντελεσταὶ μιᾶς ἀλγεβρικῆς ἐξισώσεως. Κατὰ προτίμησιν, εἰς τὰς χημικὰς ἐξισώσεις τίθενται ὡς συντελεσταὶ οἱ ἀπλοῦστεροι δυνατοὶ ἀκέραιοι ἀριθμοί.

Περίληψις κεφαλαίου Ε'.

1. *Τὰ στοιχεῖα παρίστανται διὰ τῶν συμβόλων των*, τὰ ὁποῖα εἶναι γράμματα ἐκ τοῦ λατινικοῦ ὀνόματός των.

2. *Αἱ χημικαὶ ἐνώσεις παρίστανται διὰ τῶν χημικῶν τύπων*, οἱ ὁποῖοι εἶναι κατάλληλοι συνδυασμοὶ τῶν συμβόλων τῶν στοιχείων.

Πίναξ 6. Χημικοὶ τύποι μεθανίου.



3. *Τὰ χημικὰ φαινόμενα (χημ. ἀντιδράσεις) παρίστανται διὰ τῶν χημικῶν ἐξισώσεων*, αἱ ὁποῖα εἶναι ὁ διὰ συμβόλων καὶ χημικῶν τύπων ποιοτικὸς καὶ ποσοτικὸς συμβολισμὸς τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων.

Ἑρωτήσεις:

α) Τι εἶναι τὰ σύμβολα τῶν στοιχείων. Τι δεχόμεθα ὅτι παρίστανται δι' αὐτῶν. Ἀναγράψατε παραδείγματα.

β) Πῶς συμβολίζονται αἱ χημικαὶ ἐνώσεις.

γ) Ποία τὰ εἶδη χημικῶν τύπων (ὁρίσμοι). Ἀναγράψατε παραδείγματα διὰ τρία ἐξ αὐτῶν, καὶ ἐπεξηγήσατε τί ἀκριβῶς παρίσταται δι' ἐκάστου.

Ποιοὶ κατὰ σειράν οἱ δύο συνηθέστερον χρησιμοποιούμενοι χημικοὶ τύποι.

δ) Τι εἶναι αἱ χημικαὶ ἐξισώσεις. Ἀναγράψατε δύο ἀπλὰ παραδείγματα καὶ δώσατε σχετικὰς ἐπεξηγήσεις διὰ τὴν ἀκριβῆ ἔννοιαν τῶν παραστάσεων.

ε) Ἐξηγήσατε σαφῶς τὴν διαφορὰν μεταξὺ τῶν ὄρων: α) Στοιχεῖον — Σύμβολον στοιχείου. β) Χημικὴ ἔνωση — Χημικὸς τύπος. γ) Χημικὴ ἀντίδρασις — Χημικὴ ἐξίσωσις.

Προβλήματα

21. Νὰ ὑπολογισθοῦν τὰ μοριακὰ βάρη τῶν ἐνώσεων, αἱ ὁποῖαι παρίστανται διὰ τῶν ἐπομένων χημικῶν τύπων:

α) Fe_2O_3 , β) H_2SO_4 , γ) CaCO_3 , δ) $\text{Ba}(\text{OH})_2$, ε) NaCl . Ἀτομικὰ βάρη: $\text{Fe} = 56$, $\text{H} = 1$, $\text{S} = 32$, $\text{Ca} = 40$, $\text{C} = 12$, $\text{Ba} = 137$, $\text{Na} = 23$, $\text{Cl} = 35,5$.

(Ἀπ. α) 160, β) 98, γ) 100, δ) 171, ε) 58,5).

22. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἐκατοστιαία σύστασις εἰς τὰ περιεχόμενα στοιχεῖα τῶν ἀνωτέρω ἐνώσεων. Ἐπὶ πλέον, ἐνώσεως ἀντιστοιχοῦσης εἰς τὸν ἐμπειρικὸν τύπον $(\text{C}_8\text{H}_8\text{O})_x$.

(Ἀπ. α) 70% Fe , 30% O , β) 2,04% H , 32,65% S , 65,31% O , γ) 40% Ca , 12% C , 48% O , δ) 80,11% Ba , 18,72% O , 1,17% H , ε) 39,42% Na , 60,68% Cl , στ) 60% C , 13,33% H , 26,67% O).

23. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ βάρος εἰς γραμμάρια:

α) 6,4 γραμμοστέμνων θείου, β) 0,48 γραμμομορίων νιτρικοῦ ὀξέος HNO_3 , γ) 6,12 γραμμομορίων θειικοῦ ἄσβεστιού CaSO_4 . $\text{AB}: \text{S} = 32$, $\text{N} = 14$, $\text{Ca} = 40$.

(Ἀπ. α) 204,8 gr, β) 30,24 gr, γ) 832,32 gr.

24. Ποία ἡ μάζα μίγματος, ἀποτελουμένου ἀπὸ 5 γραμμομόρια HNO_3 καὶ 2,2 γραμμομόρια CaSO_4 . (Ἀπ. 614,2 gr).

25. Ἐάν τὸ ἐμπορικὸν χλωριοῦχον νάτριον NaCl περιέχει 10% ὕγρασιον καὶ ἄλλας ξένας ὕλας, ποῖα ἡ εἰς νάτριον καὶ χλώριον περιεκτικότης αὐτοῦ. $\text{AB}: \text{Na} = 23$, $\text{Cl} = 35,5$. (Ἀπ. 35,4% Na , 54,6% Cl).

26. Νὰ εὐρεθῇ ἡ ἐκατοστιαία εἰς τὰ στοιχεῖα σύστασις μίγματος, ἀποτελουμένου κατὰ 80% ἀπὸ χλωρικὸν κάλιον KClO_3 καὶ κατὰ 20% ἀπὸ διοξειδίου τοῦ μαγγανίου MnO_2 .

$\text{AB}: \text{K} = 39$, $\text{Cl} = 35,5$, $\text{Mn} = 55$.

(Ἀπ. 25,47% K , 23,18% Cl , 38,69 O , 12,66% Mn).

27. Πόσα γραμμάρια σιδήρου περιέχονται εἰς 1250 gr ὀρυκτοῦ σιδηροπυρίτου FeS_2 περιέχοντος 16% μὴ σιδηρούχους ξένας ὕλας. $\text{AB}: \text{Fe} = 56$, $\text{S} = 32$.

(Ἀπ. 490 gr).

28. Νὰ ἐκφρασθῇ δι' ἀκεραίου ἀριθμοῦ καὶ ἐνὸς δεκαδικοῦ ψηφίου, τὸ πληθὸς τῶν μοριογράμμων (γραμμομορίων) θειικοῦ ἀμμωνίου $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, ὅπερ εἶναι δυνατόν να σχηματισθῇ θεωρητικῶς ἀπὸ 140 gr ὀξέως, 39 gr ὀξυγόνου καὶ περίσσειαν θείου. $\text{AB} \text{ N} = 14$. (Ἀπ. 4,8)

29. Μίγμα βρωμιούχου ἄσβεστιού CaBr_2 , ὀξειδίου τοῦ ἀργιλίου Al_2O_3 καὶ θειοῦχου νατρίου Na_2S εὐρέθη ὅτι περιέχει 2% Ca καὶ 16% S . Ζητοῦνται:

α) Ἡ περιεκτικότης τοῦ μίγματος εἰς τὰ ὑπόλοιπα στοιχεῖα. β) Ἡ ἀναλογία τῶν ἐνώσεων τοῦ μίγματος εἰς ἀκέραια γραμμομόρια. $\text{AB}: \text{Ca} = 40$, $\text{Br} = 80$, $\text{Al} = 27$, $\text{Na} = 23$, $\text{S} = 32$.

(Ἀπ. α) 8% Br , 23% Na , 27% Al , 24% O β) 1:10:10)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'.

ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΑΤΟΜΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ - ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

1. Γενικά περὶ τῆς δομῆς τοῦ ατόμου (Rutherford).

Κατὰ τὴν ἀτομικὴν θεωρίαν τοῦ Dalton, τὸ ἄτομον ἐπιστεύετο ὅτι εἶναι συμπαγές, ἀδιαίρετον σωματίον. Πολυάριθμοι ὅμως μεταγενέστερα ἀνακαλύψεις — καθοδικαὶ καὶ ἀνοδικαὶ ἀκτίνες, φυσικὴ ραδιενέργεια, ἀκτίνες Röntgen κ. ἄ. — ἔδειξαν, πρὸ τοῦ τέλους τοῦ 19ου αἰῶνος, ὅτι τὸ ἄτομον δὲν εἶναι ἐνιαῖον καὶ συμπαγές, ἀλλὰ ἀποτελεῖ συγκρότημα ἀπλουστερῶν σωματιδίων, εἰς τὰ ὁποῖα καὶ δύναται νὰ ἀποσυντεθῇ.

Τὰ ἀπλουστερα αὐτὰ σωματίδια — πρωτόνια, νετρόνια, ἡλεκτρόνια, περιγραφόμενα εἰς τὰ ἐπόμενα — εἶναι κοινὰ συστατικά ὅλων τῶν ατόμων.

Πρῶτος ὁ Rutherford διετύπωσεν (1911) ὀλοκληρωμένην θεωρίαν διὰ τὴν ἀρχιτεκτονικὴν τοῦ ατόμου, παραδεκτὴν ἀκόμη εἰς γενικὰς γραμμάς, παρὰ τὰς σημαντικὰς μετέπειτα τροποποιήσεις καὶ συμπληρώσεις.

Κατὰ τὴν θεωρίαν αὐτήν, τὸ ἄτομον ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο σαφῶς διακεκριμένας περιοχάς:

Ἡ ἐσωτερικὴ περιοχὴ τοῦ ατόμου καλεῖται **πυρῆν**, φέρει θετικὸν ἡλεκτρικὸν φορτίον καὶ περιέχει σχεδὸν ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ατόμου. Ἡ ἐξωτερικὴ περιοχὴ καλεῖται **ἡλεκτρονικὸν περιβλήμμα ἢ ἡλεκτρονικὸν νέφος**.

Τὰ **ἡλεκτρόνια**, δηλ. τὰ συστατικά σωματίδια τοῦ περιβλήμματος, φέρουν ἀρνητικὸν

φορτίον (τὸ στοιχειῶδες ποσὸν τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ), ἔχουν δὲ μᾶζαν ἀπειροελάχιστην, περίπου 1845 φορὰς μικροτέραν τῆς μᾶζης ἐνὸς ατόμου ὕδρογόνου. Τὸ θετικὸν ἡλεκτρικὸν φορτίον τοῦ πυρήνους ἰσοῦται ἀπολύτως μὲ τὸ ἀρνητικὸν φορτίον τοῦ περιβλήμματος, οὕτως ὥστε τὸ ἄτομον ἐμφανίζεται ἐν τῷ συνόλῳ του ἡλεκτρικῶς οὐδέτερον.

Αἱ ἀποστάσεις μεταξὺ πυρήνους καὶ ἡλεκτρονίων εἶναι πολὺν μεγάλαι — ἐν σχέσει φυσικῇ μὲ τὰς διαστάσεις των — οὕτως ὥστε ἕκ τοῦ συνολικοῦ



Rutherford

ὄγκου τοῦ ατόμου, τὸ μέγιστον ποσοστὸν ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν κενὸν χώρον μεταξὺ τῶν συστατικῶν.

Τὰ ηλεκτρόνια κινοῦνται διαγράφοντα τροχιάς περίξ τοῦ πυρήνος, οὔτω δὲ τὸ ἄτομον ἀποτελεῖ, κατὰ τὸν Rutherford, μικρογραφίαν **πλανητικοῦ συστήματος**, μὲ τὸν πυρήνα εἰς τὴν θέσιν τοῦ ἡλίου καὶ τὰ ηλεκτρόνια εἰς τὴν θέσιν τῶν πλανητῶν.

Ἡ ηλεκτροστατικὴ ἑλξις τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ ὁ θετικὸς πυρὴν ἐπὶ τῶν περιφερομένων ἀρνητικῶν ηλεκτρονίων, δρᾷ ἐπ' αὐτῶν ὡς κεντρομόλος δύναμις, ἰσορροπεῖται δὲ ἀπὸ τὴν ἀναπτυσσομένην, ἐξ ἀντιδράσεως, φυγόκεντρον δύναμιν.

$$\frac{q_e \cdot Q_p}{r^2} = \frac{m_e \cdot U^2}{r}$$

Αἱ διαστάσεις τῶν ατόμων εἶναι πάρα πολὺ μικραὶ — αἱ διαμέτροι αὐτῶν εἶναι τῆς τάξεως μεγέθους 10^{-8} cm — χωρὶς νὰ παρουσιάζωνται σημαντικαὶ διαφοραὶ μεταξὺ τῶν διαφόρων ατόμων. Οὕτω, ἡ διάμετρος τοῦ μεγαλύτερου ατόμου μόλις εἶναι περίπου πενταπλάσια τῆς διαμέτρου τοῦ μικροτέρου.

2. Δομὴ πυρῆνος (Nucleus).

1. Μέγεθος πυρῆνος. Εἵδομεν ὅτι τὸ ἄτομον, συνολικῶς λαμβανόμενον, ἔχει διαστάσεις πάρα πολὺ μικράς.

Αἱ διαστάσεις ὅμως τοῦ πυρῆνος εἶναι καταπληκτικῶς μικρότεραι (διάμετρος τῆς τάξεως μεγέθους 10^{-13} — 10^{-12} cm). Ἐὰν θεωρήσωμεν ἄτομόν τι ἐν μεγεθύνσει, οὕτως ὥστε ἡ διάμετρος του νὰ γίνη 1.000 μέτρα, ἡ διάμετρος τοῦ πυρῆνος θὰ γίνη μόλις μερικά ἑκατοστόμετρα. Ὁ πυρὴν λοιπὸν κατέχει ἐν ἀπειροελάχιστον τμήμα τοῦ συνολικοῦ ὄγκου τοῦ ατόμου, ἐνῶ περιέχει τὸ σύνολον σχεδὸν τῆς μάζης αὐτοῦ.

Ἐπομένως, ἡ πυκνότης τῆς ὕλης εἰς τοὺς πυρήνας εἶναι ἀφαντάστως μεγάλη (τῆς τάξεως μεγέθους 10^{14} gr. cm⁻³).

2. Συστατικὰ πυρῆνος. Παρὰ τὰς καταπληκτικῶς μικρὰς διαστάσεις του, ἀπεδείχθη ὅτι ὁ πυρὴν εἶναι σύνθετον σωματίδιον (πλὴν τοῦ πυρῆνος τοῦ συνήθους ατόμου τοῦ ὕδρογόνου). Τὰ ἀπλούστερα σωματῖα τὰ ὁποῖα συγκροτοῦν τοὺς πυρήνας ὄλων τῶν ατόμων — καλούμενα συνοπτικῶς **νουκλεόνια** — εἶναι τὰ ἑξῆς δύο:

1. Πρωτόνια (Protons) → p. Εἶναι σωματῖα μάζης περίπου ἴσης πρὸς τὴν μᾶζαν ἑνὸς ατόμου ὕδρογόνου, φέρουν δὲ τὸ στοιχειῶδες θετικὸν ηλεκτρικὸν φορτίον, δηλ. ἀπολύτως ἴσον πρὸς τὸ ἀρνητικὸν φορτίον τοῦ ηλεκτρονίου. Τὸ πλῆθος πρωτονίων ἐκάστου πυρῆνος ἰσοῦται μὲ τὸ πλῆθος τῶν ηλεκτρονίων τῆς ἐξωτερικῆς περιοχῆς τοῦ ατόμου. Οὕτω τὸ ἄτομον, ὡς σύνολον, εἶναι ηλεκτρικῶς οὐδέτερον εἰς τὴν συνήθη του κατάστασιν.

Τὸ πρωτόνιον εἶναι ὁ πυρὴν τοῦ ἀπλουστεροῦ ἐκ τῶν ατόμων, δηλαδὴ τοῦ συνήθους ατόμου τοῦ ὕδρογόνου.

Οἱ πυρῆνες τῶν ατόμων τῶν ὑπολοίπων στοιχείων περιέχουν 2, 3, 4 (He, Li, B,...), μέχρι καὶ 92 πρωτόνια (U). Πλὴν τῶν 92 φυσικῶν στοιχείων,

σήμερον είναι γνωστά άλλα 12 (τὰ **υπερουράνια** στοιχεία, παρασκευασθέντα διὰ πυρηνικῶν ἀντιδράσεων), περιέχοντα ἀπὸ 93 - 104 πρωτόνια εἰς τοὺς πυρήνας τῶν ἀτόμων τῶν.

II. Νετρόνια (Neutrons $\rightarrow$ n). Εἶναι σωματῖα ἡλεκτρικῶς οὐδέτερα, μᾶζης περίπου ἴσης μετὰ τὴν μᾶζαν τοῦ φωτονίου (ἀκριβέστερον, τὸ νετρόνιον ἔχει ἐλάχιστα μεγαλύτεραν μᾶζαν). Ἡ ἕπαρξις τῶν νετρονίων συντελεῖ εἰς τὴν σταθεροποίησιν τοῦ συγκροτήματος τοῦ πυρήνος, τὸ ὁποῖον θὰ ἦτο ἄλλως πολὺ ἀσταθές, λόγῳ τῶν ἀπωστικῶν δυνάμεων μεταξὺ τῶν ὁμοσήμως φορτισμένων φωτονίων. Τὸ πλῆθος νετρονίων εἰς τοὺς διαφόρους πυρήνας δὲν ἐμφανίζει τὴν συνεχῆ κατὰ μίαν μονάδα αὐξήσιν, ἥ ὁποία παρατηρεῖται εἰς τὸ πλῆθος πρωτονίων. Τὰ ἐλεύθερα (ἐκτὸς πυρήνων) νετρόνια εἶναι ἀσταθῆ, μετατρέπομενα εἰς ἓν πρωτόνιον, ἓν ἡλεκτρόνιον καὶ ἓν νεutrino (βλέπε κατωτέρω).

Πίναξ 7. Κατὰ προσέγγισιν δεδομένα διὰ τὰ στοιχειώδη σωματῖα.

Σωματῖον	Μᾶζα εἰς gr.	Ἡλεκτρ. φορτίον εἰς Cb	Διάμετρος εἰς cm.
Ἡλεκτρόνιον (e)	$9,1 \cdot 10^{-28}$	$1,6 \cdot 10^{-19}$ (ἀρν.)	$5,6 \cdot 10^{-13}$
Πρωτόνιον (p)	$1,672 \cdot 10^{-24}$	$1,6 \cdot 10^{-19}$ (θετ.)	$2,8 \cdot 10^{-13}$
Νετρόνιον (n)	$1,675 \cdot 10^{-24}$	0	

3. Ἀτομικοὶ - Μαζικοὶ ἀριθμοί.

I. Ἀτομικὸς ἀριθμὸς Z στοιχείου καλεῖται τὸ πλῆθος τῶν πρωτονίων τοῦ πυρήνος του (τὸ ὁποῖον ἴσουςται μετὰ τὸ πλῆθος ἡλεκτρονίων τοῦ περιβλήμματος τοῦ ἀτόμου).

Ὁ χημικὸς χαρακτήρ τῶν στοιχείων καθορίζεται ἀποκλειστικῶς ἀπὸ τὸν ἀτομικὸν ἀριθμόν, ὃ ὁποῖος δεικνύει καὶ τὴν σειρὰν κατατάξεως τοῦ στοιχείου εἰς τὸ καλούμενον **περιοδικὸν σύστημα**.

II. Μαζικὸς ἀριθμὸς A (ἢ M) καλεῖται τὸ ἄθροισμα τῶν πρωτονίων καὶ νετρονίων τοῦ πυρήνος ἑνὸς ἀτόμου, δηλ. τὸ συνολικὸν πλῆθος νουκλεονίων :

$$A = Z + N \rightarrow N = \text{πλῆθος νετρονίων}$$

4. Ἰσότοπα. Ὡς εἶδομεν, ὅλη σχεδὸν ἡ μᾶζα τοῦ ἀτόμου εἶναι συγκεντρωμένη εἰς τὸν πυρήνα, ἀποτελούμενον ἀπὸ πρωτόνια καὶ νετρόνια. Ἐκαστον ὅμως νουκλεόνιον ἔχει, κατὰ μεγίστην προσέγγισιν, μᾶζαν ἴσην μετὰ τὴν λαμβανομένην ὡς μονάδα συγκρίσεως εἰς τὸν ὅρισμόν τοῦ ἀτομικοῦ βάρους. Θὰ ἔπρεπεν, ἐπομένως, τὰ ἀτομικὰ βάρη ὅλων τῶν στοιχείων νὰ εἶναι κατὰ μεγίστην προσέγγισιν ἀκέραιοι ἀριθμοί, ταυτιζόμενοι μετὰ τοὺς μαζικοὺς

ἀριθμούς. Εἰς τὴν πραγματικότητα ὅμως, τὰ πειραματικῶς προσδιοριζόμενα ἀτομικὰ βάρη τῶν πλείστων στοιχείων ἀπέχουν σημαντικὰ ἀπὸ ἀκεραίας τιμᾶς. Τοῦτο ὀφείλεται, ὥς ἀπεδείχθη, εἰς τὸ ὅτι τὰ πλείστα στοιχεία δὲν ἀποτελοῦνται — ὥς ἐδέχετο ἡ κλασσικὴ ἀτομικὴ θεωρία — ἀπὸ ἄτομα καθ' ὅλα ὅμοια μεταξύ τους δι' ἕκαστον στοιχεῖον, ἀλλὰ ἀπὸ μίγματα ἀτόμων, τὰ ὅποια ἔχουν τὸ αὐτὸ πλῆθος πρωτονίων, διάφορον ὅμως πλῆθος νετρονίων εἰς τὸν πυρῆνα. Τὰ ἄτομα αὐτὰ καλοῦνται **ισότοπα**, ἐπειδὴ καταλαμβάνουν τὴν αὐτὴν θέσιν εἰς τὸ περιοδικὸν σύστημα.

Ἰσότοπα καλοῦνται ἄτομα μὲ τὸ αὐτὸ πλῆθος πρωτονίων εἰς τὸν πυρῆνα (δηλ. μὲ τὸν αὐτὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν), διάφορον δὲ μὲς πλῆθος νετρονίων (δηλ. διάφορον μαζικὸν ἀριθμὸν ἢ ἀτομικὸν βάρος).

Αἱ χημικαὶ ιδιότητες τῶν ἰσοτόπων — ὥς ἐξαρτῶμεθα μόνον ἀπὸ τὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν — εἶναι ἀπολύτως αἱ αὐταί. Διὰ τοῦτο τὰ ἰσότοπα θεωροῦνται ὅτι ἀποτελοῦν ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως ἓν στοιχεῖον, διὰ τὸ ὅποιον δύνανται νὰ δοθῇ ὁ ἑξῆς σύγχρονος ὁρισμός :

Χημικὸν στοιχεῖον εἶναι μᾶζα ἀποτελουμένη ἀπὸ ἄτομα τοῦ αὐτοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ, ἐνῶ οἱ μαζικοὶ τῶν ἀριθμοὶ (δηλ. τὰ ἀτομικὰ βάρη) δυνάτουν νὰ εἶναι διάφοροι.

Πλὴν εἴκοσι περίπου στοιχείων, τὰ ὑπόλοιπα εἶναι μίγματα ἰσοτόπων, τὸ δὲ πειραματικῶς προσδιοριζόμενον ἀτομικὸν βάρος αὐτῶν ἀποτελεῖ μέσην τιμὴν, καθοριζομένην ἐκ τῆς ἀναλογίας τῶν ἰσοτόπων εἰς τὸ μίγμα.

Ὅτῳ τὸ χημικὸν στοιχεῖον CI — ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ 17 — εἶναι μᾶζα εἰς τὴν ὁποίαν τὰ 3/4 περίπου τῶν ἀτόμων ἔχουν μαζικὸν ἀριθμὸν 35 (17 πρωτόνια, 18 νετρόνια) καὶ τὸ 1/4 ἀτομικὸν ἀριθμὸν 37 (17 πρωτόνια, 20 νετρόνια). Τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ χημικοῦ στοιχείου εἶναι οὕτω περίπου 35,5 :

$$ABCi \simeq \frac{3.35 + 1.37}{4} = 35,5$$

Τὰ ἰσότοπα δύνανται νὰ διαχωρισθοῦν μὲ διαφόρους μεθόδους, βάσει ὁρισμένων διαφορῶν εἰς φυσικὰς ιδιότητας, ὀφειλομένων εἰς τὴν διάφορον μᾶζαν τῶν. Προφανῶς, εἰς τὴν μᾶζαν ἑκάστου ἰσοτόπου χωριστά, τὸ ἀτομικὸν βάρος εὐρίσκεται κατὰ μεγίστην προσέγγισιν ἀκέραιον, ταυτιζόμενον μὲ τὸν μαζικὸν ἀριθμὸν.

Τὰ ἰσότοπα ὀνομάζονται ὅπως τὰ ἀντίστοιχα στοιχεῖα, ὑποδεικνυμένου ταυτοχρόνως καὶ τοῦ μαζικοῦ ἀριθμοῦ. Διὰ τὴν πλήρη παράστασιν ἑκάστου εἶδους ἀτόμων, χρησιμοποιοῦνται τὰ σύμβολα τῶν ἀντιστοιχῶν στοιχείων, διὰ τῆς ἀναγραφῆς τόσον τοῦ ἀτομικοῦ, ὅσον καὶ τοῦ μαζικοῦ ἀριθμοῦ, ὥς φαίνεται εἰς τὸν πίνακα :

Πίναξ 8.

Ίσότοπα	A	Z	N	Συμβολισμός
Χλώριο 35	35	17	18	$_{17}\text{Cl}^{35}$
Χλώριο 37	37	17	20	$_{17}\text{Cl}^{37}$
Όξυγόνο 16	16	8	8	$_{8}\text{O}^{16}$
Όξυγόνο 17	17	8	9	$_{8}\text{O}^{17}$
Όξυγόνο 18	18	8	10	$_{8}\text{O}^{18}$

Τὰ ισοτόπα τοῦ ὑδρογόνου εἶναι τὰ μόνα μὲ ἰδιαιτέρα ὀνόματα :

${}_1\text{H}^1 \rightarrow$ *Κοινὸν ὑδρογόνον ἢ πρῶτον, ${}_1\text{H}^2$ (ἢ D) \rightarrow Δευτέριον ἢ βαρὺ ὑδρογόνον, ${}_1\text{H}^3$ (ἢ T) \rightarrow* Τρίτιον.

Τὸ δευτέριον περιέχεται εἰς τὴν μάζαν τοῦ φυσικοῦ ὑδρογόνου εἰς ἀναλογίαν περίπου ἐνὸς ἀτόμου ἀνὰ 6400 ἄτομα κοινοῦ ὑδρογόνου. Τὸ τρίτιον, ὡς πολὺ ἀσταθές, δὲν ἀποτελεῖ συστατικὸν τῆς μάζης τοῦ φυσικοῦ ὑδρογόνου.

Δοθέντος ὅτι ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς ἐκφράζει καὶ τὸ πλῆθος τῶν στοιχειωδῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων, τὰ στοιχειώδη σωματίδια παρίστανται ὡς ἑξῆς :

1. *Πρωτόνιον* $\rightarrow {}_1\text{p}^1$ (ἢ ${}_1\text{H}^+$). 2. *Νετρόνιον* $\rightarrow {}_0\text{n}^1$. 3. *Ἡλεκτρόνιον* $\rightarrow {}_{-1}\text{e}^0$.

5. Ίσοβαρῇ - Ίσότονα.

1. *Ίσοβαρῇ* καλοῦνται ἄτομα μὲ τὸν αὐτὸν μαζικὸν ἀριθμὸν — δηλ. τῆς αὐτῆς μάζης — διάφορον ὅμως πλῆθος τόσον πρωτονίων, ὅσον καὶ νετρονίων εἰς τὸν πυρῆνα. Διὰ ἰσοβαρῇ ἄτομα ἀνήκουν προφανῶς εἰς διαφορετικὰ στοιχεῖα — ὡς ἔχοντα διάφορον ἀτομικὸν ἀριθμὸν — ἀπλῶς δὲ συμπίπτει τὸ ὄρθροισμα πρωτονίων καὶ νετρονίων τοῦ πυρῆνος τῶν.

2. *Ίσότονα* καλοῦνται ἄτομα μὲ τὸ αὐτὸ πλῆθος νετρονίων εἰς τὸν πυρῆνα, διάφορον ὅμως πλῆθος πρωτονίων καὶ ἐπομένως διάφορον ἀτομικὸν καὶ μαζικὸν ἀριθμὸν.

Πίναξ 9.

Σχέσεις ἰσοτόπων - ἰσοβαρῶν - ἰσοτόνων

Εἶδος	Z	N	A	Παραδείγματα
Ίσότοπα	Ὁ αὐτὸς	Διάφορος	Διάφορος	$_{15}\text{P}^{31}$ $_{15}\text{P}^{32}$
Ίσοβαρῇ	Διάφορος	Διάφορος	Ὁ αὐτὸς	$_{58}\text{J}^{130}$ $_{56}\text{Ba}^{130}$
Ίσότονα	Διάφορος	Ὁ αὐτὸς	Διάφορος	${}_1\text{H}^2$ ${}_2\text{He}^3$

6. Μονὰς Ἀτομικῆς Μάζης (1 Atomic Mass Unit $\rightarrow$ 1 AMU).

Εἰς τὸν ὁρισμὸν τοῦ ἀτομικοῦ βάρους τῶν στοιχείων λαμβάνεται ὡς μονὰς συγκρίσεως τὸ 1/16 τοῦ βάρους τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου, διὰ τὸ ὅποιον καθορίζεται ἀσθαιρέτως τιμὴ ἀτομικοῦ βάρους ἴση μὲ 16.

Ἐπειδὴ ὅμως, ὡς εἶδομεν, τὸ ὀξυγόνο εἶναι μίγμα ἰσοτόπων, τὸ ἀνω-

τέρω αναφερόμενον *άτομον* όξυγόνου δέν έχει φυσικήν ύπόστασιν. Έκφράζει άπλώς την μάζαν ή όποία αναλογεί, *κατά μέσον όρον*, δι' έκαστον άτομον όξυγόνου, εις τό φυσικόν μίγμα τών Ισοτόπων του.

Είς την φυσικήν λαμβάνεται σήμεραν ώς μονάς μάξης εις την άτομικήν κλίμακα τό 1/16 τής μάξης του συνήθους (εις αναλογίαν 99,759 %) Ισοτόπου του όξυγόνου ^{16}O . Η νέα αυτή μονάς συγκρίσεως μαζών εις την άτομικήν κλίμακα όνομάζεται *Άτομική Μονάς Μάξης (1 MAM ή 1 AMU)*, είναι δέ :

$$1 \text{ AMU} = 1,6598 \cdot 10^{-24} \text{ gr}$$

Η άνωτέρω μονάς είναι έλαχιστότατα μικρότερα τής λαμβανομένης εις τόν όρισμόν τών άτομικών βαρών, ούτως ώστε αι προκύπτουσai βάσει αυτής άτομικαι μάζαι τών διαφόρων Ισοτόπων — *Ισοτοπικαι μάζαι* — εκφράζονται δι' αριθμόν έλαχιστότατα μεγαλύτερων τών άτομικών βαρών.

Ούτω, ιά τρία Ισότοπα του όξυγόνου ^{16}O , ^{17}O , ^{18}O , έχουν, βάσει τής άνωτέρω μονάδος, κατά σειράν *Ισοτοπικας μάζας* 16 (έξ όρισμού), 17,0045, 18,0049.

6. Έλλειμμα μάξης - Ένέργεια συνδέσεως. Η μάζα τών πυρήνων είναι πάντοτε όλίγον μικρότερα από τό άθροισμα μαζών τών συστατικών των σωματιδίων, δηλ. τών νουκλεονίων. Η διαφορά αυτή μάξης :

$\Delta m = [Z \times (\text{μάζα πρωτονίου}) + N \times (\text{μάζα νετρονίου}) - \text{μάζα πυρήνος}]$, καλείται *έλλειμμα μάξης* και είναι Ισοδύναμος με την *ένέργειαν συνδέσεως* E_{Σ} ($E_{\Sigma} = (\Delta M) C^2$), την άποδιδομένην κατά την σύνδεσιν τών νουκλεονίων πρός σχηματισμόν πυρήνος.

7. Άλλα στοιχειώδη σωματία. Πλήν τών άναφερθέντων ήλεκτρονίων, πρωτονίων, νετρονίων — τά όποία θεωροϋνται ώς τά μόνα συστατικά τών άτόμων εις την συνήθη κατάστασιν — έχουν άνακαλυφθῆ κατα την διάρκειαν τών καλουμένων *πυρηνικών αντιδράσεων* και πολλά άλλα σωματία, θεωρούμενα προϊόντα ένδοπυρηνικών μετασχηματισμών. Έξ αυτών άναφέρομεν τά κυριώτερα :

Πυρηνικά ήλεκτρόνια (άκτινοβολία β).

Ποζιτρόνια (Positrons ή θετικά ήλεκτρόνια $_{+1}e^0$). Σωματία μάξης ίσης με την μάζαν του ήλεκτρονίου, αλλά φέροντα τό στοιχειώδες θετικόν ήλεκτρικόν φορτίον.

Νετρίνο. Ουδέτερα σωματία, έλαχιστοτάτης μάξης.

Μεσόνια (Mesons). Σωματία *μέσης μάξης* (μεταξύ του ήλεκτρονίου και του πρωτονίου), φορτισμένα με τό στοιχειώδες θετικόν ή άρνητικόν ήλεκτρικόν φορτίον. Έχουν άνακαλυφθῆ μεσόνια με ποικίλας μάζας, συνήθως 100 — 200 φορές μεγαλύτερες τής μάξης του ήλεκτρονίου.

Τά σωματία α (άκτινοβολία α) είναι συγκροτήματα αποτελούμενα από δύο πρωτόνια και δύο νετρόνια, δηλ. πυρήνες του εύγενούς αερίου ήλίου ($_{2}^4\text{He}$).

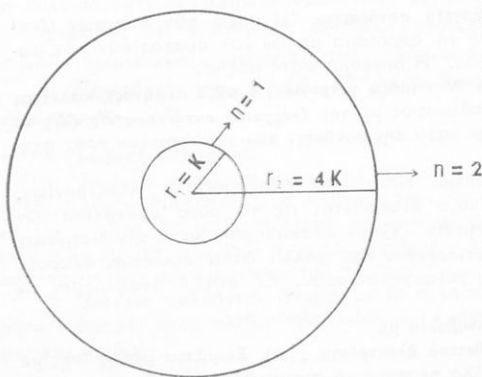
Τά αντιπρωτόνια είναι σωματία μάξης ίσης με τό πρωτόνιον, αλλά φορτισμένα με τό στοιχειώδες άρνητικόν ήλεκτρικόν φορτίον.

Τά ποζιτρόνια και τά αντιπρωτόνια χαρακτηρίζονται ώς *άντισωματία*, με την έννοιαν ότι έχουν ήλεκτρικας ιδιότητας αντίθετους τών αντίστοιχων συστατικών τής συνήθους ύλης, δηλ. τών ήλεκτρονίων και τών πρωτονίων.

3. Κατανομή ηλεκτρονίων περί τὸν πυρήνα

1. Θεωρία Bohr. Ὁ Rutherford ἐδέχτο ὅτι τὰ ηλεκτρόνια τοῦ ἑξω-
τερικοῦ περιβλήματος τῶν ἀτόμων δύνανται νὰ διαγράφουν κυκλικὰς τρο-
χιάς εἰς οἰασδήποτε, τυχαίας ἀπὸ τοῦ πυρήνος ἀποστάσεις. Ἀντιθέτως ὁ
Bohr διὰ τῆς **πρώτης κβαντικῆς συνθήκης**, δέχεται ὅτι τὰ ηλεκτρόνια
δύνανται νὰ περιστρέφονται μόνον εἰς ὁρισμένας ἀπὸ τοῦ πυρήνος ἀπο-
στάσεις, αἱ ὁποῖα καθορίζουν τὰς μόνας **ἐπιτρεπομένας τροχιάς (κβαντι-
καὶ τροχιαί)**.

Αἱ ἀκτῖνες τῶν ἐπιτρεπομένων τροχιῶν εὐρέθη ὅτι δίδονται ὑπὸ τῆς
σχέσεως $r = K n^2$, ὅπου K σταθερά, χαρακτηριστικὴ δι' ἕκαστον στοιχεῖον.



Τὸ n εἶναι ἀκέραιος ἀριθμὸς
(1, 2, 3...), καλούμενος **κύ-
ριος κβαντικὸς ἀριθμὸς**.
Οὕτω, διὰ $n = 1, 2, 3 \dots$,
εὐρίσκεται ὅτι αἱ μόναι ἐπι-
τρεπόμεναι τροχιαί διὰ τὰ ἡ-
λεκτρόνια ἑνὸς ἀτόμου εἶναι
ἐκείναι αἱ ὁποῖαι ἀντιστοι-
χοῦν εἰς ἀκτῖνας (δηλ. ἀπο-
στάσεις ἀπὸ τὸν πυρήνα) μή-
κους $K, 4K, 9K$ κ.ο.κ.
($r_1 : r_2 : r_3 = 1 : 4 : 9 \dots$).

Αἱ ταχύτερες περιστρο-
φῆς τῶν ηλεκτρονίων ἑνὸς
ἀτόμου εἰς τὰς διαφόρους ἐπι-
τρεπομένας τροχιάς εὐρίσκεται
ὅτι εἶναι ἀντιστρόφως ἀνά-
λογοι τοῦ κυρίου κβαντικοῦ

Σχ. 6 Σχετικαὶ θέσεις ἐπιτρεπομένων τροχιῶν.

ἀριθμοῦ $U = \frac{K'}{n}$, ὅπου K' πάλιν χαρακτηριστικὴ σταθερὰ τοῦ στοιχείου.

Οὕτω, αὐξανομένης τῆς τιμῆς τοῦ κυρίου κβαντικοῦ ἀριθμοῦ (δηλ. τῆς ἀπο-
στάσεως ἀπὸ τὸν πυρήνα), αἱ ταχύτερες περιστροφῆς τῶν ηλεκτρονίων ἐλατ-
τοῦνται.

Εἰς ἓν ἄτομον, τὰ ηλεκτρόνια τὰ ὁποῖα διαγράφουν τροχιάς τῆς αὐτῆς
ἀκτῖνος, ἔχουν ὅλα τὴν αὐτὴν ἐνέργειαν, ἡ ὁποία τὰ χαρακτηρίζει. Ἡ ἐνέρ-
γεια αὕτη εἶναι τόσον μεγαλυτέρα, ὅσον μεγαλύτερος εἶναι ὁ κύριος κβαν-
τικὸς ἀριθμὸς (δηλ. ἡ ἀπόστασις ἀπὸ τὸν πυρήνα). Διὰ τῆς **δευτέρας κβαν-
τικῆς συνθήκης**, ὁ Bohr δέχεται ὅτι ἡ ἐνέργεια τοῦ ηλεκτρονίου διατη-
ρεῖται σταθερά, κατὰ τὴν περιστροφὴν του ἐπὶ δεδομένης τροχιάς.

Τὰ ηλεκτρόνια μεταβάλλουν ἐνέργειαν μόνον ὅταν μεταπηδοῦν

Από μιάς επιτρεπομένης τροχιάς εις ἄλλην. Ἀπορροφοῦν ἐνέργειαν διὰ νὰ μετακινήθωσιν εἰς τροχιάς μεγαλύτερας ἀκτίνος — ὅποτε λέγομεν ὅτι τὸ ἄτομον εὐρίσκεται ἐν **διεγέρσει** — ἐκπέμπουν δὲ ἐνέργειαν ὅταν ἐν συνεχείᾳ **πίπτουν** εἰς τροχιάς μικροτέρας ἀκτίνος, μέχρις ὅτου τὸ ἄτομον ἐπανέλθῃ εἰς τὴν κανονικὴν του κατάστασιν. Ἡ ἀπορρόφησης ἢ ἐκπομπὴ ἐνεργείας γίνεται ὑπὸ μορφὴν **φωτονίων** ὁρισμένης, χαρακτηριστικῆς ἐνεργείας — **κβάντων ἐνεργείας** — ἴσης μὲ τὴν διαφορὰν ἐνεργείας εἰς τὰς δύο κβαντικὰς τροχιάς, μεταξὺ τῶν ὁποίων ἔγινεν ἡ μεταπήδησις τοῦ ἠλεκτρονίου. Οὕτω ἐξηγεῖται τὸ **γραμμικὸν φάσμα ἐκπομπῆς** τῶν στοιχείων.

2. Ἡλεκτρονικαὶ στιβάδες ἢ ἠλεκτρονικοὶ φλοιοί. Εἰς δεδομένον ἄτομον, εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸν πυρῆνα δύνανται νὰ περιστρέφονται περισσότερα τοῦ ἐνὸς ἠλεκτρόνια — χαρακτηριζόμενα μὲ τὸν αὐτὸν κύριον κβαντικὸν ἀριθμὸν — μέχρις ὁρισμένου ἀνωτάτου ὁρίου, χαρακτηριζομένου δι' ἐκάστην τιμὴν τοῦ κυρίου κβαντικοῦ ἀριθμοῦ.

Καλοῦμεν ἠλεκτρονικὴν στιβάδα ἢ ἠλεκτρονικὸν φλοῖον, τὴν νοητὴν σφαιρικὴν ἐπιφάνειαν, τὴν καθοριζομένην ἀπὸ τὰς τροχιάς (κυκλικὰς κατὰ τὸν Bohr) τῶν ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα περιστρέφονται εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τὸν πυρῆνα.

Οὕτω, τὰ διάφορα ἄτομα — ἀνάλογα μὲ τὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν τοῦ στοιχείου — **ἔχουν ἀπὸ μίαν μέχρις ἐπὶ κατ' ἀνώτατον ὅριον στιβάδας, χαρακτηριζόμενας** — ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω — **μὲ τὰ γράμματα K, L, M, N, O, P, Q.**

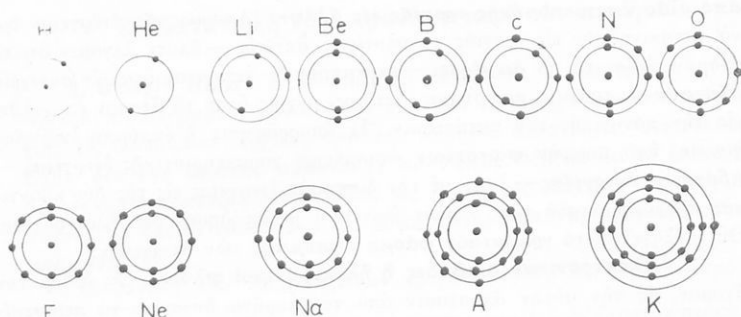
Εἰς τὰς στιβάδας αὐτάς ἀντιστοιχοῦν κατὰ σειρὰν οἱ κύριοι κβαντικοὶ ἀριθμοὶ $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$.

Εἰς δοθὲν ἄτομον, τὰ ἠλεκτρόνια ἐκάστης στιβάδος ἔχουν τὴν αὐτὴν, ὁρισμένην ἐνέργειαν, ἣτις τὰ χαρακτηρίζει. Εἰς τὰς διαφόρους στιβάδας, ἢ ἐνέργεια τῶν ἠλεκτρονίων αὐξάνεται ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω, δηλαδὴ κατὰ τὴν σειρὰν K, L, M...

Ἐκάστη ἠλεκτρονικὴ στιβάς δύναται νὰ περιλάβῃ μόνον ὁρισμένον ἀνώτατον πλῆθος ἠλεκτρονίων, διὰ τῶν ὁποίων θεωρεῖται πλέον συμπεπληρωμένη. Τὸ μέγιστον τοῦτο πλῆθος ἠλεκτρονίων δίδεται διὰ τὰς τέσσαρας πρώτας στιβάδας ὑπὸ τοῦ τύπου **$2n^2$** . Ἐκ τοῦ τύπου αὐτοῦ προκύπτει, διὰ τὰς τέσσαρας πρώτας στιβάδας, τὸ ἑξῆς μέγιστον πλῆθος ἠλεκτρονίων:

$$K(n=1): 2 \cdot 1^2 = 2, L(n=2): 2 \cdot 2^2 = 8, M(n=3): 2 \cdot 3^2 = 18, N(n=4): 2 \cdot 4^2 = 32$$

Αἱ στιβάδες O, P, Q ($n = 5, 6, 7$) ἔχουν πάντοτε ἠλεκτρόνια ὀλιγώτερα τῶν καθοριζομένων διὰ τοῦ ἀνωτέρω τύπου, διότι οὐδενὸς φυσικοῦ στοιχείου τὸ ἄτομον δύναται νὰ περιλάβῃ περισσότερα ἀπὸ 92 ἠλεκτρόνια.



Σχ. 7. Συμβατική παράσταση των ηλεκτρονικών στιβάδων, διά τὰ στοιχεῖα ἀτομικῶν ἀριθμῶν 1 — 11 καὶ 18 — 19.

3. Ἐξωτάτη στιβάς ἢ στιβάς σθένους. Διὰ τὴν ἐξήγησιν τῆς ζημι-
κῆς συμπεριφορᾶς τῶν στοιχείων, ἰδιαίτερον ἐνδιαφέρον παρουσιάζει ἡ **ἐξω-
τάτη στιβάς** τῶν ἀτόμων των, δηλαδὴ ἡ περισσότερον ἀπομεμακρυσμένη
ἀπὸ τὸν πυρῆνα.

*Οἰαδήποτε στιβάς, διὰν εἶναι ἐξωτάτη, δὲν δύναται νὰ περιλάβῃ
περισσότερα τῶν ὀκτὼ ηλεκτρονίων.* (Ἡ ἀμέσως προηγουμένη τῆς ἐξωτά-
της δύναται νὰ περιλάβῃ μέχρι 18 ηλεκτρόνια. Ἡ στιβάς K — ἐσωτερικὴ ἢ
ἐξωτάτη—δὲν δύναται, φυσικὰ, νὰ περιλάβῃ περισσότερα τῶν δύο ηλεκτρονίων).
Οὕτω, διὰν ἡ στιβάς M εἶναι ἐξωτάτη καὶ συμπληρωθεῖ εἰς αὐτὴν ὁ ἀριθ-
μὸς τῶν ὀκτὼ ηλεκτρονίων, ἄρχεται ἡ συμπλήρωσις τῆς στιβάδος N (Σχ. 7).
Ἐν συνεχείᾳ ἡ στιβάς M, ὡς ἐσωτερικὴ πλέον, δύναται νὰ περιλάβῃ καὶ
ἄλλα ηλεκτρόνια, μέχρι συμπληρώσεως τῶν 18.

*Τὰ ἄτομα ὅλων τῶν στοιχείων ἔχουν τὴν τάσιν νὰ ἀποκτήσουν
εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα των ὀκτὼ ηλεκτρόνια* (ἢ δύο διὰ τὴν K).
Τοῦτο γίνεται διὰ προσλήψεως, ἀποδόσεως ἢ συνεισφορᾶς ηλεκτρονίων
μεταξὺ τῶν ἀτόμων τῶν στοιχείων. Ὁ ἀνωτέρω ἀριθμὸς ηλεκτρονίων εἰς τὴν
ἐξωτάτην στιβάδα ἀποτελεῖ τὴν καλουμένην **σταθερὰν ηλεκτρονικὴν δο-
μὴν ἢ δομὴν εὐγενῶν ἀερίων**, ἐπειδὴ τὸν ἀριθμὸν αὐτὸν ηλεκτρονίων
περιέχουν εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα των τὰ ἄτομα τῶν εὐγενῶν ἀερίων.

Πίναξ 10.

Ἡλεκτρονική δομὴ εὐγενῶν ἀερίων

Εὐγενὴ ἀέρια	Ἀτομικὸς ἀριθμὸς (Z)	Ἀριθμοὶ ἡλεκτρονίων κατὰ στιβάδα					
		K	L	M	N	O	P
Ἡλίου	2	2					
Νέον	10	2	8				
Ἀργὸν	18	2	8	8			
Κρυπτόν	36	2	8	18	8		
Ξέον	54	2	8	18	18	8	
Ραδόνιον	86	2	8	18	32	18	8

Ἐπειδὴ, ὥς θὰ ἴδωμεν, ἡ ἐξωτάτη στιβάς καθορίζει τὸ σθένος τῶν στοιχείων, **καλεῖται στιβάς σθένους** καὶ τὰ ἡλεκτρόνια αὐτῆς **ἡλεκτρόνια σθένους**. Αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις μεταξὺ τῶν διαφόρων στοιχείων εἶναι οὐσιαστικῶς ἐναλλαγὰς ἡλεκτρονίων σθένους, οὕτως ὥστε τὰ ἄτομα νὰ ἀποκτήσουν εἰς τὰς ἐξωτάτας στιβάδας των τὴν σταθερὰν ἡλεκτρονικὴν δομὴν. Ὁ τρόπος συμπληρώσεως τῆς σταθερᾶς δομῆς εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα — δι' ἀποδόσεως, προσλήψεως ἢ συνεισφορᾶς ἡλεκτρονίων — ἐκτίθεται εἰς τὸ κεφάλαιον σθένους καὶ χημικῆς συγγενείας. Τὰ εὐγενῆ ἀέρια, ὥς ἔχοντα συμπληρωμένην τὴν στιβάδα σθένους των, εἶναι **χημικῶς ἀδρανῆ**.

4. Θεωρία Sommerfeld - Ὑποστιβάδες. Κατὰ τὴν θεωρίαν Bohr, αἱ τροχιαὶ τῶν ἡλεκτρονίων εἶναι κυκλικαί, τὰ δὲ ἡλεκτρόνια ἐκάστης στιβάδος ἔχουν ὅλα τὴν αὐτὴν ἐνέργειαν, ἡ ὁποία καθορίζεται συναρτήσει τοῦ κυρίου κβαντικοῦ ἀριθμοῦ.

Ἡ ἀνάλυσις ὅμως τοῦ γραμμικοῦ φάσματος ἐκπομπῶν τῶν στοιχείων — ἐκάστη γραμμὴ τοῦ ὁποίου ἀντιστοιχεῖ εἰς φωτόνια ἐκπεμπόμενα κατὰ τὴν *πιῶν* ἡλεκτρονίων τοῦ ἐν διεγέρσει ἀτόμου μεταξὺ δύο ὠρισμένων στιβάδων — ὠδήγησεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι τὰ ἡλεκτρόνια τῆς αὐτῆς στιβάδος δὲν ἔχουν ὅλα κατ' ἀνάγκην τὴν αὐτὴν ἐνέργειαν. Πρὸς ἐξήγησιν τούτου, ὁ Sommerfeld συνεπλήρωσεν τὴν θεωρίαν τοῦ Bohr, δεχθεὶς ὅτι αἱ τροχιαὶ τῶν ἡλεκτρονίων δυνατὸν νὰ εἶναι ὄχι μόνον κυκλικαί, ἀλλὰ γενικῶς ἑλλειπτικαί. (Μὲ τὸν πυρῆνα εἰς τὴν μίαν ἐστίαν τῆς ἑλλείψεως καὶ τὸν κύκλον ὡς μερικὴν περίπτωσιν, ὅταν τὰ μήκη μεγάλου καὶ μικροῦ ἡμιάξονος εἶναι ἴσα.) Τὰ ἡλεκτρόνια ἐκάστης στιβάδος διαγράφουν ἑλλειπτικὰς τροχιάς μὲ τὸ αὐτὸ μήκος μεγάλου ἡμιάξονος, ἐνῶ οἱ μικροὶ ἡμιάξονες δυνατὸν νὰ εἶναι διαφορετικοῦ μήκους. Τὸ μήκος τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος καθορίζεται συναρτήσει τοῦ *κυρίου κβαντικοῦ ἀριθμοῦ* **n**, ἐνῶ τὰ μήκη τῶν μικρῶν ἡμιάξονων — διὰ δοθεῖσαν τιμὴν τοῦ **n** — καθορίζονται διὰ τοῦ *δευτερεύοντος ἢ ἑξισομυθιακοῦ κβαντικοῦ ἀριθμοῦ* **l**. Ὁ δευτερεύων κβαντικὸς ἀριθμὸς **l**, δι' ἐκάστην τιμὴν τοῦ **n**, δύναται νὰ λάβῃ **n** ἀκεραίας τιμὰς, ἀπὸ **l = 0**, ἕως **l = n - 1**. Πάντως, εἰς οὐδεμίαν στιβάδα δύναται νὰ ὑπάρξουν περισσότεραι τῶν τεσσάρων τροχιῶν μὲ διαφορετικὰ μήκη μικρῶν ἡμιάξονων. Ἐπομένως, αἱ μόναι δυνατὰί τιμαὶ τοῦ δευτερεύοντος κβαντικοῦ ἀριθμοῦ εἶναι **l = 0, 1, 2, 3**.

Εἰς ἐκάστην στιβάδα, αἱ τροχιαὶ μὲ τὸ αὐτὸ μῆκος μικροῦ ἡμιάζονος — δηλ. αἱ τροχιαὶ τῶν ἠλεκτρονίων τὰ ὁποῖα χαρακτηρίζονται μὲ τὴν αὐτὴν τιμὴν τοῦ n καὶ l — καθορίζουν τὴν καλουμένην *ὑποστιβάδα*. Οὕτω, εἰς δοθὲν ἄτομον, *τὰ ἠλεκτρόνια ἐκάστης στιβάδος εἶναι κατανεμημένα εἰς μίαν ἕως τέσσαρας ὑποστιβάδας*, χαρακτηριζομένας μὲ τὰ γράμματα s, p, d, f (διὰ τιμὰς $l = 0, 1, 2, 3$ κατὰ σειρὰν).

Βάσει τῶν ἀνωτέρω, τὰ ἠλεκτρόνια τῆς στιβάδος K ($n = 1$) εἶναι κατανεμημένα εἰς μίαν ὑποστιβάδα, τὴν $1s$ ($l = 0$). Τὰ ἠλεκτρόνια τῆς στιβάδος L ($n = 2$) εἶναι κατανεμημένα εἰς δύο ὑποστιβάδας, τὰς $2s$ καὶ $2p$ ($l = 0, l = 1$) κ. ο. κ.

5. Κβαντικοὶ ἀριθμοί. Κατὰ τὴν θεωρίαν Bohr-Sommerfeld, τὰ ἠλεκτρόνια τὰ ἀνήκοντα εἰς τὴν αὐτὴν στιβάδα καὶ ὑποστιβάδα δοθέντος ατόμου, ἔχουν ὅλα τὴν αὐτὴν ἐνέργειαν, καθοριζομένην συναρτήσει τοῦ κυρίου καὶ τοῦ δευτερεύοντος κβαντικοῦ ἀριθμοῦ. Ἡ συμπεριφορὰ ὅμως τῶν ατόμων ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου, ἔδειξεν ὅτι καὶ τὰ ἠλεκτρόνια αὐτὰ παρουσιάζουν διαφορὰν ἐνέργειας. Σήμερον δεχόμεθα ὅτι ἡ ἐνέργεια κατὰστασις τῶν ἠλεκτρονίων καθορίζεται συναρτήσει *τεσσάρων κβαντικῶν ἀριθμῶν*, τῶν ὁποίων τὴν σημασίαν δίδομεν συνοπτικῶς κατωτέρω, ἐν συνδυασμῷ μὲ τὴν προηγηθεῖσαν περιγραφὴν.

I. Κύριος κβαντικὸς ἀριθμὸς n . Χαρακτηρίζει τὰ ἠλεκτρόνια τῆς αὐτῆς στιβάδος δοθέντος ατόμου καὶ λαμβάνει τὰς ἀκεραίας τιμὰς $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ (κατὰ σειρὰν διὰ τὰς στιβάδας K, L, M, N, O, P, Q). Ὁ κύριος κβαντικὸς ἀριθμὸς καθορίζει — εἰς δοθὲν ἄτομον — δι' ἐκάστην στιβάδα τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἡμιάζονος τῶν ἑλλειπτικῶν τροχιῶν, διὰ τῆς σχέσεως

$$r = Kn^2$$

II. Δευτερεύων ἢ ἀξιομυθιακὸς κβαντικὸς ἀριθμὸς l . Χαρακτηρίζει τὰ ἠλεκτρόνια τῆς αὐτῆς ὑποστιβάδος — δι' ἐκάστην στιβάδα δοθέντος ατόμου — καὶ λαμβάνει τὰς ἀκεραίας τιμὰς $l = 0, 1, 2, 3$ (κατὰ σειρὰν διὰ τὰς ὑποστιβάδας s, p, d, f). Ὁ δευτερεύων κβαντικὸς ἀριθμὸς καθορίζει — δι' ὠρισμένην στιβάδα δοθέντος ατόμου — δι' ἐκάστην ὑποστιβάδα τὸ μῆκος τοῦ μικροῦ ἡμιάζονος τῶν ἑλλειπτικῶν τροχιῶν, διὰ τῆς σχέσεως

$$r' = Kn(l+1)$$

Διὰ $l = n - 1$, ὁ τύπος λαμβάνει τὴν μορφήν $r' = Kn^2$, δηλ. ὁ μικρὸς ἡμιάζων ἐξισοῦται μὲ τὸν μεγάλον καὶ καταλήγομεν εἰς τὴν μερικὴν περίπτωσιν τοῦ κύκλου. Τὸ πλῆθος τῶν δευτερευόντων κβαντικῶν ἀριθμῶν δι' ἐκάστην στιβάδα, δεικνύει τὸ μέγιστον δυνατόν πλῆθος ὑποστιβάδων εἰς αὐτὴν (n ὑποστιβάδες, μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ὁρίου τῶν τεσσάρων).

III. Μαγνητικὸς κβαντικὸς ἀριθμὸς m (ἢ ml). Ἡ συμπεριφορὰ τῶν ατόμων ἐντὸς μαγνητικοῦ πεδίου ἔδειξεν ὅτι αἱ τροχιαὶ τῶν ἠλεκτρονίων μιᾶς ὑποστιβάδος δὲν διαγράφονται κατ' ἀνάγκην εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον, οὔτε κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν.

Ὁ *μαγνητικὸς κβαντικὸς ἀριθμὸς m* καθορίζει τὰ ἐπίπεδα τῶν τροχιῶν τῆς αὐτῆς ὑποστιβάδος — ἐν σχέσει πρὸς μίαν αὐθαίρετον κατεῦθυνσιν — ὡς καὶ τὴν φορὰν περιστροφῆς τῶν ἠλεκτρονίων περὶ τὸν πυρῆνα. Δι' ἐκάστην τιμὴν τοῦ δευτερεύοντος μαγνητικοῦ κβαντικοῦ ἀριθμοῦ l — δηλ. δι' ἐκάστην ὑποστιβάδα — ὁ μαγνητικὸς κβαντικὸς ἀριθμὸς δύναται νὰ λάβῃ ὅσας τὰς ἀκεραίας τιμὰς, ἀπὸ $m = -l \rightarrow m = 0 \rightarrow m = +l$. Δηλαδή, δι' ἐκάστην τιμὴν τοῦ l ἀντιστοιχεῖ πλῆθος τιμῶν τοῦ m ἴσον μὲ $(2l + 1)$. Τοῦτο σημαίνει ὅτι αἱ τροχιαὶ τῶν ἠλεκτρονίων δοθείσης ὑποστιβάδος — χαρακτηριζομένης μὲ ὠρισμένην τιμὴν τοῦ l — δύναται νὰ διαγράφονται εἰς $(2l + 1)$ διαφορετικὰ ἐπίπεδα.

Ούτω, αἱ τροχιαὶ τῶν ἠλεκτρονίων ὑποστιβάδος με τιμὴν δευτερεύοντος κβαντικοῦ ἀριθμοῦ $l=2$, δύνανται νὰ διαγράφωνται εἰς *πέντε* ($2.2+1$) διαφορετικὰ ἐπίπεδα, χαρακτηριζόμενα διὰ τῶν ἐξῆς τιμῶν τοῦ μαγνητικοῦ κβαντικοῦ ἀριθμοῦ :

$$m = -2 \quad m = -1 \quad m = 0 \quad m = +1 \quad m = +2.$$

IV. Κβαντικός ἀριθμὸς τοῦ spin s (ἢ ms). Τὰ ἠλεκτρόνια, ἐκτὸς τῆς περιστροφῆς τῶν περὶ τὸν πυρῆνα, περιστρέφονται καὶ περὶ τὸν νοητὸν τῶν ἄξονα. Ἡ *ἰδιοπεριστροφή* αὕτη — ἢ **spin** — τῶν ἠλεκτρονίων δυνατόν νὰ ἐκτελῇται ὁμορρόπως ἢ ἀντιρρόπως, ἐν οἷσιν μετὰ τὴν φορὰν περιστροφῆς τῶν περὶ τὸν πυρῆνα (ἢ ὅποια καθορίζεται διὰ τοῦ μαγνητικοῦ κβαντικοῦ ἀριθμοῦ).

Ὁ *κβαντικός ἀριθμὸς τοῦ spin s* καθορίζει τὴν φορὰν τῆς ἰδιοπεριστροφῆς τῶν ἠλεκτρονίων, λαμβάνει δὲ — δι' ἐκάστην τιμὴν τοῦ m — τὰς τιμὰς :

$$s = +\frac{1}{2} \text{ (Ὁμόρροπος ἰδιοπεριστροφή) } \quad s = -\frac{1}{2} \text{ (Ἀντίρροπος ἰδιοπεριστροφή) }.$$

6. Ἀρχὴ ἀποκλεισμοῦ τοῦ Pauli. Ἡ ἐνεργειακὴ κατάστασις ἐκάστου ἠλεκτρονίου εἰς δοθὲν ἄτομον, καθορίζεται πλήρως ἀπὸ τοὺς τέσσαρας κβαντικούς ἀριθμούς. Ἀπεδείχθη ὅμως ὅτι εἶναι ἀδύνατον νὰ ὑπάρξουν εἰς ἓν ἄτομον δύο ἠλεκτρόνια μετὰ τὴν αὐτὴν ἀκριβῶς ἐνέργειαν. Τοῦτο ὡδήγησεν τὸν Pauli εἰς τὴν διατύπωσιν τῆς *ἀπαγορευτικῆς ἀρχῆς*, κατὰ τὴν ὁποίαν : *Εἰς δοθὲν ἄτομον, εἶναι ἀδύνατον δύο ἠλεκτρόνια νὰ ἔχουν καὶ τοὺς τέσσαρας κβαντικούς ἀριθμούς ὁμοίους.* Ὅταν ἐπομένως εἰς ἓν ἄτομον οἱ τρεῖς κβαντικοὶ ἀριθμοὶ δύο ἠλεκτρονίων εἶναι οἱ αὐτοί, ὁ τέταρτος κατ' ἀνάγκην θὰ εἶναι διαφορετικὸς. Μετὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Pauli καὶ τὰς δυνατὰς τιμὰς τῶν τεσσάρων κβαντικῶν ἀριθμῶν, δύναται νὰ ὑπολογισθῇ τὸ μέγιστον πλῆθος ἠλεκτρονίων εἰς ἐκάστην στιβάδα καὶ ἡ κατανομὴ αὐτῶν εἰς τὰς διαφόρους ὑποστιβάδας, ὡς φαίνεται εἰς τὰ κατωτέρω παραδείγματα :

1. Στιβάς K $n=1$.

$$\left. \begin{array}{llll} n=1 & l=0 & m=0 & s=+\frac{1}{2} \\ n=1 & l=0 & m=0 & s=-\frac{1}{2} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Ὑποστιβάς } 1s \ (l=0) \\ 2 \text{ ἠλεκτρόνια} \end{array}$$

2. Στιβάς L $n=2$.

$$\left. \begin{array}{llll} n=2 & l=0 & m=0 & s=+\frac{1}{2} \\ n=2 & l=0 & m=0 & s=-\frac{1}{2} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Ὑποστιβάς } 2s \ (l=0) \\ 2 \text{ ἠλεκτρόνια} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{llll} n=2 & l=1 & m=-1 & s=+\frac{1}{2} \\ n=2 & l=1 & m=-1 & s=-\frac{1}{2} \\ n=2 & l=1 & m=0 & s=+\frac{1}{2} \\ n=2 & l=1 & m=0 & s=-\frac{1}{2} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Ὑποστιβάς } 2p \ (l=1) \\ 6 \text{ ἠλεκτρόνια} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{llll} n=2 & l=1 & m=+1 & s=+\frac{1}{2} \\ n=2 & l=1 & m=+1 & s=-\frac{1}{2} \end{array} \right\}$$

Προκύπτει ούτω δι' ἐκάστην στιβάδα τὸ πλῆθος ἡλεκτρονίων $2n^2$.

Κατωτέρω παραθέτομεν πίνακα ἐμφαίνοντα τὴν κατανομὴν ἡλεκτρονίων κατὰ στιβάδας καὶ ὑποστιβάδας, εἰς τὰ ἄτομα τῶν διαφόρων στοιχείων.

P I N A 三 11

n=	K			L			M			N			O			P		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
n=	K			L			M			N			O			P		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	H	He																
2	Li																	
3	Be	B																
4	C	N	O															
5	F	Ne																
6	Na	Mg	Al															
7	Si	P	S															
8	Cl	Ar																
9	K	Ca																
10	Sc	Ti	V															
11	Cr	Mn																
12	Fe	Co	Ni															
13	Cu	Zn	Ga															
14	Ge	As	Se															
15	Br	Kr																
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																		

Κατανομή ηλεκτρονίων κατά στιβάδας και υποστιβάδας. Τα 18 ηλεκτρόνια των στιβάδων **M**, ως και τα 32 ηλεκτρόνια των στιβάδων **N**, είναι κατανομημένα εις υποστιβάδες πάντοτε κατά τὸν αὐτὸν τρόπον (2, 6, 10 καὶ 2, 6, 10, 14).

Περίληψις κεφαλαίου ΣΤ'.

1. Δομή ατόμου. Τὸ ἄτομον συνίσταται ἀπὸ τὸν *θετικῶς φορτισμένον πυρῆνα* καὶ τὸ *ἀρνητικῶς φορτισμένον ἠλεκτρονικὸν περιβλήμμα*. Τὸ θετικὸν φορτίον τοῦ πυρῆνος ἰσοῦται ἀπολύτως μὲ τὸ ἀρνητικὸν φορτίον τοῦ περιβλήμματος καί, οὕτω, τὸ ἄτομον ὡς σύνολον εἶναι *ἠλεκτρικῶς οὐδέτερον*.

α) *Πυρῆν*. Εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ περιοχὴ τοῦ ατόμου. Ὁ πυρῆν ἔχει ἐλαχιστότατον ὄγκον, ἀλλὰ εἰς αὐτὸν εἶναι συγκεντρωμένη σχεδὸν ὅλη ἡ μᾶζα τοῦ ατόμου. Συστατικὰ τοῦ πυρῆνος εἶναι τὰ θετικῶς φορτισμένα *πρωτόνια* καὶ τὰ οὐδέτερα *νετρόνια*. Ἐκαστον ἔχει μᾶζαν περίπου ἴσην μὲ τὴν μᾶζαν τοῦ ατόμου τοῦ ὕδρογόνου.

β) *Ἡλεκτρονικὸν περιβλήμμα*. Εἶναι ἡ ἐξωτερικὴ περιοχὴ τοῦ ατόμου. Συστατικὰ τοῦ περιβλήμματος εἶναι τὰ ἐλαχιστοτάτης μᾶζης, ἀρνητικῶς φορτισμένα *ἠλεκτρόνια*. Τὸ πλῆθος τῶν ἠλεκτρονίων τοῦ περιβλήμματος ἰσοῦται μὲ τὸ πλῆθος πρωτονίων τοῦ πυρῆνος, τὸ δὲ ἀρνητικὸν φορτίον ἐκαστοῦ εἶναι ἀπολύτως ἴσον μὲ τὸ θετικὸν φορτίον ἐνὸς πρωτονίου. Τὰ ἠλεκτρόνια κινοῦνται περὶ τὸν πυρῆνα καὶ εἰς ὁρισμένας μόνον ἀποστάσεις, διαγράφοντα κυκλικὰς ἢ ἑλλειπτικὰς τροχιάς.

2. Ἀτομικὸς—Μαζικὸς ἀριθμὸς—Ἰσότοπα.

α) *Ἀτομικὸς ἀριθμὸς (Z) στοιχείου* $\rightarrow Z = \text{πλῆθος πρωτονίων πυρῆνος}$.

β) *Μαζικὸς ἀριθμὸς (A) στοιχείου* $\rightarrow A = Z + N$ ($N = \text{πλῆθος νετρονίων πυρῆνος}$).

γ) *Ἰσότοπα*. Ἄτομα μὲ τὸ αὐτὸ Z , διάφορον N (ἐπομένως διάφορον A). Τὰ ἰσότοπα εἶναι ἄτομα τοῦ αὐτοῦ στοιχείου.

3. Κατανομὴ ἠλεκτρονίων περιβλήμματος. Βάσει τῶν τροχιῶν τὰς ὁποίας διαγράφουν περὶ τὸν πυρῆνα, τὰ ἠλεκτρόνια εἶναι κατανεμημένα εἰς ἑπτὰ κατ' ἀνώτατον ὅριον *ἠλεκτρονικὰς στιβάδας* $\rightarrow K, L, M, N, O, P, Q$. Ἐκάστη στιβάς δύναται νὰ περιλάβῃ μόνον ὁρισμένον ἀνώτατον πλῆθος ἠλεκτρονίων, διὰ τῶν ὁποίων θεωρεῖται *συμπεπληρωμένη*. Τὰ ἠλεκτρόνια ἐκάστης στιβάδος εἶναι κατανεμημένα εἰς μίαν ἕως τέσσαρας *ὑποστιβάδας*.

4. Ἐξωτάτη στιβάς. Ἡ ἐξωτάτη (τελευταία) στιβάς τοῦ ατόμου δὲν δύναται νὰ περιλάβῃ περισσότερα τῶν ὀκτῶ ἠλεκτρονίων (ἡ K δύο ἠλεκτρόνια). Τὴν δομὴν αὐτὴν ἐξωτάτης στιβάδος—ἡ ὁποία εἶναι ἡ σταθερωτέρα—ἔχουν τὰ χημικῶς ἄδρανά εὐγενῆ ἕρμια. Τὰ ἄτομα τῶν ὑπολοίπων στοιχείων τείνουν, διὰ προσλήψεως, ἀποδόσεως ἢ συνεισφορᾶς ἠλεκτρονίων, νὰ ἀποκτήσουν τὴν σταθερὰν δομὴν τῶν εὐγενῶν ἁερίων εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα. Εἰς τοῦτο ὀφείλεται ἡ ἐνωτικὴ ἱκανότης τῶν στοιχείων.

Ἐρωτήσεις

α. Περιγράψατε συνοπτικῶς τὴν δομὴν τοῦ ατόμου. Δικαιολογεῖται σήμερον ὁ ὅρος **ἄτομον**;

β. Τί γνωρίζετε διὰ τὴν πυκνότητα τῆς ὕλης εἰς τοὺς πυρήνας;

γ. Ἀναφέρατε τὰ στοιχειώδη σωματίδια τὰ ὁποῖα συνιστοῦν τὸ ἄτομον. Τί γνωρίζετε δι' ἕκαστον ἐξ αὐτῶν;

δ. Ὁρίσατε τὸν ἀτομικὸν καὶ τὸν μαζικὸν ἀριθμὸν στοιχείου.

ε. Τί εἶναι τὰ ισοτόπα καὶ διατί χαρακτηρίζονται ὡς ἀνήκοντα χημικῶς εἰς τὸ αὐτὸ στοιχεῖον.

στ. Ἐὰν ὅλα τὰ ἄτομα ἐκάστου στοιχείου εἶχον τὸ αὐτὸ βάρος, δείξατε ὅτι τὰ ἀτομικὰ βάρη ἔπρεπε νὰ εἶναι ἀκέραιοι ἀριθμοὶ (κατὰ μεγίστην προσέγγισιν).

ζ. Ἐξηγήσατε διατί τὰ ἀτομικὰ βάρη ἀπέχουν συνήθως ἄρκετὰ ἀπὸ ἀκεραίας τιμᾶς. Ποῖα στοιχεῖα ἔχουν ὅπωςδήποτε ἀκέραια ἀτομικὰ βάρη καὶ μετὰ ταυτίζονται ταῦτα;

η. Τί εἶναι τὰ ισοβαρῆ καὶ τί τὰ ισοτόνα στοιχεῖα. Τί συμπεραίνετε διὰ τὸν χημικὸν τῶν χαρακτηῖρα;

θ. Περιγράψατε γενικῶς τὴν κατανομὴν τῶν ἠλεκτρονίων εἰς στιβάδας καὶ ἀναφέρατε δι' αὐτὸς μέγιστον πλῆθος ἠλεκτρονίων. Τί γνωρίζετε διὰ τὴν ἐξωτάτην στιβάδα. Πῶς ἐξηγεῖται ὁ σχηματισμὸς χημικῶν ἐνώσεων;

ι. Τί γνωρίζετε διὰ τοὺς κβαντικὸς ἀριθμοὺς. Ἀναφέρατε τὴν ἀρχὴν τοῦ Pauli.

ια. Ποῖον τὸ κοινὸν χαρακτηριστικὸν διὰ τὰ ἠλεκτρόνια μιᾶς στιβάδος καὶ πῶς καθορίζεται τοῦτο.

ιβ. Ὁρίσατε τὴν ἔννοιαν τῆς ὑποστιβάδος, διὰ τῶν ἀντιστοιχῶν κβαντικῶν ἀριθμῶν.

Προβλήματα

30. Εὑρετε τὸ μέγιστον πλῆθος ἠλεκτρονίων τῆς στιβάδος M, βάσει τῆς ἀρχῆς τοῦ Pauli (18 ἠλεκτρόνια).

31. Ἐν στοιχείῳ ἀποτελεῖται ἀπὸ τρία ισοτόπα, μαζικῶν ἀριθμῶν (M_1, M_2, M_3), εἰς τὴν ἑκατοστιαίαν ἀναλογίαν ατόμων κατὰ σειρὰν (X_1, X_2, X_3). Ζητεῖται: α) Τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ στοιχείου. β) Ἡ ἑκατοστιαία κατὰ βάρος σύστασις τῆς μάζης του, εἰς ἕκαστον τῶν ισοτόπων.

Ἀριθμητικὴ ἐφαρμογή: $M_1=40, M_2=41, M_3=44, X_1=60, X_2=30, X_3=10$.
(Ἀπ. α) 40,70. β) $\sim 58,97\% M_1, 30,22\% M_2, 10,81\% M_3$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

ΣΘΕΝΟΣ — ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΓΓΕΝΕΙΑ — ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ

1. Γενικά περί τοῦ χημικοῦ χαρακτηῆρος τῶν στοιχείων

Αἱ χημικαὶ ιδιότητες τῶν στοιχείων — αἱ ὁποῖα συνιστοῦν τὸν *χημικὸν χαρακτηῆρα* αὐτῶν — ἀναφέρονται οὐσιαστικῶς εἰς τὴν ἱκανότητα τῶν ἀτόμων τῶν νὰ ἐνοῦνται μετ' ἄτομα ἄλλων στοιχείων, πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων.

Ἡ ἐνωτικὴ ἱκανότης τῶν στοιχείων, ποσοτικῶς μὲν ἐκφράζεται διὰ τοῦ σθένους, ποιοτικῶς δὲ διὰ τῆς χημικῆς συγγενείας.

2. Σθένος στοιχείων

1. Ὅρισμοὶ καὶ ἀριθμητικαὶ τιμαί. Ἐκ τῶν ποσοτικῶν ἀναλογιῶν τῶν στοιχείων εἰς τὰς διαφόρους χημικὰς ἐνώσεις, δύνανται νὰ ὑπολογισθῶν αἱ ἀριθμητικαὶ σχέσεις ὑπὸ τὰς ὁποίας ἐνοῦνται τὰ ἄτομα αὐτῶν, πρὸς σχηματισμὸν τῶν χημικῶν ἐνώσεων, ὡς φαίνεται εἰς τὸ κατωτέρω παράδειγμα:

Ἐν γραμμοάτομον (35,5 gr) χλωρίου ἐνοῦται μετ' ἓν γραμμοάτομον (1 gr) ὕδρογόνου, πρὸς σχηματισμὸν 36,5 gr ὕδροχλωρίου. Ἀλλὰ εἰς μᾶζαν ἐνὸς γραμμοατόμου οἰουδήποτε στοιχείου περιέχεται, ὡς γνωστὸν, τὸ αὐτὸ πλῆθος ἀτόμων $N (=6,023 \cdot 10^{23})$. Ἀρα, ἐκ τοῦ ἀνωτέρω πειράματος προκύπτει ὅτι: N ἄτομα χλωρίου ἠνώθησαν μετ' N ἄτομα ὕδρογόνου, πρὸς σχηματισμὸν τοῦ ὕδροχλωρίου. Κατ' ἀναλογίαν, ἐπομένως, εἰς τὴν χημικὴν ἐνωσιν ὕδροχλωρίου, ἕκαστον ἄτομον χλωρίου ἀντιστοιχεῖ εἰς ἓν ἄτομον ὕδρογόνου.

Τὰ σθένη τῶν στοιχείων εἶναι αἱ γενικευμένα ἀριθμητικὰ ἐκφράσεις διὰ τὴν ἐνωτικὴν ἱκανότητα τῶν ἀτόμων τῶν, μετ' ἐνὸς συγκρίσεως τὸ ἄτομον τοῦ ὕδρογόνου.

Σθένος ἢ **δύναμις** στοιχείου εἶναι ἀριθμὸς ὁ ὁποῖος ἐκφράζει πόσα ἄτομα ὕδρογόνου — ἢ ἄλλου, ἰσοδυνάμου πρὸς τὸ ὕδρογόνον στοιχείου — δύνανται νὰ ἐνωθῶν (ἢ νὰ ἀντικατασταθῶν ἀμοιβαίως) μετ' ἓν ἄτομον τοῦ στοιχείου.

Τὸ ἄτομον τοῦ ὕδρογόνου ἐλήφθη ὡς μονὰς συγκρίσεως εἰς τὸν ὅρισμόν.

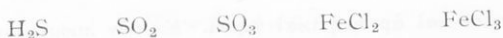
του θένους, έπειδή εις τās συνήθεις, σταθεράς χημικός ένώσεις αυτού και ένός άλλου στοιχείου, τὰ άτομα του ύδρογόνου είναι ίσα ή περισσότερα των ατόμων του άλλου στοιχείου. Ούτω, τὰ σθένη των στοιχείων είναι άκέραιοι αριθμοί, ώς φαίνεται εις τās κατωτέρω ένώσεις, εις τās όποιās τὰ ένούμενα με τὸ ύδρογόνον στοιχεῖα έχουν τιμὰς σθένους κατά σειράν 1,2,3,4.



Έάν έν στοιχείον δέν σχηματίζει χημικήν ένωσην με τὸ ύδρογόνον, εύρίσκομεν τὸ σθένος του από ένώσεις με άλλα στοιχεῖα, γνωστοῦ σθένους. Ούτω εις τήν ένωσην PCl_4 ὁ λευκόχρυσος έχει σθένος 4, έπειδή έν άτομον αὐτοῦ ένοῦται με 4 άτομα του μονοσθενοῦς χλωρίου. Εις τήν ένωσην Al_2O_3 , τὸ άργίλλιον έχει σθένος 3, έπειδή 2 άτομα άργιλίου ένοῦνται με 3 άτομα του δισθενοῦς ὀξυγόνου. (Έπομένως, ἕκαστον άτομον άργιλίου άντιστοιχεῖ εις 3 μονάδας σθένους).

Τὸ σθένος των στοιχείων άποδίδεται δι' άκεραίων πάντοτε αριθμῶν, από 1 ἕως 8. Τὰ εὐγενῆ αέρια — ήλιον, νέον, άργόν, κρυπτόν, ξέον, ραδόνιον — τὰ όποια δέν σχηματίζουν συνήθεις χημικός ένώσεις με οὐδέν στοιχείον, λέγομεν ὅτι έχουν **σθένος μηδέν** (δηλ. οὐδεμίαν ένωτικήν ικανότητα).

Τὸ σθένος των στοιχείων εμφανίζεται μόνον εις τās ένώσεις αὐτῶν, πολλά δέ στοιχεῖα — αναλόγως του είδους του έτέρου στοιχείου με τὸ όποιον ένοῦνται και των συνθηκῶν ὑπὸ τās όποιās σχηματίζονται αἱ χημικαί ένώσεις — δυνατόν νὰ έχουν δύο ή περισσότεράς διαφορετικάς τιμὰς σθένους. Ούτω εις τās κατωτέρω ένώσεις, τὸ μὲν θειον έχει κατά σειράν σθένη 2,4,6, ὁ δὲ σίδηρος 2 και 3 :



Τὸ σθένος των στοιχείων είναι ὁ λόγος του ατομικοῦ βάρους αὐτῶν (AB), διὰ του χημικοῦ των ισοδυνάμου (XI) :

$$\text{Σθένος} = \frac{AB}{XI}$$

Έν στοιχείον, έπομένως, θὰ ἔχη τόσας διαφορούς τιμὰς σθένους, ὅσα είναι τὰ διαφορετικά χημικά ισοδύναμα αὐτοῦ.

Όταν έν στοιχείον μεταβλητοῦ σθένους σχηματίζει χωριστά χημικός ένώσεις με τὸ ύδρογόνον και με τὸ ὀξυγόνον, τότε τὸ άθροισμα δύο σθένων αὐτοῦ, ένός ὡς πρὸς ύδρογόνον και ένός ὡς πρὸς ὀξυγόνον, δέν είναι δυνατόν νὰ ὑπερβῇ τὸν αριθμόν ὀκτώ (**Κανὼν Adegg**). Τοῦτο φαίνεται εις τὸ προηγούμενον παράδειγμα των ένώσεων του θείου.

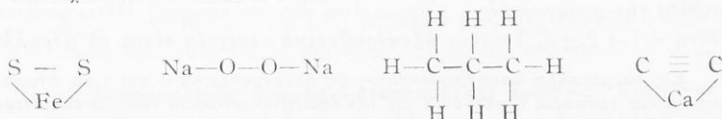
Ός θὰ ἐξηγηθῇ περαιτέρω, τὸ σθένος των στοιχείων ὡς πρὸς ύδρογόνον καλεῖται και άρνητικόν σθένος. ένῶ τὸ σθένος αὐτῶν ὡς πρὸς ὀξυγόνον καλεῖται και θετικόν σθένος.

2. Σθένη εκ των συντακτικῶν τύπων. Συχνὰ αἱ τιμαὶ σθένους των στοιχείων, αἱ προσδιοριζόμενα εκ των ποσοτικῶν αναλογιῶν αὐτῶν εις τās Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

χημικὰς ἐνώσεις καὶ δεικνυόμεναι εἰς τοὺς συνήθεις χημικοὺς τύπους (μοριακοὺς τύπους), δὲν εἶναι σύμφωνοι μὲ τὰς γενικῶς παραδεδεγμένας τιμὰς σθένων, ἐνίοτε δὲ φαίνονται καὶ κλασματικά. Τοῦτο ἰσχύει ἰδιαίτερος εἰς τὰς ὀργανικὰς ἐνώσεις, ὁφείλεται δὲ εἰς τὴν σύνδεσιν ἀτόμων τοῦ αὐτοῦ στοιχείου μεταξύ τους, κατὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ μορίου τῆς χημικῆς ἐνώσεως. Αἱ ἀληθεῖς τιμαὶ τῶν σθένων προκύπτουν τότε μόνον ἐκ **τῶν συντακτικῶν τύπων**, εἰς τοὺς ὁποίους ἐκάστη μονὰς σθένους (ἢ συγγενείας) παρίσταται διὰ μιᾶς μικρᾶς γραμμῆς. Οὕτω, εἰς τὰς ἐνώσεις μοριακῶν τύπων:



ἀντιστοιχοῦν οἱ συντακτικοὶ τύποι:



Εἰς τοὺς ἀνωτέρω συντακτικοὺς τύπους, τὰ στοιχεῖα ἐμφανίζονται μὲ τὰς συνήθεις τιμὰς σθένους (Fe, S, O, Ca δισθενῆ, Na, H μονοσθενῆ, C τετρασθενῆς), πρᾶγμα τὸ ὁποῖον δὲν φαίνεται εἰς τοὺς μοριακοὺς τύπους.

3. Ἡλεκτρονικὴ θεωρία σθένους.

1. Ἡλεκτρονικὴ ἐξήγησις σθένους. Κατὰ τὴν σύγχρονον ἀτομικὴν θεωρίαν, τὰ ἄτομα ὅλων τῶν στοιχείων τείνουν νὰ ἀποκτήσουν εἰς τὴν ἑξωτάτην ἠλεκτρονικὴν τῶν στιβάδων τὴν σταθερὰν δομὴν τῶν εὐγενῶν ἀερίων (σελ. 52), εἰς τοῦτο δὲ ὁφείλεται ἡ ἐνωτικὴ ἱκανότης αὐτῶν, τόσον ποσοτικῶς, ὅσον καὶ ποιοτικῶς:

Κατὰ τὴν ἀνάμειξιν τῶν στοιχείων, μεταξύ τῶν ἀτόμων τῶν ἐπιτελοῦνται ἐναλλαγαὶ ἠλεκτρονίων, πρὸς ἀπόκτησιν τῆς σταθερᾶς δομῆς εἰς τὰς ἑξωτάτας στιβάδας. Ἀποτέλεσμα τούτου εἶναι ἡ δημιουργία ἑλκτικῶν δυνάμεων μεταξύ τῶν ἀτόμων των, τὰ ὁποῖα οὕτω σχηματίζουν τὰς χημικὰς ἐνώσεις. Αἱ ἀριθμητικαὶ ἀναλογίαι ὑπὸ τὰς ὁποίας συνενοῦνται τὰ διάφορα ἄτομα πρὸς σχηματισμὸν τῶν χημικῶν ἐνώσεων—δηλ. **τὰ σθένη** τῶν στοιχείων—καθορίζονται ἀπὸ τὸ πλῆθος ἠλεκτρονίων τὰ ὁποῖα ἕκαστον ἄτομον ἀποδίδει, προσλαμβάνει ἢ συνεισφέρει, πρὸς ἀπόκτησιν τῆς σταθερᾶς δομῆς εἰς τὴν ἑξωτάτην στιβάδα του.

Σθένος στοιχείου εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων τὰ ὁποῖα προσλαμβάνει, ἀποδίδει ἢ συνεισφέρει ἓν ἄτομον τοῦ στοιχείου κατὰ τὸν σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων, πρὸς ἀπόκτησιν τῆς σταθερᾶς δομῆς τῶν εὐγενῶν ἀερίων εἰς τὴν ἑξωτάτην στιβάδα του (8 ἠλεκτρόνια, ἢ 2 ἠλεκτρόνια ἐὰν ἑξωτάτη εἶναι ἡ πρώτη στιβάς **K**). Ἐπεὶ δὲ τὰ σθένη τῶν στοιχείων καθορίζονται ἀπὸ τὰ ἠλεκτρόνια τῆς ἑξωτάτης στιβάδος, αὕτη καλεῖται **στιβάς σθένους** καὶ τὰ ἠλεκτρόνια τῆς **ἠλεκτρονίας σθένους**.

2. Θετικά και άρνητικά ηλεκτρικά σθένη.

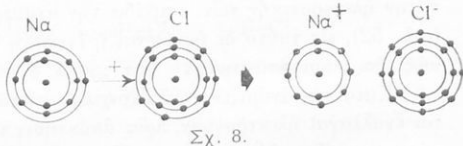
I. "Όταν έν στοιχείον αποδίδει ηλεκτρόνια κατά τόν σχηματισμόν χημικών ενώσεων, τὸ ἀρχικῶς οὐδέτερον ἄτομον—διὰ τῆς ἀποβολῆς τῶν ἀρνητικῶς φορτισμένων ηλεκτρονίων—ἀπομένει μὲ πλεόνασμα θετικοῦ ηλεκτρικοῦ φορτίου, μετατρέπομενον εἰς **θετικὸν ἰόν**. (σχ. 8). Τότε λέγομεν ὅτι τὸ στοιχείον ἔχει **θετικὸν ηλεκτρικὸν σθένος** (**Ἡλεκτροθετικὸν στοιχείον**).

Θετικά ηλεκτρικά σθένη ἔχουν στοιχεῖα μὲ ὀλιγώτερα τῶν τεσσάρων ηλεκτρονίων εἰς τὴν στιβάδα σθένους, διότι ταῦτα τείνουν νὰ ἀποδώσουν τὰ ὀλίγα ηλεκτρόνια τῆς στιβάδος αὐτῆς καὶ νὰ ἀπομείνουν μὲ ἐξωτάτην στιβάδα τὴν προηγουμένην, ἣ ὅποια εἶναι συμπληρωμένη. Οὔτω ἀποκτοῦν σθένη $+1, +2, +3$. Τοιαῦτα **ἡλεκτροθετικά στοιχεῖα εἶναι τὰ μέταλλα**.

Εἰς τὰ μέταλλα κατατάσσονται—ὡς ἡλεκτροθετικά—καὶ τρία στοιχεῖα περιέχοντα τέσσαρα ηλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα των. 'Ο **κασσίτερος**, τὸ **γερμάνιον** καὶ ὁ **μόλυβδος**.

Τὰ ἄτομα πολλῶν μετᾶλλων περιέχουν εἰς τὴν προτελευταίαν στιβάδα των περισσότερα τῶν ὀκτῶ ηλεκτρονίων (Πιν. 10). Ἐπομένως, τὰ ἄτομα τῶν μετᾶλλων αὐτῶν, μετὰ τὴν ἀποβολὴν τῶν ηλεκτρονίων τῆς τελευταίας στιβάδος, ἀπομένουν μὲ ἐξωτάτην στιβάδα μὴ ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὴν δομὴν τῶν εὐγενῶν ἀερίων. Ἡ ἐξήγησις τῆς σταθερότητος εἰς τὸς περιπτώσεις αὐτὰς ἀνάγεται εἰς τὴν γενικωτέραν ἐνεργειακὴν κατᾶστασιν τῶν ἀτόμων. Τοιαῦτα μέταλλα ἔχουν συνήθως μεταβλητὰ σθένη, ἐνῶ τὰ μέταλλα μὲ ὀκτῶ ηλεκτρόνια εἰς τὴν προτελευταίαν στιβάδα ἔχουν σταθερὸν σθένος (ἴσον μὲ τὸ πλῆθος τῶν ηλεκτρονίων τῆς ἐξωτάτης στιβάδος).

II. "Όταν έν στοιχείον προσλαμβάνει ηλεκτρόνια κατὰ τόν σχηματισμόν χημικῶν ενώσεων, τὸ ἀρχικῶς οὐδέτερον ἄτομον ἀποκτᾷ—διὰ τῆς προσλήψεως τῶν ἀρνητικῶς φορτισμένων ηλεκτρονίων—



πλεόνασμα ἀρνητικοῦ ηλεκτρικοῦ φορτίου, μετατρέπομενον εἰς **ἀρνητικὸν ἰόν** (σχ. 8). Τότε λέγομεν ὅτι τὸ στοιχείον ἔχει **ἀρνητικὸν ηλεκτρικὸν σθένος** (**Ἡλεκτραρνητικὸν στοιχείον**).

Ἀρνητικά ηλεκτρικά σθένη ἔχουν στοιχεῖα μὲ περισσότερα τῶν τεσσάρων ηλεκτρονίων εἰς τὴν στιβάδα σθένους, διότι ταῦτα τείνουν νὰ ἀποκτήσουν δομὴν εὐγενῶν ἀερίων εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα, διὰ προσλήψεως τῶν ὀλίγων ἐλλειπόντων ηλεκτρονίων πρὸς συμπλήρωσιν τῆς ὀκτάδος. Τοιαῦτα **ἡλεκτραρνητικά στοιχεῖα εἶναι τὰ ἀμέταλλα**.

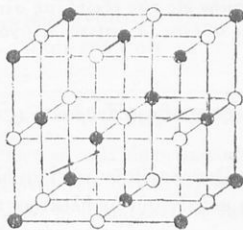
Τὰ ἀρνητικά ηλεκτρικά σθένη τῶν ἀμετάλλων εἶναι σταθερά, ὡς ἀποδίδονται τὸ σταθερὸν πλῆθος τῶν προσλαμβανομένων ηλεκτρονίων, πρὸς συμπλήρωσιν ὀκτάδος εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα. Συχνὰ ὅμως τὰ ἀμέταλλα, ὡς ἐξηγείται κατωτέρω, σχηματίζουν χημικὰς ἐνώσεις ὄχι διὰ προσλήψεως, ἀλλὰ δι' ἀμοιβαίας συνεισφορᾶς ηλεκτρονίων. Τοῦτο ὅμως δὲν συνεπάγεται ἡλεκτρι-

κὴν φόρτισιν τῶν ἀτόμων. Τὰ σθένη τῶν ἀμετάλλων ἐκφράζουσιν τότε ἀπλῶς τὸ πλῆθος τῶν συνεισφερομένων ὑπὸ τοῦ ἀτόμου τῶν ηλεκτρονίων. Ἐπειδὴ ἡ ἀπόκτησις σταθερᾶς δομῆς διὰ συνεισφορᾶς ηλεκτρονίων δύναται νὰ ἐπιτευχθῇ διὰ ποικίλων συνδυασμῶν, δυνατόν ἐν ἀμέταλλον νὰ ἐμφανισθῇ μὲ διαφορετικὰς ἀριθμητικὰς τιμὰς σθένους.

Εἰς τὰ ἀμέταλλα κατατάσσονται τὰ ὑπόλοιπα δύο στοιχεῖα μὲ τέσσαρα ηλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα: Ὁ **ἄνθραξ** καὶ τὸ **πυρίτιον**, σχηματίζοντα ἐνώσεις πάντοτε διὰ συνεισφορᾶς ηλεκτρονίων.

3. Χημικοὶ δεσμοὶ — ἑτεροπολικαὶ καὶ ὁμοιοπολικαὶ ἐνώσεις. Ἀναλόγως τοῦ εἶδους τῆς ἐπιτελουμένης ἐναλλαγῆς ηλεκτρονίων πρὸς ἀπόκτησιν τῆς σταθερωτέρας δυνατῆς δομῆς εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα, μεταξὺ τῶν ἀτόμων δημιουργοῦνται διάφορα εἶδη **χημικῶν δεσμῶν**, διὰ τῶν ὁποίων συγκροτοῦνται ταῦτα εἰς τὰς σχηματιζομένας χημικὰς ἐνώσεις.

1. Ἑτεροπολικὸς δεσμὸς — ἑτεροπολικαὶ ἐνώσεις. Κατὰ τὴν μεταβίβασιν ηλεκτρονίων ἀπὸ ἄτομα **μετάλλων** εἰς ἄτομα **ἀμετάλλων**, τὰ πρῶτα, ὡς εἶδομεν, μετατρέπονται εἰς **θετικὰ ἰόντα** καὶ τὰ δεύτερα εἰς **ἀρνητικὰ ἰόντα**. (Σχ. 8) Μεταξὺ τῶν ἰόντων αὐτῶν ἐξασκοῦνται δυνάμεις ηλεκτροστατικῆς φύσεως, αἱ ὁποῖαι συνιστοῦν τὸν **ἑτεροπολικὸν δεσμόν**, σχηματιζομένων οὕτω τῶν **ἑτεροπολικῶν ἐνώσεων**. Ἐπομένως:



$O \rightarrow Cl^- \quad \bullet \rightarrow Na^+$

Σχ. 9. Κρύσταλλος NaCl.

Ἑτεροπολικὸς καλεῖται ὁ δεσμὸς, ὁ δημιουργούμενος διὰ μεταβίβασεως ηλεκτρονίων ἀπὸ ἄτομα μετάλλων εἰς ἄτομα ἀμετάλλων. Αἱ οὕτω σχηματιζόμεναι χημικαὶ ἐνώσεις καλοῦνται ἑτεροπολικαὶ ἐνώσεις.

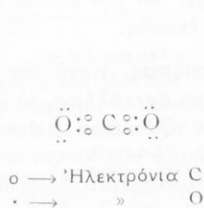
Σθένος τῶν στοιχείων εἰς τὰς ἑτεροπολικὰς ἐνώσεις εἶναι τὸ πλῆθος τῶν ηλεκτρονίων τὰ ὁποῖα προσέλαβεν ἢ ἀπέδωκεν ἐν ἄτομον αὐτῶν, ἵνα μετατραπῇ εἰς ἰόν.

Ἑτεροπολικαὶ εἶναι αἱ ἐνώσεις αἱ περιέχουσαι μέταλλα μὲ τὰ συνήθη τῶν σθένη +1, +2, +3. (Ἄλατα, ὕδροξείδια μετάλλων, συνήθη ὀξείδια μετάλλων).

Αἱ ἑτεροπολικαὶ ἐνώσεις εἶναι κρυσταλλικὰ στερεά, εἰς τὰ ὁποῖα δομικοὶ λίθοι εἶναι τὰ ἰόντα, διατεταγμένα καὶ συγκροτούμενα εἰς ὠρισμένας ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ηλεκτροστατικῶν δυνάμεων (Σχ. 9)

Μόρια, ὑπὸ τὴν συνήθη χημικὴν ἔννοιαν, δὲν ὑπάρχουσιν εἰς τὰς ἑτεροπολικὰς ἐνώσεις, αἱ ὁποῖαι, ὡς συνιστάμεναι ἀπὸ ἰόντα, χαρακτηρίζονται ὡς **ιοντικαὶ ἐνώσεις**. Οἱ συνήθεις χημικοὶ (μοριακοὶ) τύποι χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς ἑτεροπολικὰς ἐνώσεις μόνον διὰ τὸ ἐνιαιῶν τῶν χημικῶν συμβολισμῶν, κυρίως δὲ πρὸς διατήρησιν τῆς συμβατικῆς ποσότητος τοῦ γραμμομορίου τῶν ἐνώσεων, εἰς τοὺς χημικοὺς ὑπολογισμοὺς.

II. **Όμοιοπολικός δεσμός — όμοιοπολικαί ενώσεις.** Ἡ σταθερὰ δομὴ εἰς τὰς ἐξωτάτας στιβάδας δυνατόν νὰ ἐπιτευχθῇ, ὅχι μόνον διὰ πλήρους μεταφορᾶς ηλεκτρονίων ἀπὸ ἐνὸς ἀτόμου εἰς ἕτερον, ἀλλὰ καὶ δι' ἀμοιβαίας *συνεισφορᾶς ηλεκτρονίων* μεταξὺ αὐτῶν. Τὰ άτομα *συνεισφέρουν* ἕκαστον ἓν ἢ περισσότερα ηλεκτρόνια, πρὸς σχηματισμὸν ἐνὸς ἢ περισσοτέρων *κοινῶν ζευγῶν ηλεκτρονίων*. (Τὰ δύο ηλεκτρόνια ἑκάστου κοινῶν ζευγῶν *συνεισφέρονται* ἀνὰ ἓν ἀπὸ δύο *συνδεδεμένα* άτομα). Τὰ ηλεκτρόνια τῶν κοινῶν ζευγῶν ἀνήκουν πλέον ἐξ ἴσου εἰς ἀμφότερα τὰ συνεισφέροντα άτομα, τὰ ὁποῖα οὕτω ἀποκοτῶν σταθερὰν δομὴν εἰς τὰς ἐξωτάτας στιβάδας των (σχ...)



Τὸ άτομον τοῦ **C** συνεισφέρει τὰ 4 ηλεκτρόνια τῆς ἐξωτάτης στιβάδος του, ἕκαστον δὲ άτομον **O** 2 ἐκ τῶν 6 ηλεκτρονίων τῆς ἐξωτάτης στιβάδος του. Σχηματίζονται οὕτω μεταξὺ ἑκάστου ἀτόμου **O** καὶ τοῦ ἀτόμου τοῦ **C** 2 κοινὰ ζεύγη ηλεκτρονίων, διὰ τῶν ὁποίων καὶ τὰ 3 άτομα ἀποκοτῶν σταθερὰν δομὴν εἰς τὰς ἐξωτάτας στιβάδας των. Ὁ **C** ἔχει σθένος 4 καὶ τὸ ὀξυγόνον σθένος 2.

Σχ. 10. Ὁμοιοπολικὴ σύνδεσις εἰς τὸ μόριον τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός (CO_2).

Διὰ τῆς συνεισφορᾶς ηλεκτρονίων, τὰ άτομα ἐξακολουθοῦν νὰ εἶναι ηλεκτρικῶς οὐδέτερα καί, ἐπομένως, δὲν ἐξασκοῦνται μεταξὺ αὐτῶν ηλεκτροστατικαὶ δυνάμεις. Ὁ σχηματισμὸς ὅμως τῶν κοινῶν ζευγῶν ηλεκτρονίων δημιουργεῖ μεταξὺ τῶν ἀτόμων δυνάμεις συνοχῆς, αἱ ὁποῖαι συνιστοῦν τὸν **όμοιοπολικὸν δεσμόν**. Οὕτω τὰ άτομα συγχροτοῦνται πλησίον ἀλλήλων, σχηματιζομένων τῶν μορίων τῶν **όμοιοπολικῶν ἐνώσεων**. Ἐπομένως: **Ὁμοιοπολικὸς καλεῖται ὁ δεσμὸς μεταξὺ ἀτόμων, ὁ ὀφειλόμενος εἰς τὰ σχηματιζόμενα, δι' ἀμοιβαίας συνεισφορᾶς, κοινὰ ζεύγη ηλεκτρονίων. Διὰ τῆς συνδέσεως ἀτόμων δι' όμοιοπολικῶν δεσμῶν σχηματίζονται τὰ μόρια τῶν όμοιοπολικῶν ἐνώσεων.**

Σθένος στοιχείου εἰς τὰς όμοιοπολικὰς ἐνώσεις εἶναι τὸ πλῆθος τῶν ηλεκτρονίων τὰ ὁποῖα συνεισφέρει ἓν άτομον αὐτοῦ πρὸς σχηματισμὸν κοινῶν ζευγῶν. Ἐπομένως, ἕκαστον κοινὸν ζεύγος ηλεκτρονίων ἀντιστοιχεῖ εἰς **μίαν μονάδα σθένους ἢ ἓνα όμοιοπολικὸν δεσμόν** μεταξὺ τῶν συνδεδεμένων ἀτόμων (σχ. 10). Ὁμοιοπολικῶς δύνανται νὰ συνδεθοῦν κατ' ἀρχὴν άτομα ἀμετάλλων. (Τὸ ὕδρογόνον συνδέεται κατ' ἀρχὴν μόνον όμοιοπολικῶς). Ὁμοιοπολικαὶ ἐνώσεις εἶναι αἱ ὀργανικαί, τὰ ὀξέα, τὰ ὀξειδία ἀμετάλλων καὶ γενικώτερον αἱ ἐνώσεις μεταξὺ ἀμετάλλων. Αἱ όμοιοπολικαὶ ἐνώσεις εἶναι κατὰ κανόνα σώματα πτητικὰ, συνίστανται δὲ εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν ἀπὸ μόρια (**Μοριακαὶ ἐνώσεις**).

Εις ενώσεις μεταξύ δύο αμετάλλων — όταν δέν περιλαμβάνεται υδρογόνον καὶ οξυγόνον — τὸ ὀλιγώτερον ἡλεκτραρνητικὸν λαμβάνεται ὡς θετικοῦ σθένους. Οὕτω, εἰς τὴν ἔνωσιν CCl_4 , τὸ λ' ἡλεκτραρνητικὸν χλωρίον ἔχει σθένος -1 καὶ ὁ ἄνθραξ σθένος $+4$. Ὅλα τὰ ἀνωτέρω ἰσχύουν κατ' ἀρχὴν μόνον διὰ τὰς ἀνοργάνους ἐνώσεις. Εἰς ὅλας σχεδὸν τὰς ὀργανικὰς ἐνώσεις, ὡς καὶ εἰς ὠρισμένας ἀνοργάνους, τὰ σθένη, ὡς ἐλέχθη, προκύπτουν μόνον ἐκ τῶν συντακτικῶν τύπων. Ἡ τυπικὴ ἐπέκτασις τῆς ἐννοίας τοῦ θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ σθένους εἶναι ἐξυπηρετικὴ εἰς τὴν γραφὴν τῶν χημικῶν (μοριακῶν) τύπων τῶν ἀνοργάνων ἐνώσεων, ὡς καὶ εἰς τὴν γενικευμένην μελέτην τοῦ φαινομένου τῆς ὀξειδώσεως (Κεφ. 1Δ'). Ἡ ἄλγεβρική τιμὴ σθένους ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἀπαντᾷται ἐν στοιχείῳ καλεῖται *ἀριθμὸς ὀξειδώσεως* αὐτοῦ. Εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν τὰ στοιχεῖα ἔχουν σθένος, ὅρα καὶ ἀριθμὸν ὀξειδώσεως, μηδέν.

Τὰ ἀρνητικά σθένη παρίστανται συχνὰ διὰ μικρῶν τμημάτων εὐθείων, ἐνῶ τὰ θετικά σθένη διὰ σταυρῶν, εἰς τὸ ἄνω δεξιὸν ἄκρον τοῦ συμβόλου:



Πίναξ 12.

Σθένη κυριωτέρων στοιχείων

Μέταλλα καὶ υδρογόνον «Πάντοτε θετικά»				Ἀμέταλλα	
Στοιχεῖα	Σθένη	Στοιχεῖα	Σθένη	Στοιχεῖα	Σθένη
H, Li, K, Na, Ag	1	Pb	2 (4)	F, Cl, Br, J	$-1(+1, +3, +5, +7)$
Ba, Ca, Mg, Zn	2	Ni, Co	2 (3)	O	-2
Al, Bi	3	Cr	3 (2, 6)	S	$-2, +4, +6$
Cu, Hg	1, 2	Mn	2(3,4,6,7)	N, P, As, Sb	$-3, +3, +5$
Fe	2, 3	Au	3 (1)	C, Si	$-4, +4$
Sn, Pt	2, 4				

Εἰς τὸν ἀνωτέρω πίνακα, τὰ δευτερευούσης σημασίας σθένη τίθενται ἐντὸς παρενθέσεως. Τὸ H, ὡς ἐλέχθη, ἔχει σθένος -1 , ὅταν ἐνοῦται μὲ μέταλλα.

5. Χημικὴ συγγένεια

1. Ὅρισμός χημικῆς συγγενείας - Χημικὴ δραστηριότης στοιχείων.

Κατὰ τὴν ἀνάμειξιν διαφόρων στοιχείων, διαπιστοῦται ὅτι ὠρισμένα ἐνοῦνται μεταξὺ τους εὐκόλως, ἄλλα δυσκολώτερον, μερικὰ δὲ οὐδὲως.

Οὕτω, τὸ υδρογόνον ἐνοῦται εὐκολώτατα μὲ τὸ φθόριον (ἀκόμη καὶ εἰς τὸ σκότος καὶ ἐν ψυχρῷ) πρὸς σχηματισμὸν ὑδροφθορίου HF , κάπως δυσκολώτερον μὲ τὸ οξυγόνον (διὰ θερμάνσεως ἢ δι' ἡλεκτρικῶν σπινθήρων) πρὸς σχηματισμὸν ὕδατος H_2O , πολὺ δυσκολώτερον μὲ τὸ ἄζωτον πρὸς σχηματισμὸν ἀμμωνίας NH_3 , οὐδὲως δὲ μὲ τὸν χρυσόν.

Ἡ τάσις τῶν στοιχείων πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων χαρακτηρίζεται ὡς *χημικὴ συγγένεια* μεταξὺ αὐτῶν.

Οὕτω, εἰς τὸ προηγούμενον παράδειγμα, λέγομεν ὅτι τὸ ὑδρογόνον ἔχει μεγάλην χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὸ φθόριον, μικροτέραν πρὸς τὸ ὀξυγόνον, ἀκόμη μικροτέρα πρὸς τὸ ἄζωτον, δὲν ἔχει δὲ χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὸν χρυσόν.

Ἐπομένως, δύναται νὰ δοθῇ διὰ τὴν χημικὴν συγγένειαν ὁ ἐξῆς ὁρισμός :

**Ἡ χημικὴ συγγένεια ἐκφράζει τὴν μεταξὺ τῶν στοιχείων ἑνω-
τικὴν ἰκανότητα ποιοτικῶς, δηλαδὴ εἶναι ἡ μεταξὺ αὐτῶν ἐκλεκτικὴ
τάσις πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων.**

Ἡ χημικὴ συγγένεια μεταξὺ τῶν διαφόρων στοιχείων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν χημικὸν χαρακτῆρα αὐτῶν, δύναται δὲ νὰ λεχθῇ ὅτι εἶναι τόσον μεγαλύτερα, ὅσον περισσότερον διαφέρουν αἱ χημικαὶ τῶν ιδιότητες.

Ἐπειδὴ καὶ αἱ χημικαὶ ἐνώσεις παρουσιάζουν διάφορον τάσιν πρὸς ἀντί-
δρασιν μὲ ἄλλα σώματα, ἡ χημικὴ συγγένεια δύναται νὰ ὁρισθῇ γενικώτερον
ὡς ἐξῆς: Χημικὴ συγγένεια καλεῖται γενικῶς ἡ ἐκλεκτικὴ τάσις τῶν διαφόρων
σωμάτων — στοιχείων ἢ χημικῶν ἐνώσεων — πρὸς ἀντίδρασιν μεταξὺ τῶν.

Ἡ μικροτέρα ἢ μεγαλύτερα τάσις τῶν στοιχείων πρὸς σχηματισμὸν χη-
μικῶν ἐνώσεων καθορίζει τὴν **χημικὴν δραστηριότητα** αὐτῶν, ἀναλόγως
δὲ τὰ στοιχεῖα χαρακτηρίζονται ὡς **λίαν δραστικά, σχετικῶς δραστικά καὶ
σχετικῶς ἀδρανῆ**. Ἡ χημικὴ δραστηριότης τῶν στοιχείων εὐρέθῃ ὅτι εἶναι
κατ' ἀρχὴν ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ἀριθμητικῆς τιμῆς τοῦ σθένους τῶν.
Οὕτω, τὸ μονοσθενὲς φθόριον εἶναι δραστικώτερον τοῦ δισθενοῦς ὀξυγόνου
κ.ο.κ. Μεταξὺ μετᾶλλων τῆς αὐτῆς ἀριθμητικῆς τιμῆς σθένους, δραστικώ-
τερα εἶναι κατ' ἀρχὴν τὰ ἔχοντα μεγαλύτερον ἀτομικὸν βάρος, ἐνῶ διὰ τὰ
ἀμέταλλα ἰσχύει τὸ ἀντίθετον. Οὕτω, τὸ μονοσθενὲς μέταλλον κάλιον ($AB=39$)
εἶναι δραστικώτερον τοῦ ἐπίσης μονοσθενοῦς μετᾶλλου νατρίου ($AB=23$),
ἐνῶ τὸ μονοσθενὲς ἀμέταλλον φθόριον ($AB=19$) εἶναι δραστικώτερον τοῦ
ἐπίσης μονοσθενοῦς ἀμετάλλου χλωρίου ($AB=35,6$). Ὑπάρχουν ὅμως πολ-
λαὶ ἐξαιρέσεις τῶν ἀνωτέρω κανόνων.

Τὰ εὐγενῆ ἄερια, τὰ ὁποῖα δὲν σχηματίζουν συνήθεις ἐνώσεις μὲ οὐδὲν
στοιχεῖον (σθένος μηδὲν) εἶναι **ἀπολύτως ἀδρανῆ**.

**2. Ἡλεκτρικὴ ἐξήγησις χημικῆς συγγενείας—Δραστηριότης τῶν
στοιχείων.** Ἡ συνένωσις τῶν διαφόρων στοιχείων πρὸς σχηματισμὸν χη-
μικῶν ἐνώσεων, ἐπιτελεῖται, ὡς ἐλέχθη, δι' ἀποδόσεως, προσλήψεως ἢ συν-
εισφορᾶς ἡλεκτρονίων μεταξὺ τῶν ἀτόμων τῶν, πρὸς ἀπόκτησιν σταθερᾶς
δομῆς εἰς τὰς ἐξοστάτας στιβάδας. **Τὸ εὐκόλον ἢ δύσκολον τῆς ἀνωτέρω
ἐναλλαγῆς ἡλεκτρονίων καθορίζει τὴν χημικὴν δραστηριότητα τῶν
στοιχείων καί, ἐπομένως, τὴν μεταξὺ αὐτῶν χημικὴν συγγένειαν,**
ἐξαρτᾶται δὲ βασικῶς :

α) Ἀπὸ τὸ πλῆθος τῶν ἡλεκτρονίων τὰ ὁποῖα θὰ ἀποδώσῃ, θὰ προσ-
λάβῃ ἢ θὰ συνεισφέρῃ (πρὸς σχηματισμὸν κοινῶν ζευγῶν) τὸ ἄτομον τοῦ
στοιχείου, ἵνα ἀποκτήσῃ σταθερὰν δομὴν εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα του.
Εἶναι προφανὲς ὅτι κατ' ἀρχὴν εἶναι εὐκολώτερα ἡ ἐναλλαγὴ ὀλίγων ἡλε-
κτρονίων. Ἀλλὰ τὸ πλῆθος τῶν ἐναλλασσομένων ἡλεκτρονίων ἐκφράζει τὸ

σθένος τῶν στοιχείων, οὕτω δὲ ἐξηγεῖται ἡ ἀναφερθεῖσα ἀντίστροφος σχέσις μεταξύ ἀριθμητικῆς τιμῆς σθένους καὶ χημικῆς δραστηριότητος.

Ἐπειδὴ τὰ μέταλλα ἀποδίδουν τὰ ηλεκτρόνια τῆς στιβάδος σθένους τῶν, διὰ τὰ ἀπομείνη ἐξωτάτη ἢ προτελευταία στιβάς, ἐνῶ τὰ ἀμέταλλα προσλαμβάνουν ἢ συνεισφέρουν ηλεκτρόνια πρὸς συμπληρωσιν ὀκτάδος, εἶναι προφανές ὅτι : "Ὅσον ὀλιγώτερα εἶναι τὰ ηλεκτρόνια εἰς τὴν στιβάδα σθένους τῶν μετάλλων καὶ ὅσον περισσότερα εἰς τὴν στιβάδα σθένους τῶν ἀμετάλλων, τόσον δραστικώτερα εἶναι τὰ στοιχεία.

Τὰ εὐγενῆ ἀέρια εἶναι χημικῶς ἀδρανῆ, ἐπειδὴ ἔχουν συμπληρωμένην τὴν στιβάδα σθένους τῶν.

β) Ἀπὸ τὴν ἀτομικὴν ἀκτῖνα, δηλαδὴ τὴν ἀπόστασιν τῆς ἐξωτάτης στιβάδος ἀπὸ τῶν πυρῆνα.

Διὰ τὰ **ηλεκτροθετικὰ στοιχεία** (τὰ μέταλλα) ἡ ἀπόσπασις τῶν ἀρνητικῶν ηλεκτρονίων εἶναι τόσον εὐκολωτέρα, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ ἀπόστασις ἀπὸ τὸν θετικὸν πυρῆνα. Διὰ τὰ **ηλεκτραρνητικὰ στοιχεία** (τὰ ἀμέταλλα) ἡ πρόσληψις τῶν ἀρνητικῶν ηλεκτρονίων εἶναι τόσον εὐκολωτέρα, ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ ἀπόστασις ἀπὸ τὸν θετικὸν πυρῆνα.

Οὕτω ἐξηγεῖται ἡ ἀναφερθεῖσα σχέσις μεταξύ τῆς χημικῆς δραστηριότητος καὶ τοῦ ἀτομικοῦ βάρους (ἢ ἀκριβέστερον τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ) τῶν στοιχείων.

Τόσον τὸ ἀτομικὸν βάρος, ὅσον καὶ ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς εἶναι ἀνάλογα τῆς ἀτομικῆς ἀκτίνος, ἐφ' ὅσον ἡ ἐξωτάτη στιβάς ἔχει τὸ αὐτὸ πλῆθος ηλεκτρονίων καὶ ἐπομένως, τὰ στοιχεία ἔχουν τὴν αὐτὴν ἀριθμητικὴν τιμὴν σθένους.

Κατωτέρω παραθέτομεν τὰς σειρὰς δραστηριότητος τῶν κυριωτέρων ηλεκτροθετικῶν καὶ ηλεκτραρνητικῶν στοιχείων.

I. Σειρὰ δραστηριότητος μετάλλων καὶ ὕδρογόνου (σειρὰ ηλεκτροθετικότητος).

K, Na, Ba, Ca, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, **H**, Cu, Hg, Ag, Pt, Au.

II. Σειρὰ δραστηριότητος ἀμετάλλων, ὅταν ἐνοῦνται μὲ μέταλλα ἢ μὲ ὕδρογόνον (σειρὰ ηλεκτραρνητικότητος). F₂, Cl₂, Br₂, O₂, J₂, S.

Τὰ στοιχεία ἀναγράφονται κατὰ ἐλαττωμένην σειρὰν δραστηριότητος καὶ ἐπομένως, κατὰ τὴν σειρὰν αὐτὴν ἐκαστον ἀντικαθιστᾷ τὰ ἐπόμενα εἰς τὰς ἐνώσεις τῶν καὶ ἀντικαθίσταται ὑπὸ τῶν προηγούμενων του.

Ὅσον περισσότερον διαφέρει ὁ **ηλεκτροχημικὸς** χαρακτήρ δύο στοιχείων τόσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ μεταξύ αὐτῶν χημικὴ συγγένεια.

Οὕτω, ὅσον ἐντονώτερον **ηλεκτροθετικὸν** εἶναι ἓνα μέταλλον (δηλ. ὅσον εὐκολώτερον ἀποδίδει ηλεκτρόνια) καὶ ὅσον περισσότερον **ηλεκτραρνητικὸν** εἶναι ἓν ἀμέταλλον (δηλ. ὅσον εὐκολώτερον προσλαμβάνει ηλεκτρόνια), τόσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ μεταξύ αὐτῶν χημικὴ συγγένεια, σχηματιζομένων ἐνώσεων διὰ ἑτεροπολικοῦ δεσμοῦ.

Ἡ μεταξύ ἀμετάλλων χημικὴ συγγένεια ὀφείλεται εἰς τὴν δημιουργίαν κοινῶν ζευγῶν διὰ συνεισφορᾶς ηλεκτρονίων, σχηματιζομένων ἐνώσεων δι' ὁμοιοπολικοῦ (ἢ ἡμιπολικοῦ) δεσμοῦ.

Τὰ εὐγενῆ ἄερια εἶναι χημικῶς ἄδρανῆ διότι ἔχουν συμπεπληρωμένην τὴν στιβάδα σθένους.

Ἡ ἐπιτέλεσις τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων γενικῶς ἐπηρεάζεται, ὡς θὰ ἐξηγηθῇ εἰς τὸ Κεφ. ἀντιδράσεων, ἀπὸ διαφόρους ἐξωτερικοὺς παράγοντας. (Φῶς, θερμότης, πίεσις, καταλύται, κ.λ.π.). Οἱ παράγοντες αὗτοι ἐπομένως ἐπηρεάζουν καὶ τὰς μεταξὺ τῶν στοιχείων χημικὰς ἀντιδράσεις, δηλ. τὴν ἐκδήλωσιν τῆς μεταξὺ αὐτῶν χημικῆς συγγενείας. Ἐπίσης ἡ δραστικότητα τῶν στοιχείων ἐπηρεάζεται ἀπὸ τὴν σταθερότητα τοῦ δεσμοῦ τῶν ἀτόμων εἰς τὰ μόρια αὐτῶν. Οὕτω τὸ ἄζωτον, εἶναι πολὺ ἄδρανέστερον τοῦ προβλεπομένου, ἐπειδὴ ὁ δεσμός τῶν ἀτόμων εἰς τὸ μόριον N_2 εἶναι ἐξαιρετικῶς σταθερός.

6. Περιοδικὸν σύστημα τῶν στοιχείων

1. Ἱστορικόν. Κατὰ τὴν μελέτην τῶν διαφόρων στοιχείων προέκυψεν ὅτι ταῦτα δύνανται νὰ ταξινομηθῶν εἰς ομάδας παρομοίων ιδιοτήτων. Οὕτω τὰ στοιχεῖα F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , ἀποτελοῦν τὴν ομάδα (ἢ φυσικὴν οἰκογένειαν) τῶν ἁλογόνων κ.ο.κ.

Ἰδιαιτέρως ὁμοῦς ἐπεδιώχθη ἡ ἀνέυρεσις σχέσεως μεταξὺ τοῦ ἀτομικοῦ βάρους καὶ τῶν ιδιοτήτων τῶν στοιχείων, τοιαύτη δὲ σχέσηις παρετηρήθη πράγματι. Βάσει τῆς σχέσεως τοιαύτης, ἔγιναν πολλὰ προσπάθειαι συστηματικῆς κατατάξεως τῶν στοιχείων. Ἡ κατάταξις ὁμοῦς ὅλων τῶν στοιχείων εἰς μίαν φυσικὴν σειρὰν καὶ ἡ δημιουργία οὕτω τοῦ **περιοδικοῦ συστήματος** ὁφείλεται εἰς τὰς ἐργασίας τῶν Mendeleeff καὶ Meyer. Τοῦτο ἐστηρίχθη εἰς τὴν διαπίστωσιν ὅτι αἱ ιδιότητες τῶν στοιχείων εἶναι περιοδικὴ συνάρτησις τῶν ἀτομικῶν βαρῶν.

2. Περιγραφή τοῦ περιοδικοῦ συστήματος. Ἐὰν ἀναγραφῶν τὰ στοιχεῖα κατὰ τὴν σειρὰν αὐξήσεως τῶν ἀτομικῶν βαρῶν, μετὰ ὀρισμένον ἀριθμὸν στοιχείων ἑκάστοτε — τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ἀποτελοῦν μίαν **περίοδον** — ἐμφανίζονται στοιχεῖα ὁμοιάζοντα μὲ προηγούμενα. Ἐὰν τεθῇ ἡ μία περίοδος κάτωθι τῆς ἄλλης, θὰ προκύβουν κάθετοι στήλαι — **αἱ ομάδες** — περιλαμβάνονσαι ὁμοιάζοντα στοιχεῖα.



D. I. Mendeleeff (1834 — 1907).

Αἱ περίοδοι εἶναι συνολικῶς ἑπτὰ καὶ περιλαμβάνουν κατὰ σειρὰν 2, 8, 8, 18, 18, 32 στοιχεῖα. Ὡς φαίνεται, ὁ ἀριθμὸς τῶν στοιχείων παρουσιάζει κανονικότητα, κατὰ τὰς σχέσεις: $2, 1^2, 2, 2^2, 2, 3^2, 2, 4^2$. Ἡ ἑβδόμη περίοδος περιλαμβάνει 6 μόνον φυσικὰ στοιχεῖα καὶ ἐπὶ πλέον τὰ 12 **ὑπερουράνια** (παρασκευασθέντα τεχνητῶς, διὰ πυρηνικῶν ἀντιδράσεων).

Αἱ ομάδες εἶναι ἑννέα. Εἰς ἑκάστην ἐκ τῶν ἑπτὰ πρώτων ὁμάδων πε-

ρύαμβάνονται *δύο υποομάδες, η κυρία υποομάς α και η δευτερεύουσα υποομάς β*. Τα στοιχεία εκάστης υποομάδος παρουσιάζουν σημαντικές ομοιότητες μεταξύ των, ενώ μεταξύ των στοιχείων της κυρίας και της δευτερεύουσας υποομάδος ή ομοιότητα περιορίζεται κυρίως εις τὸ κοινὸν σθένος).

Αἱ τρεῖς πρώται ομάδες περιλαμβάνουν μόνον μέταλλα καὶ τὸ ὑδρογό-
νον, ὃ δὲ ἀριθμὸς τῆς ομάδος δεικνύει τὸ σθένος αὐτῶν. Αἱ ἐπόμεναι τέσ-
σαρες περιλαμβάνουν μέταλλα καὶ ἀμέταλλα. Ὁ ἀριθμὸς τῆς ομάδος δεικνύει
τὸ μέγιστον θετικὸν σθένος αὐτῶν (σθένος ὡς πρὸς δευτερόγονον), ἐνῶ τὸ ἀνη-
τικὸν σθένος (σθένος ὡς πρὸς ὑδρογόγονον) τῶν ἀμετάλλων εὐρίσκεται ἀπο-
λύτως δι' ἀφαιρέσεως τοῦ ἀριθμοῦ τῆς ομάδος ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν δεκτῶ. Ἡ
ὀγδόη ὁμάς περιλαμβάνει τρεῖς τριάδας παρομοίων μετάλλων. Ἡ τελευταία
ὁμάς καλεῖται *μηδενική*, περιλαμβάνει δὲ τὰ εὐγενῆ ἄερια (σθένος μηδέν).

Κατὰ τὴν ἀρχικὴν διατύπωσιν τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, ὑπῆρχον εἰς
αὐτὸ ὥρισμα κενά. Ὁ Mendeleeff ὑπέδειξεν ὅτι εἰς τὰς θέσεις αὐτὰς ἔπρε-
πε νὰ τοποθετηθοῦν ἄγνωστα τότε στοιχεῖα, τῶν ὁποίων προέβλεψεν περί-
που τὸ ἀτομικὸν βάρος καὶ τὰς ιδιότητες. Αἱ προβλέψεις τοῦ Mendeleeff
ἀπεδείχθησαν ὀρθαί, διὰ τῆς μετέπειτα ἀνακαλύψεως ὧν τῶν στοιχείων
αὐτῶν.

**3. Τὸ περιοδικὸν σύστημα, κατὰ τὴν σύγχρονον ἀτμικὴν θεω-
ρίαν.** Κατὰ τὰς σημερινὰς ἀντιλήψεις περὶ δομῆς τῆς ὕλης, *αἱ ιδιότητες τῶν
στοιχείων εἶναι περιοδικὴ συνάρτησις τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ αὐτῶν*
(σελ. 46) *καὶ ὄχι τοῦ ἀτομικοῦ τῶν βάρους*. Εὐρέθῃ δηλαδὴ ὅτι, εἰς τὴν
πραγματικότητα, *τὰ στοιχεῖα κατατάσσονται εἰς τὸ περιοδικὸν σύστημα
κατ' αὐξοῦντα ἀτομικὸν ἀριθμόν, καὶ ὄχι κατ' αὐξοῦν ἀτομικὸν βάρος*.
Ἦτοι, ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς **Z** τοῦ στοιχείου παριστᾷ τὸ πλῆθος πρωτονίων
τοῦ πυρῆος καὶ συγχρόνως τὴν σειρὰν κατατάξεως τοῦ στοιχείου εἰς τὸ πε-
ριοδικὸν σύστημα.

Ἡ περιοδικότης τῶν ιδιοτήτων τῶν στοιχείων συναρτῆται τοῦ ἀτομικοῦ
τῶν ἀριθμοῦ καὶ ὁ σχηματισμὸς οὕτω τῶν περιόδων καὶ ὁμάδων, ἐξηγεῖται
σήμερον πλήρως, βάσει τῶν γνώσεων μας περὶ τῆς κατανομῆς τῶν ἠλεκτρο-
νίων εἰς στιβάδας καὶ υποστιβάδας. Εἰς τὸ πρῶτον στοιχεῖον εκάστης πε-
ριοδὸν ἄρχεται ὁ σχηματισμὸς μιᾶς νέας ἠλεκτρονικῆς στιβάδος. Ἡ ἀναλο-
γία ιδιοτήτων εἰς τὰ στοιχεῖα εκάστης ομάδος ὁφείλεται εἰς τὸ ὅτι περιλαμ-
βάνουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ἠλεκτρονίων σθένους.

Βάσει τῶν ἀνωτέρω ἀντιλήψεων, ἐξηγοῦνται πλήρως καὶ αἱ ὑποτιθέμεναι
«ἀνωμαλίας» εἰς τὴν ἀρχικὴν διατύπωσιν τοῦ περιοδικοῦ συστήματος.

α) *Ἀνωμαλία ἀναστροφῶν*. Εἰς ὀριόμενās περιπτώσεις, διὰ νὰ διατηρηθῇ
ἡ περιοδικότης τῶν ιδιοτήτων, παρέστη ἀνάγκη νὰ παραβιασθῇ ἡ ἀρχὴ τῆς
κατατάξεως κατ' αὐξοῦν ἀτομικὸν βάρος. Οὕτω τὸ εὐγενὲς ἄεριον ὄργον
($AB=39,94$) ἐτοποθετήθη εἰς τὴν ὁμάδα τῶν εὐγενῶν ἀερίων, πρὸ τοῦ μετάλ-
λου καλίου ($AB=39,06$), τὸ ὅποιον οὕτω ἐτέθη εἰς τὴν ὁμάδα τῶν ἀλκαλίων,
εἰς τὴν ὅποιαν ἀνήκει χημικῶς. Ἡ τοποθέτησις αὕτη, κατὰ τὰς σημερινὰς
ἀντιλήψεις *εἶναι ὀρθή*, διότι τὸ **A** ἔχει ἀτομικὸν ἀριθμὸν 18 καὶ τὸ **K** ἀτομι-
κὸν ἀριθμὸν 19. (Τὸ μεγαλύτερον ἀτομικὸν βάρος τοῦ **A** ὀφείλεται εἰς μεγα-



λύτερον πλήθος νετρονίων εἰς τὸν πυρῆνα). Ἀνάλογα ἰσχύουν διὰ τὰ στοιχεῖα $\text{Te}-\text{J}$, $\text{Co}-\text{Ni}$, $\text{Th}-\text{Pa}$.

β) **Ἀνωμαλία σπανίων γαιῶν.** Τὸ 57ον στοιχεῖον λανθάνιον (6η περίοδος, III ὁμάς) ἔχει τελείως ἀναλόγους ἰδιότητας μὲ τὰ ἀκολουθοῦντα, κατ' αὐτὸν ἀτομικὸν βάρος, 14 ἐπόμενα στοιχεῖα. Τὰ 15 αὐτὰ στοιχεῖα (57ον-71ον, καλούμενα *σπάνιαι γαῖαι*), ἐποποθετήθησαν ὅλα κατ' ἀνάγκην εἰς τὴν αὐτὴν περίοδον καὶ ὁμάδα (παράρτημα 3ης ὁμάδος) τοῦ περιοδικοῦ συστήματος.

Σήμερον γνωρίζομεν ὅτι ἡ ὁμοιότης ἰδιοτήτων εἰς τὰ 15 αὐτὰ στοιχεῖα (μὲ ἀτομικοὺς ἀριθμοὺς ἀπὸ 57-71) ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ὅλα ἔχουν τὸ αὐτὸ πλῆθος ἡλεκτρονίων σθένους (ἐξωτάτη στιβάς ἢ P , μὲ 2 ἡλεκτρόνια). Τὰ πέ-
ραν τοῦ 57ου ἡλεκτρόνια τοποθετοῦνται, μέχρι συμπληρώσεως, εἰς τὴν στιβάδα N καὶ δὲν ἀποτελοῦν ἡλεκτρόνια σθένους (Πίναξ 12). Ἀνάλογος εἶναι καὶ ἡ ἐξήγησις τῆς *ανωμάλιας τῶν πλειάδων*, εἰς τὴν ὁμάδα VIII (τρεῖς τριάδες μετὰλλων).

Ὁ παρατιθέμενος πίναξ 12 παριστᾷ μίαν σύγχρονον μορφήν τοῦ περιοδικοῦ συστήματος.

Περίληψις Κεφαλαίου Ζ'

1. Ἡ ἐνωτικὴ ἱκανότης τῶν στοιχείων ποσοτικῶς μὲν ἐκφράζεται διὰ τοῦ σθένους, ποιοτικῶς δὲ διὰ τῆς χημικῆς συγγενείας.

Σθένος στοιχείου εἶναι ἀριθμὸς ὁ ὅποτος ἐκφράζει πόσα ἄτομα ὑδρογόνου — ἢ ἰσοδυνάμου στοιχείου — δύνανται νὰ ἐνωθοῦν (ἢ νὰ ἀντικατασταθοῦν ἀμοιβαίως) μὲ ἓν ἄτομον τοῦ στοιχείου :

$$\left(\text{Σθένος} = \frac{\text{Ἀτ. βάρος}}{\text{Χημ. ἰσοδ.}} \right)$$

Τὰ σθένη τῶν στοιχείων εἶναι ἀκέραιοι ἀριθμοί, ἀπὸ 1 ἕως 8. Ὡρι-
σμένα στοιχεῖα ἔχουν δύο ἢ περισσότερα σθένη. (Ὅσα εἶναι τὰ χημικὰ ἰσο-
δύναμα αὐτῶν).

Χημικὴ συγγένεια στοιχείων καλεῖται ἡ μεταξὺ αὐτῶν ἐκλεκτικὴ τάσις πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων.

Ἡ μισρὰ ἢ μεγάλῃ τάσις τῶν στοιχείων πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων καθορίζει τὴν *χημικὴν δραστικότητα* αὐτῶν καί, ἐπομένως, τὴν μεταξὺ τῶν χημικῶν συγγένειαν.

Τὰ εὐγενῆ ἀέρια εἶναι χημικῶς ἀδρανῆ (Σθένος μηδέν).

2. Ἡλεκτρονικὴ ἐξήγησις. Ἡ ἐνωτικὴ ἱκανότης τῶν στοιχείων ὀφεί-
λεται εἰς τὴν τάσιν αὐτῶν πρὸς ἀπόκτησιν σταθερᾶς δομῆς εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα.

*Σθένος στοιχείου εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἡλεκτρονίων τὰ ὅποια ἀπο-
δίδει, προσλαμβάνει ἢ συνεισφέρει ἓν ἄτομον τοῦ στοιχείου κατὰ τὸν
σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων, πρὸς ἀπόκτησιν σταθερᾶς δομῆς εἰς
τὴν ἐξωτάτην στιβάδα.*

Ἡ χημικὴ δραστικότης τῶν στοιχείων καί, ἐπομένως, ἡ μεταξὺ
αὐτῶν συγγένεια, καθορίζεται ἀπὸ τὸ εὐκόλον ἢ δύσκολον τῆς ἀνω-
τέρω ἐναλλαγῆς ἡλεκτρονίων.

Τὰ εὐγενῆ ἀέρια εἶναι χημικῶς ἀδρανῆ, ὡς ἔχοντα συμπληρωμένην τὴν ἐξωτάτην σιβάδα.

Ἑτεροπολικοὶ δεσμοὶ καὶ ἑτεροπολικοὶ ἐνώσεις. Ἡλεκτρόνια ἀποδίδονται ἀπὸ ἄτομα *ἠλεκτροθετικῶν στοιχείων* (μετάλλων) καὶ προσλαμβάνονται ἀπὸ ἄτομα *ἠλεκτραρνητικῶν στοιχείων* (ἀμετάλλων).

Ὁμοιοπολικὸς δεσμὸς καὶ ὁμοιοπολικοὶ ἐνώσεις. Μεταξὺ τῶν ἀτόμων σχηματίζονται, δι' ἀμοιβαίας συνεισφορᾶς, *κοινὰ ζεύγη ἠλεκτρονίων*.

3. Περιοδικὸν σύστημα. Στηρίζεται εἰς τὴν διαπίστωσιν ὅτι αἱ ιδιότητες τῶν στοιχείων εἶναι περιοδικῇ συνάρτησις τοῦ ἀτομικοῦ τῶν βάρους, ἀκριβέστερον δέ, κατὰ τὰς σημερινὰς ἀντιλήψεις, τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ. Οὕτω, διὰ γραφῆς τῶν στοιχείων κατ' αὔξον ἀτομικὸν βάρος, ἀκριβέστερα δὲ κατ' αὔξοντα ἀτομικὸν ἀριθμὸν, προκύπτουν *αἱ περίοδοι καὶ ὁμάδες* τοῦ περιοδικοῦ συστήματος. Τὰ στοιχεῖα ἐκάστης ὁμάδος ἔχουν κοινὸν σθένος, ταξινομοῦνται δὲ εἰς δύο ὑποομάδας, περιλαμβανοῦσας στοιχεῖα ἀναλόγων ιδιοτήτων.

Ἑρωτήσεις :

α. Ἐκφράσατε διὰ τῶν καταλλήλων ὀρισμῶν τὴν ἐνωτικὴν ἱκανότητα τῶν στοιχείων ποσοτικῶς καὶ ποιοτικῶς.

β. Ἐξηγήσατε ἠλεκτρονικῶς τὴν ἐνωτικὴν ἱκανότητα τῶν στοιχείων.

γ. Ὁρίσατε τὸν ἑτεροπολικὸν καὶ τὸν ὁμοιοπολικὸν δεσμόν. Ἵοντικοὶ καὶ μοριακοὶ ἐνώσεις.

δ. Καθορίσατε τὰ ἠλεκτρικὰ καὶ τὰ συμβατικά θετικά καὶ ἀρνητικά σθένη. Εἰς ποίαν περίπτωσιν ταυτίζονται ;

ε. Διατὶ τὰ ἠλεκτραρνητικὰ σθένη τῶν ἀμετάλλων εἶναι σταθερά ; Πόσα μέταλλα δύνανται κατ' ἀρχὴν νὰ ἔχουν μετοβλητὰ σθένη ;

στ. Εἰς ποίαν διαπίστωσιν στηρίζεται τὸ περιοδικὸν οὐστῆμα τῶν στοιχείων. Νὰ γίνῃ περιγραφή αὐτοῦ.

Προβλήματα :

32. Ἐν στοιχείῳ σχηματίζει δύο ὀξείδια, περιέχοντα ἀντιστοίχως 22,3% καὶ 30% ὀξυγόνον. Ἐάν τὸ στοιχεῖον ἔχει ἀτομικὸν βάρος 55,8, νὰ εὑρεθοῦν τὰ σθένη του.

33. Νὰ εὑρεθοῦν τὰ σθένη Mn, P, Cl, N, Cr κατὰ σειρὰν εἰς τὰς ἐνώσεις : KMnO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, NaClO_3 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. (Σθένη K, Ca, Na, Zn ἐκ τοῦ πίνακος).

34. Νὰ γραφοῦν οἱ συντακτικοὶ τύποι τῶν ἐνώσεων : H_2SO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

35. Νὰ γραφοῦν οἱ ἠλεκτρονικοὶ τύποι : α. Τῶν ἑτεροπολικῶν ἐνώσεων CaCl_2 , Na_2S , BaO . β. Τῶν ὁμοιοπολικῶν ἐνώσεων CS_2 , NH_3 .

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'.

ΓΡΑΦΗ ΤΥΠΩΝ — ΧΗΜΙΚΗ ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

1. Ρίζαι

Ρίζαι καλοῦνται ἀκόρεστα συγροτήματα ἀτόμων, τὰ ὅποια ἀπομένουν ἀπὸ τὸ μόριον χημικῆς ἐνώσεως, μετὰ τὴν τυπικὴν ἀφαίρεσιν ὀρισμένων ἀτόμων αὐτοῦ. Αἱ ρίζαι δὲν ὑπάρχουν εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν, μεταφέρονται ὅμως κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις ἀπὸ ἐνὸς μορίου εἰς ἕτερον, συμπεριφερόμεναι ὡς ἓν ἄτομον.

*Ελευθεραὶ ρίζαι δύνανται νὰ ὑπάρξουν μόνον ἐπὶ μορφήν ἰόντων.

Οὕτω, ἀπὸ τὴν ἔνωσιν HNO_3 , δι' ἀφαίρέσεως τοῦ ἀτόμου H , ἀπομένει ἡ ρίζα NO_3^- (νιτρικὴ ρίζα). Εἰς τὴν χημικὴν ἀντίδρασιν μεταξὺ AgNO_3 καὶ NaCl , ἡ νιτρικὴ ρίζα συμπεριφέρεται ὡς μονοσθενὲς ἄτομον, ἐναλλασσομένη μὲ τὸ μονοσθενὲς ἄτομον χλωρίου:



Τὸ σθένος τῆς ρίζης ἐκφράζει τὸ πλῆθος τῶν ἀτόμων ὑδρογόνου — ἢ ἰσοδυνάμου στοιχείου — τὰ ὅποια ἀπαιτοῦνται πρὸς σχηματισμὸν κεκορεσμένης ἐνώσεως, εἶναι δὲ τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα σθένων ὅλων τῶν ἀτόμων τὰ ὅποια συνιστοῦν τὴν ρίζαν. Αἱ πλείεσται ρίζαι ἔχουν ἀρνητικὸν σθένος.

*Ὡς ἀπλοῦστεραι ρίζαι δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ἄτομα διατομικῶν τουλάχιστον στοιχείων. Π. χ. ὡς ρίζα δύναται νὰ θεωρηθῇ τὸ ἄτομον τοῦ χλωρίου (Cl^1), προερχόμενον ἐκ τοῦ μορίου Cl_2 , δι' ἀφαίρέσεως τοῦ ἐνὸς ἀτόμου χλωρίου.

Πίναξ 13.

Κυριώτεραι ρίζαι

Ρίζαι	Όνομα	Ρίζαι	Όνομα	Ρίζαι	Όνομα
NH_4^+	* Ἀμμώνιον	ClO_3^-	Χλωρική	CrO_4^{--}	Χρωμική
OH^-	* Υδροξύλιον	ClO_2^-	* Υποχλωρώδης	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{--}$	Διχρωμική
CN^-	Κυάνιον	ClO^-	Χλωρώδης	MnO_4^{--}	Μαγγανική
HS^-	* Οξίνος θειούχος	CO_3^{--}	* Ανθρακική	ZnO_2^{--}	Ψευδαργυρική
NO_3^-	Νιτρική	SiO_5^{--}	(Μετα)πυριτική	AlO_3^{--}	* Αργιλική
NO_2^-	Νιτρώδης	SO_4^{--}	Θεική	PO_4^{--}	Φωσφορική
MnO_4^-	* Υπερμαγγανική	SO_3^{--}	Θειώδης		
C O_4^{--}	* Υπερχλωρική				

Παρατηρήσεις ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρω πίνακος.

1. Ὅλαι αἱ ὀξυγονοῦχοι ρίζαι τοῦ χλωρίου εἶναι μονοσθενεῖς, διαφέρουσαι διαδοχικῶς κατὰ ἓν ἄτομον ὀξυγόνου. Ἀπολύτως ὁμοίας ρίζας σχηματίζουν τὸ **Br** καὶ **J**.

2. Αἱ ὀξυγονοῦχοι ρίζαι ὀνομάζονται κατ' ἀρχὴν ἀπὸ τὸ χαρακτηριστικὸν τῶν στοιχείων, μὲ τὴν κατὰληξιν — **ικόν**. Ἐὰν τὸ χαρακτηριστικὸν στοιχεῖον σχηματίζει δύο ὀξυγονοῦχους ρίζας, εἰς ἐκείνην τὴν ὁποίαν τοῦτο ἐμφανίζεται μὲ τὸ κατώτερον θετικὸν σθένος, τίθεται ἡ κατάλληλις — **ώδης**.

I ⁺⁴ **CO₂** ⁻ ἀνθρακική, ⁺⁶ **SO₄** ⁻ θειϊκή, ⁺⁴ **SO₃** ⁻ θειώδης **I**

Εἰς περιπτώσεις περισσοτέρων τῶν δύο ριζῶν χρησιμοποιοῦνται καταληλῶς καὶ αἱ προθέσεις **ὕπερ** καὶ **ὑπὸ**, ὡς φαίνεται εἰς τὰς ρίζας τοῦ χλωρίου.

3. Ὁξυγονοῦχοι ρίζαι περιέχουσαι ἓν ἢ δύο ἄτομα ὑδρογόνου — πλὴν τοῦ ὑδροξυλίου **OH** — ὀνομάζονται διὰ προτάξεως τῶν λέξεων **ὀξινος** ἢ **δισόξινος** εἰς τὸ ὄνομα τῆς ἀντιστοίχου ἄνευ ὑδρογόνου ρίζης, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἔχουν σθένος μικρότερον ἀπολύτως κατὰ μίαν ἢ δύο μονάδας:

PO₄ ⁻ φωσφορική, **HPO₄** ⁻ ὀξινος φωσφορική, **H₂PO₄** ⁻ δισόξινος φωσφορική, **HCO₃** ⁻ ὀξινος ἀνθρακική, **HSO₄** ⁻ ὀξινος θειϊκή, **HSO₃** ⁻ ὀξινος θειώδης.

Αἱ ρίζαι εἶναι ἐξαιρετικῶς χρήσιμοι εἰς τὴν γραφὴν τῶν χημικῶν τύπων καὶ εἰς τὴν ὀνομασίαν τῶν ἀνοργάνων ἐνώσεων.

2. Γραφὴ τύπων ἀνοργάνων ἐνώσεων

Εἰς ὅλα τὰ ἐπόμενα ὡς χημικοὶ τύποι θὰ νοοῦνται οἱ μοριακοὶ τύποι. Κάθε ἀνόργανος ἔνωσης δύναται νὰ θεωρηθῇ ὅτι συνίσταται ἀπὸ ἓν τμήμα θετικοῦ σθένους καὶ ἓν τμήμα ἀρνητικοῦ σθένους. Τὰ τμήματα αὐτὰ δύνατον νὰ εἶναι ἄτομα ἢ ρίζαι. Ὅταν τὰ τμήματα αὐτὰ εἶναι γνωστά, δοθέντος ὅτι τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα σθενῶν πρέπει νὰ ἰσοῦται μὲ μηδέν, εὐρίσκομεν τὸν χημικὸν τύπον τῆς ἐνώσεως ἐργαζόμενοι ὡς ἑξῆς:

1. Γράφομεν πρῶτον τὸ θετικὸν καὶ κατόπιν τὸ ἀρνητικὸν τμήμα τῆς ἐνώσεως, ἄνωθεν δὲ ἐκάστου τίθεται τὸ σθένος αὐτοῦ. Ἐὰν πρόκειται περὶ ριζῶν, τίθενται ἐντὸς παρενθέσεως.

2. Ὡς δείκτης τοῦ θετικοῦ τμήματος τίθεται τὸ σθένος τοῦ ἀρνητικοῦ καὶ ἀντιστρόφως.

3. Ἐὰν οἱ προκύπτοντες δείχται δὲν εἶναι πρῶτοι πρὸς ἀλλήλους τοὺς ἀπλοποιούμεν, οὕτως ὥστε τελικῶς ὡς δείχται νὰ τεθοῦν οἱ μικρότεροι δυνατοὶ ἀκέραιοι ἀριθμοί.

4. Ἐφαρμογὴ τῶν κανόνων τούτων φαίνεται εἰς τὰ κατωτέρω παραδείγματα:

Ὁξείδιον τοῦ Καλίου : $\overset{1}{\text{K}}\overset{2}{\text{O}}$ — K_2O → χημικὸς τύπος K_2O .

Ὁξείδιον τοῦ ἀσβεστίου : $\overset{2}{\text{Ca}}\overset{2}{\text{O}}$ — Ca_2O_2 → » » CaO .

Φωσφορικὸν μαγνήσιον : $\overset{2}{\text{Mg}}(\overset{3}{\text{PO}_4})_2$ — $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ → » » $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$.

Θειοῦχον ἀμμώνιον : $(\overset{1}{\text{N}}\overset{2}{\text{H}_4})\text{S}$ — $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ → χημικὸς τύπος $(\text{NH}_4)_2\text{S}$.

Θειϊκόν ασβέστιον : $\text{Ca}(\text{SO}_4)^2 - \text{Ca}_2(\text{SO}_4)_2 \rightarrow$ χημικός τύπος CaSO_4 .

Εἰς ὁρισμένους τύπους οἱ δεῖκται δέν εἶναι πρῶτοι πρὸς ἀλλήλους. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ἄτομα τοῦ αὐτοῦ στοιχείου εἶναι συνδεδεμένα μεταξὺ τους, ἀποτελοῦντα οὐσιαστικῶς ρίζας. Οὕτω τὰ ὑπεροξειδία (H_2O_2 , Na_2O_2 , ...) περιέχουν τὴν δισθενῆ *ὑπεροξειδικήν ρίζαν* O_2^{--} ($-\text{O}-\text{O}-$).

3. Βασικοὶ κανόνες χημικῆς ὀνοματολογίας

Τὸ ὄνομα τῶν ἀνοργάνων ἐνώσεων δεικνύει κατὰ κανόνα τὸ θετικὸν καὶ τὸ ἀρνητικὸν τμήμα αὐτῶν, οὕτως ὥστε, δι' ἐφαρμογῆς τοῦ ἀνωτέρω κανόνος δύναται νὰ γραφῇ ὁ χημικὸς τύπος. Ἀντιστρόφως δέ, ἐκ τοῦ χημικοῦ τύπου, εἶναι δυνατόν νὰ ὀνομασθῇ ἡ χημικὴ ἐνώσις.

Γενικῶς, εἰς τὴν Ἑλληνικὴν Χημικὴν ὀρολογίαν, ἐνῶ εἰς τοὺς τύπους γράφεται πρῶτον τὸ τμήμα θετικοῦ σθένους καὶ ἀκολουθεῖ τὸ τμήμα ἀρνητικοῦ σθένους, αἱ ἐνώσεις ὀνομάζονται ἀντιστρόφως : *Προτάσσεται τὸ ὄνομα τοῦ τμήματος μὲ τὸ ἀρνητικὸν σθένος καὶ ἀκολουθεῖ τὸ ὄνομα τοῦ τμήματος μὲ τὸ θετικὸν σθένος*. Τοῦτο φαίνεται εἰς τὰ παραδείγματα τῆς προηγουμένης παραγράφου.

Σχεδὸν ὅλαι αἱ συνήθεις ἐνώσεις τῆς Ἀνοργάνου Χημείας ὀνομάζονται βάσεις τῶν ἐξῆς κανόνων :

1. Ἐνώσεις συνιστάμεναι ἀπὸ ὀξυγόνου καὶ ἓν μόνον ἄλλο στοιχεῖον ὀνομάζονται διὰ τῆς λέξεως ὀξειδίου καὶ ἀκολουθεῖ τὸ ὄνομα τοῦ ἐτέρου στοιχείου.

$\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow$ ὀξειδίου τοῦ ἀργιλίου, $\text{MgO} \rightarrow$ ὀξειδίου τοῦ μαγνησίου

Ἐὰν ἓν στοιχεῖον σχηματίζει πολλὰ ὀξείδια, ταῦτα διακρίνονται διὰ προτάξεως τῶν ἀριθμητικῶν μονο—, δι—, τρι—, κ.λ.π., τὰ ὁποῖα δεικνύουν τὸ πλῆθος τῶν ἀτόμων ὀξυγόνου εἰς τὸ μόριον :

$\text{CO} \rightarrow$ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος $\text{P}_2\text{O}_3 \rightarrow$ τριοξειδίου τοῦ φωσφόρου

$\text{CO}_2 \rightarrow$ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος $\text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow$ πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου

Ἐὰν ἓν ὀξείδιον περιέχει ὀξυγόνον περισσότερον τοῦ ἀπαιτουμένου ἀπὸ τὸ συνήθες σθένος τοῦ στοιχείου (συνήθως ἓν ἄτομον ὀξυγόνου περισσότερον ἀπὸ τὸ κανονικὸν ὀξείδιον) ὀνομάζεται διὰ προτάξεως τῆς προθέσεως *ὑπερ* : $\text{Na}_2\text{O} \rightarrow$ ὀξείδιον τοῦ νατρίου, $\text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow$ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου.

2. Ἐνώσεις συνιστάμεναι ἀπὸ μετάλλου ἢ ηλεκτροθετικὴν ρίζαν (κυρίως NH_4^+) καὶ τὴν ρίζαν ὑδροξύλιον (OH^-) ὀνομάζονται γενικῶς διὰ τῆς λέξεως ὑδροξείδιον καὶ ἀκολουθεῖ τὸ ὄνομα τοῦ μετάλλου ἢ τῆς θετικῆς ρίζης.

Αἱ ἀνωτέρω ἐνώσεις εἶναι αἱ *βάσεις*.

Ἐνίοτε διὰ τὰς βάσεις K , Na , Ca , NH_4^+ ἢ λέξις ὑδροξείδιον ἀντικαθίσταται ὑπὸ τῆς λέξεως *καυστικόν*.

$\text{KOH} \rightarrow$ ὑδροξείδιον τοῦ καλίου ἢ καυστικὸν καλίον.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἑκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

$\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{υδροξειδίου του ασβεστίου ή καυστικό ασβέστιο.}$

$\text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{υδροξειδίου του μαγνησίου.}$

$\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{υδροξειδίου του αργιλίου.}$

Τὰ υδροξειδια δύνανται γενικῶς νὰ παρασταθοῦν διὰ τοῦ τύπου $\text{Me}(\text{OH})_x$ ὅπου x τὸ σθένος τοῦ μετάλλου.

3. Ἐνώσεις συνιστᾶμεναι ἀ τὸ υδρογόνον καὶ ἐν τῶν ἀμετάλλων F, Cl, Br, J, S ἢ τὴν ρίζα CN^- , ὀνομάζονται διὰ προτάξεως τῶν συλλαβῶν ὑδρο - εἰς τὸ ὄνομα τοῦ ἀμετάλλου.

Ἐπειδὴ αἱ ἐνώσεις αὐταὶ ἀνήκουν εἰς τὴν κατηγορίαν τῶν ὀξέων (μὴ ὀξυγονοῦχα ὀξέα), εἰς τὰ ὑδατικά των διαλύματα ὀνομάζονται διὰ τῆς κατὰ τὴν ἰσχύος —ικὸν καὶ ἀκολουθεῖ ἡ λέξις ὀξύ. (Ἡ ἔνωσις H_2S ὀνομάζεται πάντοτε υδροθθειον).

$\text{HCl} \rightarrow \text{υδροχλωρίον ἢ υδροχλωρικό οξύ.}$

$\text{HBr} \rightarrow \text{υδροβρώμιον ἢ υδροβρωμικό οξύ.}$

$\text{HCN} \rightarrow \text{υδροκυάνιον ἢ υδροκυανικό οξύ.}$

4. Ἐνώσεις συνιστᾶμεναι ἀπὸ υδρογόνον καὶ μίαν τῶν ὀξυγονούχων ἀρνητικῶν ριζῶν (πλὴν OH^-), ὀνομάζονται ἐκ τοῦ ὀνόματος τῆς ρίζης καὶ ἀκολουθεῖ ἡ λέξις ὀξύ.

$\text{HNO}_3 \rightarrow \text{νιτρικό οξύ} \quad \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{θειικό οξύ}$

$\text{HNO}_2 \rightarrow \text{νιτρώδες} \quad \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{θειώδες}$

$\text{HClO}_3 \rightarrow \text{χλωρικό} \quad \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{άνθρακικό}$

$\text{HClO} \rightarrow \text{υποχλωρικό} \quad \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{φωσφορικό}$

Αἱ ἀνωτέρω ἐνώσεις ἀποτελοῦν τὰ ὀξυγονοῦχα ὀξέα καὶ δύνανται νὰ παρασταθοῦν διὰ τοῦ γενικοῦ τύπου H_xR , ὅπου x τὸ σθένος τῆς ἀρνητικῆς ρίζης R .

5. Ἐνώσεις συνιστᾶμεναι ἀπὸ μέταλλον (ἢ τὴν ρίζαν NH_4^+) ὀνομάζονται διὰ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἀμετάλλου μὲ τὴν κατάληξιν —οῦχος (ἢ —οῦχον), ἀκολουθεῖ δὲ τὸ ὄνομα τοῦ μετάλλου.

$\text{NaCl} \rightarrow \text{χλωριούχον νάτριον} \quad \text{Ag}_2\text{S} \rightarrow \text{θειούχος ἄργυρος}$

$\text{AlBr}_3 \rightarrow \text{βρωμιούχον ἀργίλιον} \quad \text{CaH}_2 \rightarrow \text{υδρογονούχον ασβέστιον}$

Ἐὰν τὸ ἀμέταλλον εἶναι N ἢ C , παραλείπεται ἡ ἀνωτέρω κατάληξις :

$\text{Mg}_3\text{N}_2 \rightarrow \text{ἄζωτομαγνήσιον} \quad \text{CaC}_2 \rightarrow \text{άνθρακαςβέστιον}$

$\text{AlN} \rightarrow \text{ἄζωταργίλιον} \quad \text{Al}_4\text{C}_3 \rightarrow \text{άνθρακαργίλλιον.}$

Ἀναλόγως, μὲ τὴν κατάληξιν —οῦχος ὀνομάζονται καὶ ἐνώσεις ἐκ δύο ἀμετάλλων, εἰς τὰς ὁποίας ὡς θετικοῦ σθένους λαμβάνεται τὸ ὀλιγότερον ἡλεκτραρνητικὸν ἀμέταλλον.

$\text{PCl}_3 \rightarrow \text{τριχλωριούχος φωσφόρος} \quad \text{PCl}_5 \rightarrow \text{πενταχλωριούχος φωσφόρος}$

6) Ἐνώσεις συνιστᾶμεναι ἀπὸ μέταλλον (ἢ τὴν ρίζαν NH_4^+) καὶ ὀξυγονοῦχον ἀρνητικὴν ρίζαν (πλὴν OH^-) ὀνομάζονται διὰ τοῦ ὀνόματος τῆς ρίζης καὶ ἀκολουθεῖ τὸ ὄνομα τοῦ μετάλλου. Αἱ ἐνώσεις αὐ-

ταί ὅπως καὶ αἱ πλεῖστα τῆς προηγουμένης κατηγορίας (μὲ F, Cl, Br, J, S, CN) ἀνήκουν εἰς τὰ ἅλατα.

$\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ θεικὸν νάτριον $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow$ ὄξινον ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον
 $\text{KClO}_3 \rightarrow$ χλωρικὸν κάλιον $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow$ φωσφορικὸν μαγνήσιον
 $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow$ διχρωμικὸν ἀμμώνιον $\text{AgNO}_3 \rightarrow$ νιτρικὸς ἄργυρος

7. Ὅταν ἔν μεταλλῶν ἔχει δύο σθένη, εἰς τὰς ἐνώσεις του μὲ κατώτερον σθένος προτίθεται πρὸς διάκρισιν ἢ πρόθεσις **ὑπο**.

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow$ θεικὸς σίδηρος $\text{CuO} \rightarrow$ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ
 $\text{FeSO}_4 \rightarrow$ θεικὸς ὑποσίδηρος ἢ $\text{Cu}_2\text{O} \rightarrow$ ὀξειδίου τοῦ ὑποχαλκοῦ ἢ ὑπο-
 ὑποθεικὸς σίδηρος ξ είδιον τοῦ χαλκοῦ.

Εἰς τὰς ἐνώσεις τῶν μετάλλων αὐτῶν μὲ ἄλογόνα, συνήθως προτάσσεται ἀριθμητικόν, διὰ τοῦ ὁποῦ δηλοῦται τὸ πλῆθος τῶν ἀτόμων ἀλογόνου.

$\text{FeCl}_2 \rightarrow$ διχλωριῶχος σίδηρος $\text{FeCl}_3 \rightarrow$ τριχλωριῶχος σίδηρος.

Τελευταίως, πρὸς ἀσφαλῆ διάκρισιν, ὑποδεικνύεται εἰς τὸ τέλος τοῦ ὀνόματος τὸ σθένος τοῦ μετάλλου, διὰ λατινικοῦ ἀριθμοῦ.

Θειοῦχος χαλκὸς (I) $\rightarrow \text{Cu}_2\text{S}$ Θειοῦχος χαλκὸς (II) $\rightarrow \text{CuS}$

(Εἰς τὴν ἐκφώνησιν, λέγομεν ἀντιστοίχως : θειοῦχος χαλκὸς μονοσθενῆς, θειοῦχος χαλκὸς δισθενῆς).

*Ὡρισμέναι ἐνώσεις ἔχουν ἰδιαίτερα ὀνόματα, μὴ ἀκολουθοῦσαι συστηματικούς κανόνες ὀνοματολογίας.

$\text{NH}_3 \rightarrow$ ἀμμωνία $\text{AsH}_3 \rightarrow$ ἀρσίνη
 $\text{PH}_3 \rightarrow$ φωσφίνη $\text{CaCN}_2 \rightarrow$ ἀσβεστοκυανσμίδη.

Περίληψις Κεφαλαίου Η'

1. Γραφή τύπων. Γράφομεν πρῶτον τὸ θετικὸν τμήμα τῆς ἐνώσεως καὶ ἐν συνεχείᾳ τὸ ἀρνητικόν. Τοποθετοῦμεν τὰ σθένη αὐτῶν ἀντιστρόφως ὡς δείκταις καὶ ἀπλοποιούμεν.

2. Ὑποματολογία ἐνώσεων. Τὸ ὄνομα τῶν ἐνώσεων ἀποτελεῖ συνδυασμὸν τοῦ ὀνόματος ἀρνητικοῦ καὶ θετικοῦ τμήματος αὐτῶν (ἄτομα ἢ ρίζαι). Ἀρχικῶς ἀναφέρεται τὸ ὄνομα τοῦ ἀρνητικοῦ τμήματος καὶ ἀκολουθεῖ τοῦ θετικοῦ.

Προβλήματα :

36. Νὰ γραφοῦν οἱ τύποι τῶν ἐνώσεων : Ὁξειδίου τοῦ ἀργύρου, πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου, ὄξιον θειοῦχον μαγνήσιον, θεικὸς χαλκός, δισόξιον φωσφορικὸν ἀσβέστιον.

	O^{--}	Cl^-	HS^-	SO_4^{--}
K				
Ca				
Al				

37. Εἰς τὸν ἐναντι πίνακα, νὰ γραφῇ εἰς ἕκαστον τετράγωνον ὁ ἀντίστοιχος χημικὸς τύπος καὶ νὰ ὀνομασθοῦν αἱ ἐνώσεις. Νὰ γίνη τὸ αὐτὸ εἰς πίνακα σχηματιζόμενον ἀπὸ 8 θετικὰ καὶ 10 ἀρνητικὰ τμήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'.

ΧΗΜΙΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

1. Κατηγορίαι χημικῶν ἀντιδράσεων

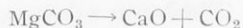
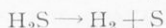
Αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις — δηλ. τὰ διάφορα χημικὰ φαινόμενα — δύνανται νὰ ταξινομηθοῦν εἰς τὰς ἑξῆς κατηγορίας :

1. 'Αντιδράσεις συνθέσεως. Μία χημικὴ ἔνωση σχηματίζεται ἐκ τῶν συστατικῶν της στοιχείων ἢ ἐξ ἀπλουστέρων ἐνώσεων :



Αἱ συνθέσεις ἐπιτελοῦνται τόσον εὐκολώτερον, ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ μεταξὺ τῶν σωμάτων χημικὴ συγγένεια.

2. 'Αντιδράσεις ἀποσυνθέσεως. Μία χημικὴ ἔνωση ἀποσυντίθεται εἰς τὰ συστατικά της στοιχεῖα ἢ εἰς ἀπλουστέρας ἐνώσεις :



Αἱ ἀποσυνθέσεις ἐπιτελοῦνται τόσον εὐκολώτερον, ὅσον μικρότερα εἶναι ἡ μεταξὺ τῶν σωμάτων χημικὴ συγγένεια.

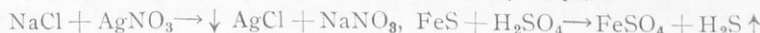
3. 'Αντιδράσεις ἀπλῆς ἀντικαταστάσεως. Εἶναι ἀντιδράσεις μεταξὺ μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως καὶ ἐνὸς στοιχείου. Ἐκ τῆς χημικῆς ἐνώσεως ἐλευθεροῦται ἓν στοιχεῖον, ἀντικαθιστάμενον ὑπὸ τοῦ ἀντιδρῶντος :



Ἡ ἀντικατάστασις ἐπιτελεῖται μεταξὺ ἠλεκτροθετικῶν ἢ μεταξὺ ἠλεκτραρνητικῶν στοιχείων, μὲ βάσιν κατ' ἄρχὴν τὴν σειρὰν δραστηκότητος αὐτῶν (σελ. 68). Τὰ μέταλλα μεταβλητοῦ θένους ἐμφανίζουν εἰς τὰς ἀπλᾶς ἀντικαταστάσεις, κατὰ κανόνα τὸ κατώτερον θένος των :



4. 'Αντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως. Δύο χημικαὶ ἐνώσεις ἀντιδρῶν μεταξὺ τους, δι' ἀμοιβαίας ἐναλλαγῆς ἀτόμων ἢ ριζῶν. Σχηματίζονται οὕτω δύο ἄλλαι ἐνώσεις, ἐκάστη τῶν ὁποίων περιλαμβάνει τὸ θετικὸν τμήμα τῆς μιᾶς ἀντιδρώσης ἐνώσεως καὶ τὸ ἀρνητικὸν τῆς ἐτέρας :

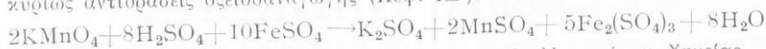


Αἱ ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως δὲν ὀφείλονται εἰς διαφορὰν δραστηκότητος, ὥς αἱ ἀπλᾶι ἀντικαταστάσεις. Εἶναι ἀντιδράσεις μεταξὺ ὁξέων,

βάσεων, αλάτων, κατά τὰς ὁποίας ἰόντα αὐτῶν συνεννοῦνται πρὸς σχηματισμὸν ἀδιαλύτου σώματος ($\downarrow$) ἢ αερίου ($\uparrow$), τὸ ὁποῖον ἐκφεύγει τοῦ κύκλου τῆς ἀντιδράσεως. Εἰς τὰς διπλὰς ἀντικαταστάσεις ὑπάγεται τυπικῶς καὶ ἡ *ἐξουδετέρωσις*, δηλαδή ἡ συνένωσις *ιόντων* ὕδρογόνου καὶ ὕδροξυλίου, πρὸς σχηματισμὸν *μορίων* ὕδατος ($H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$).

Πλήρης διερεύνησις τῶν διπλῶν ἀντικαταστάσεων θὰ γίνη εἰς τὸ Κεφ. ὀξέων, βάσεων, αλάτων.

5. Πολύπλοκοι ἀντιδράσεις. Περιλαμβάνουν περισσότερα τῶν δύο ἀντιδρῶντα σώματα ἢ προϊόντα. Ἀποτελοῦν οὐσιαστικῶς συνδυασμὸν δύο ἢ περισσοτέρων ἐκ τῶν προηγουμένων ἀντιδράσεων, εἰς αὐτὰς δὲ ὑπάγονται κυρίως ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς (Κεφ. 1Δ').



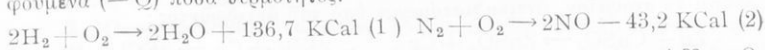
Κατὰ γενικώτερον τρόπον, αἱ ἀντιδράσεις τῆς Ἀνοργάνου Χημείας — εἰς τὰς ὁποίας κυρίως ἀναφέρεται ἡ ἀνωτέρω κατάταξις — δύνανται νὰ διακριθῶν εἰς τὰς συνεπαγομένας μεταβολὰς σθένους (ὀξειδοαναγωγή) καὶ τὰς μὴ συνεπαγομένας μεταβολὰς σθένους.

2. Ἐνέργεια ἀντιδράσεων - Θερμοχημεία

Κατὰ τὴν ἐπιτέλεσιν χημικῶν ἀντιδράσεων, τὰ προκύπτοντα προϊόντα περιέχουν διάφορον ποσὸν ἐσωτερικῆς ἐνεργείας ἀπὸ τὰ ἀντιδρῶντα σώματα, ἡ δὲ διαφορά ἐνεργείας ἀποδίδεται ἢ ἀπορροφᾶται συνήθως ὑπὸ μορφὴν θερμότητος. Ὁ κλάδος ὁ ἀσχολούμενος μὲ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις, ἐν σχέσει μὲ τὰ ἀποδιδόμενα ἢ ἀπορροφούμενα κατ' αὐτὰς ποσὰ θερμότητος, καλεῖται *θερμοχημεία*.

Ἐξώθερμοι καλοῦνται αἱ ἀντιδράσεις κατὰ τὴν ἐπιτέλεσιν τῶν ὁποίων ἀποδίδεται θερμότης, καὶ *ἐνδόθερμοι* αἱ ἐπιτελούμεναι ὑπὸ ἀπορρόφησιν θερμότητος.

Θερμοχημικαὶ ἐξισώσεις καλοῦνται συνήθεις χημικαὶ ἐξισώσεις, εἰς τὸ δεξιὸν μέρος τῶν ὁποίων σημειοῦνται καὶ τὰ ἀποδιδόμενα (+Q) ἢ ἀπορροφούμενα (-Q) ποσὰ θερμότητος.



Ἡ ἐξίσωσις (1) δεικνύει ὅτι κατὰ τὴν συνένωσιν 4 gr H_2 καὶ 32 gr O_2 πρὸς σχηματισμὸν 36 gr ὕδατος, ἐκλύονται 136,7 KCal. Ἡ (2) δεικνύει ὅτι κατὰ τὴν συνένωσιν 28 gr N_2 καὶ 32 gr O_2 , πρὸς σχηματισμὸν 60 gr NO, ἀπορροφῶνται 43,2 KCal.

Αἱ ἐξώθερμοι ἀντιδράσεις εἶναι αἱ συνθέστεραι, ἐξ αὐτῶν δὲ προκύπτουν σταθερὰ προϊόντα, ὥς περιέχοντα ὀλιγωτέραν ἐνέργειαν. Τὸ ἀντίθετον ἰσχύει διὰ τὰς ἐνδοθέρμους ἀντιδράσεις.

Οὐσιαστικῶς ἡ ἐνέργεια τῶν ἀντιδράσεων ὀφείλεται εἰς μετατροπὴν μάζης εἰς ἐνέργειαν ἢ ἀντιστρόφως, κατὰ τὸν τύπον $E = mc^2$ (σελ. 00).

3. Παράγοντες ἐπηρεάζοντες τὰς ἀντιδράσεις

Ἡ δυνατότης ἐπιτέλεσεως ἀντιδράσεως μεταξὺ τῶν διαφόρων σωμάτων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν χημικὸν χαρακτῆρα αὐτῶν, ὁ ὁποῖος καθορίζει ἐὰν

υπόρρηξ ή όχι μεταξύ αὐτῶν χημικὴ συγγένεια. Ἡ ταχύτης ὅμως τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων (δηλ. τὰ ποσὰ τῶν σωμάτων τὰ ὅποια ἀντιδρῶν εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου) ἐπηρεάζεται ἀπὸ διαφόρους παράγοντας, οἱ ὅποιοι ἐπιδρῶν εὐνοϊκῶς ἢ δυσμενῶς εἰς τὴν ἐκδήλωσιν τῆς μεταξύ τῶν σωμάτων χημικῆς συγγενείας.

Οἱ παράγοντες αὐτοὶ ἐπηρεάζουν τὰς πραγματοποιουμένας ἐπαφὰς (συγκρούσεις) μεταξύ τῶν μορίων τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων, προφανῶς δὲ ἡ ταχύτης τῆς ἀντιδράσεως εἶναι ἀνάλογος τοῦ πλήθους τῶν πραγματοποιουμένων συγκρούσεων εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

1. Ἡ φυσικὴ κατάστασις. Γενικῶς εὐκολώτερον ἀντιδρῶν τὰ διάφορα σώματα εἰς τὴν ὑγρὰν ἢ ἀέριον κατάστασιν, λόγῳ τῆς μεγάλης εὐκινήσεως τῶν μορίων τῶν, ἢ ὅποια ἐπιτρέπει τὴν πραγματοποιήσιν πολλῶν μεταξὺ τῶν συγκρούσεων. Εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν αἱ ἀντιδράσεις εἶναι ἐξαιρετικῶς δύσκολοι, λόγῳ τῆς ἐλαχίστης εὐκινήσεως τῶν μορίων. Διὰ τοῦτο αἱ ἀντιδράσεις μεταξύ στερεῶν ἐπιτελοῦνται συνήθως εἰς διαλύματα ἢ τήγματα αὐτῶν.

2. Ἡ συγκέντρωσις (Μοί ἀνὰ μονάδα ὄγκου) τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων. Αὐξήσις τῆς συγκεντρώσεως αὐξάνει τὸ πλῆθος τῶν πραγματοποιουμένων συγκρούσεων μορίων καί, ἐπομένως, τὴν ταχύτητα τῶν ἀντιδράσεων. (Ἀναφερόμεθα εἰς ἀέρια ἢ διαλύματα).

3. Ἡ ἐνέργεια. Κατὰ κανόνα, διὰ τὴν ἐπιτέλειαν τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων, εἶναι ἀπαραίτητος ἡ προσφορὰ ἐνεργείας, ὑπὸ διαφόρους μορφὰς (θερμότης, φῶς, ἡλεκτρικὴ ἐνέργεια κ. λ. π.).

4. Ἡ θερμοκρασία. Αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας, αὐξάνεται γενικῶς ἡ ταχύτης τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων. (Αὐξήσις τῆς θερμοκρασίας σημαίνει αὐξήσιν τῆς κινητικῆς ἐνεργείας, ἄρα καὶ τῆς ταχύτητος τῶν μορίων).

5. Ἡ πίεσις. Ἐπηρεάζει τὰς ἀντιδράσεις τῶν αερίων κυρίως. Αὐξανομένης τῆς πίεσεως, ἐλαττοῦται ὁ ὄγκος τῶν αερίων καί, ἐπομένως, αὐξάνεται ἡ συγκέντρωσις αὐτῶν. Ἄρα: Αὐξανομένης τῆς πίεσεως, αὐξάνεται ἡ ταχύτης τῶν ἀντιδράσεων μεταξύ αερίων.

6. Ἡ κατάστασις «ἐν τῷ γεννᾶσθαι». Τὴν στιγμὴν κατὰ τὴν ὁποίαν τὰ στοιχεῖα ἐλευθεροῦνται — «γεννῶνται» — ἐκ χημικῶν ἐνώσεων, εὐρίσκονται ὑπὸ μορφῆν ὁτόμων: $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + 2 [\text{H}]$.

Τὰ άτομα αὐτά, μὴ δυνάμενα νὰ παραμείνουν ἐλεύθερα, τείνουν νὰ ἐνωθοῦν ἁμέσως πρὸς σχηματισμὸν μορίων, εἴτε μεταξὺ τους, εἴτε μετὰ ἄλλων σωμάτων πρὸς τὰ ὅποια ἔχουν χημικὴν συγγένειαν. Οὕτω, εἰς τὴν κατάστασιν «ἐν τῷ γεννᾶσθαι», τὰ στοιχεῖα — ἀέρια κυρίως — ἀντιδρῶν πολὺ εὐκολώτερον τοῦ συνήθους.

7. Οἱ καταλύται. Καταλύται καλοῦνται σώματα τὰ ὅποια διὰ τῆς παρουσίας των ἐπιταχύνουν ἢ ἐπιβραδύνουν τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις ἄλλων σωμάτων, τελικῶς δὲ ἐπανευρίσκονται ἀμετάβλητα.

Τὸ φαινόμενον τῆς μεταβολῆς τῆς ταχύτητος ἀντιδράσεως διὰ τῆς παρουσίας καταλυτῶν καλεῖται *κατάλυσις*, αἱ δὲ οὕτω ἐπιτελούμεναι ἀντιδράσεις καλοῦνται *καταλυτικαὶ ἀντιδράσεις*. Διακρίνομεν *θετικὸν καταλύται* καὶ

θετικήν κατάλυσιν, όταν αύξάνεται ή ταχύτης της αντίδράσεως, *αρνητικούς καταλύτας καὶ ἀρνητικήν κατάλυσιν*, όταν ἐλαττοῦται ή ταχύτης της αντιδράσεως. Ἡ θετική κατάλυσις εἶναι πολὺ σημαντικωτέρα. Ἡ σημασία τῶν καταλυτῶν εἶναι τεραστία, διότι πολλοὶ σημαντικοὶ ἀντιδράσεις ἐπιτελοῦνται ἄνευ καταλυτῶν τόσο βραδέως, ὥστε πρακτικῶς τὰς θεωροῦμεν μὴ ἐπιτελουμένας, ἐνῶ διὰ καταλλήλων καταλυτῶν ἐπιτελοῦνται ταχύτατα. Οἱ καταλύται δὲν ἀποτελοῦν ὠρισμένην χημικὴν κατηγορίαν σωμάτων, δυνατόν δὲ νὰ εἶναι στοιχεῖα ἢ χημικὰ ἑνώσεις. Ἐκαστος καταλύτης ἐπηρεάζει μόνον ὠρισμένας ἀντιδράσεις.

Ὅταν σώματα δύνανται νὰ ἀντιδράσουν πρὸς σχηματισμὸν διαφόρων προϊόντων, διὰ τῆς ἐκλογῆς καταλλήλου καταλύτου εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτευχθῇ μόνον ὁ σχηματισμὸς τῶν ἐπιθυμητῶν προϊόντων. Π. χ. ἀπὸ CO καὶ H₂, διὰ καταλλήλων καταλυτῶν δυνατόν νὰ ληφθῇ μεθάνιον (CH₄) ἢ μεθανόλη (CH₃OH) ἢ συνθετικὴ βενζίνη.

Οἱ καταλύται δὲν ἐπηρεάζουν τὴν κατάστασιν ἰσορροπίας τῶν ἀμφιδρόμων ἀντιδράσεων (παρ. 4), ἀλλὰ ἀπλῶς ἐπιταχύνουν τὴν ἀποκατάστασιν τῆς χημικῆς ἰσορροπίας.

Ἡ δρᾶσις ἐνὸς καταλύτου δυνατόν νὰ παρεμποδισθῇ ἀπὸ τὴν παρουσίαν ὠρισμένων οὐσιῶν (*δηλητηρίαισις καταλύτου*). Ὁ τρόπος δράσεως τῶν καταλυτῶν δὲν εἶναι ἐνιαῖος. Μερικοὶ καταλύται σχηματίζουν μὲ τὴν ἀντιδρώντων σωμάτων ἐνδιάμεσα προϊόντα, ἐκ τῶν ὁποίων ἐν συνεχείᾳ ἀνασχηματίζεται ὁ καταλύτης, λαμβανομένων τῶν τελικῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως. Ἄλλοι καταλύται ἀπλῶς προοροφῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν τὰ ἀντιδρώντων σωμάτων — ἄερια κυρίως — διευκολύνοντες οὕτω τὴν ἐπαφὴν τῶν μορίων τῶν. Εἰς τοὺς καταλύτας ὑπάγονται καὶ τὰ *φυσάματα ἢ ἔνζυμα*, με τὰ ὅποια θὰ ἀσχοληθῶμεν εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημίαν.

4. Ἀμφίδρομοι ἀντιδράσεις - Χημικὴ ἰσορροπία

1. Ὅρισμός. Πολλὰ χημικὰ ἀντιδράσεις δὲν ἐπιτελοῦνται *ποσοτικῶς* — δηλ. μέχρι πλήρους ἐξαντλήσεως ἐνὸς τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων — διότι τὰ σχηματιζόμενα προϊόντα ἀντιδρῶν ἐπίσης κατὰ τὴν ἀντίθετον κατεύθυνσιν, ἀνασχηματίζοντα τὰ ἀρχικὰ σώματα.

Π. χ. N₂ καὶ H₂, εἰς καταλλήλους συνθήκας, ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν ἀμμωνίας (NH₃). Ἀλλὰ καὶ ἡ NH₃, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, δύναται νὰ διασπασθῇ πρὸς N₂ καὶ H₂.

Αἱ ἀντιδράσεις αὗται καλοῦνται *ἀμφίδρομοι*, παρίστανται δὲ διὰ δύο ἀντιθέτων βελῶν ($\rightleftharpoons$): $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$.

Κατὰ τὴν διάρκειαν ἐνὸς ἀμφιδρόμου φαινομένου, ἐλαττοῦται ἡ μᾶζα τῶν ἀρχικῶν σωμάτων καὶ αὐξάνεται ἡ μᾶζα τῶν προϊόντων. Οὕτω ὅμως — ἐπειδὴ αἱ ταχύτητες τῶν ἀντιδράσεων εἶναι ἀνάλογοι τῶν συγκεντρώσεων — ἐλαττοῦται συνεχῶς ἡ ταχύτης τῆς πρὸς τὰ δεξιὰ ἀντιδράσεως καὶ αὐξάνεται ἡ ταχύτης τῆς πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἀντιδράσεως. Μετὰ ὠρισμένου χρόνου, αἱ ταχύτητες τῶν δύο ἀντιθέτων ἀντιδράσεων ἐξισοῦνται, ἔκτοτε δὲ ἡ σύστασις τοῦ μίγματος ἀρχικῶν σωμάτων καὶ προϊόντων διατηρεῖται σταθερά. Τὸ φαινόμενον φαίνεται ὥς νὰ ἔχη περατωθῇ καὶ λέγομεν ὅτι ἀπεκατεστάθη *χημικὴ ἰσορροπία*.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω εἶναι προφανές ὅτι ἡ *χημικὴ ἰσορροπία εἶναι δυναμικὴ καὶ ὄχι στατικὴ*. Ἐξακολουθοῦν νὰ ἐπιτελοῦνται αἱ δύο ἀντίθετοι ἀντιδρά-

σεις, αλλά λόγω της εξισώσεως των ταχυτήτων των, ὅση μάζα των ἀρχικῶν σωμάτων ἀντιδρᾷ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, τόση καὶ ἀνασχηματίζεται ἐκ τῆς ἀντιδράσεως τῶν προϊόντων. Ἐπομένως δὲν ὑπάρχει πλέον πρακτικὸν ἀποτέλεσμα. Βάσει τῶν ἀνωτέρω, δύναται νὰ δοθῇ ὁ ἐξῆς ὁρισμὸς διὰ τὰς ἀμφιδρόμους ἀντιδράσεις:

Ἀμφίδρομοι καλοῦνται αἱ ἀντιδράσεις αἱ δυνάμεναι νὰ λάβουν χώραν κατὰ δύο ἀντιθέτους διευθύνσεις ταυτοχρόνως, μέχρις ἀποκαταστάσεως χημικῆς ἰσορροπίας.

Δέον νὰ σημειωθῇ ὅτι ἡ κατάστασις ἰσορροπίας (δηλ. ἡ οὐστάσις τοῦ μίγματος ἐν ἰσορροπίᾳ), ὑπὸ δεδομένης συνθήκας, δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ ληφθὲν ἀρχικῶς σῶμα. Οὕτω εἰς τὴν ἀμφίδρομον ἀντίδρασιν $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, ὑπὸ δεδομένης συνθήκας, τὸ προκύπτον ἐν ἰσορροπίᾳ μίγμα N_2 , H_2 , NH_3 θὰ ἔχῃ τὴν αὐτὴν οὐστάσιν, εἴτε NH_3 ληφθῇ ὡς ἀρχικὸν σῶμα, εἴτε N_2 καὶ H_2 εἰς ἀναλογίαν ὄγκων 1:3.

Καλοῦμεν ἀπόδοσιν ἀμφιδρόμου ἀντιδράσεως τὸ ποσοστὸν μετατροπῆς τῶν ἀρχικῶν σωμάτων εἰς προϊόντα, εἰς τὴν κατάστασιν ἰσορροπίας. (Ἡ ἀπόδοσις ἀναφέρεται εἰς τὸ ἀρχικόν σῶμα τὸ ὅποιον θὰ ἔπρεπε νὰ ἐξαντληθῇ πλήρως, εἰς περίπτωσιν ποσοτικῆς ἀποδόσεως, δηλ. πλήρους μετατροπῆς).

Θεωρητικῶς, ὅλαι αἱ ἀντιδράσεις εἶναι ἀμφίδρομοι. **Πρακτικῶς**, δεχόμεθα ὡς ποσοτικὰς πρὸς μίαν κατεύθυνσιν τὰς ἀντιδράσεις ἐκεῖνας εἰς τὰς ὁποίας ἡ ἀπόδοσις προσεγγίζει τὸ 100% (ἰσορροπία μετατοπισμένη πλήρως πρὸς τὰ δεξιὰ).

Αἱ πλείστα συνήθεις ἀντιδράσεις τῆς Ἀνοργάνου Χημείας θεωροῦνται ποσοτικαὶ πρὸς τὴν κατεύθυνσιν τῶν ἀναγκασμένων προϊόντων.

2. Παράγοντες ἐπηρεάζοντες τὴν κατάστασιν ἰσορροπίας. Οἱ παράγοντες οἱ ὅποιοι ἐπηρεάζουν τὴν κατάστασιν ἰσορροπίας εἶναι ἡ συγκέντρωσις, ἡ πίεσις — διὰ τὰς ἀντιδράσεις αἱ ὁποῖαι περιλαμβάνουν αέρια — καὶ ἡ θερμοκρασία. Τὸ ἀποτέλεσμα τῆς δράσεως τῶν παραγόντων αὐτῶν συνοψίζεται εἰς τὴν καλουμένην ἀρχὴν τοῦ **Le Chatelier**: "Ὅταν παράγων ἐπηρεάζων τὴν κατάστασιν ἰσορροπίας δρᾷ ἐπὶ ἀμφιδρόμον συστήματος, εὐνοεῖται ἐκεῖνη ἡ ἀντίδρασις, διὰ τῆς ὁποίας τὸ σύστημα τείνει εἰς ἐξουδετέρωσιν τοῦ παραγόντος τούτου. Οὕτω:

I. Συγκέντρωσις. Αὐξήσις τῆς συγκεντρώσεως ἐνὸς τῶν ἀρχικῶν σωμάτων, ἢ ἐλάττωσις τῆς συγκεντρώσεως ἐνὸς τῶν προϊόντων, εὐνοεῖ τὴν πρὸς τὰ δεξιὰ ἀντίδρασιν.

II. Πίεσις. Αὐξήσις τῆς πίεσεως εὐνοεῖ τὴν ἀντίδρασιν ἐκεῖνην ἡ ὁποία ὀδηγεῖ εἰς ἐλάττωσιν ὄγκου.

III. Θερμοκρασία. Ὑψηλὴ θερμοκρασία εὐνοεῖ τὰς ἐνδοθέρμους ἀντιδράσεις καὶ χαμηλὴ τὰς ἐξωθέρμους. (Συνήθως ὅμως χρησιμοποιοῦνται σχετικῶς ὑψηλαὶ θερμοκρασίαι, διότι ἄλλως αἱ ἀντιδράσεις ἐπιτελοῦνται ἑξαερετικῶς βραδέως).

Δυνάμεθα ἐπομένως, διὰ καταλλήλου ρυθμίσεως τῶν ἀνωτέρω παραγόντων, νὰ μετατοπίσωμεν τὴν κατάστασιν ἰσορροπίας τῶν ἀμφιδρόμων ἀντι-

δράσεων ἐκάστοτε πρὸς τὰ δεξιά, αὐξάνοντες οὕτω τὴν ἀπόδοσιν τῶν ἀντιδράσεων.

Παραδείγματα 1. $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$. Ἡ σύνθεσις τῆς NH_3 (ἐξώθερος ἀντίδρασις, ὀδηγοῦσα εἰς ἐλάττωσιν ὄγκου) εὐνοεῖται εἰς χαμηλὴν θερμοκρασίαν καὶ ὑψηλὴν πίεσιν. Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ χαμηλὴν πίεσιν εὐνοεῖται ἡ ἀποσύνθεσις τῆς NH_3 .

2. $BaO_2 \rightleftharpoons BaO + \frac{1}{2} O_2$. Ἡ διάσπασις τοῦ BaO_2 (ἐνδόθερος ἀντίδρασις) εὐνοεῖται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ διὰ συνεχοῦς ἀπομακρύνσεως τοῦ παραγομένου O_2 . Ὁ σχηματισμὸς BaO_2 κατὰ τὴν ἀντίθετον ἀντίδρασιν, εὐνοεῖται εἰς χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν καὶ διὰ περισσεΐας O_2 . Οὕτω, εἰς 750° περίπου θεωρεῖται ποσοτικὴ ἡ πρὸς τὰ δεξιά ἀντίδρασις καὶ εἰς τοὺς 500° ἡ πρὸς τὰ ἀριστερά.

3. $O_2 \rightleftharpoons 2H_2O$ (ἐστὴρ + ὕδωρ). Ὁ σχηματισμὸς ἐστέρος εὐνοεῖται διὰ περισσεΐας ὀξέος ἢ ἀλκοόλης καὶ δεσμεύσεως τοῦ παραγομένου ὕδατος ὑπὸ ἀφυδατικού (πυκνοῦ H_2SO_4). Ἡ παρασκευὴ ὀξέος καὶ ἀλκοόλης ἀπὸ τὸν ἐστέρα καὶ ὕδωρ, εὐνοεῖται διὰ περισσεΐας ὕδατος (ἢ καὶ δεσμεύσεως τοῦ παραγομένου ὀξέος).

4. Ἀντιδράσεις εἰς τὰς ὁποίας ἓν τῶν προϊόντων ἐκφεύγει συνεχῶς τοῦ κύκλου τῆς ἀντιδράσεως ὡς ἀέριον ἢ ἀδιάλυτον σῶμα (π.χ. διπλαῖ ἀντικαταστάσεις), ἐπιτελοῦνται πρακτικῶς ποσοτικῶς πρὸς τὰ δεξιά.

3. Νόμος δράσεως τῶν μαζῶν - Σταθερὰ χημικῆς ἰσορροπίας. *Εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν, ἡ ταχύτης μιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως εἶναι ἀνάλογος τῆς συγκεντρώσεως τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων.* (Νόμος δράσεως τῶν μαζῶν, Guldberg καὶ Waage, 1867). Ἡ συγκέντρωσις ἀναφέρεται εἰς ἀέρια ἢ εἰς διαλύματα. Διὰ στερεὰ ἢ καθαρὰ ὑγρὰ ἢ συγκέντρωσις δύναται νὰ θεωρηθῇ σταθερά, ἢ δὲ ταχύτης τῆς ἀντιδράσεως εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ ποσοῦ αὐτῶν.

Ἔστω τώρα ἡ ἀμφίδρομος ἀντίδρασις: $A + B \rightleftharpoons \Gamma + \Delta$ (συντελεσταὶ μονάδες).

Κατὰ τὸν νόμον δράσεως τῶν μαζῶν εἰς ἐκάστην στιγμὴν, αἱ ταχύτητες V_1 καὶ V_2 τῶν δύο ἀντιθέτων ἀντιδράσεων, θὰ εἶναι ἀντιτοίχως:

$V_1 = K_1 \cdot C_A \cdot C_B$ καὶ $V_2 = K_2 \cdot C_\Gamma \cdot C_\Delta$, ὅπου K_1 καὶ K_2 χαρακτηριστικαὶ σταθεραὶ ἐκάστης ἀντιδράσεως. Ὅταν ἀποκατασταθῇ ἡ χημικὴ ἰσορροπία, αἱ δύο ταχύτητες θὰ ἔχουν ἐξισωθῇ, δηλ. θὰ ἔχωμεν: $V_1 = V_2 \rightarrow K_1 \cdot C_A \cdot C_B = K_2 \cdot C_\Gamma \cdot C_\Delta$ ἢ:

$$\frac{C_\Gamma \cdot C_\Delta}{C_A \cdot C_B} = \frac{K_2}{K_1} = K$$

Ἡ σχέση αὕτη ἀποτελεῖ τὴν μαθηματικὴν ἔκφρασιν τοῦ νόμου δράσεως τῶν μαζῶν, δύναται δὲ νὰ διατυπωθῇ ὡς ἑξῆς: Εἰς μίαν ἀμφίδρομον ἀντίδρασιν καὶ εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν, ὁ λόγος τοῦ γινομένου τῶν συγκεντρώσεων προϊόντων καὶ ἀντιδρώντων σωμάτων, εἰς τὴν κατὰ τοὺς ἰσορροπίας, εἶναι σταθερός. Ἡ τιμὴ K τοῦ ἀνωτέρω λόγου καλεῖται *σταθερὰ τῆς χημικῆς ἰσορροπίας*, δι' ἐκάστην δὲ ἀμφίδρομον ἀντίδρασιν μεταβάλλεται *μόνον* συναρτήσει τῆς θερμοκρασίας. Ἐκ τῆς ἀνωτέρω σχέσεως προκύπτει ὅτι, αὐξήσις τῆς συγκέντρωσεως ἐνὸς τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων ἢ ἐλάττωσις τῆς συγκέντρωσεως ἐνὸς τῶν προϊόντων, μετατοπίζει τὴν ἰσορροπίαν πρὸς τὰ δεξιά, διὰ νὰ ἀποκατασταθῇ ἡ σταθερὰ τιμὴ K (αὐξήσις ἀποδόσεως τῆς ἀντιδράσεως).

Περίληψις Κεφαλαίου Θ'.

1. Κατηγορίαι ἀντιδράσεων: Συνθέσεις, ἀποσυνθέσεις, ἀπλαῖ

ἀντικαταστάσεις, διπλαῖ ἀντικαταστάσεις, πολύπλοκοι ἀντιδράσεις.

2. Παράγοντες ἐπηρεάζοντες τὴν ταχύτητα τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων: Φυσικὴ κατάστασις, ἐνέργεια, θερμοκρασία, συγκέντρωσις ἀντιδρώντων σωμάτων, πίεσις (δι' αἴτια κυρίως), καταλύται, κατάστασις ἐν τῷ γεννᾶσθαι.

3. Θερμοχημεία. Ἐξώθερμοι καλοῦνται αἱ ἀντιδράσεις αἱ ἐπιτελούμεναι ὑπὸ ἀπόδοσιν θερμότητος καὶ ἐνδόθερμοι καλοῦνται αἱ ἐπιτελούμεναι ὑπὸ ἀπορρόφῃσιν θερμότητος.

Θερμοχημικαὶ ἐξισώσεις εἶναι συνήθεις χημικαὶ ἐξισώσεις, εἰς τὸ δεξιὸν μέρος τῶν ὁποίων ἀναγράφονται καὶ τὰ ἀποδιδόμενα (+ Q) ἢ ἀπορροφούμενα ποσὰ θερμότητος (— Q).

4. Ἀμφίδρομοι ἀντιδράσεις. Καλοῦνται ἀμφίδρομοι ἀντιδράσεις ἐπιτελούμεναι κατὰ δύο ἀντιθέτους διευθύνσεις, μέχρις ἀποκαταστάσεως τῆς χημικῆς ἰσορροπίας.

Ἑρωτήσεις :

α. Ἀναφέρατε τὰς κυρίας κατηγορίας ἀντιδράσεων καὶ τοὺς ὅρους ὑπὸ τοὺς ὁποίους ἐπιτελεῖται ἑκάστη. Ποία γενικώτερα ταξινόμησις τῶν ἀντιδράσεων δύναται νὰ γίνῃ;

β. Μὲ ποίας ἐκ τῶν κατωτέρω ἐνώσεων ἐπιτελεῖ ἀπλᾶς ἀντικαταστάσεις τὸ χλώριον: KF, NaJ, H₂S, MgBr₂. Νὰ γραφοῦν σχετικαὶ χημικαὶ ἐξισώσεις. Ὅμοιως διὰ τὴν ἐπίδρασιν σιδήρου ἐπὶ: CuSO₄, Ca(NO₃)₂, SnCl₂, AgNO₃.

γ. Ἐξηγήσατε τὴν ἐνέργειαν (ἀποδιδομένην ἢ ἀπορροφουμένην) τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων. Ἀναφέρατε σχετικῶς κατηγορίας καὶ συμβολικὴν παράστασιν.

δ. Ἐξηγήσατε πῶς ἐπηρεάζεται ἡ ταχύτης τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων: 1. Ἐκ τῆς φυσικῆς καταστάσεως. 2. Ἐκ τῆς θερμοκρασίας. 3. Ἐκ τῆς συγκεντρώσεως. 4. Ἐκ τῆς πίεσεως.

ε. Τί εἶναι οἱ καταλύται καὶ πῶς ἐξηγεῖται ἡ ὁρᾶσις των. Ἐπηρεάζουν τὴν χημικὴν ἰσορροπίαν;

στ. Τί ἀκριβῶς ἐννοοῦμεν διὰ τοῦ ὅρου *χημικὴ ἰσορροπία* εἰς ἀμφίδρομον ἀντίδρασιν; Πῶς δυνάμεθα νὰ αὐξήσωμεν τὴν ἀπόδοσιν ἀμφιδρόμου ἀντιδράσεως; (μετατόπισις ἰσορροπίας πρὸς τὰ δεξιὰ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι'.

ΦΥΣΙΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

1. Γενικά

Ἡ ὕλη ἐμφανίζεται ὑπὸ τρεῖς φυσικὰς καταστάσεις, τὴν *στερεάν*, τὴν *ὕγρην* καὶ τὴν *ἀέριον*. Ἐν ὕλικόν σῶμα δύναται κατ' ἀρχὴν νὰ ἐμφανισθῇ — ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν θερμοκρασίας καὶ πίεσεως — καὶ ὑπὸ τὰς τρεῖς φυσικὰς καταστάσεις, αἱ ὁποῖα διαφέρουν ὥς πρὸς τὸ ποσὸν τῆς περιεχομένης ἐνεργείας. Τὴν μικροτέραν ἐνέργειαν περιέχουν τὰ σῶματα εἰς τὴν στερεάν κατάστασιν, τὴν δὲ μεγαλυτέραν εἰς τὴν ἀέριον, ὥς καταφαίνεται ἐκ τῶν μετατροπῶν τὰς ὁποίας ὑφίστανται διὰ μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας.

Τὰ στερεὰ θερμαινόμενα μετατρέπονται γενικῶς εἰς ὕγρὰ (*τῆξις*), τὰ δὲ ὕγρὰ διὰ περαιτέρω θερμάνσεως εἰς ἀέρια (*ἐξαέρωσις*). Ἀντιστρόφως τὰ ἀέρια ψυχρόμενα — ὑπὸ ὠρισμένην πίεσιν — ὑγροποιῶνται, τὰ δὲ ὕγρὰ διὰ περαιτέρω ψύξεως στερεοποιῶνται (*πῆξις*).

Ὡρισμένα στερεὰ θερμαινόμενα μεταπίπτουν ἀπ' εὐθείας εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, χωρὶς ἐνδιαμέσως νὰ ὑγροποιηθοῦν (*ἐξάχνωσις*). Τέλος μερικὰ σῶματα, διὰ θερμάνσεως ὑπὸ συνήθῃ πίεσιν, ἀποσυντίθενται πρὸ τῆς τήξεως ἢ ἐξσερώσεως. Διὰ τὴν πληρεστέραν κατανόησιν τῆς ἀκολουθοῦσης περιγραφῆς τῶν τριῶν φυσικῶν καταστάσεων, πρέπει νὰ ἔχωμεν ὑπ' ὄψιν μας τὰ ἑξῆς.

Τὰ διάφορα σῶματα συνίστανται, ὥς γνωστόν, ἀπὸ μικρότατα κεχωρισμένα σωματίδια, τὰ *μόρια* (ἐνίοτε τὰ κεχωρισμένα αὐτὰ σωματίδια εἶναι ἀπλὰ *ἄτομα* ἢ τὰ καλούμενα *ἰόντα*).

Μεταξὺ τῶν δομικῶν τούτων λίθων τῆς ὕλης ἐξασκοῦνται δυνάμεις, τόσο ἐλκτικαὶ ὅσον καὶ ἀπωστικαί, ἐυρισκόμεναι ἐν ἰσορροπίᾳ δι' ὠρισμένην μεταξὺ αὐτῶν ἀπόστασιν. Ἐλάττωσις τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς μεταξὺ τῶν μορίων δημιουργεῖ συνεχῶς αὐξανομένην ἀπωστικὴν συνισταμένην δύναμιν, ἐνῶ αὐξησις τῆς ἀποστάσεως δημιουργεῖ ἐλκτικὴν συνισταμένην, αὐξανομένην μέχρις ὠρισμένου ὁρίου καὶ ἐλαττωμένην πέραν τούτου.

Ἡ φυσικὴ κατάστασις ἐνὸς σώματος καθορίζεται ἀπὸ τὰς μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ἀποστάσεις — ἐπομένως ἀπὸ τὴν ἔντασιν τῶν ὡς ἄνω ἐμφανιζομένων δυνάμεων — ὥς καὶ ἀπὸ τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν τῶν μορίων, ἐκ τῆς ὁποίας ὁμοίως ἐπηρεάζεται ἡ εὐστάθεια τῆς ἰσορροπίας αὐτῶν.

Κατὰ τὴν *κινητικὴν θεωρίαν*, τὰ μόρια εἰς ὅλας τὰς φυσικὰς καταστάσεις, κινοῦνται συνεχῶς, μέτρον δὲ τῆς κινητικῆς τῶν ἐνεργείας εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος.

Αἱ κρούσεις τῶν κινουμένων μορίων θεωροῦνται *ἐλαστικαί*, δηλ. ὅταν ἀπωλείας ἐνεργείας.

2. Στερεά

Ὡς στερεὰ χαρακτηρίζομεν τὰ σώματα τὰ ὅποια ἔχουν ὀρισμένον ὄγκον καὶ ὀρισμένον σχῆμα, δηλ. παρουσιάζουν μεγάλην ἀντίστασιν εἰς πᾶσαν προσπάθειαν μεταβολῆς, τόσον τοῦ ὄγκου ὅσον καὶ τοῦ σχήματός των. Οἱ δομικοὶ λίθοι (μόρια, ἄτομα ἢ ἰόντα) τῶν στερεῶν εὐρίσκονται εἰς μικρὰς ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις, ἀντιστοιχοῦσας εἰς κατὰστασιν λίαν εὐσταθοῦς ἰσορροπίας. Ἡ μεταβολὴ τῶν ἀποστάσεων τούτων εἶναι προφανῶς ἐξαιρετικῶς δύσκολος, λόγῳ τῶν ἐμφανιζομένων μεταξὺ τῶν μορίων ἰσχυροτάτων δυνάμεων. Οὕτω ἐξηγεῖται ἡ δυσκολία μεταβολῆς τοῦ ὄγκου τῶν στερεῶν.

Ἡ κίνησις τῶν μορίων τῶν στερεῶν εἶναι μόνον μία μικρὰ ταλάντωσις περὶ τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας, ἀπὸ τὴν ὁποίαν δὲν δύνανται νὰ διαφύγουν λόγῳ τῶν ἰσχυρῶν μεταξὺ αὐτῶν δυνάμεων καὶ τῆς μικρᾶς των σχετικῶς κινητικῆς ἐνεργείας. Ἐπομένως τὰ μόρια τῶν στερεῶν εἶναι οὐσιαστικῶς τοποθετημένα εἰς σταθεράς θέσεις, οὕτω δὲ ἐξηγεῖται τὸ καθωρισμένον σχῆμα αὐτῶν.

Διὰ θερμάνσεως τῶν στερεῶν αὐξάνεται ἡ κινητικὴ ἐνέργεια τῶν μορίων των καὶ μετ' αὐτῆς τὸ πλάτος τῆς ταλαντώσεως αὐτῶν, μέχρις οὗτου τελικῶς τὰ μόρια ἀποκτήσουν ἐλευθερίαν κινήσεως, διαφεύγοντα ὀριστικῶς ἀπὸ τὴν σταθεράν θέσιν ἰσορροπίας. Οὕτω τὰ στερεὰ μετατρέπονται εἰς ὑγρὰ (τήκονται).

Τὰ σώματα τὰ ὅποια νοοῦμεν κοινῶς ὡς στερεά, διακρίνονται εἰς *κρυσταλλικά* καὶ *ἄμορφα*.

1. Κρυσταλλικά καλοῦνται τὰ στερεὰ τὰ ὅποια παρουσιάζουν ἐξωτερικῶς καθωρισμένον χαρακτηριστικὸν γεωμετρικὸν σχῆμα, ὀφειλόμενον εἰς κατάλληλον ἀντίστοιχον ἐσωτερικὴν διάταξιν τῶν δομικῶν των λίθων (μορίων, ἀτόμων ἢ ἰόντων).

Μὲ βάσιν τὰ γεωμετρικὰ στοιχεῖα συμμετρίας των, τὰ κρυσταλλικά σώματα ταξινομοῦνται τελικῶς εἰς ἑπτὰ κρυσταλλικά συστήματα: κυβικόν, τετραγωνικόν, ἑξαγωνικόν, τριγωνικόν, ρομβικόν, μονοκλινές καὶ τρικλινές.

Οἱ κρυσταλλοὶ εἶναι γενικῶς σώματα *ὁμογενῆ* καὶ — πλὴν τῶν κρυστάλλων τοῦ κυβικοῦ συστήματος — *ἀνισότροπα*.

Ἀνισότροπα καλοῦνται τὰ σώματα τὰ ὅποια παρουσιάζουν διαφορὰς εἰς ἰδιότητας κατὰ διαφόρους διευθύνσεις.

Τὰ κρυσταλλικά σώματα τήκονται εἰς ὀρισμένην χαρακτηριστικὴν δι' ἑκατονθερμοκρασίαν (ὅπὸ ὀρισμένην πίεσιν), ἢ ὅποια διατηρεῖται σταθερὰ μέχρις οὗτου τὸ σώμα ὑγροποιηθεῖ πλήρως (*σημ. τήξεως*).

2. Ἀμορφα καλοῦνται τὰ σώματα τὰ ὅποια δὲν ἐμφανίζουν ἐξωτερικῶς χαρακτηριστικὸν γεωμετρικὸν σχῆμα, λόγῳ τυχαίας καὶ ἀκανονίστου ἐσωτερικῆς διατάξεως τῶν μορίων (ὑάλος, κηρὸς κ. ἄ.). Τὰ ἄμορφα σώματα εἶναι *ὁμογενῆ* καὶ *ισότροπα* (ὥς καὶ οἱ κρυσταλλοὶ τοῦ κυβικοῦ συστήματος) δηλ. παρουσιάζουν εἰς ὅλα τὰ σημεῖα καὶ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις τὰς αὐτὰς ἰδιότητας.

Διὰ θερμάνσεως τὰ ἄμορφα σώματα ἀρχίζουν — πέραν ὀρισμένης θερμοκρασίας — νὰ καθίστανται συνεχῶς περισσότερο εὐπλαστοί, ἀνερχομένης δὲ συνεχῶς τῆς θερμοκρασίας ὑγροποιοῦνται τελικῶς πλήρως, δηλ. ἐμφανίζουν *περιοχὴν τήξεως* καὶ ὄχι σταθερὸν σημεῖον τήξεως.

Τὰ ἄμορφα σώματα δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς ὑγρὰ μεγάλης ἐσωτερικῆς

κῆς τριβῆς, ὁπότε ὡς πραγματικά στερεά πρέπει νὰ χαρακτηρίζονται μόνον τὰ κρυσταλλικά σώματα.

3. Ὑγρὰ

Ὡς ὑγρὰ χαρακτηρίζονται σώματα ἔχοντα ὀρισμένον ὄγκον, ὅχι ὅμως καὶ σχῆμα, δηλ. τὰ ὅποια παρουσιάζουν μεγάλην ἀντίστασιν εἰς πᾶσαν προσπάθειαν μεταβολῆς τοῦ ὄγκου των, λαμβάνουν ὅμως τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου ἐντὸς τοῦ ὁποίου θὰ τοποθετηθοῦν.

Τὰ μόρια τῶν ὑγρῶν εὐρίσκονται — ὡς καὶ τῶν στερεῶν — εἰς μικρὰς ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις. (Διὰ τοῦτο δὲν παρατηρεῖται σημαντικὴ αἰξίσης ὄγκου κατὰ τὴν τῆξιν τῶν στερεῶν. Εἰς μερικὰς περιπτώσεις, ὡς π. γ. πάγου - ὕδατος, ἐπέρχεται ἀντιθέτως ἐλάττωσις ὄγκου κατὰ τὴν τῆξιν). Οὕτω ἐξηγεῖται τὸ οὐσιαστικῶς ἀσυμπίεστον τῶν ὑγρῶν.

Ἐν ἀντιθέσει ὅμως πρὸς τὰ στερεά, τὰ μόρια τῶν ὑγρῶν κινοῦνται ἀτάκτως — καὶ μὲ διαφόρους διὰ τὴν αὐτὴν ὑγρὰν μᾶζαν ταχύτητας, αὐξανομένης γενικῶς μετὰ τῆς θερμοκρασίας — πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις, λόγω τῆς μεγαλυτέρας των κινητικῆς ἐνεργείας, οὕτω δὲ ἐξηγεῖται ἡ εὐκίνησις τῆς μάζης τῶν ὑγρῶν.

Ὅταν ἡ ταχύτης μορίων τινῶν τοῦ ὑγροῦ ὑπερβῇ ὀρισμένα ὅρια, τὰ μόρια ταῦτα, ὑπερνικνόντα τὰς ἐπ' αὐτῶν ἐξασκουμένας δυνάμεις, διαφεύγουν ἐκ τῆς ὑγρᾶς μάζης, ἐπιτελούμενης οὕτω τῆς *ἐξαερώσεως τῶν ὑγρῶν*.

4. Ἀέρια

1. Γενικά. Τὰ αέρια δὲν ἔχουν οὔτε ὄγκον, οὔτε σχῆμα ὀρισμένον, δηλ. συμπίεζονται εὐκόλως καὶ τείνουν νὰ καταλάβουν κάθε προσφερόμενον εἰς αὐτὰ χώρον.

Τὰ μόρια τῶν αερίων εὐρίσκονται εἰς σημαντικὰς ἀπ' ἀλλήλων μέσας ἀποστάσεις — πολὺν μεγαλυτέρας τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν — κινοῦνται δὲ μὲ μεγάλας ταχύτητας πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις, τείνοντα νὰ ἀπομακρυνθοῦν περαιτέρω ἀλλήλων.

Οὕτω ἐξηγεῖται ἡ εὐκόλος συμπίεσις — διότι δὲν ἐμφανίζονται σημαντικαὶ ἀπωστικαὶ δυνάμεις ὅταν ἐλαττοῦνται διὰ συμπίεσεως αἱ μεταξὺ τῶν μορίων μεγάλαι ἀποστάσεις, δηλ. ὅταν ἐλαττοῦται ὁ ὄγκος — καθὼς καὶ ἡ τάσις καταλήψεως κάθε προσφερομένου εἰς τὰ αέρια χώρον.

Ἡ *πίεσις* τῶν αερίων ὀφείλεται εἰς τὰς δυνάμεις τὰς ὁποίας ἐξασκοῦν τὰ ταχέως κινούμενα μόρια, προσκρούοντα ἐπὶ τῶν τοιχομάτων τοῦ περιέχοντος δοχείου.

Λόγω τῶν μεγάλων μεταξὺ τῶν μορίων ἀποστάσεων, τὰ αέρια ἀναμιγνύονται πάντοτε ὁμογενῶς καὶ εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ὁ ὄγκος αὐτῶν τούτων τῶν μορίων εἶναι ἀμελητέος, ἐν σχέσει μὲ τὸν συνολικῶς καταλαμβάνομενον ὑπὸ τοῦ αερίου ὄγκον. Οὕτω ἐξηγεῖται ἡ ὑπόθεσις **Avogadro** (Κεφ. Δ'), ὡς καὶ ἡ ὁμοιόμορφος συμπεριφορὰ τῶν αερίων

κατὰ τὰς μεταβολὰς πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, ἡ ὁποία περιγράφεται κατωτέρω εἰς τοὺς **νόμους τῶν ἀερίων**.

2. Νόμοι ἀερίων. Εἰς τούτους νοεῖται ἐκάστοτε δεδομένη, ἀμετάβλητος μᾶζα ἀερίου. Εἰς τὴν διατύπωσιν τῶν νόμων τούτων χρησιμοποιεῖται, πρὸς συντομίαν, ἂπ' εὐθείας ἡ **ἀπόλυτος κλίμαξ θερμοκρασίας** (Kelvin).

$T = 3^{\circ}\text{C} + 273$. Τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος Kelvin, δηλ. -273° τῆς κλίμακος Κελσίου, εἶναι ἡ ταπεινότερα δυνατὴ θερμοκρασία.

I. Νόμος τῶν Boyle - Mariotte. Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, τὸ γινόμενον τῆς πίεσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον διατηρεῖται σταθερόν, ἤτοι ὁ ὄγκος μεταβάλλεται ἀντιστρόφως ἀναλόγως τῆς πίεσεως.

$$\text{Διὰ } \theta = \text{σταθ} : (1) \quad PV = \text{σταθ} \quad , \text{ δηλ. } P_1 V_1 = P_2 V_2 = \dots$$

$$\text{ἢ} \quad (2) \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

II. Νόμοι τοῦ Gay Lussac. α) Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, οἱ ὄγκοι μεταβάλλονται ἀναλόγως τῶν ἀπολύτων θερμοκρασιῶν.

$$\text{Διὰ } P = \text{σταθ} : (3) \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

β) Ὑπὸ σταθερόν ὄγκον, αἱ πίεσεις μεταβάλλονται ἀναλόγως τῶν ἀπολύτων θερμοκρασιῶν.

$$\text{Διὰ } V = \text{σταθ} : (4) \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

III. Συνδυασμὸς τῶν νόμων Boyle - Mariotte καὶ Gay Lussac.

Ἐκ τῶν τριῶν μεγεθῶν — πίεσεως, ὄγκου, θερμοκρασίας — ἕκαστος ἐκ τῶν ἀνωτέρω νόμων συνδέει τὰς μεταβολὰς τῶν δύο, τοῦ τρίτου διατηρουμένου σταθεροῦ. Διὰ καταλλήλου συνδυασμοῦ τῶν νόμων τούτων προκύπτει ἡ ἐξῆς γενικωτέρα σχέσις, συνδέουσα καὶ τὰ τρία μεγέθη, ὅταν μεταβάλλονται συγχρόνως :

Τὸ πηλίκον τῆς πίεσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον, διὰ τῆς ἀπολύτου θερμοκρασίας, διατηρεῖται σταθερόν.

$$(5) \quad \frac{PV}{T} = \text{σταθ.} \quad \text{ἢ} \quad (6)$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

IV. Καταστατικὴ ἐξίσωσις τῶν ἀερίων. Ἡ σταθερὰ τοῦ τύπου (5) λαμβάνει τιμὰς ἐξαρτωμένας ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἀερίου καὶ τῆς λαμβανομέ-

νης εκάστοτε μάζης αὐτοῦ. Ἐὰν ὅμως ληφθῇ μάζα **1 γραμμομορίου**, τότε ἡ ἀνωτέρω σταθερὰ λαμβάνει τὴν αὐτὴν τιμὴν δι' ὅλα τὰ ἀέρια καὶ καλεῖται **παγκόσμιος σταθερὰ (R) τῶν ἀερίων**, ὑπολογιζομένη εὐκόλως ἐκ τοῦ γνωστοῦ γραμμομοριακοῦ ὄγκου τῶν ἀερίων εἰς ΚΣ $\left(R = \frac{PoVo (1 \text{ mol})}{T_o} \right)$

Οὕτω ὁ τύπος (5), δι' ἓν γραμμομόριον, γράφεται :

$$\frac{PV}{T} = R \quad \text{ἢ} \quad PV = RT \quad \text{καὶ διὰ } n \text{ γραμμομόρια ἀερίου προκύπτει ἡ κα-}$$

λουμένη καταστατική ἐξίσωσις τῶν ἀερίων : (7) **PV = nRT**

V. Νόμος Dalton. Εἰς μίγμα ἀερίων, ἡ συνολικὴ πίεσις εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν μερικῶν πιέσεων τῶν συστατικῶν τοῦ μίγματος : **P_{ολ} = P₁ + P₂ + P₃ + ...**

Μερικὴ πίεσις καλεῖται ἡ πίεσις τὴν ὁποίαν θὰ ἐξήσκη ἕκαστον συστατικόν, ἂν μόνον τοῦ κατεῖχεν ὅλον τὸν ὄγκον τοῦ μίγματος.

Ἀναλόγως εὐρίσκεται ὅτι ὁ συνολικὸς ὄγκος ἀερίου μίγματος ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν μερικῶν ὄγκων : **V_{ολ} = V₁ + V₂ + V₃ + ...**

Μερικὸς ὄγκος καλεῖται ὁ ὄγκος τὸν ὁποῖον θὰ κατεῖχεν ἕκαστον συστατικόν, ἂν μόνον τοῦ εὕρισκετο ὑπὸ τὴν συνολικὴν πίεσιν τοῦ μίγματος.

VI. Νόμος τοῦ Graham. Αἱ ταχύτητες διαχύσεως (ἢ διαπιδύσεως) δύο ἀερίων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν πυκνοτήτων

ἢ τῶν μοριακῶν τῶν βαρῶν : (8) $\frac{U_1}{U_2} = \frac{\sqrt{d_2}}{\sqrt{d_1}} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}}$

Διάχυσις καλεῖται τὸ φαινόμενον τῆς ἀφ' ἑαυτῶν ἀνάμιξεως διαφόρων σωμάτων, ὅταν ταῦτα εὕρεθοῦν εἰς ἐπαφὴν. Ἡ διάχυσις ὀφείλεται εἰς τὴν συνεχῆ κίνησιν τῶν μορίων, δι' ὅλα δὲ τὰ ἀέρια ἐπιτελεῖται μέχρι οχηματισμοῦ ὁμογενοῦς μίγματος.

Ἐὰν ἡ ἀνάμιξις τῶν ἀερίων ἐπιτελεῖται μέσῳ πορώδους διαφράγματος καλεῖται **διαπίδυσις**, προχωρεῖ δὲ μέχρις ἐξισώσεως τῶν πιέσεων εἰς τὰς δύο πλευρὰς τοῦ διαφράγματος.

5. Γενικὰ περὶ διαλυμάτων

Διαλύματα καλοῦνται γενικῶς τὰ ὁμογενῆ μίγματα, εἰς οἷανδήποτε φυσικὴν κατάστασιν. Ὑπὸ τὴν κοινὴν ὅμως ἔννοιαν **διάλυμα** σημαίνει ὑγρὸν ὁμογενὲς μίγμα, ὑπ' αὐτὴν δὲ τὴν ἔννοιαν θὰ χρησιμοποιεῖται ὁ ὅρος εἰς τὰ ἐπόμενα. Διακρίνομεν διαλύματα **ἀερίων** εἰς **υγρά**, **στερεῶν** εἰς **υγρά** καὶ **υγρῶν** εἰς **υγρά**.

Διαλυτικὸν μέσον ἢ **διαλύτης** καλεῖται τὸ ὑγρὸν εἰς τὸ ὁποῖον γίνεταί ἡ διάλυσις τῶν ἄλλων συστατικῶν, τὰ ὅποια εἶναι τὰ **διαλελυμένα σώματα**. Εἰς τὰ διαλύματα μεταξὺ υγρῶν, ὡς διαλυτικὸν μέσον χαρακτηρί-

ζεται τὸ εὐρισκόμενον ὑπὸ τὴν μεγαλύτεραν ἀναλογίαν. Συνηθέστερον διαλυτικὸν μέσον εἶναι τὸ ὕδωρ. Σημαντικὰ ἐπίσης εἶναι τὸ οἰνόπνευμα, ὁ αἰθήρ, ἡ βενζίνη καὶ ἄλλα ὀργανικὰ διαλυτικά.

6. Διαλυτότης—Περιεκτικότης διαλυμάτων

1. Ἡ διαλυτότης σώματος ἐκφράζει τὴν μεγίστην ποσότητα τοῦ-του ἢ ὁποία δύναται νὰ διαλυθῇ εἰς ὠρισμένην ποσότητα διαλυτικοῦ ὑγροῦ καὶ εἰς ὠρισμένας συνθήκας. Ἡ διαλυτότης νοεῖται ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν κατὰ βάρος, δηλ. ἐκφράζει τὰ μέρη βάρους τοῦ σώματος τὰ ὁποία δύνανται νὰ διαλυθοῦν εἰς 100 μέρη βάρους τοῦ διαλυτικοῦ ὑγροῦ. (Ἐὰν δὲν καθορίζεται μὲ συγκεκριμένον διάφορον τρόπον).

Ἡ διαλυτότης ἐπηρεάζεται σημαντικῶς ὑπὸ τῆς θερμοκρασίας. Αὕξησις τῆς θερμοκρασίας ἐλαττώνει τὴν διαλυτότητα τῶν ἀερίων, ἐνῶ αὐξάνει κατὰ κανόνα τὴν διαλυτότητα τῶν στερεῶν. Ἡ πίεσις ἐπηρεάζει τὴν διαλυτότητα τῶν ἀερίων κυρίως, τῶν ὁποίων ἡ διαλυτότης αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς πίεσεως. Τέλος ἡ διαλυτότης ἐνὸς σώματος δύναται νὰ ἐπηρεασθῇ ἀπὸ τὴν παρουσίαν ἄλλων διαλυμένων οὐσιῶν.

Ἐὰν τὸ διαλυτικὸν μέσον δὲν καθορίζεται συγκεκριμένως, τὰ διαλύματα νοοῦνται ὕδατικά καὶ ἡ διαλυτότης τῶν σωμάτων νοεῖται εἰς ὕδωρ.

Κεκορεσμένον καλεῖται τὸ διάλυμα τὸ ὁποῖον περιέχει ἐκ τοῦ ἐν διαλύσει σώματος ποσὸν ἀκριβῶς ἴσον μὲ τὸ ὀριζόμενον ὑπὸ τῆς διαλυτότητος, εἰς τὰς δεδομένας συνθήκας. Ἐὰν εἰς τὸ διάλυμα τοῦτο προστεθῇ νέον ποσὸν ἐκ τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας παραμένει ἀδιάλυτον, ἐνῶ δύναται νὰ διαλυθῇ ἑτέρα οὐσία.

Ὑπερκεκορεσμένον ἢ ὑπέρκορον καλεῖται διάλυμα περιέχον ἐκ τοῦ ἐν διαλύσει ποσὸν ἀνώτερον τοῦ ὀριζομένου ὑπὸ τῆς διαλυτότητος. Τοῦτο δύναται νὰ σχηματισθῇ ὑπὸ τελείως ἐιδικὰς συνθήκας καὶ εἶναι ἀσταθές, τείνον νὰ μετατραπῇ εἰς κεκορεσμένον δι' ἀποβολῆς τοῦ ἐπὶ πλέον τῆς διαλυτότητος ποσοῦ τῆς διαλυμένης οὐσίας.

Ἀκόρεστον καλεῖται τὸ διάλυμα τὸ ὁποῖον περιέχει ἐκ τοῦ ἐν διαλύσει σώματος ποσὸν μικρότερον τοῦ ὀριζομένου ὑπὸ τῆς διαλυτότητος, εἰς τὰς δεδομένας συνθήκας. Εἰς τοῦτο διαλύεται νέον προστιθέμενον ποσὸν ἐκ τοῦ ἐν διαλύσει σώματος.

2. Ἡ περιεκτικότης διαλύματος ἐκφράζει γενικῶς ποσὰ διαλυμένων σωμάτων, περιεχόμενα εἰς ὠρισμένον ποσὸν τοῦ διαλύματος. Ἡ περιεκτικότης καθορίζεται κατὰ πολλοὺς τρόπους, ἐκ τῶν ὁποίων ἀναφέρομεν τοὺς σημαντικωτέρους.

I. Περιεκτικότης κατὰ βάρος. Ἐκφράζει τὰ gr τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας, τὰ ὁποία περιέχονται εἰς 100 gr τοῦ διαλύματος (ἢ γενικώτερον τὰ μ. β τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας τὰ περιεχόμενα εἰς 100 μ. β διαλύματος).

II. Περιεκτικότης κατ' ὄγκον. Ἐκφράζει τὰ gr τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας τὰ περιεχόμενα εἰς 100 cm³ τοῦ διαλύματος. Δυνατὸν νὰ μὴ καθορίζεται σαφῶς τὸ εἶδος τῆς περιεκτικότητος. Τότε: Ἐὰν διδεται μόνον τὸ βάρος τοῦ διαλύματος, ἡ περιεκτικότης θὰ νοεῖται κατὰ βά-

ρος. 'Εάν δίδεται μόνον ὁ ὄγκος τοῦ διαλύματος, ἡ περιεκτικότης θὰ νοεῖται κατ' ὄγκον.

'Εάν δὲ τέλος δίδεται ὄγκος καὶ πυκνότης (ἢ εἰδικὸν βάρος) τοῦ διαλύματος, ἡ περιεκτικότης θὰ νοεῖται κατὰ βάρος.

III. Μοριακὴ συγκέντρωσις ἢ ἀπλῶς συγκέντρωσις. 'Εκφράζει τὰ γραμμομόρια τοῦ ἐν διαλύσει σώματος, τὰ περιεχόμενα εἰς 1 lit διαλύματος, συμβολίζεται δὲ διὰ τοῦ **M**. Οὕτω διάλυμα 0,2 M σημαίνει διάλυμα περιέχον ἀνά lit 0,2 Moles τοῦ ἐν διαλύσει σώματος.

'Η μοριακὴ συγκέντρωσις κατὰ βάρος ἐκφράζει τὰ γραμμομόρια τοῦ ἐν διαλύσει σώματος εἰς 1000 gr διαλύματος, συμβολίζεται δὲ διὰ τοῦ **m**.

Διαλύματα μικρᾶς περιεκτικότητος καλοῦνται *ἀραιά*, ἐνῶ τὰ μεγάλης περιεκτικότητος καλοῦνται *πυκνά*.

7. Ταξινόμησις διαλυμάτων

'Αναλόγως τοῦ εἴδους τῶν σωματιδίων τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας ἐντὸς τοῦ διαλύματος, ταῦτα ταξινομοῦνται εἰς μοριακὰ, ἰονικὰ καὶ κολλοειδῆ διαλύματα.

1. Μοριακὰ διαλύματα. 'Η ἐν διαλύσει οὐσία εὑρίσκεται ὑπὸ μορφῇ *διακεκριμένων μορίων* ἐντὸς τοῦ διαλύματος. Μοριακὰ εἶναι π. χ. τὰ διαλύματα καλαμοσακχαροῦ ἢ γλυκόζης εἰς ὕδωρ κ. ἄ.

2. Ἰονικὰ διαλύματα. 'Ωρισμένα σώματα κατὰ τὴν διάλυσίν των διασπῶνται εἰς ἠλεκτρικῶς φορτισμένα ἄτομα ἢ συγκροτήματα ἀτόμων, τὰ ὅποια καλοῦνται *ἰόντα* καὶ ἀποτελοῦν τὰ ἐλευθέρως κινούμενα ἐντὸς τοῦ διαλύματος σωματίδια. Τὰ προκύπτοντα οὕτω διαλύματα, εἰς τὰ ὅποια ἡ ἐν διαλύσει οὐσία εὑρίσκεται ὑπὸ μορφῇ ἰόντων καὶ ὄχι μορίων, καλοῦνται *ιονικὰ διαλύματα* καὶ εἶναι τὰ διαλύματα τῶν ἠλεκτρολυτῶν (Κεφ. IB).

3. Κολλοειδῆ διαλύματα. 'Ωρισμένοι οὐοίαι, προστιθέμενοι ἐντὸς ὕγρων ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας, δὲν διαχωρίζονται εἰς διακεκριμένα μόρια ἢ ἰόντα, ἀλλὰ παρέχουν ἐντὸς τοῦ ὕγρου σωματία πολὺ μεγαλυτέρου μεγέθους, τὰ ὅποια εἶναι συγκροτήματα πολλῶν μορίων καὶ καλοῦνται *μικύλλα*. Τὸ προκύπτον οὕτω μῖγμα καλεῖται *κολλοειδὲς διάλυμα*, ἂν καὶ δὲν εἶναι πραγματικὸν διάλυμα ἀλλὰ μία ἐνδιάμεσος κατάστασις μετὰ πλῆρως ἑτερογενοῦς μίγματος καὶ πραγματικοῦ διαλύματος. Τὰ μικύλλα φέρουν ὁμοειδὲς ἠλεκτρικὸν φορτίον λόγῳ προσροφήσεως ἰόντων. Οὕτω μετὰ αὐτῶν ἐξασκοῦνται δυνάμεις ἐμποδίζουσαι τὴν καταβύθεισίν των, ἂν καὶ ἔχουν εἰδικὸν βάρος μεγαλύτερον τοῦ μέσου διασποράς (δηλ. τοῦ διαλυτικοῦ ὕγρου). Διὰ καταλλήλων μεθόδων δύναται νὰ ἐξουδετερωθῇ τὸ φορτίον τῶν μικύλλων, ὅποτε ταῦτα συσσωματοῦνται πρὸς μεγαλύτερα συγκροτήματα, τὰ ὅποια διαχωρίζονται τοῦ μέσου διασποράς. Οὕτω τὸ κολλοειδὲς διάλυμα καταστρέφεται, τὸ δὲ φαινόμενον καλεῖται *κροκίδωσις τοῦ κολλοειδοῦς*.

8. Ἰδιότητες διαλυμάτων

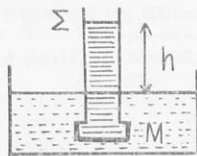
Τὰ διαλύματα ἔχουν ἐν γένει φυσικὰς ἰδιότητας σημαντικῶς διαφορετικὰς ἀπὸ τὰ διαλυτικά ὑγρά. Μερικαὶ ἐκ τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν — ὡς ἡ πυκνότης, ἡ εἰδικὴ θερμότης κ. ἄ. — ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὴν φύσιν καὶ τὴν ποσότητα τοῦ διαλελυμένου σώματος. Ἄλλαι ὅμως ἰδιότητες τῶν διαλυμάτων — ὡς ὁσμωτικὴ πίεσις, σημ. ζέσεως, σημ. πήξεως — εἶναι ἀνεξάρτητοι τῆς φύ-

σεως τοῦ διατεταμένου σώματος, ἐξαρτώμενα ἀποκλειστικῶς ἀπὸ τὸ πλῆθος τῶν διακεκομμένων ἐλευθέρων σωματιδίων αὐτοῦ, τὰ ὁποῖα περιέχονται εἰς ὁρισμένον ποσὸν τοῦ διαλύτου. Αἱ ἰδιότητες αὗται καλοῦνται **ἀθροιστικαὶ ἰδιότητες**, ὡς ὀφειλόμενα *εἰς τὸ ἄθροισμα τῶν διατεταμένων ἐλευθέρων σωματιδίων*.

Τὰ ἐπόμενα ἀφοροῦν **μοριακὰ διαλύματα στερεῶν**, εἰς τὰ ὁποῖα αἱ περιγραφόμενα ἀθροιστικαὶ ἰδιότητες ἐξαρτῶνται μόνον ἀπὸ τὸ πλῆθος μορίων τοῦ διατεταμένου σώματος, εἰς ὁρισμένον ποσὸν τοῦ διαλύτου.

1. Ὡσμωσις — ὠσμωτικὴ πίεσις. Ἐὰν ἐν διάλυμα χωρίζεται ἀπὸ τὸ ἀντίστοιχον καθαρὸν διαλυτικὸν ὑγρὸν δι' **ἡμιπερατῆς μεμβράνης** — ἐπιτρεπούσης δηλ. τὴν δίοδον τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ, ὅχι ὅμως τῶν μορίων τοῦ διατεταμένου σώματος — ποσότης διαλύτου διέρχεται πρὸς τὴν πλευρὰν τοῦ διαλύματος, τὸ ὁποῖον οὕτω ἀραιοῦται. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ὠσμωσις**, δεικνύεται δὲ εἰς τὸ σχῆμα 00.

Τὸ δοχεῖον περιέχει καθαρὸν ὕδωρ ὃ δὲ ὕαλινος σωλὴν Σ διάλυμα καλαμοσακχάρου καὶ κλείεται δι' ἡμιπερατῆς μεμβράνης Μ (π. χ. διὰ καταλλήλως προσδεθέντος λεπτοῦ σελλοφάν). Ὁ σωλὴν βυθίζεται καὶ στερεοῦται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, οὕτως ὥστε ἀρχικῶς ἡ στάθμη τοῦ διαλύματος νὰ φθάσῃ μέχρι τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν τὸ σύστημα ἀφεθῇ οὕτω ἐπὶ τινα χρόνον, παρατηρεῖται ἀνοδος τῆς στάθμης τοῦ ὑγροῦ ἐντὸς τοῦ σωλήνος ὀφειλομένη εἰς τὸ φαινόμενον τῆς **ὠσμώσεως**, δηλ. εἰς τὴν δίοδον μορίων ὕδατος διὰ τῆς μεμβράνης ἐκ τοῦ δοχείου πρὸς τὸ διάλυμα. Ἡ στάθμη τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸν σωλὴνα σταθεροποιεῖται τελικῶς εἰς ὕψος h , ὅποτε ἡ πίεσις τῆς ὑγρᾶς στήλης παρεμποδίζει τὴν περαιτέρω ὠσμωσιν. Ἡ πίεσις ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν ὑγρὴν στήλην ὕψους h καλεῖται **ὠσμωτικὴ πίεσις τοῦ διαλύματος**.



ΣΧ. 11

Ἡ ὠσμωσις ἔχει μεγάλην βιολογικὴν σημασίαν, διότι αἱ πλεῖστοι ζῷκαὶ καὶ φυτικαὶ μεμβράναι εἶναι ἡμιπεραταὶ καὶ οὕτω φαινόμενα ὠσμώσεως εἶναι συνδεδεμένα μὲ τὰς φυσιολογικὰς λειτουργίας τῶν ζώων καὶ κυττάρων.

Ἡ ὠσμωτικὴ πίεσις — ὀφειλομένη εἰς τὰ προσκρούοντα ἐπὶ τῆς ἡμιπερατῆς μεμβράνης μόρια τοῦ διατεταμένου σώματος — παρουσιάζει μεγάλην ἀναλογίαν πρὸς τὴν πίεσιν τῶν αερίων.

Ὁ Van't Hoff εὗρε ὅτι διὰ τὴν ὠσμωτικὴν πίεσιν ἰσχύει ἡ καταστατική ἐξίσωσις τῶν τελείων αερίων:

$$PV = nRT \quad (9) \quad \text{ὅπου: } p = \text{ἡ ὠσμωτικὴ πίεσις, } V = \text{ὁ ὄγκος τοῦ διαλύματος, } n = \text{τὸ πλῆθος γραμμομορίων} \left(n = \frac{m}{MB} \right) \text{ τοῦ διατεταμένου σώματος, } R = \text{ἡ παγκόσμιος σταθερὰ τῶν αερίων καὶ } T = \text{ἡ ἀπόλυτος θερμοκρασία τοῦ διαλύματος.}$$

Ἡ ὠσμωτικὴ πίεσις, $P = \frac{n}{V} RT$ (10), ἔτσι: Ἡ ὠσμωτικὴ

πίεσις ενός διαλύματος είναι ανάλογος της συγκεντρώσεως τοῦ διαλυμένου σώματος, ανεξάρτητος δὲ τῆς φύσεως τὸσον τοῦ διαλύτου, ὅσον καὶ τοῦ διαλυμένου σώματος. Διαλύματα τῆς αὐτῆς ὡσμωτικῆς πίεσεως — δηλ. τῆς αὐτῆς συγκεντρώσεως — καλοῦνται *ισοτονικά*.

2. Ἀνύψωσις σημ. ζέσεως - ταπείνωσις σημ. πήξεως. Ἐὰν εἰς ὑγρὸν διαλυθῇ μὴ πτητικὸν (στερεόν) σῶμα, παρατηρεῖται ὅτι τὸ διάλυμα ζεεῖ εἰς ὑψηλότεραν θερμοκρασίαν καὶ πηγνύται εἰς χαμηλότεραν θερμοκρασίαν ἀπὸ τὸ καθαρὸν διαλυτικὸν ὑγρὸν.

Αἱ ἀνωτέρω μεταβολαὶ ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ διαλυτικοῦ ὑγροῦ, εἶναι ὅμως ἀνεξάρτητοι τῆς φύσεως τοῦ διαλυμένου σώματος. Ἐὰν εἰς β gr ὑγροῦ διαλυθῶν α gr στερεοῦ σώματος, ἡ μεταβολὴ $\Delta \theta$ τοῦ σημ.

ζέσεως ἢ πήξεως δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου:
$$\Delta \theta = K \frac{1000 \cdot \alpha}{\beta \cdot M} \quad (11) \text{ ὅπου:}$$

M = τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ διαλυμένου σώματος καὶ K = χαρακτηριστικὴ σταθερὰ τοῦ ὑγροῦ καλουμένη *ἀνάλόγως ζεσεοσκοπικὴ* (K_z) ἢ κρυοσκοπικὴ σταθερὰ (K_p) αὐτοῦ.

Ἐπειδὴ $\frac{\alpha}{M} = n$ (πλήθος γραμμομορίων), ἐπεταί ὅτι ἡ μεταβολὴ τοῦ σημ. ζέσεως ἢ πήξεως εἶναι ἀνάλογος τοῦ πλήθους γραμμομορίων τοῦ διαλυμένου σώματος εἰς ὀρισμένον ποσὸν διαλύτου. Ἐὰν εἰς 1000 gr διαλύτου ($\beta = 1000$ gr) διαλυθῇ 1 mol ($\alpha = M$ gr) στερεοῦ, ὁ τύπος (11) γράφεται:

$\Delta \theta = K$. Ἦτοι, ἡ ζεσεοσκοπικὴ ἢ κρυοσκοπικὴ σταθερὰ ἐνὸς ὑγροῦ εἶναι

ἡ παρατηρουμένη μεταβολὴ σημ. ζέσεως ἢ πήξεως, ἐὰν εἰς 1000 gr αὐτοῦ διαλυθῇ 1 mol στερεοῦ σώματος. (Ἡ ζεσεοσκοπικὴ σταθερὰ ἐνὸς ὑγροῦ εἶναι διάφορος τῆς κρυοσκοπικῆς σταθερᾶς αὐτοῦ).

Οἱ τύποι (9, 10, 11) ἰσχύουν μόνον διὰ τὰ *μοριακὰ διαλύματα*, δύνανται δὲ νὰ χρησιμοποιηθῶν διὰ τὴν εὑρεσιν τοῦ μοριακοῦ βάρους τῶν διαλυμένων οὐσιῶν.

Περίληψις Κεφαλαίου Ι'

1. Αἱ τρεῖς φυσικαὶ καταστάσεις τῆς ὕλης εἶναι ἡ στερεά, ἡ ὑγρὰ καὶ ἡ ἀέριος.

Στερεά. Ἔχουν ὀρισμένον ὄγκον καὶ ὀρισμένον σχῆμα. Διακρίνονται εἰς κρυσταλλικά καὶ ἄμορφα.

Υγρά. Ἔχουν ὀρισμένον ὄγκον, ὄχι ὅμως καὶ σχῆμα.

Αέρια. Δὲν ἔχουν οὔτε σχῆμα, οὔτε ὄγκον ὀρισμένον.

Ἡ συμπεριφορὰ τῶν αερίων κατὰ τὰς μεταβολὰς πίεσεως, ὄγκου καὶ θερμοκρασίας διέπεται ὑπὸ τῶν νόμων Boyle - Marriotte καὶ Gay - Lussac,

οἱ ὅποιοι ἀποδίδονται ὑπὸ τοῦ συνδυασμένου τύπου:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

2. Διαλύματα καλούνται τὰ ὁμογενῆ μίγματα γενικῶς, ὑπὸ τὴν στενωτέραν δέ, κοινὴν ἔννοιαν, τὰ ὑγρά ὁμογενῆ μίγματα.

Ἡ διαλυτότης σώματος ἐκφράζει — ἐὰν δὲν καθορίζεται ἄλλως — τὰ μέρη βάρους (μ. β.) αὐτοῦ, τὰ ὁποῖα δύνανται, κατ' ἀνώτατον ὄριον, νὰ διαλυθῶν εἰς 100 μ. β. ὀρισμένον διαλυτικῷ ὑγροῦ.

Ἡ περιεκτικότης διαλύματος ἐκφράζει κατὰ διαφόρους τρόπους τὰ ποσὰ τοῦ διαλυμένου σώματος τὰ ὁποῖα περιέχονται εἰς ὀρισμένον ποσὸν διαλύματος.

Προβλήματα :

38. Ποσότης ἀερίου καταλαμβάνει ὄγκον 10 lit, εἰς θερμοκρασίαν 27° C καὶ πίεσιν 19 cm Hg. Νὰ εὑρεθῇ ὁ ὄγκος του, ἐάν φέρωμεν τὸ ἀέριον εἰς κανονικὰς συνθήκας. ('Απ. 2,275 lit).

39. Ἀέριον εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν 720 mm Hg καὶ θερμοκρασίαν 15° C. Ἐὰν ἐν συνεχείᾳ ὁ ὄγκος του διπλασιασθῇ, εἰς ποίαν θερμοκρασίαν πρέπει νὰ φέρωμεν τὸ ἀέριον, ἵνα ἀποκτήσῃ πίεσιν 68 cm Hg. ('Απ. 271°C).

40. Ποῖος ὁ ὄγκος τοῦ γραμμορίου ἀερίου τινός, εἰς θερμοκρασίαν 57° C καὶ πίεσιν 720 mm Hg. ('Απ. 28,5 lit).

41. Νὰ εὑρεθῇ ὁ ὄγκος 100 gr ὕδρατμοῦ, εἰς θερμοκρασίαν 120° C καὶ πίεσιν 68 cm Hg. ('Απ. 200 lit).

42. Πόσα Kg ὕδατος πρέπει νὰ προστεθοῦν εἰς 350 Kg διαλύματος HNO_3 περιεκτικότητος 28%, ἵνα σχηματισθῇ διάλυμα περιεκτικότητος 15% εἰς HNO_3 καὶ ποῖον θὰ εἶναι τὸ βάρος τοῦ νέου διαλύματος. ('Απ. 303,3 kg H_2O , 653,3 kg).

43. Ποία ἡ κατ' ὄγκον περιεκτικότης διαλύματος H_2SO_4 πυκνότητος 1,352 καὶ περιεκτικότητος 45% κατὰ βάρος. ('Απ. 60,84% κ.ο.).

44. Εἰς 300 gr διαλύματος NaBr καὶ περιεκτικότητος 15% διαλύονται ἔτερα 25 gr NaBr. Ποία ἡ περιεκτικότης τοῦ νέου διαλύματος. ('Απ. 23,3%).

45. Πόσα Kg ἐνύδρου ἀνθρακικῆς σόδας τοῦ ἐμπορίου, περιεκτικότητος 95% εἰς $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ἀπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν 180 Kg ὕδατικοῦ διαλύματος περιεκτικότητος 20% εἰς ἀνυδρὸν ἀνθρακικὸν νάτριον (Na_2CO_3). ('Απ. 102,2 kg).

46. Πόσα gr NaOH πρέπει νὰ προστεθοῦν εἰς 800 gr διαλύματος NaOH περιεκτικότητος 12% ἵνα ἡ περιεκτικότης τοῦ νέου διαλύματος γίνῃ 16%. ('Απ. 38,1 gr).

47. Πόσα cm^3 ὕδατος πρέπει νὰ προστεθοῦν εἰς 800 cm^3 διαλύματος H_2SO_4 , πυκνότητος 1,105 καὶ περιεκτικότητος 15% κατὰ βάρος, ἵνα λάβωμεν διάλυμα περιεκτικότητος 10% κατὰ βάρος. ('Απ. 442 $\text{cm}^3 \text{H}_2\text{O}$).

48. Ἀναμειγνύομεν 400 cm^3 διαλύματος HCl περιεκτικότητος 20% κατὰ βάρος καὶ πυκνότητος 1,1 $\text{gr} \cdot \text{cm}^{-3}$ μετὰ 600 gr διαλύματος HCl περιεκτικότητος 25% κατὰ βάρος καὶ πυκνότητος 1,13 $\text{gr} \cdot \text{cm}^{-3}$. Ποία ἡ πυκνότης τοῦ προκύπτοντος διαλύματος καὶ ἡ περιεκτικότης αὐτοῦ κατ' ὄγκον καὶ κατὰ βάρος. ('Απ. 1,117 $\text{gr} \cdot \text{cm}^{-3}$, 25,5% κ.ο., 22,9% κ.β.).

49. Ἀναμειγνύομεν 2 lit διαλύματος HCl περιέχοντος ἐν διαλύσει 100,8 lit ἀερίου HCl μετρηθέντος εἰς ΚΣ, μὲ 3,39 Kg διαλύματος HCl πυκνότητος 1,2 $\text{gr} \cdot \text{cm}^{-3}$ καὶ περιεκτικότητος 39% κατὰ βάρος εἰς HCl. Νὰ εὑρεθῇ ἡ συγκέντρωση (Mols HCl ἀνὰ lit διαλύματος) τοῦ ἐκ τῆς ἀναμείξεως προκύπτοντος διαλύματος. ('Απ. 8,43 Mol ἀνὰ lit)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ'

ΕΥΡΕΣΙΣ ΜΟΡ. ΒΑΡΩΝ - ΑΤ. ΒΑΡΩΝ - ΧΗΜ. ΤΥΠΩΝ ΧΗΜΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

1. Εύρεσις μοριακῶν βαρῶν (MB)

Τὰ μοριακά βάρη δύνονται νὰ εὑρεθοῦν πειραματικῶς, μὲ πολλὰς χημικὰς καὶ φυσικὰς μεθόδους.

Τὰ πειραματικῶς προσδιοριζόμενα MB εἶναι πάντοτε κατὰ προσέγγισιν τιμαί, χρησιμοποιοῦνται δὲ διὰ τὴν εὑρεσιν τῶν χημικῶν (μοριακῶν) τύπων, ἐκ τῶν ὁποίων τελικῶς εὐρίσκονται τὰ ἀκριβῆ MB δι' ἀθροίσσεως τῶν ἀτομικῶν βαρῶν. Κατωτέρω περιγράφομεν τὰς σπουδαιότερας φυσικὰς μεθόδους προσδιορισμοῦ τῶν MB.

1. Προσδιορισμοὶ MB ἀερίων. Στηρίζονται οὐσιαστικῶς εἰς τὴν ὑπόθεσιν Avogadro, δύνανται δὲ νὰ χρησιμοποιηθοῦν ὄχι μόνον διὰ τὰ συνήθη ἀέρια, ἀλλὰ γενικώτερον διὰ σώματα τὰ ὁποῖα ἐξαεροῦνται σχετικῶς εὐκόλως.

α) Διὰ ζυγίσσεως 22,4 lit τοῦ ἀερίου εἰς κανονικὰς συνθήκας. Τὸ εὐρισκόμενον οὕτω βάρος ἀντιστοιχεῖ, ὡς γνωστόν, εἰς ἓν γραμμομόριον τοῦ ἀερίου. Ἐπομένως ὁ ἀριθμὸς ὁ ὁποῖος ἐκφράζει τὸ βάρος τοῦτο εἰς γραμμάρια εἶναι τὸ ζητούμενον MB. Εἰς τὴν πρᾶξιν ζυγίζομεν τυχόντα ὄγκον τοῦ ἀερίου εἰς οἰσδὴποτε συνθήκας, ἀνάγομεν δὲ εἰς τὰς κανονικὰς διὰ τῶν γνωστῶν νόμων τῶν ἀερίων. Τελικῶς, διὰ τῆς μεθόδου τῶν τριῶν εὐρίσκομεν τὸ βάρος τῶν 22,4 lit τοῦ ἀερίου καὶ ἐπομένως τὸ ζητούμενον MB αὐτοῦ.

Παράδειγμα. 116 cm³ ἀερίου, ὑπὸ θερμοκρασίαν 27° C καὶ πίεσιν 720 mm Hg, ἔχουν βάρος 0,317 gr*. Ζητεῖται τὸ MB τοῦ ἀερίου.

Λύσις :

Ἀρχικῶς εὐρίσκομεν τὸν ὄγκον τὸν ὁποῖον θὰ κατεῖχεν τὸ ἀέριον εἰς Κ. Σ., διὰ τοῦ γνωστοῦ τύπου :

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{PV}{T}, \text{ ὅπου : } P_0, V_0, T_0 \text{ αἱ κανονικαὶ καὶ } P, V, T \text{ αἱ δοθεῖσαι συνθήκαι}$$

$$V_0 = \frac{PV T_0}{T P_0} = \frac{720 \cdot 116 \cdot 273}{760 \cdot 300} \simeq 100 \text{ cm}^3.$$

Ἐν συνεχείᾳ εὐρίσκομεν τὸ βάρος τῶν 22400 cm³ τοῦ ἀερίου εἰς Κ. Σ.

Τὰ 100 cm³ ἀερίου εἰς Κ. Σ. ἔχουν βάρος 0,317 gr*

$$\begin{array}{ccccccc} 22400 \text{ cm}^3 & & & & & & \times \\ \times = 0,317 & \frac{22400}{100} & \simeq & 71 \text{ gr}^* & . & \text{ Ἄρα MB} & = 71. \end{array}$$

Ἐάν εἶναι γνωστὴ ἡ ἀπόλυτος πυκνότης d_0 τοῦ ἀερίου εἰς Κ. Σ — δηλ.

ή μάζα εις gr 1 lt τοῦ αερίου εις ΚΣ — τότε ή μάζα Μ τοῦ ἑνός γραμμομορίου αερίου θά εἶναι :

$$M = d_0 \cdot 22,4 \text{ lt} \quad (1)$$

Ἀριθμητικῶς τὸ Μ ἐκφράζει τὸ μοριακόν βάρος τοῦ αερίου.

β. Ἐκ τῆς σχετικῆς πυκνότητος. Σχετικὴ πυκνότης (d_0) αερίου τινός — ὡς πρὸς τὸν αέρα — καλεῖται ὁ λόγος τῆς μάζης τυχόντος ὄγκου τοῦ αερίου πρὸς τὴν μᾶζαν ἴσου ὄγκου αέρος, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πιέσεως, ἥτοι ὁ λόγος τῶν ἀπολύτων πυκνοτήτων τοῦ αερίου καὶ τοῦ αέρος $d_0 = \frac{d}{d_a}$.

Κατ' ἀναλογίαν ὀρίζεται καὶ ή σχετικὴ πυκνότης $\left(d_0 = \frac{d}{d_a}\right)$ τῶν αερίων ὡς πρὸς ἄλλα αέρια, ἀντὶ τοῦ αέρος. Πάντως, ὅταν δὲν καθορίζεται συγκεκριμένως, νοεῖται ὡς πρὸς τὸν αέρα.

1. Μοριακὰ βάρη αερίων ἐκ τῆς σχετικῆς πυκνότητος αὐτῶν ὡς πρὸς τὸν αέρα :

Ἐὰν θεωρήσωμεν κανονικὰς συνθήκας καὶ ὄγκον 22,4 lt, δοθέντος ὅτι 1 lt αέρος ἔχει μᾶζαν 1,293 gr, ἔχομεν :

$$d_0 = \frac{\text{Μάζα } 22,4 \text{ lt αερίου}}{\text{Μάζα } 22,4 \text{ lt αέρος}} = \frac{(\text{MB}) \text{ gr αερίου}}{1,293 \cdot 22,4 \text{ gr αέρος}} = \frac{\text{MB}}{28,96}, \text{ ἥτοι :}$$

$$\text{MB} = d_0 \cdot 28,96 \quad (2)$$

2. Μοριακὰ βάρη αερίων ἐκ τῆς σχετικῆς πυκνότητος αὐτῶν ὡς πρὸς ἕτερον αέριον, γνωστοῦ μοριακοῦ βάρους (MB'). Κατ' ἀνάλογον τρόπον εὐρίσκομεν :

$$\text{MB} = d_0 \cdot \text{MB}' \quad (3)$$

Ἐπειδὴ $d_0 = \frac{d}{d'}$, ὁ ἀνωτέρω τύπος γράφεται : $\frac{d}{d'} = \frac{\text{MB}}{\text{MB}'}$, ἥτοι τὰ μοριακὰ βάρη δύο αερίων εἶναι ἀνάλογα τῶν ἀπολύτων πυκνοτήτων των.

3. Ἐκ τῆς καταστατικῆς ἐξίσωσης τῶν αερίων $PV = nRT$.

Ἐπειδὴ $n = \frac{m}{\text{MB}}$ καὶ $\frac{m}{V} = d$ (δηλ. ή ἀπόλυτος πυκνότης τοῦ αερίου εις τὰς ἀναφερομένας συνθήκας) δι' ἐπιλύσεως ὡς πρὸς MB ἔχομεν τελικῶς :

$$\text{MB} = \frac{mRT}{VP} = d \frac{RT}{P} \quad (4)$$

4. Ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Graham, δηλ. ἐκ τῆς ταχύτητος διαχύσεως ἢ διαπιδύσεως δύο αερίων, μοριακῶν βαρῶν M_1 καὶ M_2 .

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{V_{d_2}}{V_{d_1}} = \frac{V_{M_2}}{V_{M_1}} \quad (5)$$

Ἐὰν εἶναι γνωστὸν τὸ MB τοῦ ἑνός αερίου, εὐρίσκεται ἐκ τοῦ τύπου τὸ MB τοῦ ἑτέρου.

Κ. Α. ΠΡΟΒΑΤΑ : «ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ»

2. Προσδιορισμοί MB διαλελυμένων ουσιών.

Τα MB μή πτητικών ουσιών προσδιορίζονται εις διαλύματα αὐτῶν :

α. Ἐκ τῆς ὁσμωτικῆς πίεσεως τοῦ διαλύματος :

$$MB = \frac{m}{V} \frac{RT}{P}$$

β. Ἐκ τῆς ἀνυψώσεως σημ. ζέσεως ἢ ταπεινώσεως σημ. πήξεως τοῦ διαλύ-

ματος. (Ζεσεοσκοπική - κρυοσκοπική μέθοδος)

$$MB = K \frac{1000 \alpha}{\beta \Delta \theta}$$

Τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα περιγράφονται εις τὸ προηγούμενον κεφάλαιον διαλομάτων. Εἶναι προφανές ὅτι οἱ ἀναγραφόμενοι τύποι *ισχύουν ὡς ἔχουν, μόνον πρὸς εὐρεσιν τῶν MB μὴ πτητικῶν διαλελυμένων ουσιῶν, αἱ ὁποῖαι σχηματίζουν μοριακὰ διαλύματα.*

2. Εὐρεσις ἀτομικῶν βαρῶν (AB)

Τὰ AB τῶν στοιχείων δύνανται νὰ εὐρεθοῦν μὲ πολλὰς πειραματικὰς μεθόδους, φυσικὰς ἢ χημικὰς. Ἐκ τῶν ὁποίων ἀναφέρομεν ὠρισμένας σημαντικὰς, βασιζομένας κυρίως εις τὰ MB ἢ τὰ χημικὰ ἰσοδύναμα τῶν στοιχείων.

1. Ἐκ τοῦ MB καὶ τῆς ἀτομικότητος τοῦ στοιχείου

$$AB = \frac{MB}{\text{ἀτομικότης}}$$

Ἡ ἀτομικότης προσδιορίζεται διὰ καταλλήλου φυσικῆς μεθόδου, εις ἀέριον κατάσταση.

2. Ἐκ τῆς ἐιδικῆς θερμότητος τῶν στοιχείων, διὰ τοῦ κανόνος **Dulong καὶ Petit** : Τὸ γινόμενον τοῦ AB ἐπὶ τὴν ἐιδικὴν θερμότητα C — δηλ. ἡ ἀτομικὴ θερμότης τῶν στοιχείων — εις στερεάν κατάστασιν, ἔχει διὰ τὰ πλεῖστα στοιχεῖα ἀριθμητικὴν τιμὴν περίπου ἴσην μὲ 6,4 δηλ. $AB \cdot C \simeq 6,4$. Ἐπομένως :

$$AB \simeq \frac{6,4}{C}$$

Τὰ ὑπολογιζόμενα οὕτω *κατὰ προσέγγισιν* AB, μᾶς ἐπιτρέπουν τὸν ὑπολογισμὸν τῶν ἀκριβῶν AB, διὰ συνδυασμοῦ μὲ μίαν τῶν ἐπομένων μεθόδων. Πάντως, ὑπάρχουν ὠρισμένα σημαντικὰ ἐξαιρέσεις εις τὸν ἀνωτέρω κανόνα, ὅπως τοῦ ἄνθρακος, πυριτίου κ. ἄ.

3. Ἐκ τοῦ βάρους τοῦ στοιχείου εις τὰ γραμμομόρια διαφόρων ἐνώσεων αὐτοῦ. Ἡ μέθοδος αὕτη στηρίζεται εις τὴν ἀτομικὴν θεωρίαν, σύμφωνα μὲ τὴν ὁποίαν εις τὰ μόρια τῶν ἐνώσεων ὑπάρχει πάντοτε ἀκέραιος ἀριθμὸς ἀτόμων τῶν διαφόρων στοιχείων. Ἐπομένως καὶ εις τὰ γραμμομόρια τῶν ἐνώσεων θὰ ὑπάρχῃ ἀκέραιος ἀριθμὸς γραμμοατόμων τῶν διαφόρων στοιχείων. Ἐὰν λοιπὸν ληφθοῦν πολλὰ ἐνώσεις ἐνὸς στοιχείου καὶ προσδιορισθοῦν καταλλήλως τὰ MB αὐτῶν, ἐν συνεχείᾳ δὲ δι' ἀναλύσεως εὐρεθοῦν τὰ βάρη τοῦ στοιχείου εις τὸ γραμμομόριον ἐκάστης ἐνώσεως, ταῦτα θὰ παριστοῦν τόσα ἀκέραια γραμμοάτομα τοῦ στοιχείου (1, 2, 3 κλπ.), ὅσα εἶναι τὰ άτομα αὐτοῦ εις τὸ μόριον τῆς ἀντιστοίχου ἐνώσεως. Ἐπομένως :

Τὸ AB στοιχείου εἶναι ὁ ἀριθμὸς ὁ ὁποῖος παριστᾷ εις gr τὸ μικρότερον μέρος τοῦ στοιχείου εις τὰ γραμμομόρια διαφόρων ἐνώσεων αὐτοῦ, ἐφ' ὅσον καὶ ὅλα τὰ ἄλλα εὐρεθέντα βάρη εἶναι ἀκέραια πολλαπλάσια τοῦ ἀριθμοῦ τούτου.

Ἐπειδὴ ὑπάρχει ἡ πιθανότης ὁ εὐρεθεὶς οὕτω ἀριθμὸς νὰ παριστᾷ ἔν

ἄκέραιον πολλαπλάσιον τοῦ πραγματικοῦ AB (ἐάν εἰς τὴν ἀντίστοιχον ἔνωσιν ὑπάρχουν πράγματι ὄχι ἓν, ἀλλὰ περισσότερα ἄτομα τοῦ στοιχείου ἀνά μό- ριον), ὡς *πραγματικὸν* AB λαμβάνεται ἐκεῖνο τὸ ἄκέραιον ὑποπολλαπλάσιον αὐτοῦ, τὸ ὁποῖον πλησιάζει περισσότερον πρὸς τὸ κατὰ προσέγγισιν AB, τὸ εὐρεθὲν διὰ τοῦ κανόνος τῶν Dulong - Petit.

Παράδειγμα. Δι' ἀναλύσεως πλῆθους ἐνώσεων στοιχείου εὐρέθη ὡς πιθανόν AB τὸ 111,6 ἐνῶ διὰ τῆς ἐιδικῆς θερμότητος εὐρέθη κατὰ προσέγγισιν AB τὸ

$$58,1. \text{ Τὸ πραγματικὸν } AB \text{ τοῦ στοιχείου εἶναι τότε: } AB = \frac{111,6}{2} = 55,8$$

4. Ἐκ τοῦ *χημικοῦ ἰσοδυνάμου* (XI) καὶ τοῦ *σθένους τῶν στοιχείων*. Ὅταν εἶναι γνωστὸν τὸ XI ἐνὸς στοιχείου (τὸ ὁποῖον δύναται νὰ προσδιορισθῇ μὲ μεγάλην ἀκρίβειαν) καὶ τὸ σθένος αὐτοῦ Σ, τὸ ἀτομικὸν του βάρους εὐρίσκει-

ται ἐκ τῆς σχέσεως: $AB = XI \cdot \Sigma$

Εἰς τὴν πραγματικότητα, δὲν εἶναι ἀπαραίτητον νὰ γνωρίζωμεν ἐκ τῶν προτέρων τὸ σθένος. Τοῦτο εὐρίσκεται συγχρόνως μὲ τὸ AB ἐκ τοῦ *χημικοῦ ἰσοδυνάμου*, τῇ βοηθείᾳ τοῦ κατὰ προσέγγισιν AB τὸ ὁποῖον ὑπολογίζεται ἐκ τοῦ κανόνος τῶν Dulong καὶ Petit.

Τὸ ἀκριβὲς AB στοιχείου εἶναι τὸ ἄκέραιον πολλαπλάσιον τοῦ XI, τὸ ὁποῖον προσεγγίζει περισσότερον εἰς τὸ κατὰ προσέγγισιν AB, τὸ εὐρισκόμενον ἐκ τοῦ *κανόνος τῶν Dulong καὶ Petit*.

Ὁ ἀκέραιος ἀριθμὸς δὲν τὸν ὁποῖον δεῖον νὰ πολλαπλασιασθῇ τὸ XI, πα- ριστὰ τότε τὸ σθένος τοῦ στοιχείου.

Παράδειγμα. Τὸ XI τοῦ ἀργιλίου εὐρέθη ἴσον μὲ 8,99. Ἐάν ἡ εἰδικὴ θερμότης αὐτοῦ εἶναι 0,224, ποῖον τὸ ἀκριβὲς AB τοῦ ἀργιλίου;

Λύσις :

Τὸ ἀκριβὲς AB εἶναι ἄκέραιον πολλαπλάσιον τοῦ XI τοῦ ἀργιλίου: $AB = 8,99 \cdot \Sigma$. Ἀλλὰ ἐκ τοῦ κανόνος τῶν Dulong καὶ Petit, ἔχομεν κατὰ προσέγγισιν: $AB \simeq \frac{6,4}{0,224} = 28,75$. Προφανῶς τὸ ἄκέραιον πολλαπλάσιον τοῦ 8,99 τὸ ὁποῖον προσεγγίζει περισσότερον πρὸς τὸ 28,75 εἶναι τὸ 8,99·3.

Ἄρα: $AB \text{ ἀκριβὲς} = 8,99 \cdot 3 = 26,97$

Τὸ 3 εἶναι τὸ σθένος τοῦ ἀργιλίου.

Σήμερον πρὸς εὐρεσιν τῶν AB χρησιμοποιοῦνται πολὺ πλοκοὶ μέθοδοι ἐξαιρετικῆς ἀκρίβειας, τῶν ὁποίων ὁμως ἡ περιγραφή ὑπερβαίνει τὸν σκοπὸν τοῦ βιβλίου τούτου.

3. Εὐρεσις *χημικῶν τύπων πειραματικῶς*

1. Εὐρεσις *ἐμπειρικοῦ τύπου* (ET). Ἀπαιτεῖται ἡ ποιοτικὴ καὶ ποσοτικὴ σύστασις τῆς ἐνώσεως, τὰς ὁποίας εὐρίσκομεν διὰ *χημικῆς ἀναλύσεως*. Ἐν συνεχείᾳ διαιροῦμεν τὰ εὐρεθέντα βάρη τῶν στοιχείων διὰ τῶν ἀντιστοιχούντων ἀτομικῶν βαρῶν. Οἱ προκύπτοντες οὕτω ἀριθμοὶ παριστοῦν τὰ γραμμοάτομα τῶν στοιχείων εἰς τὸ δοθὲν βάρος τῆς ἐνώσεως. Διὰ νὰ λάβωμεν ἄκεραίους ἀριθμοὺς γραμμοατόμων καὶ ἐπομένως καὶ ἀτόμων τῶν στοιχείων, διαιροῦμεν

τούς εύρεθέντας ως ανωτέρω αριθμούς δια τοῦ μικροτέρου ἐξ αὐτῶν. Ἐάν καὶ οἱ προκύπτοντες οὕτω ἀριθμοὶ δὲν εἶναι ἀκέρατοι (ἢ κατὰ μεγάλην προσέγγισιν ἀκέρατοι), πολλαπλασιάζομεν αὐτοὺς ἐπὶ τὸν μικρότερον ἀκεραῖον, ὁ ὁποῖος θὰ μᾶς δώσῃ δι' ὅλους κατὰ μεγάλην προσέγγισιν ἀκεραίας τιμὰς.

Οἱ εὐρισκόμενοι οὕτω τελικῶς ἀκέρατοι ἀριθμοὶ, παριστοῦν τὰ ἄτομα ἐκάστου στοιχείου εἰς τὸν ἐμπειρικὸν τύπον τῆς ἐνώσεως.

Παράδειγμα. Μία ἔνωσις περιέχει 40% C, 6,67% H, καὶ 53,33% O. Νὰ εὐρεθῇ ὁ ἐμπειρικὸς τύπος αὐτῆς (AB : C = 12, O = 16, H = 1).

$$C = \frac{40}{12} = 3,33, \quad H = \frac{6,67}{1} = 6,67, \quad O = \frac{53,33}{16} = 3,33$$

Διὰ διαιρέσεως μὲ τὸν μικρότερον ἔχομεν :

$$C = \frac{3,33}{3,33} = 1, \quad H = \frac{6,67}{3,33} = 2, \quad O = \frac{3,33}{3,33} = 1$$

*Ἀρα ὁ ET τῆς ἐνώσεως εἶναι $(CH_2O)_n$.

2. Εὗρεσις μοριακοῦ τύπου (MT). Πλὴν τῆς συστάσεως τῆς ἐνώσεως, ἀπαιτεῖται καὶ τὸ μοριακὸν βάρος αὐτῆς.

α) Μέσω τοῦ ἐμπειρικοῦ τύπου. Ἀφοῦ εὐρεθῇ ὁ ET, ἐξισώνομεν μὲ τὸ μοριακὸν βάρος καὶ προσδιορίζομεν τὸ (ν) καὶ ἐπομένως τὸν μοριακὸν τύπον.

Οὕτω, ἐάν εἰς τὸ προηγούμενον παράδειγμα δίδεται ὅτι τὸ MB τῆς ἐνώσεως εἶναι 60, ἔχομεν ἐκ τοῦ ἐμπειρικοῦ τύπου $(12 + 2 + 16) \cdot \nu = 60$ καὶ ἐπο-

μένως $\nu = 2$, ἥτοι ὁ ζητούμενος MT εἶναι $C_2H_4O_2$.

Συχνά, λόγῳ σφάλματος εἰς τὰ δεδομένα, κυρίως δὲ εἰς τὸ πειραματικὸς εὐρισκόμενον (MB), δὲν εὐρίσκεται ἀκριβῶς ἀκεραία τιμὴ τοῦ ν . Ἀντὶ τῆς κλασματικῆς ταύτης τιμῆς λαμβάνεται ὁ πλησιέστερος ἀκεραῖος ἀριθμὸς.

β) Ἀπ' εὐθείας εὗρεσις τοῦ μοριακοῦ τύπου. Εὐρίσκομεν ἀπ' εὐθείας τὰ γραμμοάτομα ἐκάστου στοιχείου εἰς τὸ γραμμομόριον τῆς ἐνώσεως, δηλ. τοὺς ζητούμενους δείκτας. Ἡ μέθοδος αὕτη εἶναι προτιμωτέρα, διότι ἀποφεύγομεν τοὺς ἐνδιαμέσους ὑπολογισμούς.

Παράδειγμα. 39,6 gr ἐνώσεως περιέχουν 9,6 gr C, 28,4 gr Cl καὶ 1,6 gr H. Ἐάν ἡ σχετικὴ πυκνότης τῶν ἀτμῶν αὐτῆς (ὡς πρὸς τὸν ἀέρα) εἶναι $d_s = 3,42$, νὰ εὐρεθῇ ὁ MT τῆς ἐνώσεως (AB : C=12, H=1, Cl=35,5).

Λύσις :

Ἐκ τῆς σχετικῆς πυκνότητος εὐρίσκομεν ἀρχικῶς τὸ MB τῆς ἐνώσεως :
 $MB = d_s \cdot 28,96 = 3,42 \cdot 28,96 = 98,9$.

*Ἐστὼ ὅτι ὁ MT εἶναι $C_xH_\psi Cl_z$, ὁπότε τὸ MB αὐτῆς εἶναι :
 $MB = 12x + \psi + 35,5z = 98,9$.

Τὰ 98,9 gr τῆς ἐνώσεως περιέχουν $12x$ gr C, ψ gr H, $35,5z$ gr Cl

Τὰ 39,6 gr » » » 9,6 gr C, 1,6 gr H, 28,4 gr Cl

*Ἐχομεν ἐπομένως τὰς σχέσεις :

$$\frac{98,9}{39,6} = \frac{12x}{9,6} = \frac{\psi}{1,6} = \frac{35,5z}{28,4}$$

Δι' ἐπιλύσεως εὐρίσκομεν κατὰ μεγάλην προσέγγισιν $x = 2$, $y = 4$, $z = 2$.

*Ἀρα ὁ MT εἶναι : $C_2H_4Cl_2$

Αἱ ὁποκλίσεις τῶν ζητούμενων δεικτῶν ἀπὸ ἀκεραίας τιμὰς ὀφείλονται

«Εἰς σφᾶλλα τῶν πειραματικῶν δεδομένων τοῦ προβλήματος (κυρίως εἰς τὸ MB). Λαμβάνομεν τότε ὡς δείκτας τοὺς πλησιεστέρους ἀκεραίους ἀριθμούς, τὸ δὲ ἀκριβὲς MB (ὡς καὶ ἡ ἀκριβὴς σύστασις) εὐρίσκονται τελικῶς ἐκ τοῦ χημικοῦ τύπου. Οὕτω εἰς τὸ προηγούμενον πρόβλημα τὸ ἀκριβὲς MB τῆς ἐνώσεως εἶναι: $MB = 2.12 + 4.1 + 2.35,5 = 99$.

4. Εὗρεσις τῶν συντελεστῶν χημικῶν ἐξισώσεων

“Οταν εἶναι γνωστὰ τὰ προϊόντα μιᾶς ἀντιδράσεως, οἱ συντελεσταὶ τῆς ἀντιστοίχου χημικῆς ἐξισώσεως δύνανται νὰ εὑρεθοῦν μὲ μίαν τῶν ἐπομένων μεθόδων:

1. Δι’ ἀπλοῦ ὑπολογισμοῦ, εἰς σχετικῶς ἀπλᾶς ἐξισώσεις. Ἀφοῦ γραφῇ ποιοτικῶς ἡ ἐξίσωσις, καθορίζονται οἱ συντελεσταὶ ὥστε νὰ ὑπάρχῃ ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς ἀτόμων ἐξ ἑκάστου στοιχείου εἰς τὰ δύο μέλη. Ὡς βάσις ὑπολογισμοῦ λαμβάνεται ἡ ἔνωσις τῆς ὁποίας τὸ μόριον περιέχει τὰ περισσότερα ἄτομα.

Παραδείγματα. I. $Ba(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ba_3(PO_4)_2 + H_2O$. Βάσις ὑπολογισμοῦ τὸ $Ba_3(PO_4)_2$. Διὰ νὰ ἔχωμεν 3 ἄτομα Ba καὶ δύο ρίζας (PO_4) εἰς τὸ α’ μέλος, θέτομεν ἀντιστοίχως τοὺς συντελεστὰς 3 εἰς τὸ Ba (OH)₂ καὶ 2 εἰς τὸ H_3PO_4 . Ἐχομεν τότε 12 ἄτομα H, ἐπομένως θέτομεν εἰς τὸ H_2O συντελεστὴν 6:



Φαίνεται ἀμέσως, ὅτι ἐάν ὡς συντελεστὴς εἰς τὸ Fe_2O_3 τεθῇ τὸ 3 καὶ εἰς τὸ Al_2O_3 τὸ 4, ἐξισοῦνται τὰ ἄτομα ὀξυγόνου. Τότε ὅμως τὰ ἄτομα Fe εἰς τὸ β’ μέλος θὰ εἶναι 9 καὶ τοῦ Al εἰς τὸ α’ μέλος 8. Δηλ. ἡ πλήρης ἐξίσωσις εἶναι:

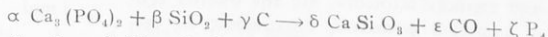


2. Διὰ τῆς ἀλγεβρικῆς μεθόδου, εἰς περισσότερον πολυπλόκου ἐξισώσεις, καὶ γενικῶς διὰν ἡ μέθοδος τοῦ ἀπλοῦ ὑπολογισμοῦ παρουσιάζει δυσκολίας. Ἡ ἐφαρμογὴ τῆς μεθόδου ταύτης γίνεται ὡς ἑξῆς:

1) Γράφομεν ποιοτικῶς τὴν χημικὴν ἐξίσωσιν καὶ θέτομεν γράμματα ὡς συντελεστὰς.

2) Ἐξισώνομεν τὰ ἄτομα ἑκάστου στοιχείου εἰς τὰ δύο μέλη τῆς ἐξισώσεως, συναρτῶσι τῶν γραμμάτων τὰ ὁποῖα ἐτέθησαν ὡς συντελεσταὶ (ἐφαρμογὴ τοῦ νόμου τοῦ Lavoisier). Προκύπτει οὕτω ὁμογενὲς ἀλγεβρικὸν σύστημα, κατὰ κανόνα μὲ ἕναν ἄγνωστον ἐπὶ πλέον τῶν ἐξισώσεων.

3) Ἐπειδὴ οἱ συντελεσταὶ τῶν χημικῶν ἐξισώσεων εἶναι ἀναλογία ἀριθμῶν, δυνάμεθα νὰ δώσωμεν εἰς ἕνα ἐξ αὐτῶν μίαν αὐθαίρετον τιμὴν (συνήθως τὴν μονάδα), ὁπότε συμπληροῦται τὸ ἀλγεβρικὸν σύστημα καὶ δι’ ἐπιλύσεως αὐτοῦ ὑπολογίζομεν ὅλους τοὺς ἄλλους συντελεστὰς, συναρτῶσι τῆς αὐθαίρετου τιμῆς. Ἐάν δι’ ὀριζόμενους τῶν συντελεστῶν προκύψουν κλασματικαὶ τιμαί, πολλαπλασιάζομεν ὅλους μὲ τὸ ἐλάχιστον κοινὸν πολλαπλάσιον τῶν παρονομαστῶν, διὰ νὰ ληφθοῦν αἱ ἀπλούστεραι ἀκέραιαι τιμαί. Οὕτω εἰς τὴν ἐξίσωσιν:



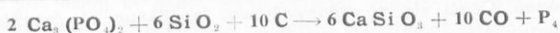
Ἐχομεν: $Ca: 3\alpha = \delta$ (1) $P: 2\alpha = 4\zeta$ (2) $O: 8\alpha + 2\beta = 3\delta + \epsilon$ (3)

$Si: \beta = \delta$ (4) $C: \gamma = \epsilon$ (5)

Ὡς φαίνεται, τὸ σύστημα περιλαμβάνει 5 ἐξισώσεις μὲ 6 ἄγνωστους. Θέτομεν $\alpha = 1$ (6) καὶ ἐπιλύοντες τὸ σύστημα εὐρίσκομεν:

$$\beta = 3, \gamma = 5, \delta = 3, \epsilon = 5, \zeta = \frac{1}{2}.$$

Διὰ νὰ λάβωμεν δὲ ἀκεραίους συντελεστές πολλαπλασιάζομεν ἐπὶ 2, ὁπότε τελικῶς ἡ ἐξίσωσις γράφεται :



5. Ὑπολογισμοὶ ἐπὶ χημικῶν ἐξισώσεων (Προβλήματα ἀντιδράσεων)

Αἱ χημικαὶ ἐξισώσεις παριστοῦν, ὡς γνωστόν, τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις ποιοτικῶς καὶ ποσοτικῶς. Μὲ βάσιν τὰς ἐκφραζομένας εἰς τὰς χημικὰς ἐξισώσεις ποσοτικὰς ἀναλογίας, εἶναι δυνατόν νὰ ὑπολογισθοῦν τὰ ποσὰ τῶν διαφόρων σωμάτων τὰ ὁποῖα λαμβάνουν μέρος εἰς μίαν ἀντίδρασιν, ἐάν εἶναι γνωστὸν τὸ ποσὸν ἑνὸς ἐξ αὐτῶν.

Οἱ γενικοὶ κανόνες εἰς τοὺς ὁποίους στηρίζονται οἱ ὑπολογισμοὶ αὐτοὶ εἶναι οἱ ἑξῆς :

1. Γράφομεν τὴν χημικὴν ἐξίσωσιν τῆς ἀντιδράσεως.

2. Εἰς τὴν χημικὴν ἐξίσωσιν, ἕκαστον ἄτομον παριστᾷ μᾶζαν (ἢ βάρος) ἑνὸς γραμμοατόμου τοῦ στοιχείου, ἕκαστον μόριον παριστᾷ μᾶζαν (ἢ βάρος) ἑνὸς γραμμορίου τοῦ ἀντιστοιχοῦν σώματος (ἢ γενικώτερον, τόσα μέρη βάρους αὐτῶν, ὅσον εἶναι ἀντιστοιχῶς τὸ ἀτομικὸν ἢ μοριακὸν βάρος).

3. Διὰ τὰ ἀέρια καὶ μόνον, ἕκαστον μόριον παριστᾷ, πλὴν τοῦ βάρους τοῦ γραμμορίου καὶ τὸν γραμμομοριακὸν ὄγκον αὐτῶν (22,4 lit εἰς ΚΣ).

4. Ἐάν ὁ ὑπολογισμὸς ἀναφέρεται ἀποκλειστικῶς εἰς ἀερίους ὄγκους, ἕκαστον μόριον ἀερίου δύναται νὰ θεωρηθῇ ὅτι παριστᾷ ἓνα ὄγκον (1cm³ ἢ 1 lit ἢ 1m³ ἀερίου), ἐπειδὴ κατὰ τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Ἀβογadro, ἡ ἀναλογία μορίων εἶναι καὶ ἀναλογία ὄγκων διὰ τὰ ἀέρια.

Μὲ βάσιν τοὺς ἀνωτέρω κανόνας, ἐπιλύομεν προβλήματα ἀφορῶντα ποικίλους συνδυασμούς, ὡς φαίνεται εἰς τὰ ἐπόμενα παραδείγματα.

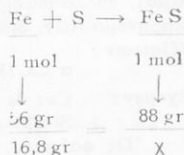
Α. Ὑπολογισμοὶ μεταξὺ βαρῶν (μαζῶν). Ὅταν δίδονται καὶ ζητοῦνται ἀποκλειστικῶς βάρη διαφόρων σωμάτων, τὸ πρόβλημα ἐπιλύεται ἐκ τῆς χημικῆς ἐξισώσεως, μὲ βάσιν τὸν κανόνα (2).

Παράδειγμα 1ον. Πόσα γραμμάρια FeS θὰ παραχθοῦν, κατὰ τὴν συνένωσιν 16,8 gr Fe μὲ τὸ ἀπαιτούμενον ποσὸν S. AB : Fe=56, S=32 (MB : FeS=88).

Λύσις :

Γράφομεν τὴν χημικὴν ἐξίσωσιν τῆς ἀντιδράσεως : $\text{Fe} + \text{S} \longrightarrow \text{FeS}$.
Ἐξ αὐτῆς προκύπτει ὅτι : 1 mol (56 gr) Fe παρέχουν 1 mol (88 gr) FeS. Ἀρα :
56 gr Fe παρέχουν 88 gr FeS
16,8 gr χ $\chi = 88 \frac{16,8}{56} \text{ gr} = 26,4 \text{ gr FeS}$.

Ὁ ἀνωτέρω ὑπολογισμὸς δύναται νὰ γίνῃ ἀπ' εὐθείας εἰς τὴν χημικὴν ἐξίσωσιν, εἰς τὴν ὁποίαν ἐξυπακούεται ἡ ἀνωτέρω φραστικὴ διατύπωσις, ὡς δεικνύεται παραπλεῶρως. Τὸν τρόπον αὐτὸν θὰ προτιμῶμεν εἰς τὰ ἐπόμενα, ἀναγράφοντες τὰς προκυπτούσας σχέσεις ὑπὸ μορφήν ἀναλογιῶν.

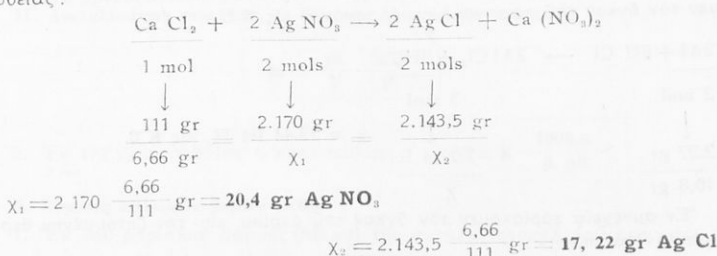


Παράδειγμα 2ον. Πόσα γραμμάρια AgNO₃ ἀντιδρῶν μὲ 6,66 gr CaCl₂ ; Πόσα γραμμάρια AgCl θὰ παρασκευασθοῦν ; (Κατὰ τὴν ἀνάμειξιν διαλυμάτων AgNO₃ καὶ CaCl₂ ἐπιτελεῖται διπλὴ ἀντικατάστασις).



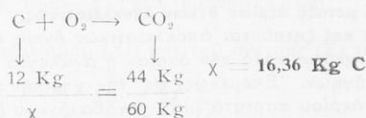
Λύσεις :

Γράφομεν τὴν χημικὴν ἐξίσωσιν τῆς ἀντιδράσεως καὶ ὑπολογίζομεν ἀπ' εὐθείας :



Παράδειγμα 3ον. Πόσα Kg C ἀπαιτοῦνται, ἵνα διὰ καύσεως παραχθοῦν 60 Kg CO₂. AB C = 12 (MB CO₂ = 44).

Γράφομεν τὴν χημικὴν ἐξίσωσιν τῆς ἀντιδράσεως, ἐκφράζομεν δὲ τὰ ἀτομικὰ καὶ μοριακὰ βάρη εἰς Kg



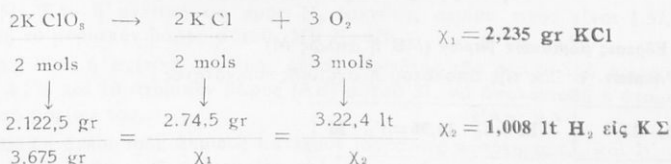
Β. Ὑπολογισμοὶ μεταξὺ βαρῶν οἰονόηποτε σωμάτων καὶ ὀγκῶν ἀερίων.

Εἰς τὴν χημικὴν ἐξίσωσιν θέτομεν βάρη γραμμομορίων διὰ τὰ σώματα τῶν ὁποίων δίδεται ἢ ζητεῖται βάρος, ὄγκους δὲ γραμμομορίων (22,4 lit εἰς ΚΣ) διὰ τὰ ἀέρια τῶν ὁποίων δίδεται ἢ ζητεῖται ὄγκος. Εἰς τὴν χημικὴν ἐξίσωσιν θὰ τίθενται καὶ θὰ ὑπολογίζωνται πάντοτε ὄγκοι ἀερίων εἰς ΚΣ. Ἐὰν δίδωνται ἢ ζητοῦνται ὄγκοι ἀερίων εἰς μὴ κανονικὰς συνθήκας, πρὶν ἢ μετὰ τὸν ὑπολογισμόν εἰς τὴν χημικὴν ἐξίσωσιν, θὰ γίνεται μετατροπὴ εἰς ΚΣ διὰ τοῦ τύπου τῶν ἀερίων $\left(\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \right)$. Ἐὰν δὲν ἀναφέρονται συνθήκαι, νοοῦνται αἱ κανονικαί.

Παράδειγμα 1ον. Πόσα γραμμάρια KCl καὶ πόσα lt O₂ (ΚΣ) θὰ παραχθοῦν διὰ πλήρους διασπάσεως 3,675gr KClO₃ (MB : KCl=74,5. KClO₃ = 122,5)

Λύσεις :

Γράφομεν τὴν χημικὴν ἐξίσωσιν τῆς ἀντιδράσεως καὶ ἐξ αὐτῆς ὑπολογίζομεν τὰ ζητούμενα :



Παράδειγμα 2ον. 10,8 gr Al διαλύονται εἰς περίσσειαν ὕδροχλωρικοῦ

όξeos. Πόσα λίτρα H_2 θα παραχθούν, εις θερμοκρασίαν $27^\circ C$ και πίεσιν 570 mm Hg.

Λύσις :

Γράφομεν τήν χημικήν εξίσωσιν τῆς ἀντιδράσεως και ἐξ αὐτῆς ὑπολογίζομεν τὸν ὄγκον τοῦ παραγομένου ὕδρογόνου εις Κ Σ.



2 mol

3 mol

2.27 gr

3.22,4 lt

$\chi = 13,44 \text{ lit } H_2 \text{ εις Κ Σ.}$

10,8 gr

χ

Ἐν συνεχείᾳ εὐρίσκομεν τὸν ὄγκον τοῦ αἰρίου εις τὴν ζητούμενην θερμοκρασίαν και πίεσιν :

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0} \rightarrow V = \frac{P_0V_0T}{T_0P}$$

Θέτομεν : $P_0 = 760 \text{ mm Hg}$, $V_0 = 13,44 \text{ lit}$, $T = 300^\circ K$, $T_0 = 273^\circ K$, $P = 570 \text{ mm Hg}$ και εὐρίσκομεν : $V = 19,73 \text{ lit } H_2$.

Γ. Ὑπολογισμοὶ μεταξὺ αἰρίων ὀγκῶν ἀποκλειστικῶς.

Ὅταν δίδονται και ζητοῦνται ἀποκλειστικῶς ὀγκοὶ αἰρίων, στηριζόμεθα εις τὴν ὑπόθεσιν Ἀνογάτο, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ἀναλογία μορίων τῶν αἰρίων εἶναι και ἀναλογία ὀγκῶν. Ἐπομένως, εις τὴν χημικήν εξίσωσιν θεωροῦμεν ὅτι ἕκαστον μῶριον αἰρίου παριστᾷ μίαν μονάδα ὀγκου (κανὼν 4). Ὅλα τὰ αἲρια θὰ ἐκφράζωνται εις τὰς αὐτὰς μονάδας ὀγκου (cm^3 ἢ lit ἢ m^3). Ἡ θερμοκρασία και ἡ πίεσις πρέπει νὰ εἶναι αἱ αὐταὶ δι' ὅλα τὰ αἲρια (κανονικαὶ ἢ μὴ), τοῦτο δὲ νοεῖται, ἐφ' ὅσον δὲν ἀναφέρονται συνθήκαι.

Παραδείγμα. Πόσα $\text{m}^3 O_2$ απαιτοῦνται πρὸς καύσιν $15 \text{ m}^3 C_2H_4$ (αἰθυλενίου).

Λύσις :



↓

↓

1 m^3

3 m^3

$\chi = 45 \text{ m}^3 O_2$

15 m^3

χ

Ὅλα τὰ ἀνωτέρω παραδείγματα εἶναι στοιχειώδεις ὑπολογισμοὶ, ἐπὶ μιᾶς χημικῆς εξίσωσεως και ἐπὶ καθαρῶν σωμάτων. Διὰ συνθετώτερα προβλήματα παραπέμπομεν εις εἰδικὸν παράρτημα, εις τὸ τέλος τοῦ παρόντος βιβλίου.

Περίληψις Κεφαλαίου ΙΑ'

Α. Εὑρεσις μοριακῶν βαρῶν (MB ἢ ἀπλῶς M).

Ι. Ἀερίων. 1. Ἐκ τῆς ἀπολύτου ἢ σχετικῆς πυκνότητος :

$$M = d_0 \cdot 22,4$$

$$M = d_{\sigma} \cdot 28,96 = d'_{\sigma} \cdot M'$$

2. Έκ της καταστατικής εξισώσεως τῶν ἀερίων :

$$M = \frac{m}{V} \frac{RT}{P} = d \frac{RT}{P}$$

- II. Διαλελυμένων σωμάτων. 1. Έκ της ὡσμωτικῆς πίεσεως :

$$M = \frac{m}{V} \frac{RT}{P}$$

2. Έκ της ζεοσκοπίας ἢ κρυοσκοπίας :

$$M = K \frac{1000 \cdot \alpha}{\beta \cdot \Delta \theta}$$

- B. Εὑρεσις ἀτομικῶν βαρῶν (AB).

1. Έκ τοῦ μοριακοῦ βάρους (M) καὶ τῆς ἀτομικότητος (X) τοῦ στοιχείου :

$$AB = \frac{M}{X}$$

2. Έκ τοῦ κανόνος Doulong - Petit (βοηθητικὴ τιμὴ) :

$$AB \simeq \frac{6,4}{C}$$

3. Έκ τοῦ χημ. ἰσοδυναμοῦ (XI) καὶ τοῦ σθένους (Σ) τοῦ στοιχείου :

$$AB = XI \cdot \Sigma$$

4. Έκ τῶν βαρῶν τοῦ στοιχείου εἰς ἓν γραμμομόριον διαφόρων ἐνώσεων αὐτοῦ (σελ. 99).

- Γ. Εὑρεσις χημικῶν τύπων.

1. Ἐμπειρικὸς τύπος. Εὐρίσκεται ἐκ τῆς ποσοτικῆς συστάσεως τῆς ἐνώσεως (σελ. 100).

2. Μοριακὸς τύπος. Εὐρίσκεται ἐκ τῆς συστάσεως καὶ τοῦ (MB) τῆς ἐνώσεως (σελ. 100).

- Δ. Εὑρεσις συντελεστῶν χημικῶν ἐξισώσεων.

1. Ἐμπειρικῶς (σελ. 101). 2. Ἀλγεβρικῶς (σελ. 101).

- Ε. Ὑπολογισμοὶ ἐπὶ χημ. ἐξισώσεων. Βασίζονται ἐπὶ τῶν ποσοτικῶν ἀναλογιῶν, τὰς ὁποίας ἐκφράζουν σὶ χημικαὶ ἐξισώσεις.

Προβλήματα :

- 50) 1,25 gr ἀερίου τίνος, ὑπὸ θερμοκρασίαν 17° C καὶ πίεσιν 74 cm Hg, κατέχουν ὄγκον 470 cm³. Ζητεῖται τὸ μοριακὸν βάρος (MB) τοῦ ἀερίου.

(Ἀπ. ~65)

51. Ἐὰν ἡ σχετικὴ ὡς πρὸς N₂ πυκνότης ἀερίου τίνος εἶναι 1,57, νὰ εὑρεθῇ τὸ μοριακὸν βάρος αὐτοῦ, MB N₂=28

(Ἀπ. 43,96)

- 52) Ἐὰν ἡ σχετικὴ (ὡς πρὸς ἀέρα) πυκνότης τῶν ἀτμῶν τοῦ φωσφόρου εἶναι 4,276 καὶ τὸ ἀτομικὸν βάρος (AB) αὐτοῦ 31, νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἀτομικότης τοῦ μορίου του.

(Ἀπ. P₄)

- 53) Οἱ ὄγκοι τοὺς ὁποίους κατέχουν ἰσοβαρεῖς ποσότητες O₂ καὶ N₂ ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως ἔχουν λόγον 7:8. Νὰ εὑρεθῇ τὸ MB τοῦ N₂, ἂν τοῦ O₂ εἶναι 32.

(Ἀπ. 28)

54. Μίγμα ίσων βαρών Cl_2 και O_2 κατέχει υπό πίεσιν 2,5 ατμοσφαιρών και θερμοκρασίαν 40°C όγκον 50 lit. Νά εύρεθῇ ἡ κατ' όγκον σύστασις τοῦ μίγματος καί τὸ συνολικόν βάρος αὐτοῦ. $\text{Cl} = 35,5$ ('Απ. 31,1 $\frac{1}{10}$ Cl_2 , 68,9 $\frac{9}{10}$ O_2 214,8 gr).

55. 'Από 80,3 cm^3 αερίου ένώσεως τοῦ φθορίου ἐλήφθησαν διὰ καταλλήλων ἀντιδράσεων 60,2 cm^3 αερίου SiF_4 , υπό τὰς αὐτάς φυσικάς συνθήκας, περιέχοντα όλον τὸ φθόριον τοῦ ἀρχικοῦ αερίου. Ζητεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων τοῦ φθορίου, τῶν περιεχομένων εἰς τὸ μόριον τῆς ἀρχικῆς αερίου ένώσεως. ('Απ. 3)

56. 'Εάν ἡ ὥσωτική πίεσις ενός διαλύματος εἶναι 5,3 ατμοσφαίρες εἰς 15°C , νά εύρεθῇ τὸ ΜΒ τῆς έν διαλύσει οὐσίας. Τὸ διάλυμα ἔχει όγκον 100 cm^3 καί περιέχει 4 gr διαλυμένου σώματος. ('Απ. 178,3).

57. Διὰ διαλύσεως 1,35 gr ένώσεως εἰς 55 gr όξικου όξέος διαπιοτοῦται ταπεινώσις τοῦ σημείου πήξεως ἀπὸ $16,75^\circ \text{C}$ εἰς $16,132^\circ \text{C}$. Νά εύρεθῇ τὸ ΜΒ τῆς ένώσεως, ἐάν ἡ κρυσκοπικὴ σταθερὰ τοῦ όξικου όξέος εἶναι 3,9. ('Απ. 154).

58. 3,42 gr ένώσεως μὴ πτητικῆς διαλύονται εἰς 54 gr ὕδατος καί τὸ διάλυμα ζέει εἰς $100,557^\circ \text{C}$. 'Εάν ἡ ζεοοσκοπικὴ σταθερὰ τοῦ ὕδατος εἶναι 5,4 (δὲ' έν μοί τῆς έν διαλύσει οὐσίας εἰς 100 gr ὕδατος) νά εύρεθῇ τὸ ΜΒ τῆς έν διαλύσει οὐσίας. ('Απ. 61,4)

59. Πέντε ένώσεις τοῦ βρωμίου ἔχουν μοριακὰ βάρη: 113, 200, 267, 332 καί 431 μὲ ἀντιστοιχούς περιεκτικότητας εἰς Br: 70,8 $\frac{8}{10}$ %, 80 $\frac{0}{10}$ %, 89,1 $\frac{1}{10}$ %, 96,38 $\frac{38}{100}$ %. Νά εύρεθῇ τὸ πιθανόν ΑΒ τοῦ βρωμίου. ('Απ. 80).

60. 1,635 gr καθαρὸ μέταλλον παρέχουν 3,41 gr τῆς χλωριούχου ένώσεως αὐτοῦ. 'Εὐν ἡ ἐιδικὴ θερμότης τοῦ μετάλλου εἶναι 0,1 καί τὸ ΧΙ τοῦ χλωρίου 35,5, νά εύρεθῇ τὸ ΑΒ καί τὸ οθένος τοῦ μετάλλου. ('Απ. ΑΒ = 65,4, ΣΘ = 2).

61. Ποῖος ὁ ἐμπειρικός τύπος ένώσεως ἐχούσης τὴν ἀκόλουθον ἐκατοστιαίαν σύνθεσιν: 31,8 $\frac{8}{10}$ % Κ, 29 $\frac{0}{10}$ % Cl καί 39,2 $\frac{2}{10}$ % O. ['Απ. $(\text{KClO}_3)_n$].

62. Ποῖος ὁ ἐμπειρικός τύπος ένώσεως, ἥτις σχηματίζεται ὅταν 34,3 gr βαρίου ἐνοῦνται μὲ 8 gr όξυγόνου. ['Απ. $(\text{BaO}_2)_n$].

63. 'Η πυκνότης τῶν ατμῶν μιᾶς ὀργανικῆς ένώσεως ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι 2,07 καί 50 gr ταύτης περιέχουν 20 gr C, 3,35 gr H καί 26,65 gr O. Ποῖος ὁ μοριακὸς τῆς τύπος. ('Απ. $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$).

64. 'Αέριος ένωσις περιέχει 18,4 $\frac{4}{10}$ % O καί 81,6 $\frac{6}{10}$ % Cl. Τὸ βάρος 1 lit ταύτης εἰς ΚΣ εἶναι 3,89 gr. Νά εύρεθῇ ὁ μοριακὸς τύπος. ('Απ. Cl_2O).

65. Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν διαλύματος BaCl_2 ἐπὶ διαλύματος Na_2SO_4 παρήχθησαν 11,65 gr ἰζήματος (BaSO_4). Νά εύρεθοῦν τὰ βάρη τοῦ BaCl_2 καί τοῦ Na_2SO_4 ποῦ ἔλαβον μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν ΑΒ $\text{Ba} = 137$, $\text{Cl} = 35,5$, $\text{Na} = 23$, $\text{S} = 32$. ('Απ. 10,4 gr BaCl_2 , 7,1 gr Na_2SO_4).

66. 'Απὸ 250 gr CaCO_3 πόσα gr CaO καί πόσα λίτρα CO_2 εἰς ΚΣ δύνανται νά ληφθοῦν. ('Απ 140 gr CaO , 56 lt CO_2).

67. Πόσα gr Zn ἀπαιτοῦνται ἵνα μὲ περίσσειαν διαλύματος H_2SO_4 λάβωμεν 1 lit H_2 εἰς ΚΣ καί ποῖον τότε τὸ βάρος τοῦ παραχθέντος ZnSO_4 . ('Απ. 2,9 gr Zn, 7,15 gr ZnSO_4).

68. Ποῖος όγκος O_2 ἀπαιτεῖται διὰ τὴν πλήρη καύσιν 5 cm^3 ἀκετυλενίου (C_2H_2) πρὸς H_2O καί CO_2 . Τὰ ἀέρια εύρίσκονται υπό τὰς αὐτάς συνθήκας θερμότητας καί πίεσεως. ('Απ. 12,5 cm^3).

69. 56 lit N_2 εἰς ΚΣ χρησιμοποιοῦνται πρὸς παρασκευὴν NH_3 . Ζητεῖται: α) Τὸ βάρος τῆς παραχθείσης NH_3 , β) ὁ όγκος αὐτῆς υπό θερμότητα 23°C καί πίεσιν 640 mm Hg, γ) τὸ βάρος καί ὁ όγκος τοῦ χρησιμοποιηθέντος H_2 , εἰς ΚΣ. ('Απ. α) 85 gr NH_3 , β) 146,15 lt, γ) 168 lit, 15 gr).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'

ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΑΙ — ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΙΣ

1. Γενικά περί ηλεκτρολυτῶν καὶ ηλεκτρολύσεως

1. Ἀγωγοὶ ηλεκτρισμοῦ — Ἡλεκτρολύται. Τὰ διάφορα σώματα, ἀπὸ ἀπόψεως ἡλεκτρικῆς συμπεριφορᾶς, διακρίνονται εἰς κακοὺς ἀγωγοὺς καὶ καλοὺς ἀγωγοὺς (ἢ ἀπλῶς ἀγωγοὺς) τοῦ ηλεκτρισμοῦ. Ἡ ροὴ ἡλεκτρικῶν φορτίων διὰ μέσου τῶν ἀγωγῶν συνιστᾷ τὸ **ἡλεκτρικὸν ρεῦμα**. Οἱ ἀγωγοὶ τοῦ ηλεκτρισμοῦ εἶναι δύο εἰδῶν.

α. Ἀγωγοὶ οἱ ὅποιοι δὲν ὑφίστανται χημικὰς μεταβολὰς κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ὑπὸ τοῦ ὁποίου θερμαίνονται ἀπλῶς. Εἰς τὴν κατηγορίαν αὐτὴν ὑπάγονται τὰ μέταλλα κυρίως (καὶ ὁ γραφίτης), ἀποτελοῦντα τοὺς **ἀγωγοὺς α' εἵδους**. Εἰς τοὺς μεταλλικοὺς ἀγωγοὺς τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῖμα συνιστοῦν τὰ κινούμενα διὰ μέσου τῆς μάζης των **ἐλεύθερα ἡλεκτρόνια (ἡλεκτρονικοὶ ἀγωγοί)**.

β. Ἀγωγοὶ οἱ ὅποιοι ὑφίστανται χημικὰς μεταβολὰς κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Εἰς τὴν κατηγορίαν αὐτὴν ὑπάγονται τὰ διαλύματα (ὕδατι καὶ κυρίως) τῶν ὀξέων, βάσεων, ἀλάτων, ὡς καὶ τὰ τήγματα βάσεων, ἀλάτων, τὰ ὅποια καλοῦνται ἡλεκτρολύται καὶ ἀποτελοῦν τοὺς **ἀγωγοὺς β' εἵδους (ἡλεκτρολυτικοὶ ἀγωγοί)**. Ἐπομένως: **Ἡλεκτρολύται καλοῦνται ὑγροὶ ἀγωγοὶ τοῦ ηλεκτρισμοῦ, ὑφιστάμενοι χημικὰς μεταβολὰς κατὰ τὴν δίοδον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἡλεκτρολύται εἶναι τὰ διαλύματα ὀξέων, βάσεων, ἀλάτων, ὡς καὶ τὰ τήγματα βάσεων καὶ ἀλάτων.**

Συνήθως ὀνομάζομεν ἡλεκτρολύτας τὰ ἐν διαλύσει σώματα δηλ. τὰ ὀξέα, τὰς βάσεις, καὶ τὰ ἅλατα, ἀντὶ τῶν διαλυμάτων αὐτῶν. Σώματα τῶν ὁποίων τὰ διαλύματα δὲν ἐμφανίζουν ἡλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα, χαρακτηρίζονται ὡς **μὴ ἡλεκτρολύται**. Πλὴν τῆς ἡλεκτρικῆς ἀγωγιμότητος, τὰ διαλύματα τῶν ἡλεκτρολυτῶν παρουσιάζουν καὶ ἄλλας διαφορὰς ἀπὸ τοὺς μὴ ἡλεκτρολύτας. Οἷτω, διαλύματα ἡλεκτρολυτῶν ἐμφανίζουν μεγαλὺν ὁσμωτικὴν πίεσιν καὶ μεταβολὴν σημείων ζέσεως καὶ πήξεως ἀπὸ διαλύματα μὴ ἡλεκτρολυτῶν, τῆς αὐτῆς συγκεντρώσεως. (Οἱ τύποι 9 καὶ 10 τοῦ κεφ. I ἰσχύουν μόνον διὰ τοὺς μὴ ἡλεκτρολύτας).

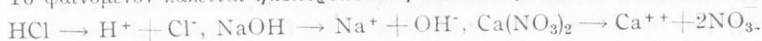
2. Ἡλεκτρόλυσις. Ἡ δίοδος τοῦ συνεχοῦς ἡλεκτρικοῦ ρεύματος μέσω τῶν ἡλεκτρολυτῶν καὶ αἱ οὕτω ἐπιτελούμεναι χημικαὶ μεταβολαί, συνιστοῦν τὸ φαινόμενον τῆς **ηλεκτρολύσεως**.

Ἡ ηλεκτρόλυσις ἐπιτελεῖται ἂν ἐντὸς διαλύματος (ἢ τήγματος) ηλεκτρολύτου ἐμβαπτισθοῦν δύο **ηλεκτρόδια**—μεταλλικά ἐλάσματα ἢ ράβδοι ἄνθρακος—καὶ συνδεθοῦν μὲ τοὺς πόλους πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος (σχ. 12). Παρατηρεῖται τότε ὅτι διὰ τοῦ διαλύματος διέρχεται ηλεκτρικὸν ρεῖμα, ἐνὼ εἰς τὰ ηλεκτρόδια ἐμφανίζονται τὰ χημικὰ προϊόντα ἀποσυνθέσεως τοῦ ηλεκτρολύτου. Ἡ συσκευή καλεῖται **βολτάμετρον**. Τὸ ηλεκτρόδιον τὸ συνδεδεμένον μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς πηγῆς καλεῖται **ἀνοδος**, τὸ δὲ συνδεδεμένον μὲ τὸν ἀρνητικὸν πόλον καλεῖται **κάθοδος** (τὸ δοχεῖον εἶναι ἀπὸ μονωτικὸν ὕλικόν).

2. Ἐξήγησις τῆς συμπεριφορᾶς τῶν ηλεκτρολυτῶν. - Ἵοντα

1. Θεωρία ηλεκτρολυτικῆς διαστάσεως τοῦ Arrhenius. Πρὸς ἐξήγησιν τῆς ηλεκτρικῆς ἀγωγιμότητος καὶ τῶν λοιπῶν ιδιοτήτων τῶν διαλυμάτων τῶν ηλεκτρολυτῶν, ὁ Σουηδὸς χημικὸς Arrhenius διετύπωσε (1867) τὴν θεωρίαν **ηλεκτρολυτικῆς διαστάσεως**, (ἢ ἰονικὴν θεωρίαν), τὰ κύρια σημεῖα τῆς ὁποίας εἶναι τὰ ἑξῆς:

α. Κατὰ τὴν διάλυσιν τῶν (εἰς ὕδωρ κυρίως) τὰ ὀξέα, αἱ βάσεις καὶ τὰ ἅλα διασπῶνται, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ διαλυτικοῦ μέσου, εἰς ηλεκτρικῶς φορτισμένα ἄτομα ἢ συγκροτήματα ἀτόμων (ρίζας), τὰ ὁποῖα καλοῦνται **ἰόντα**. Τὸ φαινόμενον καλεῖται **ηλεκτρολυτικὴ διάστασις**:



Τὰ θετικῶς φορτισμένα ἰόντα καλοῦνται **κατιόντα**, εἶναι δὲ μέταλλα καὶ ὕδρογόνον. Τὰ ἀρνητικῶς φορτισμένα ἰόντα καλοῦνται **ἀνιόντα**, εἶναι δὲ ἀμέταλλα καὶ ηλεκτραρνητικαὶ ρίζαι.

β. Ἡ διάστασις τῶν ηλεκτρολυτῶν εἰς ἰόντα δυνατὸν νὰ μὴν εἶναι πλήρης, ἀλλὰ μόνον μερικὴ.

Καλούμεν **βαθμὸν διαστάσεως** ηλεκτρολύτου τὸ πηλίκον τῶν ἐν διαστάσει μορίων αὐτοῦ πρὸς τὸ συνολικὸν πλῆθος τῶν διαλυθέντων μορίων: $\alpha = \frac{m_s}{m_{\text{ολ}}}$. Ὁ

βαθμὸς διαστάσεως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ ηλεκτρολύτου, αὐξάνεται δὲ μὲ τὴν ἀραιώσιν τοῦ διαλύματος καὶ τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας. Ἀναλόγως τοῦ βαθμοῦ διαστάσεως, διακρίνομεν **ισχυροὺς, μετρίους καὶ ἀσθενεῖς** ηλεκτρολύτες.

γ. Τὰ ἰόντα κινεῦνται ἀτάκτως πρὸς ὅλας τὰς κατευθύνσεις ἐντὸς τοῦ διαλύματος. Τὸ διάλυμα εἶναι ηλεκτρικῶς οὐδέτερον, διότι τὸ συνολικὸν θετικὸν φορτίον τῶν κατιόντων ἰσοῦται μὲ τὸ συνολικὸν ἀρνητικὸν φορτίον τῶν ἀνιόντων.

δ. Κατὰ τὴν σύνδεσιν τῶν ηλεκτροδίων μὲ τοὺς πόλους πηγῆς συνεχοῦς ρεύματος, τὰ ἰόντα **προσανατολίζονται**, κατευθυνόμενα πρὸς τὰ ἀντιθέτως φορτισμένα ηλεκτρόδια (σχ. 12). Ἡ κίνησις αὕτη τῶν ἰόντων πρὸς ὠρισμένην κατεύθυνσιν ἀποτελεῖ τὸ ηλεκτρικὸν ρεῖμα ἐντὸς τοῦ ηλεκτρολύτου. Τὰ ἰόντα ἐρχόμενα εἰς ἐπα-



Σχ. 12.

φὴν μὲ τὰ ἠλεκτροδία ἐκφορτίζονται καὶ ἀποτίθενται ἐπὶ τῶν ἠλεκτροδίων, ἐπιτελουμένης οὕτω τῆς χημικῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ ἠλεκτρολύτου * (Ἠλεκτρολύσεις).

Διὰ τῆς θεωρίας τοῦ Arrhenius ἐξηγεῖται ἱκανοποιητικῶς, τόσον ἡ ἠλεκτρικὴ ἀγωγιμότης τῶν ἠλεκτρολυτῶν, ὅσον καὶ ἡ ἀπόκλισις αὐτῶν ἀπὸ τοῦς νόμους ὡσμωτικῆς πίεσεως καὶ ζεοοσκοπίας — κρυοσκοπίας (σελ. 93, 94). Ἡ ὡσμωτικὴ πίεσις καὶ ἡ μεταβολὴ τῶν σημ. ζέσεως καὶ πήξεως ἐνὸς διαλύματος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ πλῆθος τῶν ἐλευθέρων σωματιδίων (μορίων ἢ ἰόντων) τοῦ διαλελυμένου ὡματος.

Εἰς τοὺς μὴ ἠλεκτρολύτας τὰ ἐλεύθερα αὐτὰ σωματιδία εἶναι μόρια. Εἰς διάλυμα ἠλεκτρολύτου τῆς αὐτῆς συγκεντρώσεως, λόγῳ τῆς διασπάσεως τῶν μορίων εἰς ἰόντα, τὰ ἐλεύθερα σωματιδία εἶναι περισσότερα. Οὕτω, π.χ. ἀραιὸν διάλυμα NaCl ἔχει ὡσμωτικὴν πίεσιν περίπου διπλασίαν ἀπὸ διάλυμα μὴ ἠλεκτρολύτου τῆς αὐτῆς συγκεντρώσεως, λόγῳ τῆς πλήρους σχεδὸν διασπάσεως τοῦ NaCl εἰς ἰόντα: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$.

2. Νεώτεροι ἀντιλήψεις. Κατὰ τὴν σύγχρονον ἀτομικὴν θεωρίαν, τὰ ἰόντα εἶναι ἄτομα ἢ ρίζαι φέροντα περισσότερα (τὰ ἀνιόντα) ἢ ὀλιγώτερα (τὰ κατιόντα) ἠλεκτρόνια ἀπὸ τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ ἠλεκτρικῶς οὐδέτερα ἄτομα. Τὰ ἐπὶ πλέον ἢ ἑλάττω ἠλεκτρόνια ἐκφράζουν τὸ σθένος τοῦ ἰόντος. Κατὰ τὴν ἠλεκτρολύσιν, τὰ μὲν ἀνιόντα ἀποβάλλουν ἐπὶ τῆς ἀνόδου ἠλεκτρόνια, τὰ δὲ κατιόντα προσλαμβάνουν ἀπὸ τὴν κάθodon ἠλεκτρόνια, ἐπιτελουμένης οὕτω τῆς ἐκφορτίσεως αὐτῶν. Ἐπομένως τὰ ἰόντα χρησιμεύουν ὡς φορεῖς τῶν ἠλεκτρονίων ἐντός τοῦ διαλύματος. Σύμφωνα μὲ τὰ ἀνωτέρω, ἡ ἠλεκτρολύσις δύναται νὰ ὀρισθῇ ὡς ἑξῆς: **Ἠλεκτρολύσεις καλεῖται ἡ κίνησις τῶν ἰόντων πρὸς τὰ ἀντιθέτως φορτισμένα ἠλεκτροδία καὶ ἡ ἠλεκτρικὴ ἐξουδετέρωσις, τῶν μὲν ἀνιόντων δι' ἀποβολῆς ἠλεκτρονίων ἐπὶ τῆς ἀνόδου, τῶν δὲ κατιόντων διὰ προσλήψεως ἠλεκτρονίων ἀπὸ τὴν κάθodon.**

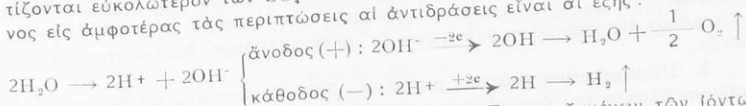
* Ἡ διάσπασις τῶν ἠλεκτρολυτῶν εἰς ἰόντα ἐξηγεῖται ὡς ἑξῆς:

α. Αἱ βάσεις καὶ τὰ ἅλατα εἶναι *ἐτεροπολικαὶ ἐνώσεις*, συνιστάμεναι καὶ εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν ἀπὸ ἰόντα καὶ ὄχι ἀπὸ μόρια. Μεταξὺ τῶν ἰόντων ἐκασκοῦνται δυναθεῖς ἠλεκτροστατικῆς φύσεως, διὰ τῶν ὁποίων τὰ ἰόντα συγκρατοῦνται πλησίον ἀλλήλων, σχηματίζοντα τοὺς κρυοτάλλους τοῦ σώματος (σελ. 63). Κατὰ τὴν διάλυσιν, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ διαλυτικοῦ μέσου, τὸ κρυσταλλικὸν πλέγμα καταστρέφεται καὶ τὰ ἰόντα ἀποκοτῶν ἐλευθερίαν κινήσεως. Κατὰ τὴν τήξιν, τὸ κρυσταλλικὸν πλέγμα καταστρέφεται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς θερμότητος.

β. Τὰ ὄξέα εἶναι ὁμοιοπολικά ἐνώσεις, συνιστάμεναι εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν ἀπὸ μόρια καὶ ὄχι ἀπὸ ἰόντα. Κατὰ τὴν διάλυσιν των (εἰς ὕδωρ κυρίως), ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ διαλυτικοῦ, τὸ ὁμοιοπολικῶς συνδεδεμένον ὕδρογόνον ἀποσπάται ὑπὸ μορφὴν πρωτονίου, ἐγκαταλείπων τὸ ἠλεκτρόνιον τοῦ εἰς τὸ ὑπόλοιπον τμήμα τοῦ μορίου, τὸ ὁποῖον οὕτω μετατρέπεται εἰς ἀνίον.

* Δὲν πρέπει νὰ γίνεται σύγχυσις μεταξὺ τῆς διασπάσεως τῶν ἠλεκτρολυτῶν εἰς ἰόντα, ἡ ὁποία συντελεῖται εὐθὺς ὡς γίνεῖ ἡ διάλυσις, καὶ τῆς χημικῆς διασπάσεως ἡ ἀποσυνθέσεως τῶν ἠλεκτρολυτῶν, ἡ ὁποία γίνεται κατὰ τὴν δίodon τοῦ ρεύματος (ἠλεκτρέλυσις).

Πιθανωτέρα όμως εξήγησης είναι η εξής: Το ύδωρ είναι γνωστόν ότι διίσταται εις ελάχιστον βαθμόν εις ιόντα: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$. 'Επομένως, κάθε υδατικό διάλυμα ηλεκτρολύτου περιέχει και τα ιόντα H^+ και OH^- . Κατά την ηλεκτρόλυσιν εις τα ηλεκτρόδια εκφορτίζονται τα ιόντα τα απαιτούμενα όλην ηλεκτρόλυσιν εις τα ηλεκτρόδια παραδείγματα, τα OH^- εκφοργώτεραν ενέργειαν πρὸς τοῦτο. Εἰς τὰ ἀνωτέρω παραδείγματα, τὰ OH^- εκφορτίζονται εὐκολώτερον τῶν SO_4^{--} καὶ τὰ H^+ εὐκολώτερον τῶν Na^+ . 'Επομένως εἰς ἀμφότερας τὰς περιπτώσεις αἱ ἀντιδράσεις εἶναι αἱ ἐξῆς:



Τὰ ιόντα SO_4^{--} ἢ Na^+ δὲν ἐκφορτίζονται. ('Εκφορτιζομένων τῶν ἰόντων τοῦ ὕδατος, νέα μόρια αὐτοῦ διίστανται).

'Η σειρά ἐκφορτίσεως τῶν κυριωτέρων ἰόντων εἶναι:

'Ανιόντα 1) J^- , Br^- , Cl^- 2) OH^- 3) ἰόντα ὑπολοίπων ριζῶν (SO_4^{--} , NO_3^- κλπ.).

Κατιόντα. 1) 'Ιόντα σχετικῶς ἀδρανῶν μετάλλων 2) H^+ 3) 'Ιόντα δραstickῶν μετάλλων.

Τὰ ἀνωτέρω ἐξηγοῦν ἱκανοποιητικῶς τὰ λαμβανόμενα κατὰ τὰς διαφόρους ηλεκτρολύσεις προϊόντα, ἐπιβεβαιοῦνται ἀπὸ τὰς ἀπαιτουμένης πρὸς τοῦτο ηλεκτρικῆς τάσεως καὶ δύνανται νὰ συνοψισθοῦν εἰς τὰ ἐξῆς: 1. 'Ηλεκτρόλυσις διαλυμάτων ὀξυγονοῦχων ὀξέων (H_2SO_4 , HNO_3 ...) ἢ βάσεων (KOH , NaOH). Λαμβάνεται H_2 καὶ O_2 , ἐκφορτιζομένων H^+ καὶ OH^- . 2. 'Ηλεκτρόλυσις διαλυμάτων HCl , HBr , HJ . Λαμβάνεται H_2 καὶ Cl_2 , Br_2 , J_2 , ἐκφορτιζομένων H^+ καὶ Cl^- , Br^- , J^- . (Κατὰ τὴν ηλεκτρόλυσιν πολὺ ἀραιοῦ υδατικοῦ διαλύματος HCl , ὑπὸ τάσιν 1,7 V, λαμβάνεται H_2 καὶ O_2). 3. 'Ηλεκτρόλυσις διαλυμάτων ἁλμάτων. Τὰ λαμβανόμενα προϊόντα ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὰ ιόντα τοῦ ἁλτος καὶ τὸ ὕλίκον τοῦ ηλεκτροδίου. Παραδείγματα:

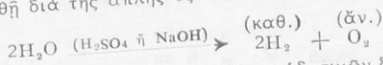
α. 'Ηλεκτρόλυσις διαλύματος NaCl (Na^+ , Cl^- , H^+ , OH^-) μὲ ἀδρανῆ ηλεκτρόδια. Εἰς τὴν ἀνοδὸν ἐκλύεται Cl_2 , ἐκφορτιζομένων Cl^- . Εἰς τὴν κάθοδον ἐκλύεται H_2 , ἐκφορτιζομένων H^+ , εἰς δὲ τὸ διάλυμα σχηματίζεται NaOH (διὰ τῆς ἐκφορτίσεως H^+ δημιουργεῖται πλεόνασμα OH^-). 'Εὰν ἡ κάθοδος εἶναι ἀπὸ ὑδράργυρον, ἐκφορτίζονται Na^+ , παραγομένου Na τὸ ὅποιον σχηματίζει ἀμάλαγμα μὲ τὸν Hg .

β. 'Ηλεκτρόλυσις διαλύματος CuSO_4 (Cu^{++} , SO_4^{--} , H^+ , OH^-) μὲ ἀδρανῆ ἢ ηλεκτρόδια. Εἰς τὴν κάθοδον ἀποτίθεται Cu , ἐκφορτιζομένων Cu^{++} . Εἰς τὴν ἀνοδὸν ἐκλύεται O_2 , ἐκφορτιζομένων OH^- εἰς δὲ τὸ διάλυμα σχηματίζεται H_2SO_4 (ἐκφορτιζομένων OH^- δημιουργεῖται πλεόνασμα H^+). 'Εὰν ἡ ἀνοδος εἶναι ἀπὸ Cu , ἀντὶ νὰ γίνῃ ἐκφόρτισις OH^- , ἄτομα Cu , ἀφίγοντα ἐπὶ τῆς ἀνόδου δύο ηλεκτρόνια, μετατρέπονται εἰς ἰόντα Cu^{++} καὶ εἰσέρχονται εἰς τὸ διάλυμα. Οὕτω ἡ ἀνοδος διαλύεται καὶ ὁ Cu μεταφέρεται εἰς τὴν κάθοδον.

4. 'Εφαρμογαὶ ηλεκτρολύσεως

1. 'Ηλεκτρολυτικὴ παρασκευὴ διαφόρων χημικῶν προϊόντων. 'Αναφέρομεν τὰ κυριώτερα.

α. Παρασκευὴ H_2 καὶ O_2 , δι' ηλεκτρολύσεως υδατικοῦ διαλύματος H_2SO_4 ἢ NaOH συνήθως. Οὐσιαστικῶς ηλεκτρολύεται τὸ ὕδωρ, τὸ δὲ φαινόμενον δύναται νὰ παρασταθῇ διὰ τῆς ἀπλῆς ἐξισώσεως.



β. Παρασκευὴ ἁλογόνων, δι' ηλεκτρολύσεως υδατικῶν διαλυμάτων ἁλμάτων

των. Κυρίως παρασκευάζεται βιομηχανικῶς τὸ Cl_2 , δι' ηλεκτρολύσεως διαλύματος NaCl .

γ. Παρασκευή NaOH (ἢ KOH), δι' ηλεκτρολύσεως ὕδατικοῦ διαλύματος NaCl (ἢ KCl).

δ. Παρασκευή μετάλλων. Τὰ λίαν ηλεκτροθετικά μέταλλα K , Na , Ca , Ba , Mg , Al παρασκευάζονται σήμερον ἀποκλειστικῶς σχεδὸν δι' ηλεκτρολύσεως τηγμάτων ἀλάτων αὐτῶν (ἢ KOH , NaOH). Ἀδρανέστερα μέταλλα δύνανται νὰ ληφθοῦν εἰς καθαρὰν κατάστασιν δι' ηλεκτρολύσεως διαλυμάτων ἀλάτων αὐτῶν.

2. Ἡλεκτρολυτική κάθαρσις μετάλλων. Χρησιμοποιοῦμεν ὡς ηλεκτρολύτην διάλυμα ἁλματος τοῦ ὑπὸ κάθαρσιν μετάλλου, ὡς ἄνοδον τὸ ἀκάθαρτον μέταλλον, καὶ ὡς κάθοδον τεμάχιον τοῦ καθαροῦ μετάλλου. (Βλ. εἰς προηγουμένην παράγραφον τὴν ηλεκτρολύσιν διαλύματος CuSO_4 μετ' ἄνοδον ἀπὸ Cu).

3. Ἐπιμετάλλωσις. (Γαλβανοπλαστική). Δι' ηλεκτρολύσεως εἶναι δυνατόν διάφορα μεταλλικά ἀντικείμενα νὰ καλυφθοῦν διὰ στρώματος ἄλλων μετάλλων εὐγενεστέρων (ἐπιχάλκωσις, ἐπαργύρωσις, ἐπιχρῶσις κ.λ.π.). Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιῆται ὡς κάθοδος τὸ πρὸς ἐπιμετάλλωσιν ἀντικείμενον καὶ ὡς λουτρόν ηλεκτρολύσεως διάλυμα ἁλματος τοῦ μετάλλου μετ' ὁποῖον πρόκειται νὸ γίνῃ ἡ ἐπιμετάλλωσις. Ὡς ἄνοδον χρησιμοποιεῖται τεμάχιον τοῦ μετάλλου μετ' ὁποῖον θὰ γίνῃ ἡ ἐπιμετάλλωσις, διὰ νὰ ἀνασχηματίζεται συνεχῶς τὸ ἅλς. Διὰ τὴν ἐπιμετάλλωσιν μὴ μεταλλικῶν ἀντικειμένων (ἐπιχάλκωσιν κυρίως), ταῦτα καθίστανται ἀγώγιμα δι' ἐπικαλύψεως μετ' στρώμα γραφίτου.

5. Νόμοι ηλεκτρολύσεως (Faraday 1832, 1833)

Διὰ πᾶσαν ηλεκτρολύσιν ἰσχύουν οἱ ἀκόλουθοι δύο νόμοι, τοὺς ὁποίους εὗρεν πειραματικῶς ὁ Faraday καὶ τῶν ὁποίων σύγχρονος διατύπωσις εἶναι ἡ ἑξῆς:

1. Ἡ μᾶζα ἰόντος ἡ ἀποτιθεμένη εἰς ηλεκτρόδιον, εἶναι ἀνάλογος τῆς ποσότητος τοῦ ηλεκτρισμοῦ ἡ ὁποία διέρχεται μέσῳ τοῦ ηλεκτρολύτου.

2. Ἐὰν μέσῳ διαφόρων ηλεκτρολυτῶν διέλθῃ ἡ αὐτὴ ποσότης ηλεκτρισμοῦ, ἐπὶ τῶν ηλεκτροδίων ἀποτίθενται μᾶζαι τῶν διαφόρων ἰόντων ἀνάλογοι τῶν χημικῶν τῶν ἰσοδυνάμων. Πειραματικῶς εὗρέθη

ὅτι ἐν γραμμοῖσοδύναμιον $\left(\frac{A}{n} \text{ gr} \right)$, ὅπου A τὸ ἀτομικὸν βάρος καὶ n τὸ σθένος) οἰοῦν ὅποτε ἰόντος ἐλευθεροῦται ἐπὶ τῶν ηλεκτροδίων ὑπὸ ποσότητος ηλεκτρισμοῦ ἴσης μετ' 96500 Coulombs (Cb). Ἐπομένως ὁ δεύτερος νόμος τοῦ Faraday δύναται νὰ διατυπωθῇ ὡς ἑξῆς: **Ἐν γραμμοῖσοδύναμιον οἰοῦν ὅποτε ἰόντος ἀποτίθεται ἐπὶ τῶν ηλεκτροδίων ὑπὸ ποσότητος ηλεκτρισμοῦ ἴσης μετ' 96500 Cbs.** Τὸ σταθερὸν τοῦτο ποσὸν ηλεκτρισμοῦ καλεῖται σταθερὰ τοῦ Faraday ἢ 1 Faraday, ἥτοι: **Σταθερὰ τοῦ Faraday ἢ 1 Faraday = 96500 Coulombs.**

Οἱ ἀνωτέρω νόμοι ἀποδίδονται ὑπὸ τῶν τύπων:

$$m = \frac{1}{96500} \cdot Q \cdot \frac{A}{n} \quad \text{ἢ} \quad m = \frac{1}{96500} \cdot I \cdot t \cdot \frac{A}{n}$$

όπου: $m =$ ή αποτιθεμένη μάζα εις gr, $Q =$ ή διερχομένη ποσότης ηλεκτρισμοῦ εις Cbs, $I =$ ή έντασις τοῦ ρεύματος εις Ampères, $t =$ ό χρόνος διόδου τοῦ ρεύματος εις sec ($Q = I \cdot t$).

Ἡλεκτροχημικόν ἰσοδύναμον ἰόντος καλεῖται μάζα τοῦτου εις gr, αποτιθεμένη ὑπό ποσότητος ηλεκτρισμοῦ ἴσης με 1 Cb ($Q = 1$ Cb εις τόν άνωτέρω τύπον).

Οἱ νόμοι τοῦ Faraday ἰσχύουν, ὄχι μόνον διὰ τήν έναπόθεσιν (ηλεκτρικήν έξουδετέρωσιν) τῶν ἰόντων, ἀλλά καί διὰ τόν σχηματισμόν αὐτῶν ἐκ τῶν ηλεκτροδίων εις μίαν ηλεκτρόλυσιν (ὅπως π. χ. εις τήν ηλεκτρόλυσιν διαλύματος $CuSO_4$ με άνοδον ἀπό χαλκόν, παρ. 3).

Περίληψις Κεφαλαίου IB'

1. Ἡλεκτρολύται καλοῦνται ὕγροι άγωγοί τοῦ ηλεκτρισμοῦ, ὕφιστάμενοι χημικᾶς μεταβολᾶς κατὰ τήν διόδον τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἡλεκτρολύται εἶναι τὰ διαλύματα ὀξέων, βάσεων, αλάτων, ἢ τὰ τήγματα βάσεων, αλάτων. Συνήθως ὀνομαζόμεν ηλεκτρολύτας τὰ διαλυμένα σώματα, δηλ. τὰ ὀξέα, τὰς βάσεις καί τὰ άλατα.

2. Οἱ φορεῖς τοῦ ηλεκτρισμοῦ εις τοὺς ηλεκτρολύτας εἶναι τὰ ἰόντα. Ἰόντα καλοῦμεν ηλεκτρικῶς φορτισμένα άτομα ἢ συγκροτήματα ατόμων (ρίζας), προκύπτοντα ἐκ τῆς διασπάσεως τῶν μορίων τῶν ηλεκτρολυτῶν. (Ἡλεκτρολυτική διάστασις ὀξέων, βάσεων, αλάτων. Θεωρία Arrhenius). Κατὰ τήν σύγχρονον ἀτομικήν θεωρίαν, τὰ μὲν άρνητικά ἰόντα (ἀνιόντα) φέρουν περισσότερα ηλεκτρόνια, τὰ δὲ θετικά ἰόντα (κατιόντα) ὀλιγότερα ηλεκτρόνια ἀπὸ τὰ ἀντίστοιχα ηλεκτρικῶς οὐδέτερα άτομα. Αἱ βάσεις καί τὰ άλατα, ὡς ἑτεροπολικαί ενώσεις, συνίστανται καί εις τήν κρυσταλλικήν κατάστασιν ἀπὸ ἰόντα καί ὄχι ἀπὸ μόρια).

3. Ἡλεκτρόλυσις καλεῖται ἡ διόδος τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος μέσῳ τῶν ηλεκτρολυτῶν καί αἱ οὕτω ἐπιτελούμεναι χημικαί μεταβολαί. Ἡ ηλεκτρόλυσις συνίσταται εις κίνησιν τῶν ἰόντων πρὸς τὰ ἀντιθέτως φορτισμένα ηλεκτρόδια καί ηλεκτρικὴν έξουδετέρωσιν, τῶν μὲν ἀνιόντων δι' ἀποβολῆς ηλεκτρονίων ἐπὶ τῆς άνόδου, τῶν δὲ κατιόντων διὰ προσλήψεως ηλεκτρονίων ἀπὸ τήν κάθοδον.

Ερωτήσεις:

α. Τί εἶναι οἱ ηλεκτρονικοί καί τί οἱ ηλεκτρολυτικοί άγωγοί. Ποῖα τὰ ἀποτελέσματα τῆς διόδου τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος εις ἐκάστην κατηγορίαν.

β. Τί συνιστᾷ τὸ ηλεκτρικόν ρεῦμα εις τοὺς ηλεκτρολύτας; Ἀναφέρατε τὰ κύρια σημεῖα τῆς ἰονικῆς θεωρίας τοῦ Arrhenius.

γ. Ὡρίσατε τὰ ἰόντα. Ποῖαι αἱ σύγχρονοι περὶ αὐτῶν ἀντιλήψεις. Τί εἶναι σθένος ἰόντος;

δ. Ποῖα ἡ έννοια τῶν ὀρων *ηλεκτρολύται* καί *ηλεκτρόλυσις*; Περιγράψατε γενικῶς τόν μηχανισμόν τῆς ηλεκτρολύσεως.

ε. Ποῖα περίπου θά εἶναι ἡ σχέση τῶν ὡσμωτικῶν πιέσεων εις διαλύματα τῆς αὐτῆς συγκεντρώσεως: 1) Καλαμοσκαχάρου (μὴ ηλεκτρολύτης). 2) $FeCl_3$ (ἰσχυρὸς ηλεκτρολύτης).

K. Α. ΠΡΟΒΑΤΑ «ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ»

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΓ'.

ΟΞΕΑ—ΒΑΣΕΙΣ—ΑΛΑΤΑ

1. Γενικά

Τὰ ὀξέα, αἱ βάσεις καὶ τὰ ἄλατα ἀποτελοῦν, ὡς εἶδομεν, τὰς τρεῖς κατηγορίας ἡλεκτρολυτῶν.

Τὰ ὀξέα λόγω τοῦ κοινοῦ κατιόντος (H^+) καὶ αἱ βάσεις λόγω τοῦ κοινοῦ ἀνιόντος (OH^-), ἐμφανίζουν σύνολον ἰδιατέρως σημαντικῶν κοινῶν ἰδιοτήτων, αἱ ὁποῖα *χαρακτηρίζουν* ἐκάστην τῶν δύο ἀνωτέρω κατηγοριῶν ἡλεκτρολυτῶν.

Ἡ ἰδιατέρα σημασία τῶν χαρακτηριστικῶν ἀντιδράσεων ἐκάστης ομάδος καθιστᾷ τὰ ὀξέα καὶ τὰς βάσεις τὰς δύο σημαντικώτερας τάξεις ἐνώσεων τῆς ἀνοργάνου χημείας.

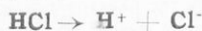
Τὰ ἄλατα εἶναι τὰ προϊόντα ἀντιδράσεως μεταξὺ ὀξέος καὶ βάσεως. Τέλος, μὲ τὰ ὀξέα, τὰς βάσεις καὶ τὰ ἄλατα συνδέονται τόσον τυπικῶς, ὅσον καὶ ἀπὸ ἀπόψεως χημικῶν ἀντιδράσεων τὰ πλεῖστα *τῶν ὀξειδίων* (ἐνώσεις ὀξυγόνου καὶ ἄλλου στοιχείου), ὡς θὰ εἶδομεν περαιτέρω.

2. Ὁ ξ έ α

1. Ὅρισμός. Τὸ ὕδρογόνον, ὡς γνωρίζομεν (σελ. 64), συνδέεται ὁμοιοπολικῶς καὶ ἐπομένως αἱ ἐνώσεις του εἰς ἐλευθέρην κατάστασιν συνίστανται *ἀπὸ μόρια καὶ ὄχι ἀπὸ ἰόντα*.

Τὰ μόρια ὅμως μερικῶν ὑδρογονούχων ἐνώσεων διίστανται εἰς ἰόντα κατὰ τὴν διάλυσιν των εἰς ὕδωρ καὶ παρέχουν ὡς κοινὸν συστατικὸν τὸ κατιὸν ὕδρογόνον H^+ .

Οὕτω, τὸ *ὕδροχλωρίον* συνίσταται ἀπὸ μόρια τοῦ τύπου HCl καὶ εἶναι *ἄεριον* ἄχρουν, δηκτικῆς ὁσμῆς, πολὺ διαλυτὸν εἰς ὕδωρ. Μόλις ὅμως διαλυθῇ εἰς ὕδωρ, τὰ μόριά του διίστανται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ὕδατος καὶ παρέχουν *ἰόντα* H^+ καὶ Cl^- .



Τὸ προκύπτον οὕτω ἄχρουν (καὶ ἄοσμον, ὅταν δὲν εἶναι πολὺ πυκνὸν) διάλυμα ὑδροχλωρίου καλεῖται *ὕδροχλωρικὸν ὀξύ*. Ὅλοι αἱ ὑδρογονοῦχοι

ένώσεις αι όποια επιδεικνύουν συμπεριφοράν ανάλογον με τὸ ὑδροχλωρίον χαρακτηρίζονται γενικῶς ὡς **δξέα**, διὰ τὰ όποια ἐπομένως δύναται νὰ δοθῇ ὁ ἑξῆς ὁρισμός :

Όξέα εἶναι αἱ ὑδρογονοῦχοι ἐνώσεις τῶν όποίων τὰ ὑδατικά διαλύματα ἀποτελοῦν ἠλεκτρολύτας καὶ περιέχουν ὡς κοινὸν συστατικὸν τὸ κατιὸν ὑδρογόνου H^+ .

Τὸ ἀνιὸν εἰς τὰ διαλύματα τῶν ὀξέων εἶναι ἀμέταλλον ($Cl^- Br^-, S^{2-}$ κ.α.) ἢ ἠλεκτραρνητικὸν συγκρότημα ατόμων (NO_3^-, SO_4^{2-} κ.α.). Τὰ ὀξέα τῶν όποίων τὸ ἀνιὸν εἶναι ὀξυγονοῦχος ρίζα καλοῦνται **ὀξυγονικά ὀξέα**. Τὰ ὀξέα συμβατικῶς δύνανται νὰ παρασταθοῦν διὰ τοῦ τύπου $H_x R$, **δπου x τὸ σθένος τοῦ ἀνιόντος R .**

Ἀληθές κατιὸν εἰς τὰ ὑδατικά διαλύματα τῶν ὀξέων, ὡς εἶδομεν, (σελ. 00) εἶναι τὸ κατιὸν ὀξώνιον, σχηματιζόμενον ἐκ τῆς ἀντιδράσεως τῶν μορίων αὐτοῦ με ὕδωρ : $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$. Αἱ παρεχόμεναι ὁμως ὑπὸ τῶν ὀξέων κοιναὶ ἀντιδράσεις εἶναι αἱ αὐταί, εἴτε τὸ H_3O^+ , εἴτε τὸ H^+ δεχθῶμεν ὡς κοινὸν συστατικὸν εἰς τὰ διαλύματα αὐτῶν. Διὰ τοῦτο, πρὸς ἀπλούστευσιν, θὰ χρησιμοποιοῦμεν πάντοτε τὸν ἀνωτέρω δοθέντα ὁρισμὸν τῶν ὀξέων.

2. Χαρακτηριστικαὶ ιδιότητες ὀξέων. Τὰ ὀξέα ἐμφανίζουν σειρὰν κοινῶν ιδιοτήτων αἱ όποια **τὰ χαρακτηρίζουν** καὶ ὀφείλονται εἰς τὸ κοινὸν συστατικὸν αὐτῶν, τὸ κατιὸν ὑδρογόνου H^+ . Αἱ χαρακτηριστικαὶ αὐταὶ ιδιότητες, ἀφοροῦν τὰ **ὑδατικά διαλύματα τῶν ὀξέων**, συνοψίζονται δὲ ὑπὸ τὸν γενικὸν ὄρον **ὀξινος συμπεριφορὰ ἢ ὀξινος ἀντίδρασις**. Εἰς τὴν περιγραφὴν τῶν ιδιοτήτων τῶν ὀξέων θὰ λαμβάνεται κυρίως ὡς παράδειγμα τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, ἀναλόγως πρὸς τὸ ὅποιον συμπεριφέρονται τὰ διαλύματα καὶ τῶν ἄλλων ὀξέων.

I. Γεύσις ὀξέων. Ἐὰν δοκιμάσωμεν ἀραιὸν ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, διαπιστοῦται ἡ χαρακτηριστικὴ **ὀξινος** γεῦσις. Ἡ αὕτῃ ὀξινος γεῦσις διαπιστοῦται εἰς τὰ διαλύματα ὅλων τῶν ὀξέων, εἶναι δὲ εἰς ὅλους γνωστὴ ἀπὸ τὸν χυμὸν τῶν ἐσπεριδοειδῶν, τὰ όποια περιέχουν τὸ **κιτρικὸν ὀξύ**. Ἐπομένως :

Τὰ ὀξέα ἔχουν γεῦσιν ὀξινον.

II. Ἐπίδρασις ὀξέων ἐπὶ τῶν δεικτῶν. Ὁρισμέναι ὀργανικαὶ ἐνώσεις, ὅπως τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου, ἡ ἡλιανθίνη, ἡ φαινολοφθαλεῖνη κ. α. ἀποκτοῦν διαφόρους χρωματισμούς, ἀναλόγως τοῦ περιβάλλοντος εἰς τὸ ὅποιον εὐρίσκονται. Ἐπειδὴ δὲ διὰ τοῦ ἐκάστοτε χρωματισμοῦ τῶν **δεικνύουν** τὰ ὀξίνα, βασικά ἢ οὐδέτερα διαλύματα, καλοῦνται **δείκται**. Οὕτω καθαρὸν ὕδωρ καθίσταται οὐδέτερον μετὰ τὸ βάμμα τοῦ **ἡλιοτροπίου** καὶ **κίτρινον μετὰ τὴν ἡλιανθίνη**. Ἐὰν ἐν συνεχείᾳ προστεθῇ ὀλίγον ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, τὸ διάλυμα εἰς ἀμφοτέρως τὰς περιπτώσεις χρωματίζεται **ἐρυθρόν**. Ἡ φαινολοφθαλεῖνη εἰς καθαρὸν ὕδωρ εἶναι ἄχρους, παραμένει δὲ ἄχρους καὶ διὰ προσθήκης ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος. Ἐὰν ὁμως εἰς καθαρὸν ὕδωρ προστεθῇ σταγὼν διαλύματος καυστικοῦ νατρίου $NaOH$ (**βάσις**, ὡς θὰ εἶδομεν περαιτέρω), ἡ φαινολοφθαλεῖνη χρωματίζεται ἐρυθρά, ἐν συνεχείᾳ δὲ ἀποχρωματίζεται με ὀλίγον ὑδροχλωρικὸν ὀξύ. Τοὺς ἰδίους χρωματισμούς παρατηροῦμεν καὶ εἰς διαλύματα ἄλλων ὀξέων. Ἐπομένως :

Τὰ ὀξέα προσδίδουν χαρακτηριστικὸν χρῶμα εἰς τοὺς δείκτας.

Οὕτω π. γ. *ερυθραίνουν τὴν ἡλιανθίνην καὶ τὸ βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου καὶ ἀποχρωματίζουν τὸ ἐρυθρανθὲν διὰ βάσεων διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης.*

III. Ἐπίδρασις ὀξέων ἐπὶ βάσεων. Ἐστω ὕδροχλωρικὸν ὀξύ, περιέχον ἐν γραμμομόριον (36,5 gr) HCl ἀνὰ λίτρον καὶ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου, περιέχον ἐν γραμμομόριον NaOH ἀνὰ λίτρον.

Θέτομεν ἐντὸς φιαλιδίου 50cm³ ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος (1/20 γραμμορίου HCl) καὶ ἐρυθραίνομεν μὲ ἡλιοτρόπιον. Ἐν συνεχείᾳ προσθέτομεν προσεκτικὰ διὰ προχοϊδος διάλυμα καυστικοῦ νατρίου. Μόλις προστεθῶν 50 cm³ ἐκ τοῦ διαλύματος τούτου (1/20 γραμμορίου NaOH), διὰ μιᾶς ἐπὶ πλέον σταγόνος τὸ διάλυμα καθίσταται ἀποτόμως κυανοῦν, πρῶγμα τὸ ὅποιον ἀποδεικνύει ὅτι τὰ ὕδρογονοῦντα H⁺ ἐξηφανίσθησαν καὶ λέγομεν ὅτι τὸ ὀξύ *ἐξουδετερώθη* ὑπὸ τῆς βάσεως. Ἐάν ἐν συνεχείᾳ τὸ διάλυμα ἐξατμισθῇ, ἀπομένει ἐντὸς τοῦ φιαλιδίου κρυσταλλικὸν στερεόν, εὐκόλως ἀναγνωριζόμενον ὡς τὸ κοινὸν μαγειρικὸν ἅλας (χλωριόϋχον νάτριον NaCl). Ἐκ τῶν ἀνωτέρω εἶναι προφανές ὅτι τὸ ὕδροχλωρικὸν ὀξύ καὶ τὸ καυστικὸν νάτριον ἀντιφύρουν μεταξύ τους *ἐπὶ ἀναλογίαν ἴσων γραμμομορίων*, τοῦτο δὲ ἀποδίδεται διὰ τῆς χημικῆς ἐξισώσεως :



Ἀναλόγως πρὸς τὸ ὕδροχλωρικὸν ὀξύ συμπεριφέρονται ὅλα τὰ ὀξέα, τόσοον μὲ τὸ καυστικὸν νάτριον, ὅσον καὶ μὲ τὰς ἄλλας βάσεις. Ἐπομένως :

Τὰ ὀξέα ἀντιφύρουν μὲ βάσεις πρὸς σχηματισμὸν ἁλατος καὶ ὕδατος, κατὰ τὸ γενικὸν σχῆμα :



Τὸ ἀνωτέρω φαινόμενον καλεῖται *ἐξουδετέρωσις*.

Ἐξ ὅλων τῶν κοινῶν ιδιοτήτων τῶν ὀξέων ἰδιαίτερος σημαντικὴ καὶ *κατ' ἐξοχὴν χαρακτηριστικὴ* δι' αὐτὰ εἶναι ἡ ἀνωτέρω ἀντίδρασις μὲ τὰς βάσεις. Οὕτω, πλὴν τοῦ ἀρχικῶς δοθέντος *θεωρητικοῦ ὁρισμοῦ*, τὰ ὀξέα, βάσει τῆς κυρίως χαρακτηριστικῆς τῶν ιδιότητος, δύνανται *πειραματικῶς* νὰ ὁρισθῶν ὡς ἑξῆς :

Ὅξέα εἶναι οἱ ἠλεκτρολύται, οἱ ὅποιοι ἀντιφύρουν μὲ βάσεις πρὸς σχηματισμὸν ἁλατος καὶ ὕδατος.

IV. Ἐπίδρασις ὀξέων ἐπὶ μετάλλων. Ἐάν τεμάχιον σιδήρου ριφθῇ εἰς ἐπαρκὲς ὕδροχλωρικὸν ὀξύ, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μέταλλον *διαλύεται*, ἐνῶ ἐκλύεται ἀέριον τὸ ὅποιον διαπιστοῦται ὅτι εἶναι ὕδρογόνον H₂. Ἐάν ἐν συνεχείᾳ τὸ διάλυμα ἐξατμισθῇ, ἀπομένουν κρυσταλλοὶ *ἁλατος*, τὸ ὅποιον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν τύπον FeCl₂.

Τὸ φαινόμενον ἀποδίδεται ὑπὸ τῆς χημικῆς ἐξισώσεως :



Ἀναλόγως μὲ τὸν σίδηρον συμπεριφέρονται καὶ ἄρκετὰ ἄλλα μέταλλα, τόσοον μὲ τὸ ὕδροχλωρικὸν ὀξύ, ὅσον καὶ μὲ ἄλλα συνήθη ὀξέα. Ἐπομένως :

Τὰ ὀξέα ἀντιφύρουν μὲ ὠρισμένα μέταλλα καὶ παρέχουν ἅλας καὶ ὕδρογόνον, κατὰ τὸ γενικὸν σχῆμα :



Ἡ ἐπιτέλεις τῆς ἀνωτέρω ἀντιδράσεως, ἡ ὁποία ὑπάγεται εἰς τὴν γενικωτέραν κατηγορίαν τῶν *ἀπλῶν ἀντικαταστάσεων*, ὑπόκειται εἰς τοὺς ἐξῆς περιορισμούς :

α) Τὸ μέταλλον πρέπει νὰ εἶναι δραστικώτερον (ἤλεκτροθετικώτερον) τοῦ ὕδρογόνου. Ἐὰν τὸ μέταλλον εἶναι μεταβλητοῦ σθένους, σχηματίζεται τὸ ἅλας μὲ τὸ κατώτερον σθένος τοῦ μετάλλου, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ ἀνωτέρω παρὰ δειγμα τοῦ οἰδήρου.

β) Τὸ ὀξύ δὲν πρέπει νὰ εἶναι *ὀξειδωτικόν*. Ἐκ τῶν συνήθων ὀξέων ὀξειδωτικὰ εἶναι τὸ νιτρικόν ὀξύ HNO_3 καὶ τὸ πυκνόν - θερμὸν θεικόν ὀξύ H_2SO_4 , τὰ ὁποῖα ὅταν ἀντιδρῶν μὲ μέταλλα παρέχουν ἄλλα ἀέρια καὶ ὄχι ὕδρογόνον (βλ. κεφ. ὀξειδοαναγωγῆς).

γ) Τὸ σχηματιζόμενον ἅλας πρέπει νὰ εἶναι *εὐδιάλυτον*. Ἄλλως ἢ ἀντίδρασις δὲν ἐπιτελεῖται πρακτικῶς, διότι τὸ σχηματιζόμενον κατὰ τὴν ἑναρξιν τῆς ἀντιδράσεως *ἀδιάλυτον* ἅλας δημιουργεῖ *προστατευτικὸν στρώμα* ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ μετάλλου καὶ παρεμποδίζει τὴν περαιτέρω ἐπαφὴν μὲ τὸ ὀξύ. Οὕτω, ὁ μόλυβδος δὲν ἀντιδρᾷ πρακτικῶς μὲ τὰ συνήθη ὀξέα, ὕδροχλωρικόν, ἀραιὸν θεικόν, διότι καλύπτεται ἐπιφανειακῶς ἀπὸ λεπτὸν προστατευτικὸν στρώμα ἀδιαλύτου PbCl_2 ἢ PbSO_4 .

V. Ἡλεκτρόλυσις ὀξέων. Κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν ὕδατικῶν διαλυμάτων ὀξέων, εἰς τὴν κάθοδον ἐκλύεται πάντοτε ἀέριον ὕδρογόνον H_2 :

$$2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow 2\text{H} \rightarrow \text{H}_2.$$

Ἡ ἀνωτέρω ἰδιότης δὲν εἶναι χαρακτηριστικὴ ἰδιαιτέρως διὰ τὰ ὀξέα, διότι H_2 εἰς τὴν κάθοδον λαμβάνεται καὶ κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν διαλυμάτων βάσεων, ὡς καὶ ὠρισμένων ἀλάτων (σελ. 110).

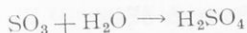
3. Φυσικὴ κατάσταση καὶ διαλυτότης ὀξέων. Εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν ὑπάρχουν *ἀέρια* (HCl , HBr ...), *ὑγρά* (HNO_3 , H_2SO_4 ...) καὶ *στερεὰ ὀξέα* (H_3PO_4 , H_3BO_3 ...). Τὰ ὀξέα εἶναι γενικῶς εὐδιάλυτα εἰς ὕδωρ, (ἄλλωστε αἱ γενικαὶ τῶν ἰδιότητες ἀναφέρονται εἰς ὕδατικά διαλύματα), πλὴν σπανίων περιπτώσεων, ὅπως π. χ., τοῦ ὀλίγον διαλυτοῦ βορικοῦ ὀξέος H_3BO_3 . Τὰ συνήθη ἀέρια καὶ ὑγρά ὀξέα, ὡς καὶ τὰ διαλύματα αὐτῶν, εἶναι ἄχρσα.

4. Παρασκευαὶ ὀξέων. Παρὰ τὸ ὅτι ἔν ὅξιν εἶναι δυνατόν νὰ παρασκευασθῇ μὲ τελείως ἐιδικὴν δι' αὐτὸ μέθοδον, ὑπάρχουν ὠρισμένα μέθοδοι γενικωτέρως ἐφαρμογῆς.

I. Μὴ ὀξυγονοῦχα ὀξέα (HF , HCl , HBr , HI , H_2S) παρασκευάζονται δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως ὕδρογόνου καὶ τοῦ ἀντιστοίχου ἀμετάλλου.



II. Ἀρκετὰ ὀξυγονοῦχα ὀξέα παρασκευάζονται δι' ἐπίδρασεως ὕδατος ἐπὶ τῶν ἀντιστοιχῶν ἀνυδριτῶν (σελ. 120).



III. Ἡ γενικὴ μέθοδος παρασκευῆς ὀξέων εἶναι ἡ ἐπίδρασις ἐνὸς ἄλλου καταλλήλου ὀξέος, ἐπὶ ἁλατος περιέχοντος τὸ ἀνιὸν τοῦ ὀξέος τὸ ὁποῖον θέλομεν νὰ λάβωμεν, κατὰ τὴν γενικὴν ἐξίσωσιν.



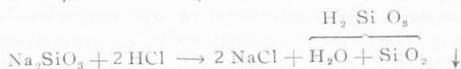
Ἡ ἀνωτέρω ἀντίδρασις διπλῆς ἀντικαταστάσεως ἐπιτελεῖται μόνον ὅταν ἔν τῶν προϊόντων ἐκφεύγει τοῦ κύκλου τῆς ἀντιδράσεως ὡς ἀέριον ἢ ὡς ἀδιάλυτον σῶμα (*ἴζημα*) καὶ συγκεκριμένως ὅταν :

α) Τὸ σχηματιζόμενον ἄλας καταπίπτει ὡς ἴζημα.



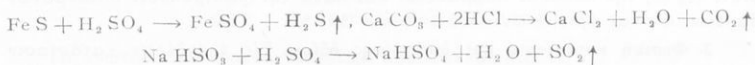
Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν, τὸ χρησιμοποιούμενον ἄλας πρέπει νὰ εἶναι εὐδιάλυτον.

Εἰς σπανίας περιπτώσεις καταπίπτει ὡς ἴζημα τὸ οχηματιζόμενον *δυσδιάλυτον* ὀξύ. Οὕτω, δι' ἐπιδράσεως ὀξέος ἐπὶ εὐδιαλύτων πυριτικῶν ἀλάτων, καταπίπτει ὡς ἴζημα τὸ πυριτικόν ὀξύ H_2SiO_3 , λαμβανόμενον ὑπὸ τὴν μορφήν τοῦ ἀνυδρίτου τοῦ διοξειδίου τοῦ πυριτίου SiO_2 :



β) Τὸ σχηματιζόμενον ὀξύ ἐξαεροῦνται, ὡς περισσότερον πτητικόν τοῦ χρησιμοποιούμενου ὀξέος. Ἡ περίπτωσις αὕτῃ εἶναι ἡ σπουδαιότερα, οὕτω δὲ παρασκευάζονται κυρίως τὰ ἐξῆς πτητικὰ ὀξέα :

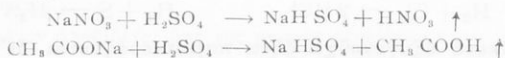
1. H_2S , CO_2 , SO_2 . (Τὰ ὀξέα ἀνθρακικόν H_2CO_3 καὶ θειῶδες H_2SO_3 , μὴ ὑπάρχοντα — ὡς περιγράφεται κατωτέρω — ὑπὸ μορφήν ἐλευθέρων μορίων, λαμβάνονται κατὰ τὴν διπλὴν ἀντικατάστασιν ὑπὸ μορφήν ὕδατος καὶ τοῦ ἀερίου ἀνυδρίτου των CO_2 , SO_2). Τὰ ἀνωτέρω ὀξέα — ἀέρια εἰς συνήθεις συνθήκας καὶ μικρὰς σχετικῆς διαλυτότητος εἰς ὕδωρ — ἐξαεροῦνται εὐκόλως δι' ἀπλῆς ἐπιδράσεως ἄλλου συνήθους ὀξέος, ἐπὶ οἰουδήποτε ἁλτος αὐτῶν :



2. Τὰ ὕδραλογόνα HF , HCl , HBr , HJ . Ἐν καὶ ἀέρια εἰς συνήθεις συνθήκας — τὸ ὕδροφθόριον εἶναι πολὺ πτητικόν ὕγρον — λόγῳ τῆς μεγάλης των διαλυτότητος εἰς ὕδωρ ἐν ψυχρῷ, τὰ ὀξέα αὐτὰ ἐξαεροῦνται μόνον δι' ἐπαρκoῦς θερμάνσεως ἀλάτων τους μὲ μὴ πτητικὰ ὀξέα. Διὰ τὴν παρασκευὴν HF , HCl χρησιμοποιεῖται ἐπαρκῶς πυκνὸν H_2SO_4 , ἐνῶ διὰ τὴν παρασκευὴν HBr , HJ τὸ φωσφορικόν ὀξύ H_3PO_4 . (Τὸ H_3PO_4 δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ καὶ διὰ παρασκευὴν HF , HCl , ἐνῶ τὸ HBr καὶ HJ ὀξειδοῦνται διὰ θερμάνσεως μὲ πυκνὸν H_2SO_4 . (Βλ. κεφ. ὕδραλογόνων).



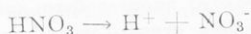
3. Τὸ νιτρικόν ὀξύ καὶ ὠρισμένα πτητικὰ ὀργανικὰ ὀξέα. Τὰ ὀξέα αὐτὰ δὲν εἶναι εἰς συνήθεις συνθήκας ἀέρια, ἐξαεροῦνται ὅμως δι' ἐπαρκoῦς θερμάνσεως ἀλάτων τους μὲ πυκνὸν H_2SO_4 .



3. Μονοβασικά καὶ πολυβασικά ὀξέα

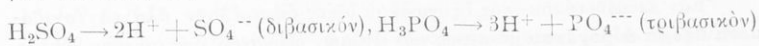
Ἀναλόγως τοῦ πλῆθους τῶν ὑδρογονοῦντων H^+ τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ προκύβουν ἀπὸ ἓν μόνιον αὐτῶν, τὰ ὀξέα διακρίνονται εἰς *μονοβασικά* καὶ *πολυβασικά*.

1. Μονοβασικά (ή μονοδύναμα ή μονοσθενή) καλούνται τὰ ὀξέα τῶν ὁποίων τὸ μόριον περιέχει ἓν μόνον ἄτομον ὑδρογόνου, δυνάμενον νὰ λάβῃ τὴν μορφήν κατιόντος (H^+):



Ἀπὸ κάθε μονοβασικὸν ὄξύ, δι' ἐξουδετερώσεως τούτου ὑπὸ βάσεως, προκύπτει πάντοτε ἓν μόνον ἄλας.

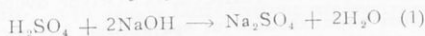
2. Πολυβασικά (ή πολυδύναμα ή πολυσθενή) καλούνται τὰ ὀξέα τῶν ὁποίων τὸ μόριον περιέχει δύο ἢ περισσότερα ἄτομα ὑδρογόνου δυνάμενα νὰ λάβουν τὴν μορφήν κατιόντος (H^+). Διακρίνομεν ἀναλόγως *διβασικά, τριβασικά* ὀξέα κ.ο.κ.



Πρέπει νὰ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὅτι δὲν ἐμφανίζονται κατ' ἀνάγκην ὡς κατιόντα ὅλα τὰ ἄτομα ὑδρογόνου, τὰ περιεχόμενα εἰς τὸ μόριον τοῦ ὀξέος. Οὕτω, τὸ ὀξικὸν ὄξύ $C_2H_4O_2$ ἢ CH_3COOH εἶναι μονοβασικόν καὶ ὄχι τετραβασικόν ὄξύ: $CH_3COOH \rightarrow H^+ + CH_3COO^-$. Ἀνάλογα παρατηροῦνται εἰς τὰ πλείστα *ὀργανικά ὀξέα*, ἐνῶ εἰς τὰ συνήθη *ἀνόργανα ὀξέα ὅλα* τὰ ἄτομα ὑδρογόνου τοῦ μορίου δύνανται νὰ λάβουν τὴν μορφήν κατιόντος. (Τὸ φωσφορῶδες ὄξύ H_3PO_3 εἶναι διβασικόν ὄξύ).

Ἐὰς παρακολουθήσωμεν ἤδη τὴν ἐπίδρασιν βάσεως ἐπὶ ἑνὸς διβασικοῦ ὀξέος, ἔστω τοῦ $NaOH$ ἐπὶ H_2SO_4 .

α) Διὰ τὰ νὰ *ἐξουδετερωθῇ* διάλυμα περιέχον ὠρισμένα γραμμομόρια H_2SO_4 , πρέπει νὰ προστεθῇ διάλυμα περιέχον διπλάσια γραμμομόρια $NaOH$. Ἐὰν ἐν συνεχείᾳ τὸ διάλυμα ἐξατμισθῇ, ἀπομένει κρυσταλλικὴ μάζα ἁλατος, τὸ ὅποιον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν τύπον Na_2SO_4 :



β) Εἰς διάλυμα περιέχον ὠρισμένα γραμμομόρια H_2SO_4 , προστίθεται διάλυμα περιέχον ἴσος γραμμομόρια $NaOH$. Ἐὰν ἐν συνεχείᾳ τὸ διάλυμα ἐξατμισθῇ, ἀπομένει κρυσταλλικὴ μάζα νέου ἁλατος, τὸ ὅποιον ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν τύπον $NaHSO_4$ (ὀξινον θεικὸν νάτριον):



Ἡ ἀνωτέρω ἀντίδρασις ὀρίζεται ὡς *μερικὴ ἐξουδετέρωσις* τοῦ διβασικοῦ ὀξέος ὑπὸ τῆς βάσεως, ἐνῶ ἡ προηγούμενη εἶναι ἡ *πλήρης ἐξουδετέρωσις* ἢ ἁπλῶς *ἐξουδετέρωσις* αὐτοῦ.

Τὸ $NaHSO_4$ εἶναι ἄλας, ἀλλὰ καὶ ὄξύ ταυτοχρόνως, διότι εἰς ἀραιὸν διάλυμα ἰονίζεται κατὰ τὸ σχῆμα: $NaHSO_4 \rightarrow Na^+ + H^+ + SO_4^{--}$.

Ἐὰν εἰς διάλυμα τοῦ ἁλατος τούτου προστεθοῦν ἰσάριθμα γραμμομόρια $NaOH$, τὸ διάλυμα *ἐξουδετεροῦται πλήρως*, δι' ἐξατμίσεως δὲ λαμβάνεται πάλιν Na_2SO_4 :



Ἡ ἐξίσωσις (1) δύναται νὰ θεωρηθῇ ἄθροισμα τῶν (2) καὶ (3). Εἶναι φανερόν ὅτι δύναται νὰ ληφθῇ καὶ μίγμα Na_2SO_4 καὶ $NaHSO_4$, ἔαν εἰς τὴν (3) δὲν προστεθῇ ἐπαρκὲς ποσὸν $NaOH$ πρὸς πλήρη μετατροπὴν τοῦ $NaHSO_4$ εἰς Na_2SO_4 . Ἡ σειρὰ σχηματισμοῦ τῶν ἀνωτέρω ἁλῶν δύναται νὰ ἀναστροφῇ, διὰ προσθήκης τοῦ ὀξέος εἰς τὸ διάλυμα τῆς βάσεως. Ἐὰν προστεθοῦν γραμμομόρια H_2SO_4 ἴσα πρὸς τὸ ἥμισυ τῶν γραμμομορίων τοῦ $NaOH$, τὸ διὰ

λυμα εξουδετεροῦται, σχηματιζομένου Na_2SO_4 . Ἐάν ἐν συνεχείᾳ προσεθῇ νέον ποσὸν H_2SO_4 , τὸ Na_2SO_4 μετατρέπεται εἰς NaHSO_4 .

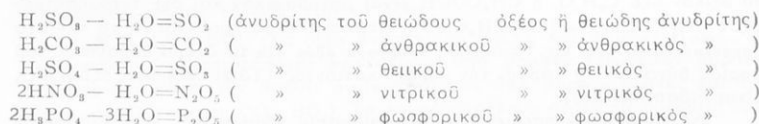


Ἀνάλογα παρατηροῦνται καὶ μὲ τὰ ἄλλα διβασικὰ ὀξέα. Ἐπομένως: *Τὰ διβασικὰ ὀξέα σχηματίζουν δι' ἀντιδράσεως μὲ βάσιν δύο διαφορετικὰ ἄλατα. (Ὁξίνα ἄλατα εἰς περίσσειαν ὀξέος, οὐδέτερα εἰς περίσσειαν βάσεως).*

Ἐκ τῶν τριβασικῶν ὀξέων δύνανται νὰ ληφθοῦν τρία διαφορετικὰ ἄλα-
τα κ.ο.κ.

4. Ἀνυδρίται ὀξέων (Ὁξίνα ὀξειδία)

Ἐάν ἐκ τοῦ τύπου ἑνὸς ὀξυγονικοῦ ὀξέος ἀφαιρεθοῦν *ὅλα τὰ ἰονιζό-
μενα ἄτομα ὑδρογόνου* μὲ μέρος τῶν ἀτόμων ὀξυγόνου, ὑπὸ μορφὴν ὕδατος,
προκύπτει ὁ τύπος τοῦ καλουμένου *ἀνυδρίτου τοῦ ὀξέος* (=ἄνυδρον ὀξύ,
ὄξύ ἄνευ ὕδατος).

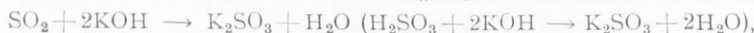


Ὡς παρατηροῦμεν, *διὰ τὰ ἀνόργανα ὀξέα* ὁ ἀνυδρίτης εἶναι τὸ ὀξειδίου
τοῦ χαρακτηριστικοῦ στοιχείου, μὲ τὸ σθένος τὸ ὅποιον τοῦτο ἐμφανίζει εἰς
τὸ ὄξύ. Οἱ ἀνυδρίται τῶν *ὀργανικῶν* ὀξέων εἶναι ὀργανικαὶ ἐνώσεις καὶ ὄχι
ὀξειδία:



Πολλοὶ ἀνυδρίται παρασκευάζονται *πραγματικῶς* διὰ τῆς ἀνωτέρω ἀφυ-
δατώσεως.

Οἱ ἀνυδρίται τῶν ὀξέων ἀντιδρῶν μὲ τὰς βάσεις καὶ παρέχουν τὰ ἄλα-
τα τὰ ὅποια θὰ παρῆγον καὶ τὰ ἀντίστοιχα ὀξέα:



Ὀυσιαστικῶς λοιπὸν οἱ ἀνυδρίται ἐπιδεικνύουν χημικὴν συμπεριφορὰν
ὀξέων, καλοῦνται δὲ λόγῳ τούτου καὶ *ὀξίνα ὀξειδία*. Προκύπτει ἐπομένως
ὁ ἑξῆς *πειραματικὸς ὁρισμός*:

*Ὁξίνα ὀξειδία ἢ ἀνυδρίται ὀξέων καλοῦνται τὰ ὀξειδία τὰ ὅποια
ἀντιδρῶν μὲ βάσεις καὶ παρέχουν ἄλατα, συμπεριφερόμενα οὕτω ὡς
ὀξέα.* Τὰ ὀξίνα ὀξειδία εἶναι κατ' ἀρχὴν ὀξειδία ἀμετάλλων.

Οἱ ἀνυδρίται τῶν ὀξέων, ἀναμιγνύμενοι μὲ ὕδωρ, συνήθως ἀντιδρῶν
παρέχοντες τὰ ἀντίστοιχα ὀξέα, καλοῦνται δὲ διὰ τοῦτο καὶ *ὀξεογόνα
ὀξειδία*:

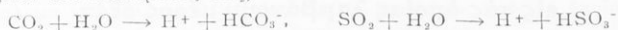


Μερικοὶ ἀνυδρίται δὲν ἐνοῦνται πρακτικῶς μὲ τὸ ὕδωρ, διότι τὰ ἀντί-
στοιχα ὀξέα εἶναι ἀσταθῆ, μὴ ὑπάρχοντα οὐσιαστικῶς ὑπὸ μορφὴν ἐλευθέρων
μορίων. Αὕτη εἶναι ἡ περίπτωσις τῶν ὀξέων *ἀνθρακικῶν* H_2CO_3 καὶ *θειώδους*

H_2SO_4 , των οποίων ἐλεύθερα μόρια των ἀνωτέρω τύπων δὲν ἔχουν ἀπομονωθεί. Εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν ὑπάρχουν μόνον τὰ ὀξείδια CO_2 , SO_2 , τὰ ὁποῖα ἀντιδρῶν μετὰ τὰς βάσεις καὶ σχηματίζουν ἄλατα ἀντιστοιχοῦντα εἰς τοὺς τύπους των ἀνωτέρω διβασικῶν ὀξέων, των ὁποίων λόγῳ τούτου χαρακτηρίζονται ὡς ἀνυδρίται. Οὕτω τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος CO_2 , διαβιβάζομενον εἰς διάλυμα NaOH , σχηματίζει δύο διαφορετικὰ ἄλατα, ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὸ ὑποθετικὸν ἀνθρακικὸν ὀξύ H_2CO_3 :



Εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν τὸ CO_2 καὶ τὸ SO_2 εἶναι ἀέρια. Ὁ ἀσθενέστατος ὀξίνος χαρακτήρ των διαλυμάτων CO_2 καὶ SO_2 ὀφείλεται εἰς ἀντίδρασιν ἐλαχίστων μορίων αὐτῶν μετὰ τὸ ὕδωρ (τὸ διάλυμα SO_2 εἶναι περισσότερον ὀξινον τοῦ διαλύματος CO_2):



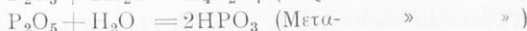
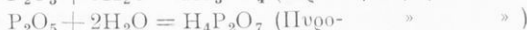
Τέλος ὠρισμένα στερεὰ ὀξείδια εἶναι ἀδιάλυτα εἰς ὕδωρ, χαρακτηρίζονται δὲ ὡς **ὄξινα**, διότι ἀντιδρῶν μετὰ βάσεις πρὸς σχηματισμὸν ἀλάτων. Οὕτω τὸ διοξείδιον τοῦ πυριτίου SiO_2 (ἡ κοινὴ ἄμμος κλπ.) εἶναι μὲν ἀδιάλυτον εἰς ὕδωρ, ἀντιδρᾷ ὅμως μετὰ διάλυμα NaOH , πρὸς σχηματισμὸν πυριτικοῦ ἁλατος.



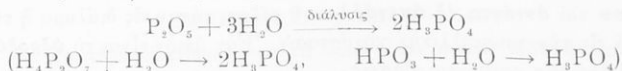
Τὸ SiO_2 εἶναι ἐπικείμενος ὁ **ἀνυδρίτης τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος** H_2SiO_3 .

5. Ὀρθο-Πυρο-Μετα-Ὀξέα

Ὁ αὐτὸς ἀνυδρίτης δυνατὸν νὰ ἀντιστοιχῇ εἰς περισσότερα τοῦ ἑνὸς ὀξέα, διαφέροντα ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ τὸ ὁποῖον ἀναλογεῖ ἀνὰ μόριον ἀνυδρίτου. Τὰ ὀξέα αὐτὰ ἔχουν κοινὸν ὄνομα, διακρινόμενα διὰ προτάξεως των λέξεων **ὀρθο-, πυρο-, μετα-**, κατὰ σειρὰν ἐλαττουμένης περιεκτικότητος εἰς ὕδωρ:



Διὰ διαλύσεως τοῦ ἀνυδρίτου εἰς ὕδωρ προκύπτει διάλυμα τοῦ ὀρθοξέος, διότι τὰ πυρο καὶ μετα ὀξέα ἐφυδατοῦνται εἰς διάλυμα:



1. Τὰ **ὀρθοξέα** εἶναι τὰ συνηθέστερα (τὰ **ὀρθὰ** ὀξέα), εἰς αὐτὰ δὲ συχνὰ παραλείπεται ἡ λέξις **ὀρθο**. Οὕτω, τὸ ὀξύ H_3PO_4 ὀνομάζεται συνηθῶς ἀπλῶς **φωσφορικὸν ὀξύ**.

2. Τὰ **πυρο-ὀξέα**, προκύπτουν τυπικῶς, ἐάν ἀπὸ δύο μόρια ὀρθοξέος ἀφαιρεθῇ ἓν μόριον ὕδατος:



Τὸ ὄνομα **πυρο-ὀξέα** ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι συχνὰ **παρασκευάζονται πρᾶγματι** δι' ἀφυδατώσεως των ὀρθοξέων **ἐν θερμῷ**:



Εἶναι προφανές ὅτι πυρο-ὀξέα δύνανται νὰ ληφθοῦν ἀπὸ διβασικὰ τουλάχιστον συνήθη ὀξυγονούχα ὀξέα (ὀρθοξέα).

3. Τα μετα-οξέα προκύπτουν τυπικῶς, ἐὰν ἀπὸ ἓν μόριον ὀρθοξέος ἀφαιρεθῇ ἓν μόριον ὕδατος: $\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O} = \text{HPO}_3$.

Τὸ ὄνομα *μετα-οξέα* ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι συχνά *παρασκευάζονται πρᾶγματι* δι' ἀφυδατώσεως τῶν ὀρθοξέων εἰς ὑψηλότεραν θερμοκρασίαν ἀπὸ τὴν χρησιμοποιομένην διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν πυρο-οξέων. (Μετὰ τὰ πυρο-οξέα).



Εἶναι προφανές ὅτι μετα-οξέα δύνανται νὰ ληφθοῦν ἀπὸ τριβασικά του-λάχιστον συνήθη ὀξυγονοῦχα ὀξέα (ὀρθοξέα).

6. Ἐμπειρική γενίκευσις ἐπὶ τῶν ἀντιδράσεων εἰς τὰς ὁποίας λαμβάνουν μέρος ὀξέα

Ὅταν ἓν ἢ περισσότερα μέταλλα — ἐλεύθερα ἢ ἡνωμένα — λαμβάνουν μέρος εἰς ἀντιδράσεις παρουσία ὀξέος, θὰ ἐμφανισθοῦν εἰς τὰ προϊόντα ὡς ἄλλα τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὸ ὄξύ τοῦτο:



Πότε *πρᾶγματι* δύνανται νὰ ἐπιτελεσθοῦν ἀντιδράσεις τῆς ἀνωτέρω μορφῆς καὶ ποῖα θὰ εἶναι τὰ ὑπόλοιπα, πλὴν ἁλμάτων, προϊόντα, ἀποτελεῖ θέμα συστηματικῆς μελέτης εἰς διάφορα κεφάλαια. Ἦδη εἶδομεν ὅτι τὰ *ὀξέα* ἀντιδρῶν μὲ *βάσεις* $[\text{Me}(\text{OH})_x]$ καὶ παρέχουν *ἄλας καὶ ὕδωρ*, ὡς καὶ μὲ ὠρισμένα μέταλλα καὶ παρέχουν *ἄλας καὶ ὕδρογόνο*. Ἀναγράφομεν ἓν συνθετικὸν παράδειγμα, ὑπαγόμενον εἰς τὴν *ὀξειδοαναγωγὴν* (Κεφ. 1Δ).



7. Βάσεις

1. Ὅρισμός. Τὰ μέταλλα συνδέονται, ὡς γνωρίζομεν (σελ. 63), *ἐτεροπολικῶς*, σχηματίζοντα ἐνώσεις αἱ ὁποῖαι εἶναι χυσταλλινὰ στερεά. Ὡς ἐτεροπολικαί, αἱ ἐνώσεις αὗται συνίστανται ὄχι ἀπὸ μόρια, ἀλλὰ ἀπὸ *κατιόντα μετάλλου καὶ ἀνιόντα ἐξ ἀμετάλλου ἢ ρίζης*, τόσον εἰς διάλυμα ἢ τῆγμα, ὅσον καὶ εἰς τὴν χυσταλλικὴν κατ᾿ἀστασιν. Ἐὰν ἀνιὼν εἶναι τὸ *ὕδροξύλιον* OH^- , αἱ ἐνώσεις καλοῦνται *βάσεις*.

Ἐπομένως: *Βάσεις εἶναι οἱ ἡλεκτρολύται οἱ ὁποῖοι περιέχουν ὡς κοινὸν συστατικὸν τὸ ἀνιὼν OH^-* . Τὸ κατιὼν τῶν βάσεων εἶναι μέταλλον, σπανίως δὲ ρίζα. (Κυρίως ἢ ρίζα NH_4^+ , εἰς τὴν βᾶσιν NH_4OH).

Εἰς ἕκαστον κατιὼν ἀντιστοιχοῦν x ἀνιόντα OH^- , ὅπου x τὸ σθένος τοῦ κατιόντος. Διὰ τοῦτο αἱ βάσεις παρίστανται μὲ τὸν συμβατικὸν τύπον $\text{Me}(\text{OH})_x$, εἶναι δηλαδὴ τὰ καλούμενα *ὕδροξείδια*.

Ἀναλόγως τοῦ σθένους τοῦ κατιόντος, διακρίνονται *βάσεις μονόξиноι* (μονοθενεῖς ἢ μονοδύναμοι) ὡς τὸ NaOH καὶ KOH , *δισόξиноι* (διοθενεῖς ἢ διδύναμοι) ὡς τὸ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ κ.ο.κ.

Εἶναι προφανές ὅτι βάσεις δὲν εἶναι ὅλαι αἱ ἐνώσεις αἱ περιέχουσαι ρίζαν ὕδροξυλίου, ἀλλὰ μόνον ἐκεῖναι εἰς τὰς ὁποίας τὸ ὕδροξύλιον ἐμφανίζε-

ται ως ανιόν. Ούτω αί αλκοόλαι — ως τὸ κοινὸν οἶνόνπνευμα C_2H_5OH — δὲν εἶναι βάσεις, διότι τὸ περιεχόμενον ὕδροξύλιον δὲν ἐμφανίζεται ὡς ανιόν.

2. Χαρακτηριστικαὶ ιδιότητες τῶν βάσεων. Αἱ βάσεις ἐμφανίζουν σειρὰν κοινῶν ιδιοτήτων, αἱ ὁποῖαι *τὰς χαρακτηρίζουν* καὶ ὀφείλονται εἰς τὸ κοινὸν συστατικὸν αὐτῶν, τὸ ανιὸν OH^- . Αἱ χαρακτηριστικαὶ ιδιότητες, ἀφορῶσαι κατ' ἀρχὴν ὕδατικά διαλύματα τῶν βάσεων, ἀναφέρονται ὑπὸ τὸν γενικὸν ὄρον *βασικὴ συμπεριφορὰ ἢ βασικὴ ἀντίδρασις*. Ἐνίοτε χρησιμοποιεῖται ὁ ὅρος *ἀλκαλικὴ συμπεριφορὰ*, ἐπειδὴ αἱ σημαντικώτεραι βάσεις εἶναι τῆς ὁμάδος τῶν μετὰλλων τῶν *ἀλκαλίων*, κυρίως καλίου, νατρίου.

Εἰς τὴν περιγραφὴν τῶν ιδιοτήτων τῶν βάσεων θὰ ληφθῇ ὡς παράδειγμα τὸ διάλυμα τοῦ καυστικοῦ νατρίου $NaOH$, ἀναλόγως πρὸς τὸ ὁποῖον συμπεριφέρονται καὶ τὰ διαλύματα τῶν ὑπολοίπων βάσεων.

I. Γεῦσις καὶ ἀφὴ βάσεων. Ἐάν δοκιμάσωμεν ὅραϊόν διάλυμα $NaOH$ διαπιστώνομεν γεῦσιν καυστικὴν, ἐνῶ διὰ τριβῆς τῶν δακτύλων μετὰ ἐμβάπτεισιν εἰς τὸ διάλυμα, διαπιστοῦται ἡ χαρακτηριστικὴ σαπῶν οειδὴς ἀφὴ. Ἐπομένως :

Αἱ βάσεις ἔχουν γεῦσιν καυστικὴν καὶ ἀφὴν σαπωνοειδῆ.

II. Ἐπίδρασις βάσεων ἐπὶ τῶν δεικτῶν. Διὰ προσθήκης διαλύματος $NaOH$ εἰς τὸ ἰώδες ἢ ἐρυθρανθὲν δι' ὀξέος βάμμα τοῦ ἡλιотροπίου, τοῦτο καθίσταται *κίτρινον*. Ἐπίσης ἡ ἄχρους φαινολοφθαλεῖνη καθίσταται *ερυθρά*, ἐνῶ ἐπαναφέρεται εἰς τὸ *κίτρινον* τὸ ἐρυθρανθὲν δι' ὀξέος διάλυμα ἑλλανθίνης. Ἐπομένως :

Αἱ βάσεις προσδίδουν εἰς τοὺς δεικτας χαρακτηριστικὸν δι' ἑκαστον χρῶμα, διάφορον τῶν ὀξέων.

III. Ἐπίδρασις βάσεων ἐπὶ τῶν ὀξέων. Ὡς εἶδομεν (σελ. 116), κατὰ τὴν προσθήκην διαλύματος καυστικοῦ νατρίου εἰς ὕδροχλωρικὸν ὀξύ, ἐπέρχεται ἐξουδετέρωσις :



Ἐπομένως : *Αἱ βάσεις ἀντιδρῶν μετ' ὀξέα, πρὸς σχηματισμὸν ἡλατος καὶ ὕδατος, κατὰ τὸ γενικὸν σχῆμα :*



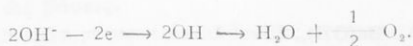
Ἡ ἀνωτέρω ἀντίδρασις μετὰ τὰ ὀξέα εἶναι *ἡ κατ' ἐξοχὴν χαρακτηριστικὴ* διὰ τὰς βάσεις. Οὕτω, πλὴν τοῦ ἀρχικῶς δοθέντος *θεωρητικοῦ ὁρίσμου*, αἱ βάσεις δύνανται *πειραματικῶς* νὰ ὁρισθῶν ὡς ἑξῆς :

Βάσεις εἶναι οἱ ἡλεκτρολύται οἱ ὁποῖοι ἀντιδρῶν μετ' ὀξέα, πρὸς σχηματισμὸν ἡλατος καὶ ὕδατος.

Αἱ βάσεις σχηματίζουν ἡλατα καὶ μετὰ τοὺς ἀνυδρίτας τῶν ὀξέων :

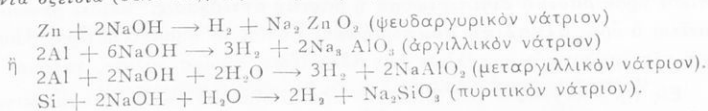


IV. Ἡλεκτρόλυσις βάσεων. Κατὰ τὴν ἡλεκτρόλυσιν τῶν βάσεων, (εἰς διάλυμα ἢ τῆγμα) ἐκλύεται πάντοτε εἰς τὴν ἀνοδὸν ἀέριον ὀξυγόνον O_2



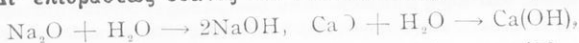
‘Οξυγόνον εις την ἄνοδον ἐκλύεται καὶ κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν διαλυμάτων ὀξυγονούχων ὀξέων καὶ ἀλάτων (σελ. 110) ‘Επομένως, ἡ ἀνωτέρω ιδιότης δὲν εἶναι χαρακτηριστικὴ ἰδιαίτερος διὰ τὰς βάσεις.

V. Ἐπίδρασις βάσεων ἐπὶ μετάλλων καὶ ἀμετάλλων. Τὰ διαλύματα τῶν βάσεων (κυρίως NaOH, KOH) ἀντιδρῶν πρὸς σχηματισμὸν ἁλατος καὶ ὕδρογόνου μόνον μετὰ μέταλλα τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ καλυπόμενα *επαμφοτερίζοντα ὀξείδια* (σελ. 126), ὡς καὶ μετὰ ὠρισμένα ἀμέταλλα, (κυρίως τὸ Si):



3. Παρασκευαὶ βάσεων.

I. Δι’ ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ τοῦ ἀντιστοίχου ἀνυδρίτου:



II. Δι’ ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ τοῦ ἀντιστοίχου μετάλλου.



Αἱ ἀνωτέρω μέθοδοι δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν μόνον διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν *ισχυρῶν καὶ εὐδιαλύτων βάσεων*.

III. Γενικὴ μέθοδος. Δι’ ἐπιδράσεως μιᾶς εὐδιαλύτου βάσεως ἐπὶ εὐδιαλύτου ἁλατος, περιέχοντος τὸ κατιὸν τῆς βάσεως τὴν ὁποίαν θέλομεν νὰ λάβωμεν, κατὰ τὸ γενικὸν σχῆμα:



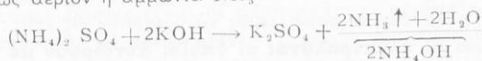
Ἡ ἀνωτέρω ἀντίδρασις *διπλῆς ἀντιανταστάσεως* ἐπιτελεῖται πάντοτε εἰς διάλυμα, πρέπει δὲ ἐν τῶν προϊόντων νὰ ἐκφεύγῃ τοῦ κύκλου τῆς ἀντιδράσεως ὡς ἀδιάλυτον σῶμα (ἱζημα). Οὕτω παρασκευάζονται τὰ *ἀδιάλυτα ὕδροξείδια* γενικῶς:



Διὰ νὰ ληφθοῦν εὐδιάλυτοι βάσεις, πρέπει νὰ εἶναι ἀδιάλυτον τὸ σχηματιζόμενον ἅλας:



Κατὰ τὴν θέρμανσιν ἀμμωνιακοῦ ἁλατος μετὰ βάσιν (ἢ ἀνυδρίτην βάσεως) λαμβάνεται ὡς ἀέριον ἢ ἀμμωνία NH_3 :



8. Εὐδιάλυτα καὶ ἀδιάλυτα ὕδροξείδια

I. Εὐδιάλυτα ὕδροξείδια εἶναι κυρίως τὰ ἑξῆς:

I. KOH, NaOH (καυστικά ἀλκάλια). Εἶναι λευκά, ἡμιδιαφανῆ κρυσταλλικὰ στερεά, ἐντόνως καυστικά καὶ πολὺ διαλυτὰ εἰς ὕδωρ, ὑπὸ ἔκλυσιν θερμότητος.

II. Ca(OH)₂, Ba(OH)₂. Εἶναι λευκὰ κονιώδη στερεά, ὀλίγον διαλυτὰ εἰς ὕδωρ. Τὰ διαυγῇ ἀραιὰ διαλύματα αὐτῶν καλοῦνται ἀντιστοίχως *ἀσβέστιον*

καὶ βάριον ὕδωρ. Τὸ γνωστὸν εἰς ὅλους Ca(OH)_2 (ἐοβεσμένη ἄβεστος) δι' ἀνα-
δεύσεως μὲ ὕδωρ παρέχει γαλακτόχρουν ρευστόν, τὸ καλούμενον *γάλα ἄβε-*
στου, ἐκ τοῦ ὁποῖου διὰ διηθήσεως λαμβάνεται τὸ ἀβεστῖον ὕδωρ.

Αἱ προηγουμένως περιγραφείσαι ιδιότητες τῶν βάσεων, ἀναφερόμεναι
κυρίως εἰς ὕδατικά διαλύματα αὐτῶν, ἀφοροῦν κατ' ἀρχὴν τὰς ἀνωτέρω εὐ-
διαλύτους βάσεις, αἱ ὁποῖαι εἶναι αἱ σημαντικώτεραι καὶ *ἰσχυραὶ βάσεις*, χα-
ρακτηριζόμεναι διὰ τὸ ὅρου *κανονικὸν* (ὡς καὶ τὸ ὕδροξειδιον τοῦ ἀμμωνίου
 NH_4OH , τὸ ὁποῖον εἶναι *ἀσθενὴς βᾶσις* καὶ ὑπάρχει μόνον εἰς διάλυμα).

2. *Ἀδιάλυτα ὕδροξείδια.* Εἶναι ὅλα τὰ ὕδροξείδια τῶν ὑπολοίπων σημαν-
τικῶν μετάλλων, συνηθέτερα δὲ εἶναι τὰ ἑξῆς:

Mg(OH)_2 λευκόν, Zn(OH)_2 λευκόν, Al(OH)_3 λευκόν, Fe(OH)_2 ἀνοικτῶς πράσι-
νον, Fe(OH)_3 καστανόχρουν, Cu(OH)_2 κυανοῦν, Pb(OH)_2 λευκόν.

Τὰ ὕδροξείδια αὐτὰ ὄχι μόνον διαλύματα δὲν παρέχουν, ἀλλὰ οὔτε τη-
γματα, διότι θερμαινόμενα χάνουν εὐκόλως ὕδωρ, μετατρέπομενα εἰς τὰ ἀντί-
στοιχα μεταλλοξείδια. Εἶναι γνωστὰ μόνον εἰς στερεὰν κατάστασιν, χα-
ρακτηρίζονται δὲ ὡς *βάσεις* διότι ἀντιδρῶν μὲ ὀξέα πρὸς σχηματισμὸν ἁλτος
καὶ ὕδατος. Οὕτω, τὸ ὕδροξειδιον τοῦ χαλκοῦ Cu(OH)_2 *διαλύεται* δι' ἐπιδρά-
σεως ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος (δηλ. μετατρέπεται εἰς εὐδιάλυτον ἅλας)



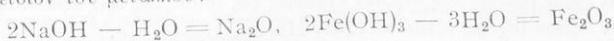
Ὡρισμένα ἐκ τῶν ἀδιαλύτων ὕδροξειδίων ἀντιδρῶν πρὸς σχηματισμὸν
ἁλτων τόσοι μὲ ὀξέα, ὅσον καὶ μὲ ἰσχυρὰς βάσεις. Ἐπειδὴ οὕτω συμπερι-
φέρονται καὶ ὡς βάσεις καὶ ὡς ὀξέα, χαρακτηρίζονται ὡς *ἐπαμφοτερίζοντα*
ὕδροξείδια:

$\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Πλὴν τοῦ Zn(OH)_2 , ἐπαμφοτερίζοντα εἶναι ἐπίσης τὸ Al(OH)_3 , Pb(OH)_2 κ.α.

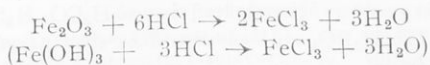
9. Ἀνυδρίται βάσεων (βασικά ὀξείδια)

Ἐπαμφοτερίζοντα ὀξείδια

1. *Ἀνυδρίται βάσεων (Βασικά ὀξείδια).* Ἐὰν ἀπὸ τὸν τύπον μιᾶς
βάσεως ἀφαιρεθῶν ὅλα τὰ ἄτομα ὑδρογόνου μὲ μέρος τῶν ἀτόμων δευτε-
ρου, ὑπὸ μορφὴν ὕδατος, προκύπτει ὁ τύπος τοῦ καλουμένου *ἀνυδρίτου τῆς*
βάσεως (=ἀνυδρὸς βᾶσις, βᾶσις ἄνευ ὕδατος), ὁ ὁποῖος εἶναι τὸ ἀντίστοι-
χον ὀξείδιον τοῦ μετάλλου:



Οἱ ἀνυδρίται τῶν βάσεων ἀντιδρῶν μὲ ὀξέα καὶ παρέχουν ἅλατα, ὡς αἱ
ἀντίστοιχοι βᾶσεις:



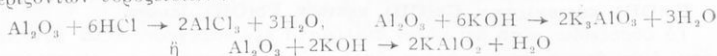
Οὐσιαστικῶς λοιπὸν τὰ ἀνωτέρω ὀξείδια συμπεριφέρονται χημικῶς ὡς
βάσεις, χαρακτηριζόμενα λόγῳ τούτου ὡς *βασικά ὀξείδια*. Ἐπομένως:

**Βασικά ὀξείδια ἢ ἀνυδρίται βάσεων καλοῦνται τὰ ὀξείδια τῶν
μετάλλων τὰ ὁποῖα ἀντιδρῶν μὲ ὀξέα πρὸς σχηματισμὸν ἁλτων,
συμπεριφερόμενα ὡς βᾶσεις.**

Τὰ βασικά ὀξείδια εἶναι ἑτεροπολικαὶ ἐνώσεις συνιστάμεναι ἀπὸ κατιόν-

μέταλλον και ανιόν O^{--} , τὸ ὁποῖον ὑπάρχει μόνον εἰς τὰ στερεὰ μεταλλοξειδια. Ἐπειδὴ ὠρισμένα βασικά ὀξειδια ἐνοῦνται μετ' ὕδωρ πρὸς σχηματισμὸν βάσεων, καλοῦνται καὶ **βασεογόνα ὀξειδια**.

2. Ἐπαμφοτερίζοντα ὀξειδια. Οὕτω καλοῦνται ὠρισμένα ὀξειδια τὰ ὁποῖα ἀντιδρῶν πρὸς σχηματισμὸν ἀλάτων, τόσων μετ' ὀξέα (συμπεριφερόμενα οὕτω ὡς βάσεις), ὅσων καὶ μετ' ἰσχυρὰς βάσεις (συμπεριφερόμενα οὕτω ὡς ὀξέα). Ἐπαμφοτερίζοντα εἶναι κυρίως ὠρισμένα μεταλλοξειδια (ZnO , Al_2O_3 , PbO κ.α.), δηλ. οἱ ἀνυδρίται τῶν ἐπαμφοτεριζόντων ὑδροξειδίων :



Κατὰ τὴν ἀντίδρασιν τῶν βάσεων, τόσον μετ' ἡ ἐπαμφοτερίζοντα ὀξειδια καὶ ὑδροξειδια (παρ. 8), ὅσον καὶ μετ' ἡ ἀντίστοιχα μέταλλα (παρ. 7), σχηματίζονται τὰ αὐτὰ ἄλατα, ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὸν τύπον τοῦ ὑποθετικοῦ ὀξέος $H_x Me O_x$ (x = σθένος μετάλλου). Τὰ ἄλατα $NaAlO_2$, Na_2SiO_3 ἀντιστοιχοῦν εἰς τύπους μετα-ὀξέων $HAlO_2$, H_2SiO_3 , προκύπτοντας ἐκ τῶν τύπων H_3AlO_3 , H_4SiO_4 , δι' ἀφαιρέσεως ἐνὸς μορίου ὕδατος).

Οἱ τύποι τόσον τῶν μεταλλοξειδίων ὅσον καὶ τῶν ὑδροξειδίων προκύπτουν εὐκόλως ἐκ τοῦ σθένους τοῦ ἀντιστοίχου κατιόντος.



Τὰ ὑδροξειδια τῶν μέταλλων συνήθως ἀφνδατοῦνται **πράγματι** διὰ θερμάνσεως, παρέχοντα τὰ ἀντίστοιχα ὀξειδια.

10. Ἰσχύς ὀξέων καὶ βάσεων — Ἐνεργὸς ὀξύτης (PH)

1. Ἰσχύς ὀξέων καὶ βάσεων. Οἱ διάφοροι ἡλεκτρολύται διακρίνονται εἰς **ἰσχυροὺς καὶ ἀσθενεῖς**, ἀναλόγως τοῦ βαθμοῦ διαστάσεως αὐτῶν (σελ. 108). Ἐπομένως : **Ἰσχυρὰ καλοῦνται τὰ ὀξέα τὰ ὁποῖα ἔχουν μεγάλον βαθμὸν διαστάσεως.** Παρέχουν οὕτω εἰς διάλυμα μεγάλον ἀριθμὸν ὑδρογονοῦόντων (H^+) καὶ λόγῳ τούτων ἐμφανίζουν ἐντόνως τὰς ιδιότητας τῶν ὀξέων. Ἐκ τῶν συνήθων ὀξέων ἰσχυρὰ εἶναι τὸ HCl , HNO_3 , H_2SO_4 κ.α.

Ἀσθενῆ καλοῦνται τὰ ὀξέα τὰ ὁποῖα ἔχουν μικρὸν βαθμὸν διαστάσεως, δηλ. ἐκεῖνα τὰ ὁποῖα εἰς διάλυμα παρέχουν σχετικῶς ὀλίγα ὑδρογονοῦόντα. Ἐκ τῶν συνήθων ὀξέων ἀσθενῆ εἶναι τὸ H_2CO_3 , H_2SO_3 , H_2S , HCN , CH_3COOH κ.α. (Τὸ H_3PO_4 καὶ ὠρισμένα ἄλλα εἶναι **μετρίως ἰσχυρὰ**).

Ἰσχυραὶ βάσεις καλοῦνται κατ' ἀντιστοιχίαν ἐκεῖναι αἱ ὁποῖαι εἰς διάλυμα παρέχουν μεγάλον ἀριθμὸν ἀνιόντων ὑδροξυλίου (OH^-) καὶ ἀσθενεῖς βάσεις ἐκεῖναι αἱ ὁποῖαι παρέχουν ὀλίγα σχετικῶς OH^- . Οὕτω αἱ βάσεις KOH , $NaOH$, $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$ εἶναι **ἰσχυραί**, ἐνὸς τὸ NH_4OH εἶναι **ἀσθενὴς βάσις**. Τὰ ἀδιάλυτα ὑδροξειδια χαρακτηρίζονται γενικῶς ὡς ἀσθενεῖς βάσεις.

2. Ἐνεργὸς ὀξύτης (PH). Τὸ συνήθες ὕδωρ ἐμφανίζει ἡλεκτρικὴν

αγωγιμότητα, οφειλομένην εις τὰ περιεχόμενα ἐν διαλύσει ἅλατα. Παρατηρήθη ὅμως ὅτι καὶ τὸ πλήρως καθαρὸν ὕδωρ, ἂν καὶ οὐδετέρας ἀντιδράσεως, παρουσιάζει ἐλαχιστοτάτην ἡλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα. Ἐκ τούτου συνάγεται ὅτι τὸ *ὑδρὸς ἀποτελεῖ ἀσθενέστατον ἡλεκτρολύτην*, διεσπᾶμενον εἰς ἐλάχιστον βαθμὸν εἰς ἰόντα, κατὰ τὸ σχῆμα:



Ἡ ἀντίδρασις τοῦ καθαροῦ ὕδατος εἶναι οὐδετέρα, ἐπεὶδὴ δημιουργεῖται ἴσος ἀριθμὸς H^+ καὶ OH^- . Τὸ γινόμενον τῶν συγκεντρώσεων * τῶν ἰόντων τοῦ ὕδατος, εἰς ὥρισμένην θερμοκρασίαν, εἶναι σταθερόν. Οὕτω, εἰς 25°C , τὸ γινόμενον τοῦτο ἔχει τιμὴν 10^{-14} καὶ ἐπειδὴ αἱ δύο συγκεντρώσεις εἶναι ἴσαι, ἐκάστη θὰ ἰσοῦται μὲ 10^{-7} .

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$$

* Ἡτοι εἰς ἓν λίτρον ὕδατος περιέχονται :

$$\frac{1}{10.000.000} \text{ gr } \text{H}^+ \text{ καὶ } \frac{17}{10.000.000} \text{ gr } \text{OH}^-.$$

Ἐφ' ὅσον τὸ γινόμενον τῶν συγκεντρώσεων H^+ καὶ OH^- εἶναι σταθερόν, ἐάν, διὰ προσθήκης ὀξέως ἢ βάσεως, αὐξηθῇ ἡ συγκέντρωσις τοῦ ἐνὸς ἐξ αὐτῶν, θὰ ἐλαττωθῇ ἀντιστοίχως ἡ συγκέντρωσις τοῦ ἑτέρου, πρὸς διατήρησιν τοῦ σταθεροῦ γινομένου. Ἐπομένως, ἐάν γνωρίζωμεν τὴν συγκέντρωσιν τῶν H^+ ἢ τῶν OH^- μόνον εἰς ἓν διάλυμα, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν συγκέντρωσιν τοῦ ἑτέρου, ἐκ τοῦ σταθεροῦ γινομένου $[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$. Οὕτω, π.χ. ἐάν $[\text{H}^+] = 10^{-6}$ τότε θὰ εἶναι $[\text{OH}^-] = 10^{-8}$ δηλ. εἰς ἓν λίτρον διαλύματος θὰ περιέχωνται (10^{-8}) gr H^+ καὶ $(17 \cdot 10^{-9})$ gr OH^- .

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω, ἡ ὀξίνος ἢ βασικὴ ἀντίδρασις ἐνὸς διαλύματος δύνανται νὰ ἐκφραθῇ πλήρως διὰ τῆς συγκεντρώσεως μόνον τῶν H^+ ἢ τῶν OH^- , ἐπεκράτησεν δὲ νὰ χρησιμοποιεῖται πρὸς τοῦτο ἡ συγκέντρωσις τῶν H^+ . Ἐπειδὴ ὅμως ἡ συγκέντρωσις τῶν H^+ εἶναι συνήθως πολὺ μικρά, ἐκφραζομένη μὲ ἀρνητικὰς δυνάμεις τοῦ δέκα, ($[\text{H}^+] = 10^{-9}$), χρησιμοποιεῖται ἀπλῶς ὁ ἐκθέτης P τῆς δυνάμεως αὐτῆς μὲ ἀντίθετον σημεῖον, ἥτοι ὁ ἀρνητικὸς δεκαδικὸς λογάριθμος τῆς συγκεντρώσεως τῶν H^+ . Ἡ κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἐκφρασις τῆς ὀξίνου ἢ βασικῆς καταστάσεως ἐνὸς διαλύματος (προταθεῖσα ὑπὸ τοῦ Sørensen) δηλοῦται διὰ τοῦ συμβολισμοῦ P_{H} (potencia hydrogenii = δυνάμις ὑδρογόνου), ἥτοι :

P_{H} (πε - χα) διαλύματος καλεῖται ὁ ἀρνητικὸς δεκαδικὸς λογάριθμος τῆς συγκεντρώσεως τῶν ὑδρογονοῦντων H^+ .

$$P_{\text{H}} = -\log [\text{H}^+]$$

Οὕτω, π.χ. $P_{\text{H}} = 8$ σημαίνει διάλυμα μὲ $[\text{H}^+] = 10^{-8}$ καὶ ἐπομένως $[\text{OH}^-] = 10^{-6}$. Δηλ. εἰς ἓν λίτρον τοῦ διαλύματος περιέχονται 10^{-8} γραμμοῖόντα H^+ (10^{-8} gr) καὶ 10^{-6} γραμμοῖόντα OH^- ($17 \cdot 10^{-6}$ gr).

* Συγκέντρωσις ἰόντος θὰ νοεῖται ἐδῶ ὁ ἀριθμὸς ὁ ὁποῖος ἐκφράζει τὸ πλήθος τῶν γραμμοῦντων ἐλευθέρου ἰόντος εἰς ἓν λίτρον διαλύματος. Ἐν γραμμοῖον εἶναι μᾶζα τοῦ ἰόντος εἰς gr ἴση μὲ τὸ ἀτομικὸν βάρος αὐτοῦ (ἢ τὸ ἄθροισμα τῶν AB). Εἰς τὴν περίπτωσιν μονοσθενῶν ἰόντων, ὅπως εἶναι τὰ H^+ καὶ OH^- , τὸ γραμμοῖον ταυτίζεται μὲ τὸ γραμμοῖοσθέντα τοῦ ἰόντος.

Τὸ P_H ἐκφράζει τὴν καλουμένην *ἐνεργὸν (πραγματικὴν) ὀξύτητα* ἐνὸς διαλύματος, ἡ ὁποία δὲν εἶναι ἀνάλογος τοῦ ποσοῦ τοῦ ἐν διαλύσει ὀξέος, ἀλλὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν H^+ τὰ ὁποῖα ἀποδίδει τοῦτο.

Τὸ καθαρὸν ὕδωρ ἔχει $P_H = 7$ (οὐδέτερα διαλύματα), τὰ ὀξεία διαλύματα $P_H < 7$, τὰ βασικὰ διαλύματα $P_H > 7$.

Ἡ τιμὴ τοῦ P_H ἀποτελεῖ ἀσφαλῆ ἔνδειξιν τῆς ἰσχύος τῶν ὀξέων καὶ τῶν βάσεων (διὰ διαλύματα τῆς αὐτῆς συγκεντρώσεως). Διὰ τὰ διαλύματα τῶν ὀξέων ($P_H < 7$), ὅσον μικρότερα εἶναι ἡ τιμὴ τοῦ P_H , τόσοι ἰσχυρότεροι εἶναι τὸ ὀξύ.

Διὰ τὰ διαλύματα τῶν βάσεων ($P_H > 7$), ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ τιμὴ τοῦ P_H , τόσοι ἰσχυρότεροι εἶναι ἡ βάσις. Κατωτέρω παρατίθεται πίναξ ἐμφαίνων τὴν ἔννοιαν τῶν τιμῶν τοῦ P_H καὶ τὰς ἀντιστοίχους συγκεντρώσεις H^+ καὶ OH^- .

$[OH^-]$	→	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
		Ἰσχυρὸς ὀξύς			Ἀσθενὴς ὀξύς			Ἀσθενὴς βασικὴ (ἀλκαλική)			Ἰσχυρὸς βασικὴ					
		ἀντίδρασις			ἀντίδρασις			ἀντίδρασις			ἀντίδρασις					
								Οὐδέτερα ἀντίδρασις								

Εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρξουν διαλύματα μὲ $P_H < 0$ ἢ $P_H > 14$, ἀλλὰ αἱ περιπτώσεις αὗται στεροῦνται πρακτικῆς σημασίας. Ἡ τιμὴ τοῦ P_H ἔχει μεγάλην σημασίαν, τόσο: διὰ τὰς τεχνικὰς ἐφαρμογὰς, ὅσον καὶ διὰ τὰς φυσιολογικὰς ἀντιδράσεις, αἱ ὁποῖαι ἐπιτελοῦνται εἰς ὀριζόμεναι τιμαὶ τοῦ P_H . Ἀναφέρουμεν τὰς τιμὰς τοῦ P_H διὰ διάφορα ὕγρα τοῦ ὁργανισμοῦ: Αἷμα 7,32 — 7,35, οὖρα 5,3 — 7, σπέρμα 6,7 — 7,2, γαστρικὸν ὑγρὸν 1,72.

Τὸ P_H προσδιορίζεται μὲ διαφόρους μεθόδους, ὅπως π.χ. διὰ συγκρίσεως τοῦ χρώματος τὸ ὁποῖον ἀποκτὰ ἐντὸς τοῦ διαλύματος κατάλληλος δείκτης, μὲ τὸ χρῶμα μιᾶς οειρᾶς διαλυμάτων γνωστῆς καὶ σταθερᾶς τιμῆς τοῦ P_H (*χρωματομετρικὴ μέθοδος*). Ἀκριβέστερον τὸ P_H προσδιορίζεται μὲ εἰδικὰ ἡλεκτρικὰ ὄργανα, τὰ *πελάμετρα*.

11. Ἐξουδετέρωσις

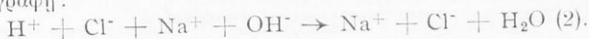
Κατὰ τὴν ἀνάμειξιν διαλυμάτων περιεχόντων ἴσα γραμμομόρια HCl καὶ $NaOH$, ἐξαφανίζονται τόσοι αἱ ιδιότητες τοῦ ὀξέος, ὅσον καὶ τῆς βάσεως καὶ τὸ διάλυμα καθίσταται *οὐδέτερον*, ὡς φαίνεται διὰ κατάλληλου δείκτη (σελ.116). Τὸ ἐπιτελούμενον χημικὸν φαινόμενον καλεῖται *ἐξουδετέρωσις*. Ἐὰν ἐν συνεχείᾳ τὸ διάλυμα ἐξατμισθῇ, ἀπομένει κρυσταλλικὴ μάζα *ἁλατος*, τὸ γλωριούχον νάτριον $NaCl$:



Ἀνάλογα παρατηροῦνται γενικῶς κατὰ τὴν ἀνάμειξιν ὀξέων καὶ βάσεων εἰς κατάλληλους ἀναλογίας. Ἐπομένως:

Ἐξουδετέρωσις καλεῖται ἡ ἀντίδρασις μεταξὺ ὀξέος καὶ βάσεως, πρὸς σχηματισμὸν ἁλατος καὶ ὕδατος.

Εἰς τὸ ἀνωτέρω παράδειγμα ἐξουδετερώσεως, τὸ δὲ καὶ ἡ βάσις εἶναι ἰσχυροὶ ἠλεκτρολύται. (Τὰ ἄλατα εἶναι ὅλα ἰσχυροὶ ἠλεκτρολύται). Ἐπομένως εἰς διάλυμα εὐρίσκονται ὑπὸ μορφὴν ἰόντων, ἡ δὲ ἀντίδρασις (1) δύναται νὰ γραφῇ:



Δι' ἀπαλοιφῆς τῶν κοινῶν ἰόντων ἔχομεν τελικῶς:



(Εἰς τὸ διάλυμα παραμένουν ἴσα ἰόντα H^+ καὶ OH^- , ἐκ τῆς ἐλαχίστης διαστάσεως τοῦ ὕδατος).

Ἐπομένως: **Ἐξουδετερώσεις εἶναι οὐσιαστικῶς ἡ συνένωσις H^+ καὶ OH^- , πρὸς σχηματισμὸν ἀδιαστάτων μορίων ὕδατος.** Τὸ ἀνιὼν τοῦ ὀξέος καὶ τὸ κατιὼν τῆς βάσεως παραινέουν εἰς τὸ διάλυμα ἀμετέβλητα, σχηματίζοντα τοὺς κρυστάλλους τοῦ ἁλατος κατὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ διαλύματος. Ἐὰν τὸ ἅλας τὸ ἀντιστοιχῶν εἰς τὰ ἰόντα αὐτὰ εἶναι ἀδιάλυτον, καταπίπτει ὡς ἴζημα κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐξουδετερώσεως. Ἡ ἐξουδετερώσις εἶναι **ἐξώ-θερμος** ἀντίδρασις.

Ἐὰν τὸ δξύ ἢ ἡ βάσις εἶναι ἀσθενῆ, δεσμευομένων H^+ ἢ OH^- , νέα μόρια αὐτῶν διίστανται. Κατὰ τὴν ἀνάμειξιν τότε ἰσοδυνάμων ποσοτήτων ὀξέος καὶ βάσεως, τὸ διάλυμα παραμένει ὀξινον ἢ βασικόν, λόγῳ ὑδρολύσεως (σελ. 135).

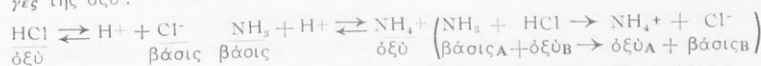
10. Σύγχρονοι ἀντιλήψεις περὶ ὀξέων καὶ βάσεων

Κατὰ τὴν θεωρίαν ἠλεκτρολυτικῆς διαστάσεως τοῦ Arrhenius, τὰ ὕδατικὰ διαλύματα τῶν ὀξέων περιέχουν ὑδρογονοῖόντα H^+ . Ἀλλὰ κατὰ τὴν σύγχρονον ἀτομικὴν θεωρίαν, τὰ H^+ εἶναι πρωτόνια, μὴ διατηρούμενα ἐλεύθερα ἐντὸς διαλύματος, δεχόμεθα δὲ ὅτι προστίθενται εἰς μόρια ὕδατος, πρὸς σχηματισμὸν τῶν κατιόντων ὀξωνίου H_3O^+ (σελ. 115). Ἐξ ἄλλου, ἡ θεωρία ἠλεκτρολυτικῆς διαστάσεως περιορίζει τὴν ἔννοιαν τῶν ὀξέων κατ' ἀρχὴν εἰς ὕδατικὰ διαλύματα, εἰς τὰ ὁποῖα περιέχεται τὸ χαρακτηριστικὸν ἰὼν αὐτῶν. (Οὕτω π.χ., τὸ ἄνυδρον HCl δὲν πρέπει νὰ εἶναι ὀξύ).

Σήμερον γίνεται δεκτὴ μία γενικωτέρα ἐνιαία θεωρία περὶ ὀξέων καὶ βάσεων (Brønsted καὶ Lowry), κατὰ τὴν ὁποίαν:

Ὅξέα εἶναι γενικῶς σώματα (μόρια ἢ ἰόντα) δυνάμενα νὰ ἀποδώσουν πρωτόνια, βάσεις δὲ εἶναι γενικῶς σώματα (ὁμοίως μόρια ἢ ἰόντα) δυνάμενα νὰ προσλάβουν πρωτόνια.

Εἶναι προφανές ὅτι διὰ νὰ ἀποδοθῇ πρωτόνιον ἀπὸ ἓν ὀξύ, πρέπει νὰ ὑπάρχῃ ἡ ἀντίστοιχος βάσις ἡ ὁποία θὰ προσλάβῃ τοῦτο. Διὰ τῆς ἀποδόσεως πρωτονίου τὸ ὀξύ μετατρέπεται εἰς βάσιν καὶ ἀντιστρόφως. Ἐπομένως, δι' ἑκάστον ὀξύ θὰ ὑπάρχῃ ἡ *συζυγῆς* του βάσις καὶ δι' ἑκάστην βάσιν τὸ *συζυγές* της ὀξύ:



Τὸ HCl εἶναι ὀξύ διότι ἀποδίδει πρωτόνιον καὶ ἡ NH_3 βάσις διότι προσ-

λαμβάνει πρωτόνιον. Τὸ ὕδωρ συμπεριφέρεται τόσοις ὡς ὀξύ, ὅσον καὶ ὡς βάσις :

$$\begin{array}{ccc} \text{H}_2\text{O} & \rightleftharpoons & \text{H}^+ + \text{OH}^- \\ \text{ὀξύ} & & \text{βάσις.} \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ & \rightleftharpoons & \text{H}_3\text{O}^+ \\ & & \text{βάσις} \qquad \qquad \text{ὀξύ} \end{array}$$

Αἱ ἀντιδράσεις κατὰ τὰς ὁποίας πρωτόνιον μεταφέρεται ἀπὸ ἑνὸς σώματος εἰς ἕτερον καλοῦνται *πρωτολυτικαὶ ἀντιδράσεις*.

11. "Αλατα

1. Ὅρισμός. "Αλατα καλοῦνται οἱ ἠλεκτρολύται οἱ περιέχοντες ὡς κατιὸν μέταλλον ἢ ρίζαν ἠλεκτροθετικὴν, ὡς ἀνιὸν δὲ ἀμέταλλον ἢ ρίζαν ἠλεκτραρνητικὴν. (Ἐὰν μόνον ἀνιὸν εἶναι τὰ OH^- , αἱ ἐνώσεις εἶναι βάσεις). Τὰ ἄλατα εἶναι προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως μεταξὺ ὀξέων καὶ βάσεων, ἢ δὲ ὀνομασία ἐλήφθη ἐκ τοῦ χλωριούχου νατρίου NaCl , προϊόντος τῆς ἀντιδράσεως μεταξὺ ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος καὶ καυστικοῦ νατρίου, τὸ ὁποῖον ἦτο κοινῶς γνωστὸν ὡς *ἄλας*. "Αλατα παρασκευάζονται καὶ μὲ πολλοὺς ἄλλους τρόπους. Δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὅτι προέρχονται, εἴτε ἐκ τῶν ὀξέων, δι' ἀντικαταστάσεως ὕδρογονοῦντων H^+ αὐτῶν ὑπὸ ἐτέρων κατιόντων (μετάλλων ἢ ἠλεκτροθετικῶν ριζῶν), εἴτε ἐκ τῶν βάσεων, δι' ἀντικαταστάσεως ὕδροξυλίωντων αὐτῶν ὑπὸ ἐτέρων ἀνιόντων (ἀμετάλλων ἢ ἠλεκτραρνητικῶν ριζῶν).

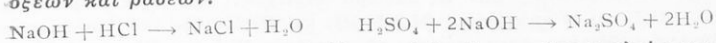
Τὰ ἄλατα εἶναι ὅλα στερεὰ σώματα καὶ ὡς ἑτεροπολικά ἐνώσεις συνίστανται ἀπὸ ἰόντα καὶ ὄχι ἀπὸ μόρια, τόσοις εἰς διάλυμα ἢ τήγμα, ὅσον καὶ εἰς στερεὰν κατάστασιν. Οἱ τύποι διὰ τῶν ὁποίων ἀποδίδονται τὰ ἄλατα εἶναι συμβατικοί, ἐκφράζοντες ἄπλως τὴν ἀναλογίαν τῶν ἰόντων τῶν. Τὰ ἄλατα, ἐπειδὴ δὲν ἔχουν κοινὸν δι' ὅλα ἰόν—ὡς τὰ ὀξέα ἢ αἱ βάσεις—δὲν ἔχουν χαρακτηριστικὰς κοινὰς ιδιότητες. Ἠλεκτρολύονται εἰς διαλύματα ἢ τήγματα, παρέχοντα διάφορα προϊόντα, ἀναλόγως τοῦ εἶδους τῶν ἰόντων τῶν καὶ τῶν συνθηκῶν ἠλεκτρολύσεως (σελ. 111).

2. Ταξινομήσεις ἁλάτων. Τὰ ἄλατα ἀποτελοῦν τὴν πλεον πολυάριθμον τάξιν ἀνοργάνων ἐνώσεων, ταξινομοῦνται δὲ εἰς διαφόρους κατηγορίας, ἀναλόγως τῆς συστάσεώς των, κυρίως δὲ ἀναλόγως τῆς τυπικῆς τῶν σχέσεως πρὸς τὰ ὀξέα καὶ τὰς βάσεις.

1. Ἀπλᾶ ἄλατα. Οὐδέτερα — Ὁξίνα — Βασικά. Ἀπλᾶ καλοῦνται τὰ ἄλατα τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὅτι προέρχονται εἴτε ἐκ τῶν ὀξέων, δι' ἀντικαταστάσεως H^+ (ὀλικῆς ἢ μερικῆς) ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ ἐτέρου κατιόντος, εἴτε ἐκ τῶν βάσεων, δι' ἀντικαταστάσεως OH^- ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ ἐτέρου ἀνιόντος. *Τὰ ἀπλᾶ ἄλατα εἶναι τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως μεταξὺ ἑνὸς μόνον ὀξέος καὶ μιᾶς μόνον βάσεως.* Ἐκ τῆς ἀντιδράσεως μεταξὺ μονοβασικοῦ ὀξέος καὶ μονοξίνου βάσεως λαμβάνεται ἓν μόνον ἄλας (οὐδέτερον).

Ἐκ τῶν πολυβασικῶν ὀξέων ἢ τῶν πολυοξίνων βάσεων δύνανται νὰ ληφθοῦν περισσότερα τῆς μιᾶς σειρᾶ ἁλάτων, διὰ πλήρους ἢ μερικῆς ἀντικαταστάσεως τῶν H^+ ἢ τῶν OH^- αὐτῶν ἀντιστοίχως. Διακρίνομεν οὕτω, *οὐδέτερα, ὀξίνα καὶ βασικά ἄλατα.*

α) Ουδέτερα καλούνται τὰ ἅλατα τὰ ὁποῖα δὲν περιέχουν οὔτε ὕδρογονοῖόντα (H^+) οὔτε ὕδροξυλιόντα (OH^-). Δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὅτι προέρχονται εἴτε ἐκ τῶν ὀξέων, διὰ πλήρους ἀντικαταστάσεως τῶν H^+ ὑπὸ μετάλλου ἢ ρίζης ἡλεκτροθετικῆς, εἴτε ἐκ τῶν βάσεων, διὰ πλήρους ἀντικαταστάσεως τῶν OH^- ὑπὸ ἀμετάλλου ἢ ρίζης ἡλεκτρααρνητικῆς. **Τὰ οὐδέτερα ἅλατα εἶναι τὰ προϊόντα τῆς πλήρους ἀλληλοεξουδετερώσεως ὀξέων καὶ βάσεων.**



β) "Οξίνα καλούνται τὰ ἅλατα τὰ ὁποῖα περιέχουν εἰσέτι κατιόν-
τα ὕδρογόνου (H^+). Δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν πολυ-
λυβασικῶν ὀξέων, διὰ μερικῆς ἀντικαταστάσεως τῶν H^+ ὑπὸ μετάλλου ἢ
ρίζης ἡλεκτροθετικῆς. **Τὰ ὀξίνα ἅλατα εἶναι τὰ προϊόντα τῆς μερικῆς
ἐξουδετερώσεως τῶν πολυβασικῶν ὀξέων, ἐξουδετεροῦνται δὲ περαι-
τέρω εἰς οὐδέτερα ἅλατα (σελ. 119).**



Διακρίνονται εἰς **μονόξινα** ἢ ἀπλῶς ὀξίνα ($NaHSO_4$, K_2HPO_4), **δισόξινα** (KH_2PO_4) κ.λ.π. ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὕδρογονοῖόντων τὰ ὁποῖα ἀντι-
στοιχοῦν εἰς τὸν τύπον αὐτῶν. Χαρακτηριστικὸν τῶν ὀξίνων ἀλάτων εἶναι τὰ
κατιόντα H^+ καὶ ὅχι τὰ ἄτομα ὕδρογόνου. Οὕτω, τὸ ὀξικὸν νάτριον CH_3COONa
εἶναι οὐδέτερον ἅλας, διότι τὰ ὕδρογόνα του δὲν ἐμφανίζονται ὡς κατιόντα.

γ) Βασικὰ καλούνται τὰ ἅλατα τὰ ὁποῖα περιέχουν εἰσέτι ἀνιόν-
τα ὕδροξυλίου (OH^-). Δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν πο-
λυοξίνων βάσεων, διὰ μερικῆς ἀντικαταστάσεως τῶν OH^- ὑπὸ ἀμετάλλου ἢ
έτερας ἡλεκτρααρνητικῆς ρίζης. **Τὰ βασικὰ ἅλατα εἶναι τὰ προϊόντα τῆς
μερικῆς ἐξουδετερώσεως τῶν πολυοξίνων βάσεων, ἐξουδετεροῦνται δὲ
περαιτέρω εἰς οὐδέτερα ἅλατα.**



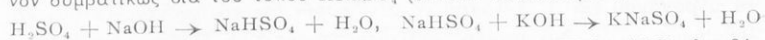
Διακρίνονται εἰς **μονοβασικά** ἢ ἀπλῶς βασικά [$Ca(OH)Cl$, βασικὸν χλω-
ριοῦχον ἀσβεστιον], **διβασικά** [$Bi(OH)_2NO_3$, διβασικὸν νιτρικὸν βιομούθειον] κλπ.,
ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὕδροξυλιόντων τὰ ὁποῖα ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸν τύ-
πον αὐτῶν. Τὰ βασικὰ ἅλατα σπανίως παρίστανται μὲ τοὺς ἀνωτέρω ἀπλοῦς
τύπους. Συνήθως ἀναγράφονται ὡς μίγματα τοῦ οὐδετέρου ἁλτος καὶ τῆς
ἀντιστοίχου ἐλευθέρας βάσεως. Οὕτω τὰ βασικὰ ἀνθρακικά ἅλατα τοῦ χαλ-
κοῦ δύνανται νὰ παρασταθοῦν ὡς ἐξῆς: $\chi CuCO_3 \cdot \psi Cu(OH)_2$. Ὑπάρχουν δὲ ὡς
ὀρυκτὰ δύο τοιαῦτα ἅλατα (μαλαχίτης $\rightarrow \chi = \psi = 1$, ἄζουριτης $\rightarrow \chi = 2, \psi = 1$).
Εἰς τὰς συνήθεις ἐξουδετερώσεις δὲν λαμβάνομεν ὑπ' ὄψιν τὸν σχηματισμὸν
βασικῶν ἀλάτων*.

II. Μικτὰ καὶ διπλᾶ ἅλατα. Ἀποτελοῦν οὐσιαστικῶς μίαν κατηγο-
ρίαν, δυνάμενα νὰ ὁρισθοῦν ἐνιαίως ὡς ἐξῆς: **Μικτὰ ἢ διπλᾶ καλοῦνται
τὰ ἅλατα τὰ συνιστάμενα ἀπὸ δύο τουλάχιστον διαφορετικὰ κατιόντα**

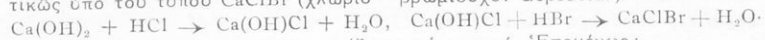
* Δὲν πρέπει νὰ γίνεται σύγχυσις μεταξὺ τῆς ἀνωτέρω **τοπικῆς κατατά-**
ξεως τῶν ἀλάτων καὶ τῆς συμπεριφορᾶς τῶν διαλυμάτων των, ἡ ὁποία δύνα-
ται νὰ ἐπηρρεασθῇ ἀπὸ τὸ φαινόμενον τῆς ὕδρολύσεως.

(πλήν H^+) και ἔν ἀνιόν ἢ ἀπὸ δύο τουλάχιστον διαφορετικὰ ἀνιόντα (πλήν OH^-) και ἔν κατιόν. Ἡ διάκρισις εἰς μικτὰ καὶ διπλὰ ἀναφέρεται εἰς τὴν συμβατικὴν τῶν παραστάσεων καὶ τὸν συνήθη τρόπον παρασκευῆς. Διαλυόμενα εἰς ὕδωρ παρέχουν ὅλα τὰ ἰόντα ἐκ τῶν ὁποίων συνίστανται. Τὰ μικτὰ καὶ διπλὰ ἄλατα εἶναι συνήθως οὐδέτερα, δυνατόν ὅμως νὰ εἶναι καὶ ὄξινα ἢ βασικά.

α) Μικτὰ ἄλατα. Ἐάν εἰς διάλυμα περιέχον 1 Mol H_2SO_4 προστεθῇ 1 Mol NaOH καὶ ἐν συνεχείᾳ 1 Mol KOH, δι' ἐξαμίσσεως τοῦ διαλύματος λαμβάνεται οὐδέτερον ἄλας περιέχον τὰ κατιόντα Na^+ καὶ K^+ , ἀποδιδόμενον συμβατικῶς διὰ τοῦ τύπου $KNaSO_4$ (θειικὸν καλιονάτριον).



Ἀναλόγως ἐκ τοῦ $Ca(OH)_2$, δι' ἐξουδετερώσεως μὲ HCl καὶ HBr , λαμβάνεται οὐδέτερον ἄλας περιέχον τὰ ἀνιόντα Cl^- καὶ Br^- , ἀποδιδόμενον συμβατικῶς ὑπὸ τοῦ τύπου $CaClBr$ (χλωριο — βρωμιόχον ἀσβέστιον).



Τὰ ἀνωτέρω ἄλατα χαρακτηρίζονται ὡς *μικτὰ*. Ἐπομένως:

Μικτὰ καλοῦνται τὰ ἄλατα τὰ σχηματιζόμενα ἐκ τῶν πολυβασικῶν ὀξέων δι' ἐξουδετερώσεως αὐτῶν ὑπὸ δύο (τουλάχιστον) διαφορετικῶν βάσεων, ἢ ἐκ τῶν πολυξίνων βάσεων δι' ἐξουδετερώσεως αὐτῶν ὑπὸ δύο (τουλάχιστον) διαφορετικῶν ὀξέων. Δηλαδή τὰ μικτὰ ἄλατα δύνανται νὰ θεωρηθῶν προϊόντα ἀντικαταστάσεως, εἴτε τῶν H^+ πολυβασικοῦ ὀξέος ὑπὸ δύο τουλάχιστον διαφορετικῶν κατιόντων, εἴτε τῶν OH^- πολυξίνου βάσεως ὑπὸ δύο τουλάχιστον διαφορετικῶν ἀνιόντων.

β) Διπλὰ ἄλατα. Ἐντὸς ὕδατος διαλύεται K_2SO_4 καὶ $Al_2(SO_4)_3$. Ἐάν ἐν συνεχείᾳ τὸ διάλυμα συμπυκνωθῇ, δὲν κρυσταλλοῦνται χωριστὰ τὰ ἀνωτέρω ἀπλὰ ἄλατα, ἀλλὰ λαμβάνεται ἐνιαία κρυσταλλικὴ μάζα, συνισταμένη ἀπὸ ἴσα γραμμομόρια αὐτῶν, εἰς τὴν ὁποίαν συγκρατεῖται καὶ κρυσταλλικὸν ὕδωρ (σελ. 134). Τὸ σῶμα τοῦτο χαρακτηρίζεται ὡς *διπλὸν ἄλας*, καὶ ἀποδίδεται ὑπὸ τοῦ συμβατικοῦ τύπου: $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$. Ἐπομένως:

Διπλὰ καλοῦνται τὰ ἄλατα τὰ λαμβανόμενα διὰ συγκρυσταλλώσεως δύο ἀπλῶν ἀλάτων, ὑπὸ ὥρισμένην ἀναλογίαν. Τὰ διπλὰ ἄλατα ἔχουν συνήθως κοινὸν ἀνιόν, σπανιώτερον δὲ κοινὸν κατιόν.

Αἱ στυπτηρίαι εἶναι διπλὰ ἔνδρα θειικὰ ἄλατα μονοσθενοῦς καὶ τρισθενοῦς μετάλλων, ἀποδιδόμενα ὑπὸ τοῦ γενικοῦ τύπου $M_2SO_4 \cdot M_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ ($M = K^+, Na^+, NH_4^+, \dots$, $M = Al^{+++}, Fe^{+++}, Cr^{+++}, \dots$)

Ἡ κοινὴ στυπτηρία εἶναι τὸ ἀνωτέρω διπλὸν ἄλας (Στυπτηρία καλίου — ἀργιλίου).

Συχνὰ διπλὰ ἄλατα ἀνευρίσκονται ὡς ὀρυκτὰ καὶ εἶναι γνωστὰ μὲ τὰ ἐμπειρικὰ ὀρυκτολογικὰ τῶν ὀνόματα: KCl , $MgCl_2$, $6H_2O$ (καρναλίτης), $CaCl_2 \cdot 3Ca_3(PO_4)_2$ (ἀπατίτης).

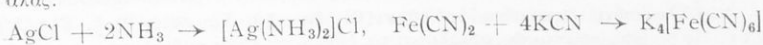
III. Σύμπλοκα ἄλατα. Τὰ σύμπλοκα ἄλατα ἀποτελοῦν ἰδιαιτέρην κατηγορίαν διὰ τὴν ὁποίαν δὲν εἶναι δυνατόν νὰ δοθῇ ἀπλοῦς ὁρισμός. Εἶναι

άλατα κατά την ηλεκτρολυτική διάστασιν τῶν ὁποίων παρέχεται καὶ ἰὼν πολυπλόκου συντάξεως, τὸ καλούμενον **σύμπλοκον ἰόν**. Οὕτω τὸ σιδηροκυανίουχον κάλιον $K_4[Fe(CN)_6]$, διαλυόμενον εἰς ὕδωρ παρέχει κατιόντα καλίου K^+ καὶ ἀνιόντα συνιστάμενα ἀπὸ ὁλόκληρον τὸ ἐντὸς ἀγκύλης συγκρότημα, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὸ σύμπλοκον ἰόν :



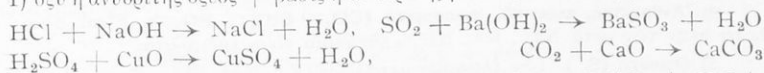
Τὸ σύμπλοκον ἰὼν συνίσταται ἐξ ἐνὸς ἀτόμου βαρέως μετάλλου συνήθως (Zn, Fe, Cu, Ag κ.α), τὸ ὁποῖον καλεῖται **κεντρικὸν ἄτομον**, συνδεδεμένον μὲ ἀπλὰ ἀνιόντα ἢ μόρια ἀπλῶν ἐνώσεων, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **ὑποκαταστάται**. Τὸ πλῆθος τῶν ὑποκαταστατῶν οἱ ὁποῖοι εἶναι συνδεδεμένοι μὲ τὸ κεντρικὸν ἄτομον καλεῖται **ἀριθμὸς μοριακῆς συντάξεως** αὐτοῦ. Τὰ σύμπλοκα ἰόντα εἶναι συνήθως ἀνιόντα, σπανιώτερον δὲ κατιόντα.

Τὰ σύμπλοκα ἄλατα δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὅτι προέρχονται ἐκ τοῦ συνδυασμοῦ δύο ἀπλουστερῶν ἐνώσεων, ἐκ τῶν ὁποίων ἡ μία τουλάχιστον εἶναι ἄλας.



3. Ἀντιδράσεις διὰ τῶν ὁποίων λαμβάνονται ἄλατα.

1) ὀξὺ ἢ ἀνυδρίτης ὀξέος + βάσις ἢ ἀνυδρίτης βάσεως $\rightarrow$ ἄλας (+ ὕδωρ).



2) Ἀλας + ὀξὺ $\rightarrow$ ἄλας + ὀξύ: $FeS + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2S \uparrow$

3) Ἀλας + βάσις $\rightarrow$ ἄλας + βάσις: $MgCl_2 + 2KOH \rightarrow 2KCl + Mg(OH)_2 \downarrow$

4) Ἀλας + ἄλας $\rightarrow$ ἄλας + ἄλας: $AgNO_3 + NaCl \rightarrow NaNO_3 + AgCl \downarrow$

5) Ὄξυ + μέταλλον $\rightarrow$ ἄλας + ὑδρογόνον: $H_2SO_4 + Zn \rightarrow ZnSO_4 + H_2$

6) Μέταλλον + ἀμέταλλον $\rightarrow$ ἄλας: $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$.

Πλὴν τῶν ἀνωτέρω ἄλατα σχηματίζονται καὶ εἰς πολλὰς ἄλλας ἀντιδράσεις, ὅπως εἰς πλείστας ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς.

Αἱ ἀντιδράσεις 2, 3, 4, εἶναι **διπλαῖ ἀντικαταστάσεις**, (σελ. 79) δηλαδὴ ἐναλλαγὰι ἰόντων τῶν ἀναμιγνυομένων ηλεκτρολυτῶν. Ἐπιτελοῦνται κατ' ἀρχὴν εἰς διαλύματα διὰ **συνδυασμοῦ ἰόντων** πρὸς σχηματισμὸν σωμάτων τὸ ὁποῖον ἐκφεύγει εἴτε ὡς ἀέριον, εἴτε ὡς ἴζημα (μετατόπιοις χημικῆς ἰσορροπίας πρὸς τὰ δεξιὰ, ἐπιτελουμένης οὕτω πρακτικῶς τῆς ἀντιδράσεως πρὸς μίαν κατεύθυνσιν).

Οὕτω, ἡ ἐπιτελουμένη ἀντιδρασις κατὰ τὴν ἀνάμειξιν διαλυμάτων $AgNO_3$ καὶ $NaCl$ εἶναι :



Δι' ἐξατμίσεως τοῦ διαλύματος λαμβάνεται καὶ τὸ $NaNO_3$.

Πρέπει νὰ ἔχωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι δὲν ὑπάρχει ἀπόλυτος διάκρισις μεταξὺ εὐδιαλύτων καὶ ἀδιαλύτων σωμάτων. Ὑπάρχουν σώματα μὲ μεγάλην, μέσην μικράν καὶ ἐλαχίστην διαλυτότητα. Τὰ τελευταῖα χαρακτηρίζονται ὡς ἀδιάλυτα. Δυνατὸν κατὰ τὴν ἀνάμειξιν διαλυμάτων δύο ηλεκτρολυτῶν, δλαε τὰ ἰόντα αὐτὸν νὰ παραμείνουν ἐν διαλύσει. Κατὰ τὴν συμπίκνωσιν τοῦ διαλύματος κρυσταλλοῦται πρῶτος, διὰ συνδυασμοῦ τῶν ἀντιστοίχων ἰόντων, ὁ ἡλε-

κτρολύτης με την μικροτέραν διαλυτότητα. Έπομένως, διπλάι αντικαταστάσεις μεταξύ αλάτων δύνανται να επιτελεσθούν όχι μόνον όταν καταπίπτει ίζημα κατά την ανάμιξιν των διαλυμάτων, αλλά και βάσει της διαφοράς διαλυτότητος κατά την συμπίκνωσιν τοῦ διαλύματος. Οὕτω, κατά την ανάμιξιν διαλύματος NaNO_3 καὶ KCl παραμένουν ἐν διαλύσει ὅλα τὰ ἰόντα (Na^+ , NO_3^- , K^+ , Cl^-). Διὰ συμπίκνωσος τοῦ διαλύματος κρυσταλλοῦται πρῶτον, διὰ συνδυασμοῦ ἰόντων Na^+ καὶ Cl^- , τὸ ἔχον μικροτέραν διαλυτότητα NaCl .



Δι' ἐξατμίσεως τοῦ διαλύματος λαμβάνεται καὶ τὸ KNO_3 , διὰ τὸ ὁποῖον ἡ ἄνωτέρω ἀντίδρασις ἀποτελεῖ μέθοδον παρασκευῆς.

Εἰς τὰς διπλὰς ἀντικαταστάσεις ὑπάγεται τυπικῶς καὶ ἡ *ἐξουδετέρωσις*. (Συνδυασμὸς H^+ καὶ OH^- πρὸς σχηματισμὸν μορίων H_2O , δηλ. σώματος ἐλάχιστα ἰονιζομένου).

4. Διαλυτότης αλάτων. Τὰ ἄλατα εἶναι κατὰ τὸ πλεῖστον εὐδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ. Μερικὰ ὅμως εἶναι ὀλίγον διαλυτὰ, ὥρισμένα δὲ πρακτικῶς ἀδιάλυτα. Ἀναφέρονται κατωτέρω τὴν διαλυτότητα τῶν κυριωτέρων αλάτων εἰς ὕδωρ.

- 1) Νιτρικά, χλωρικά, ὀξικά (NO_3^- , ClO_3^- , CH_3COO^-).** Εἶναι εὐδιάλυτα.
- 2) Χλωριούχα, βρωμιούχα, ἰωδιούχα (Cl^- , Br^- , I^-).** Τὰ μετὰ Ag^+ , Pb^{++} , Cu^+ , Hg^+ εἶναι πρακτικῶς ἀδιάλυτα, τὰ ὑπόλοιπα εἶναι εὐδιάλυτα.
- 3) Θεϊκὰ (SO_4^{--}).** BaSO_4 , PbSO_4 εἶναι πρακτικῶς ἀδιάλυτα, CaSO_4 , Ag_2SO_4 εἶναι ἐλάχιστα διαλυτὰ. Τὰ ὑπόλοιπα εὐδιάλυτα.
- 4) Ἀνθρακικά, πυριτικά, φωσφορικά (CO_3^{--} , SiO_3^{--} , PO_4^{--}).** Εἶναι ἀδιάλυτα πλὴν τῶν μετὰ Na^+ , K^+ , NH_4^+ τὰ ὁποῖα εἶναι εὐδιάλυτα.
- 5) Θεϊούχα (S^{--}).** Τῶν ἐλαφρῶν μετάλλων (K^+ , Na^+ , Ba^{++} , Ca^{++} , Mg^{++}) ὡς καὶ NH_4^+ εἶναι εὐδιάλυτα. [Τὸ Al_2S_3 ὑδρολύεται πλήρως, παρέχον ἴζημα $\text{Al}(\text{OH})_3$]. Τὰ ὑπόλοιπα, δηλ. τῶν βαρέων μετάλλων εἶναι ἀδιάλυτα.

Τὰ ἀνωτέρω ἀφορροῦν οὐδέτερα ἄλατα. Τὰ ὄξια ἄλατα θεωροῦνται γενικῶς εὐδιάλυτα.

Παρατηροῦμεν ὅτι ὅλα τὰ ἄλατα—ὡς καὶ γενικώτερον ὅλαι αἱ ἐνώσεις— K^+ , Na^+ , NH_4^+ εἶναι εὐδιάλυτα.

5. Κρυστάλλωσις αλάτων. Κατὰ τὴν συμπίκνωσιν διαλυμάτων αλάτων, ταῦτα ἀποτίθενται ὑπὸ μορφὴν **κρυστάλλων** οἱ ὁποῖοι ἔχουν ὥρισμένον γεωμετρικὸν σχῆμα, πάντοτε τὸ αὐτὸ δι' ἕκαστον ἄλας. Συνήθως εἰς τοὺς οὕτω προκύπτοντας κρυστάλλους, τὰ ἰόντα τὰ ὁποῖα συνιστοῦν τὸν κρυσταλλὸν συγκρατοῦν καὶ ὥρισμένον ἀριθμὸν μορίων ὕδατος, τὸ καλούμενον **κρυσταλλικὸν ὕδωρ**, σχηματιζομένων σωμάτων καθωρισμένης συστάσεως, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **ἔνυδρα ἄλατα**. Οὕτω οἱ κυανοὶ κρυστάλλοι τοῦ θεϊκοῦ χαλκοῦ (κοινῶς γαλαζόπετρα) ἔχουν σύστασιν ἀντιτοίχοῦσαν εἰς τὸν τύπον $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Ἀναφέρονται μερικὰ ἀκόμη συνήθη ἔνυδρα ἄλατα: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (κοιν. γύψος), $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (κοιν. σόδα), $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Διὰ θερμάνσεως τῶν ἐνύδρων αλάτων τὸ κρυσταλλικὸν ὕδωρ ἐκφεύγει ὡς ὑδρατμός, λαμβανομένων τελικῶς **ἀνύδρων αλάτων**, τῶν ὁποίων αἱ φυσικαὶ ἰδιότητες παρουσιάζουν συχνὰ σημαντικὰς διαφορὰς ἐναντι τῶν ἐνύδρων. Οὕτω οἱ **κυανοὶ κρυστάλλοι** τοῦ ἐνύδρου θεϊκοῦ χαλκοῦ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ μετατρέπονται τελικῶς διὰ θερμάνσεως εἰς **λευκὴν κόνιν** ἀνύδρου θεϊκοῦ χαλκοῦ CuSO_4 . Ἐπίσης πολλὰ ἔνυδρα ἄλατα ἐκτιθέμενα εἰς τὸν ἀέρα χάνουν τὸ κρυσταλλικόν τους ὕδωρ, εἴτε ἐν μέρει μετατρέπομενα εἰς πτωχότερα εἰς ὕδωρ ἔνυδρα ἄλατα, εἴτε καὶ πλήρως. Τὸ φαινόμενον καλεῖται **ἀποσάθρωσις**. Ὡρισμένα πάντως ἄλατα κρυσταλλοῦνται ἀνυδρα, ὅπως π.χ. τὸ χλωριούχον νάτριον NaCl .

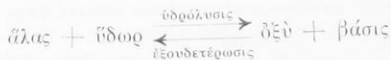
του οποίου οι κρύσταλλοι είναι κύβοι, συνιστάμενοι από ιόντα Na^+ και Cl^- (σελ. 63).

Είς το κρυσταλλικόν πλέγμα του χλωριούχου νατρίου συνήθως συγκρατείται **μηχανικώς** μικρά ποσότης ύδατος, το όποιον κατά την θέρμανσιν εξατμίζεται, προκαλοῦν διάρρηξιν τῶν κρυστάλλων με χαρακτηριστικόν κρότον.

Πλὴν τῶν αλάτων, ἐνύδρους κρυστάλλους σχηματίζουν καὶ μερικά ἄλλα στερεά, ὡς τὸ ὀξαλικόν ὀξύ $[(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ κ.α.

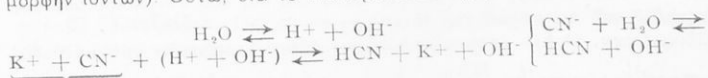
12. Ὑδρόλυσις αλάτων

Εἰς τὰς πλείστας περιπτώσεις τὰ ὑδατικά διαλύματα τῶν αλάτων δὲν δεικνύουν τὴν ἐκ τῆς συστάσεώς των ἀναμενομένην συμπεριφορὰν, ὡς φαίνεται διὰ καταλλήλου δείκτου. Οὕτω, π.χ. ἐνθ' διάλυμα NaCl εἶναι οὐδέτερον, ὡς ἔπρεπε νὰ ἀναμένεται, διάλυμα Na_2CO_3 εἶναι ἀλκαλικὸν καὶ διάλυμα FeCl_3 ὀξινον. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς χημικὴν δράσιν τοῦ ὕδατος ἐπὶ τῶν δύο τελευταίων αλάτων, ἡ ὁποία χαρακτηρίζεται μετὰ τὸν ὄρον ὑδρόλυσις: **Ὑδρόλυσις ἀλατος καλεῖται ἡ ὑπὸ τοῦ ὕδατος διάσπασις τοῦ ἀλατος εἰς τὸ ὀξύ καὶ τὴν βάσιν ἐκ τῶν ὁποίων προέρχεται.** Εἶναι ἐπομένως ἡ ὑδρόλυσις φαινόμενον ἀντίθετον τῆς ἐξουδετερώσεως, μετὰ τῆς ὁποίας συνιστᾷ ἀμφίδρομον ἀντίδρασιν:



Ἡ ὑδρόλυσις ἐπιτελεῖται μόνον ἐπὶ αλάτων τῶν ὁποίων τὸ ἀνιὼν ἢ τὸ κατιὼν ἢ ἀμφότερα ἀντιστοιχοῦν εἰς ἀσθενῆ ὀξέα ἢ βάσεις. Ἀναλόγως τῆς ἰσχύος τοῦ ὀξέος ἢ τῆς βάσεως, δημιουργεῖται πλεόνασμα H^+ ἢ OH^- καὶ τὸ διάλυμα καθίσταται ὀξινον ἢ βασικόν.

Ἡ ὑδρόλυσις ἐξηγεῖται ἐκ τῆς ἐλαχίστης διαστάσεως τοῦ ὕδατος εἰς ιόντα (σελ. 127): $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$. Ἐὰν εἰς τὸ ὕδωρ προστεθῇ οὐσία δεσμεύουσα ἐν τῶν ἰόντων αὐτοῦ, ἡ ἰσορροπία μετατοπίζεται πρὸς τὰ δεξιὰ καὶ τὸ διάλυμα καθίσταται ἀναλόγως ὀξινον ἢ βασικόν. Οὕτω, π.χ. ἀνιόντα ἀντιστοιχοῦντα εἰς ἀσθενὲς ὀξύ δεσμεύουν H^+ πρὸς σχηματισμὸν ἀδισσώτων μορίων ὀξέος, αὐξανομένης τῆς συγκεντρώσεως OH^- . (Εἰς τὰ ἐπόμενα, οἱ ἰοχυροὶ ἠλεκτρολύται θὰ θεωροῦνται ὅτι διίστανται πλήρως καὶ θὰ ἀναγράφονται ὑπὸ μορφήν ἰόντων). Οὕτω, διὰ τὸ διάλυμα KCN ἔχομεν:

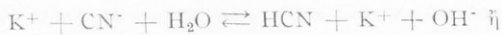


Διακρίνομεν τὰς ἐξῆς περιπτώσεις:

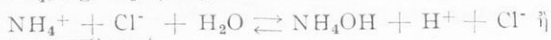
1. Ἀλατα προερχόμενα ἀπὸ ἰσχυρὸν ὀξύ καὶ ἰσχυρὰν βάσιν [NaCl , K_2SO_4 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$...] **δὲν ὑδρολύονται.**

Τὰ διαλύματα τῶν αλάτων εἶναι **οὐδέτερα.**

2. Ἀλατα προερχόμενα ἀπὸ ἀσθενὲς ὀξύ καὶ ἰσχυρὰν βάσιν (KCN , Na_2CO_3 , CaS ...) **ὑδρολύονται** καὶ τὰ διαλύματά των εἶναι **ἀλκαλικά:**



3. Άλατα προερχόμενα από ισχυρά όξεία και ασθενείς βάσεις (NH_4Cl , $FeCl_3$, $CuSO_4$, $AgNO_3$...) **υδρολύονται** και τα διαλύματά των είναι όξινα:



4. Άλατα προερχόμενα από όξεία και βάσεις τα οποία είναι αμφότερα ασθενή **υδρολύονται**. Το διάλυμα είναι **όξινο** όταν το όξύ είναι σχετικώς ισχυρότερο της βάσεως και **αλκαλικόν** όταν η βάση είναι σχετικώς ισχυρότερη του οξέος.

Τα ανωτέρω αναφέρονται εις διαλύματα *τυπικώς ουδέτερων αλάτων*. Λόγω της υδρολύσεως, συχνά ακόμη και διαλύματα *τυπικώς όξινων* αλάτων (π.χ. $NaHCO_3$) είναι *αλκαλικά* και διαλύματα *τυπικώς βασικών* αλάτων είναι *όξινα*.

Η υδρόλυσις επιτελείται γενικώς εις μικρόν βαθμόν, θά εξακολουθήσωμεν δὲ νὰ θεωροῦμεν τὴν ἐξουδετέρωσιν γενικῶς ὡς ποσοτικὴν ἀντίδρασιν. Ἡ υδρόλυσις δὲν θά λαμβάνεται πρακτικῶς ὑπὸ ὄψιν κατὰ τὴν διάλυσιν αλάτων εις ὕδωρ (ἐκτός ἐάν δηλοῦται ρητῶς). ἀναφέρεται δὲ κατ' ἀρχὴν μόνον πρὸς ἐξήγησιν τῆς μὴ συμφώνου πρὸς τὴν τυπικὴν τῶν συστάσιν συμπεριφορᾶς πολλῶν διαλυμάτων αλάτων.

Πάντως ὁ βαθμὸς υδρόλύσεως εἶναι τόσον μεγαλύτερος ὅσον ἀσθενέστερον εἶναι τὸ ὄξύ ἢ ἡ βάση ἐκ τῶν ὁποίων προέρχεται τὸ ἅλας, αὐξάνεται δὲ μὲ τὴν ἀραιώσιν τοῦ διαλύματος. Εἰς περίπτωσιν πολλῶ ἀσθενῶν ὀξέων καὶ βάσεων ὁ βαθμὸς υδρόλύσεως εἶναι σημαντικὸς, ὠρισμένα δὲ ἅλατα τῆς κατηγορίας αὐτῆς υδρόλυνται πλήρως. Δὲν ἐπιτελείται ἐπομένως ἐξουδετέρωσις μεταξὺ πολλῶ ἀσθενῶν ὀξέων καὶ πολλῶ ἀσθενῶν βάσεων [π.χ. μεταξὺ H_2CO_3 καὶ $Al(OH)_3$].

13. Γραμμοϊσοδύναμον ἡλεκτρολυτῶν Κανονικὰ διαλύματα

1. Γραμμοϊσοδύναμον ἡλεκτρολύτου καλεῖται ποσότης τούτου περιέχουσα ἓν γραμμοϊσοδύναμον ἐξ ἐκάστου τῶν ἰόντων του (γραμμοϊσοδύναμον ἰόντος εἶναι, ὡς γνωστόν, μᾶζα τοῦ ἰόντος εἰς gr ἴση μὲ τὸ πηλικόν του ἀτομικὸν του βάρους διὰ τοῦ σθένους του). Τὸ γραμμοϊσοδύναμον τῶν ἡλεκτρολυτῶν εὐρίσκεται διὰ διαιρέσεως τοῦ γραμμομορίου του διὰ τοῦ συνολικοῦ σθένους τοῦ θετικοῦ ἢ τοῦ ἀρνητικοῦ τῶν ἰόντος.

Εἰδικώτερον, τὸ μὲν γραμμοϊσοδύναμον ὀξέων περιέχει ἓν γραμμοϊσοδύναμον H^+ , δηλ. $1 \text{ gr } H^+ \left(\frac{MB \text{ gr}}{\text{πλήθος } H^+} \right)$, τὸ δὲ γραμμοϊσοδύναμον βάσεων περιέχει ἓν γραμμοϊσοδύναμον OH^- , δηλ. $17 \text{ gr } OH^- \left(\frac{MB \text{ gr}}{\text{πλήθος } OH^-} \right)$.

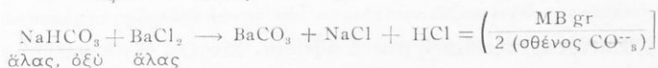
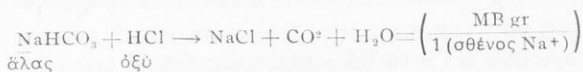
Παραδείγματα :

$$1 \text{ γραμμοϊσοδύναμον } H_2SO_4 = \frac{MB \text{ gr}}{2} = \frac{98 \text{ gr}}{2} = 49 \text{ gr } H_2SO_4$$

$$1 \text{ γραμμοϊσοδύναμον } KOH = \frac{MB \text{ gr}}{1} = \frac{56 \text{ gr}}{1} = 56 \text{ gr } KOH$$

$$1 \text{ γραμμοϊσοδύναμον } \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = \frac{\text{MB gr}}{6} = \frac{310 \text{ gr}}{6} = 51,66 \text{ gr } \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$$

Διὰ τὰ ὀξείνα ἅλατα τὸ γραμμοϊσοδύναμον καθορίζεται ἐκ τῆς ἐπιτελου-
μένης ἀντιδράσεως, ὡς δεικνύεται διὰ τὸ γραμμοϊσοδύναμον NaHCO_3 :



Τὰ ἀνωτέρω ἀναφέρονται εἰς ἀντιδράσεις ἠλεκτρολυτῶν εἰς τὰς ὁποίας
δὲν ἐπιτελεῖται μεταβολὴ σθένους (ὀξειδωσις, ἀναγωγή, βλ. κεφ. 1Δ').

2. Κανονικὰ διαλύματα. Κανονικὸν διάλυμα (1N) ἠλεκτρολύτου καλεῖται
διάλυμα περιέχον ἓν γραμμοϊσοδύναμον ἠλεκτρολύτου ἀνὰ λίτρον διαλύματος.
Κατ' ἀναλογίαν διαλύματα 0,1 N ἢ $\frac{N}{10}$ (δέκατον κανονικόν), 0,5 N, 1,2 N,
4 N, κ.ο.κ. εἶναι διαλύματα περιέχοντα ἀντιστοίχως 0,1, 0,5, 1,2, 4 γραμμοϊ-
σοδύναμα ἠλεκτρολύτου ἀνὰ λίτρον διαλύματος. Ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμμοϊσο-
δυνάμων τοῦ ἠλεκτρολύτου ἀνὰ λίτρον διαλύματος καλεῖται *κανονικότης τοῦ*
διαλύματος.

14. Ὁξείδια

1. Ὁρισμός. Ὁξείδια καλοῦνται αἱ ἐνώσεις ὀξυγόνου μὲ ἕν ἄλλον
στοιχείον. Εἶναι γνωστὰ ὀξείδια ὅλων τῶν στοιχείων, πλὴν τῶν εὐγενῶν
αερίων, πολλὰ δὲ ὀξείδια εἶναι ἀφθόνως διαδεδομένα εἰς τὴν φύσιν (H_2O ,
 CO_2 , SiO_2).

2. Ταξινόμησις ὀξειδίων. Τὰ ὀξείδια ταξινομοῦνται εἴτε μὲ τυπικὰ
κριτήρια, εἴτε βάσει τοῦ χημικοῦ τῶν χαρακτηήρος.

**I. Ἀναλόγως τῆς περιεκτικότητος εἰς ὀξυγόνον καὶ τοῦ συντα-
κτικοῦ τύπου τῶν ὀξειδίων** διακρίνομεν:

α) Κανονικὰ ὀξείδια. Περιέχουν τόσον ὀξυγόνον, ὅσον ἀπαιτεῖται ἀπὸ
τὰ συνήθη σθένη τῶν στοιχείων: H_2O , Na_2O , BaO , CO_2 , SiO_2 , N_2O_5 .

β) Ὑποξείδια. Περιέχουν ὀξυγόνον ὀλιγώτερον τοῦ ἀπαιτουμένου ὑπὸ
τῶν συνήθων σθενῶν τῶν στοιχείων: N_2O , CO .

γ) Ὑπεροξείδια. Περιέχουν ὀξυγόνον περισσότερον τοῦ ἀπαιτουμένου
ὑπὸ τῶν συνήθων σθενῶν τῶν στοιχείων: H_2O_2 , Na_2O_2 , BaO_2 .

Τὰ ὑπεροξείδια περιέχουν εἰς τὸ μόριόν των τὴν *ὑπεροξειδικήν ρίζαν*
 $-\text{O}-\text{O}-$ (O_2^{--}). Λόγῳ τούτου τὸ πραγματικὸν σθένος τῶν στοιχείων εἶναι
τὸ σύνηδες, ὡς φαίνεται εἰς τοὺς συντακτικοὺς τύπους: $\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$,
 $\text{Na}-\text{O}-\text{O}-\text{Na}$.

Τὰ ὑπεροξείδια δὲν πρέπει νὰ συγχέονται μὲ τὰ *διοξείδια μετάλλων* ὡς

PbO_2 , MnO_2 κ.λ.π., τὰ ὅποια δὲν ἔχουν εἰς τὸ μόριόν των, τὴν ὑπεροξειδωμένην ρίζαν, ἀλλὰ περιέχουν μέταλλον τετρασθενές: $\text{O} = \text{Me} = \text{O}$.

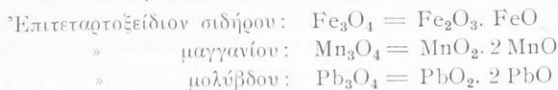
Διακρίνονται δι' ἐπιδράσεως ἀραιῶν ὀξέων ἐν ψυχρῷ, ὅποτε μόνον τὰ ὑπεροξειδία τῶν μετάλλων, ὡς περιέχοντα τὴν ὑπεροξειδικήν ρίζαν, δίδουν H_2O_2 .



Τὸ ὑποξειδία διὰ προσλήψεως ὀξυγόνου, καὶ τὰ ὑπεροξειδία καὶ διοξειδία μετάλλων δι' ἀποδόσεως ὀξυγόνου μετατρέπονται εἰς τὰ σταθερώτερα κανονικά ὀξειδία.



δ) Ἐπιτεταρτοξειδία ἢ μικτὰ ὀξειδία. Me_3O_4 . Εἶναι πράγματι χημικὰ ἐνώσεις (οὐσιαστικῶς ἅλατα), σχηματισθῆσαι ἐκ τῆς συνενώσεως δύο ὀξειδίων τοῦ αὐτοῦ μετάλλου μὲ δύο διαφορετικὰ σθένη.



II. Ἀναλόγως τοῦ χημικοῦ των χαρακτηρισμοῦ τὰ ὀξειδία διακρίνονται εἰς ὅξιν (σελ. 120), βασικά (σελ. 125), ἐπαμφοτερίζοντα (σελ. 125) καὶ οὐδέτερα.

Οὐδέτερα καλοῦνται τὰ ὀξειδία τὰ ὅποια δὲν ἀντιδρῶν οὔτε μὲ ὀξέα οὔτε μὲ βάσεις, δηλ. δὲν ἐπιδεικνύουν οὔτε ὀξινον οὔτε βασικὸν χαρακτήρα:



Ἐκ τῆς χημικῆς συμπεριφορᾶς τῶν ὀξειδίων, προκύπτουν τὰ ἑξῆς συμπεράσματα.

α) Ὀξειδία ἀμετάλλων. *Τὰ πλεῖστα εἶναι ὅξιν* (CO_2 , SiO_2 , N_2O_3 , N_2O_5 , P_2O_5 , SO_2 , SO_3 κ.α.), μερικὰ εἶναι οὐδέτερα (NO , CO , H_2O κ.α.), ὀλίγα δὲ ἐπαμφοτερίζοντα (As_2O_3 κ.α.).

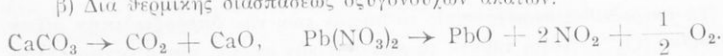
β) Ὀξειδία μετάλλων. *Τὰ πλεῖστα εἶναι βασικά* (K_2O , Na_2O , CaO , BaO , MgO , CuO κ.α.) μερικὰ εἶναι ἐπαμφοτερίζοντα (ZnO , Al_2O_3 κ.α.). Ὁρισμένα μεταλλοξειδία εἰς τὰ ὅποια τὰ μέταλλα ἐμφανίζονται μὲ μεγάλα σθένη (συνήθως ἄνω τοῦ 4) εἶναι ὅξιν (CrO_3 ἀνυδρίτης τοῦ χρωμικοῦ καὶ διχρωμικοῦ ὀξέος H_2CrO_4 , $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, Mn_2O_7 ἀνυδρίτης τοῦ ὑπερμαγγανικοῦ ὀξέος HMnO_4).

3. Παρασκευαὶ ὀξειδίων. Τὰ ὀξειδία παρασκευάζονται συνήθως.

α) Δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως τῶν στοιχείων μὲ ὀξυγόνον (ὀξειδώσεις, καύσεις τῶν στοιχείων).



β) Διὰ θερμικῆς διασπάσεως ὀξυγονούχων ἁλμάτων.



γ) Δι' ἀφυδατώσεως ὀξέων ἢ ὑδροξειδίων, εἴτε διὰ θερμάνσεως, εἴτε δι' ἀφυδατικῶν μέσων.



4. Φυσική κατάστασις δξειδίων. Τὰ δξειδία τῶν μετάλλων εἶναι ὅλα στερεά. Τὰ περισσότερα δξειδία τῶν ἀμετάλλων εἶναι στερεά (SiO_2 , SO_3 , N_2O_5 , P_2O_5 , As_2O_3 κ.α.) καὶ ἀέρια (CO , CO_2 , SO_2 , NO , N_2O κ.α.), ὅλῃ-
γα δὲ ὑγρὰ (H_2O , H_2O_2 , N_2O_4 κ.α.).

Περίληψις Κεφ. ΙΓ'

1. Ὁξέα. Εἶναι αἱ ὑδρογονοῦχοι ἐνώσεις τῶν ὁποίων τὰ διαλύ-
ματα ἀποτελοῦν ἠλεκτρολύτας καὶ περιέχουν ὡς κοινὸν συστατικὸν τὸ
κατιὸν ὑδρογόνον H^+ . Ἀνιὸν τῶν ὀξέων εἶναι ἀμέταλλον ἢ ἠλεκτραρνητι-
κὴ ρίζα.

Διακρίνομεν ὀξυγονικά καὶ μὴ ὀξυγονικά, μονοβασικά καὶ πολυβασικά
(σελ. 118), ἰσχυρὰ καὶ ἀσθενῆ ὀξέα (σελ. 126).

Ἰδιότητες. 1) Ἐχουν γεῦσιν ὀξινον. 2) Προσδίδουν χαρακτηριστικὸν χρο-
μα εἰς τοὺς δείκτας (σελ. 115). 3) Ἀντιδρῶν μὲ βάσεις καὶ παρέχουν ἄλας καὶ
ῥῥωρ. (**Ἐξουδετέρωσις** σελ. 116). 4) Ἀντιδρῶν μὲ βασικά δξειδία καὶ πα-
ρέχουν ἄλας καὶ ῥῥωρ (σελ. 125). 5) Ἀντιδρῶν μὲ μέταλλα καὶ παρέχουν ἄλας
καὶ ὑδρογόνον (σελ. 116). 6) Ἀντιδρῶν μὲ ἄλατα εἰς διπλᾶς ἀντικαταστάσεις
(σελ. 117). 7) ἠλεκτρολύονται καὶ παρέχουν εἰς τὴν καθόδον ὑδρογόνον.

Παρασκευαί (σελ. 117). **Φυσική κατάστασις καὶ διαλυτότης** (σελ. 117).

2. Βάσεις. Εἶναι οἱ ἠλεκτρολύται οἱ ὁποῖοι περιέχουν ὡς κοινὸν
συστατικὸν τὸ ἀνιὸν ὑδροξύλιον OH^- . (Υδροξειδία, $\text{Me}(\text{OH})_x$).

Διακρίνομεν μονοξίνους καὶ πολυξίνους, ἰσχυρὰ καὶ ἀσθενεῖς βάσεις
(σελ. 117).

Ἰδιότητες. 1) Ἐχουν γεῦσιν καυστικὴν καὶ ἀρὴν σαπωνοειδῆ. 2) Προσ-
δίδουν χαρακτηριστικὸν χροῖμα εἰς τοὺς δείκτας (σελ. 123). 3) Ἀντιδρῶν μὲ
ὀξέα καὶ παρέχουν ἄλας καὶ ῥῥωρ (σελ. 123). 4) Ἀντιδρῶν μὲ ὀξείνα δξειδία
καὶ παρέχουν ἄλας καὶ ῥῥωρ (σελ. 120). 5) Ἀντιδρῶν (αἱ ἰσχυραὶ βάσεις) μὲ
ὀρισμένα μέταλλα ἢ ἀμέταλλα καὶ παρέχουν ἄλας καὶ ὑδρογόνον (σελ. 124). 6)
Ἀντιδρῶν μὲ ἄλατα εἰς διπλᾶς ἀντικαταστάσεις (αἱ εὐδιάλυτοι βάσεις,
(σελ. 123). 7) ἠλεκτρολύονται καὶ παρέχουν εἰς τὴν ἀνόδον ὀξυγόνον (σελ. 123).

Εἶναι στερεὰ (NH_4OH ὑπάρχει εἰς διάλυμα μόνον). Διαλυτότης (σελ. 124).
Παρασκευαί (σελ. 123).

Αἱ ἰδιότητες ὀξέων καὶ βάσεων ἀναφέρονται κατ' ἀρχὴν εἰς διαλύματα.
Ἡ γενικώτερα καὶ κατ' ἐξοχὴν χαρακτηριστικὴ ἰδιότης αὐτῶν εἶναι ἡ ἐξου-
τέρωσις.

3. Ἄλατα. Εἶναι ἠλεκτρολύται περιέχοντες ὡς κατιὸν μέταλλον
ἢ ἠλεκτροθετικὴν ρίζαν, ὡς ἀνιὸν δὲ ἀμέταλλον ἢ ἠλεκτραρνητικὴν
ρίζαν. **Ταξινόμησις** (σελ. 130). 1) Ἀπλὰ ἄλατα (οὐδέτερα, ὀξείνα, βασικά). 2)
Μικτὰ καὶ διπλὰ ἄλατα. 3) Σύμπλοκα ἄλατα.

Εἶναι ὅλα στερεά. Διαλυτότης (σελ. 134). Παρασκευαί (σελ. 123).

4. Ὁξείδια. Εἶναι αἱ ἐνώσεις ὀξυγόνου μὲ ἐν ἄλλον στοιχεῖον.

Ταξινόμεις. Α. *Τυπικῶς* (σελ. 137). 1) Κανονικά. 2) Ὑποξειδία. 3) Ὑπεροξειδία καὶ διοξειδία μετ'άλλων. 4) Μικτὰ ὀξειδία Β. *Χημικῶς*. 1) Ὁξι-
να (σελ. 120). 2) Βασικά (σελ. 125). 3) Ἐπαμφοτερίζοντα (σελ. 125). 4) Οὐδέ-
τερα (σελ. 138).

Φυσική κατάστασις (σελ. 139). *Παρασκευαί* (σελ. 128).

Ἐρωτήσεις

α. Ὁρίσατε τὰ ὀξέα καὶ τὰς βάσεις καὶ περιγράψατε τὸν ὀξιγον καὶ τὸν
βασικόν χαρακτήρα.

β. Ποίαι αἱ κατηγορίαι ὀξειδίων βάσει τοῦ χημικοῦ τῶν χαρακτήρος.

*Αναγράψατε σχετικὰς χημικὰς ἐξισώσεις.

γ. Τί γνωρίζετε περὶ τῆς ἰσχύος ὀξέων καὶ βάσεων. Παραδείγματα.

δ. Ὁρίσατε τὰ ἄλατα. Ἀναφέρατε κατηγορίας μετὰ παραδειγμάτων.

ε. Τί γνωρίζετε διὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν καὶ τὴν ὑδρόλυσιν (συνοπτικῶς).
Ποία ἡ συμπεριφορὰ διαλυμάτων τῶν ἐξῆς ἀλάτων :

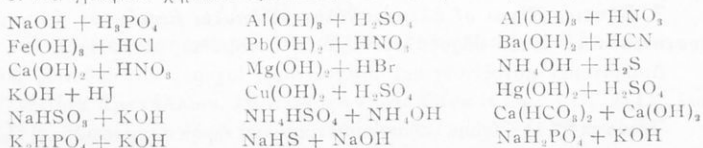


στ. Ἀναφέρατε σημαντικὰς μεθόδους παρασκευῆς ἀλάτων, ἀναγράφον-
τες σχετικὰς χημικὰς ἐξισώσεις.

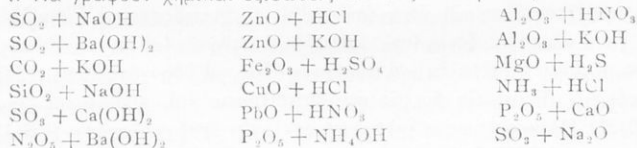
ζ. Τί γνωρίζετε διὰ τὰς ἀντιδράσεις ἰόντων (διπλαῖ ἀντικαταστάσεις).

η. Δίδονται: τὰ ἄλατα: K_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, KCl , NH_4NO_3 , Na_3PO_4 ,
 NaNO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AlCl_3 . Νὰ χωρισθοῦν εἰς 4 ζεύγη, τῶν ὁποίων τὰ διαλύ-
ματα ἀνὰ δύο θὰ ἔχουν τὰς αὐτὰς ἀκριβῶς ιδιότητας.

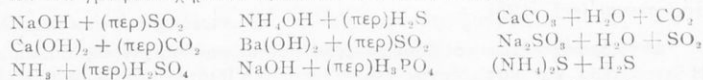
θ. Νὰ γραφοῦν χημικαὶ ἐξισώσεις διὰ τὰς ἐξουδετερώσεις :



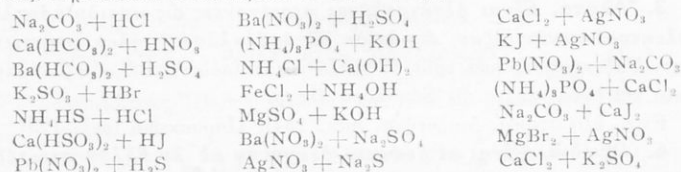
ι. Νὰ γραφοῦν χημικαὶ ἐξισώσεις διὰ τὰς ἀντιδράσεις :



ια. Νὰ γραφοῦν χημικαὶ ἐξισώσεις διὰ τὰς ἀντιδράσεις :



ιβ. Νὰ γραφοῦν χημικαὶ ἐξισώσεις διὰ τὰς κατωτέρω διπλαῖς ἀντικατα-
στάσεις. Σημειώσατε καταλλήλως τὰ ἀέρια ἢ ἰζήματα.



ιγ. Νά γραφούν χημικάι εξισώσεις διὰ τὰς αντιδράσεις :



Προβλήματα

70. Νά υπολογισθῇ τὸ βάρος τοῦ NaOH ὅπερ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν πλήρη ἐξουδετέρωσιν 300 gr διαλύματος H_2SO_4 περιεκτικότητος 24,5%. Ποῖον τὸ βάρος τοῦ σχηματιζομένου ἁλατος. ('Απ. α) 60 gr, β) 106,5 gr).

71. Πόσα lit SO_2 εἰς ΚΣ ἀπαιτοῦνται ἵνα ἐξουδετερώσουν 500 cm^3 διαλύματος KOH , πυκνότητος 1,1 $\text{gr} \cdot \text{cm}^{-3}$, περιεκτικότητος 12%. ('Απ. 13,2 lit).

72. Ποία ἡ ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν εἰς ἀνυδρίτην τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος περιεκτικότης διαλύματος νιτρικοῦ ὀξέος, περιεκτικότητος 40% εἰς νιτρικὸν ὀξύ. ('Απ. 34,3%).

73. Ἐκ πόσων Kgr Na_2O δύνανται νὰ ληφθοῦν 600 Kgr διαλύματος NaOH περιεκτικότητος 48% κατὰ βάρος εἰς NaOH . ('Απ. 221,92 Kgr)

74. Νά υπολογισθῇ ὁ ὄγκος διαλύματος H_2SO_4 εἰδ. βάρους 1,83 καὶ περιεκτικότητος 93% κατὰ βάρος εἰς καθαρὸν H_2SO_4 , ὅστις ἀπαιτεῖται ἵνα ἐξουδετερώσῃ πλήρως 30 cm^3 διαλύματος NaOH εἰδ. βάρους 1,33 καὶ περιεκτικότητος 31% κατὰ βάρος εἰς καθαρὸν NaOH . ('Απ. ~ 8,9 cm^3)

75. Πόσα lit θειικοῦ ὀξέος πυκνότητος 1,4 καὶ περιεκτικότητος 50% καὶ πόσα Kg ἐνὸδρου ἀνθρακικοῦ νατρίου ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ἀπαιτοῦνται πρὸς παρσκευὴν 220 Kg CO_2 . ('Απ. 700 lit).

76. Διὰ προσθήκης περισσείας H_2SO_4 ἐπὶ 200 gr διαλύματος BaCl_2 καταρρίπτονται 23,3 gr ἰζήματος Νά εὔρεθῇ ἡ κατὰ βάρος περιεκτικότης τοῦ διαλύματος. ('Απ. 10,4%).

77. Εἰς ποσότητα διαλύματος HCl περιεκτικότητος 6% κατὰ βάρος διαλύονται ἔτερα 12,8 lit αερίου HCl εἰς ΚΣ 40 gr τοῦ προκύπτοντος διαλύματος διδουν μετὰ περισσείας διαλύματος AgNO_3 ἰζημα βάρους 17,24 gr. Νά εὔρεθῇ τὸ βάρος τοῦ ἀρχικοῦ διαλύματος HCl . ('Απ. 373,6 gr).

78. Ἀναμιγνύομεν 1,5 lit διαλύματος HCl πυκνότητος 1,05 gr/cm^3 , περιεκτικότητος 10,2%, μὲ 750 gr διαλύματος KOH περιεκτικότητος 18%. Νά εὔρεθῇ ἡ περιεκτικότης τοῦ προκύπτοντος διαλύματος εἰς τὰ συστατικά του. ('Απ. α) ~ 3,1% HCl , β) ~ 7,74% KCl)

79. Εἰς 500 gr διαλύματος βρωμιούχου ἀσβεστίου, περιεκτικότητος 8%, προστίθενται 800 cm^3 διαλύματος νιτρικοῦ ἀργύρου πυκνότητος 1,1 gr/cm^3 καὶ περιεκτικότητος 12% (κ.β.). Ποία ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τοῦ ληφθέντος μετὰ διήθησιν διαλύματος. ('Απ. α) ~ 2,86% AgNO_3 β) ~ 2,51% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$).

80. 40 cm^3 $\text{N}/_1$ H_2SO_4 ἐξουδετεροῦνται πλήρως ὑπὸ 390 cm^3 διαλύματος NaOH . Πόσα cm^3 H_2O πρέπει νὰ ρίψωμεν ἐντὸς 1 lit τοῦ δευτέρου διαλύματος ἵνα τοῦτο μεταβληθῇ εἰς $\text{N}/_1$ NaOH . ('Απ. 25,6 cm^3).

81. Πόσα λίτρα διαλύματος ὀξέος 0,1 N ἀπαιτοῦνται πρὸς ἐξουδετέρωσιν 750 cm^3 διαλύματος καυστικοῦ νατρίου, περιεκτικότητος 20%. ('Απ. 37,5 lit).

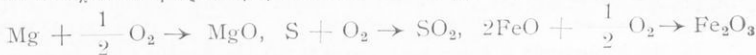
82. Ποία ἡ κανονικότης διαλύματος βάσεως, ἐὰν 250 cm^3 ἐξ αὐτοῦ ἐξουδετερώσουν ἀκριβῶς 1 Kg διαλύματος θειικοῦ ὀξέος, περιεκτικότητος 4,9%. ('Απ. 4 N)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΔ'.

ΟΞΕΙΔΩΣΙΣ — ΑΝΑΓΩΓΗ

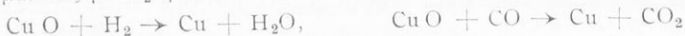
1. Γενικά περί ὀξειδώσεως—ἀναγωγῆς

1. Ἀρχικὴ σημασία τῶν ὄρων. Ὁξειδῶσις ἐκλήθη ἀρχικῶς ἡ μετατροπὴ ἑνὸς στοιχείου εἰς *ὀξειδιον*, δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως μὲ τὸ ὀξυγόνον, ἐν συνεχείᾳ δὲ ἡ προσθήκη ὀξυγόνου καὶ εἰς χημικὰς ἐνώσεις:



Τὸ ὀξυγόνον χαρακτηρίζεται ὡς *ὀξειδωτικὸν μέσον*.

Ἀναγωγὴ ἐκλήθη ἀρχικῶς ἡ ἀπόσπασις ὀξυγόνου ἀπὸ μίαν χημικὴν ἔνωσιν, δηλαδὴ τὸ ἀντίθετον τῆς ὀξειδώσεως. Οὕτω, π.χ. τὸ CuO *ἀνάγεται* διὰ θερμάνσεως μὲ H_2 ἢ CO .



Οὐσία ὡς τὸ H_2 καὶ τὸ CO , ἐνούμεναι εὐκόλως μὲ τὸ ὀξυγόνον, χαρακτηρίζονται ὡς *ἀναγωγικὰ* μέσα. Παρατηροῦμεν ὅτι τὰ ἀναγωγικὰ μέσα, προσλαμβάνοντα τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀναγομένου σώματος, ὀξειδοῦνται κατὰ τὴν ἀντίδρασιν.

2. Ἐπέκτασις τῶν ἐννοιῶν ὀξειδώσεως καὶ ἀναγωγῆς. Εἰς τὴν Ἀνόργανον Χημίαν, ἡ προσθήκη ὀξυγόνου — λαμβανομένου γενικῶς (σελ. 65) ὡς στοιχείου ἀρνητικοῦ σθένους — συνεπάγεται ἀλγεβρικὴν αὔξησην σθένους τῶν στοιχείων.

Οὕτω εἰς τὰ προηγούμενα παραδείγματα, τὰ σθένη Mg καὶ S ἀπὸ μηδὲν εἰς τὴν ἐλευθέραν κατάστασιν ἔγιναν ἀντιστοίχως +2 καὶ +4, ἐνῶ τὸ σθένος τοῦ Fe ἀπὸ +2 ἔγινεν +3.

Ἀντιθέτως, ἡ ἀπόσπασις ὀξυγόνου συνεπάγεται ἀλγεβρικὴν ἐλάττωσιν σθένους τῶν στοιχείων, ὡς φαίνεται εἰς τὴν ἀναγωγὴν τοῦ CuO . Ἐν συνεχείᾳ αἱ ἐννοιαὶ ὀξειδώσεως καὶ ἀναγωγῆς ἐπεξετάθησαν εἰς ὅλας τὰς ἀντιδράσεις αἱ ὁποῖαι συνεπάρχοντα μεταβολὴν σθένους τῶν στοιχείων.

Ἀρχικῶς ἐκλήθη κατ' ἐπέκτασιν ὀξειδῶσις καὶ ἡ ἀπόσπασις ὕδρογόνου — λαμβανομένου συμβατικῶς ὡς στοιχείου θετικοῦ σθένους — ἀναγωγὴ δὲ καὶ ἡ προσθήκη ὕδρογόνου εἰς ἕν σῶμα, ἐπεὶ οὕτω εἰς τὴν Ἀνόργανον Χημίαν ἐπέρχεται ἀντιστοίχως ἀλγεβρικὴ αὔξησης καὶ ἐλάττωσις σθένους:



Σήμερον χαρακτηρίζομεν γενικῶς ὡς ὀξειδῶσιν κάθε φαινόμε-

νον τὸ ὁποῖον συνεπάγεται ἀλγεβρικήν αὐξησιν σθένους (αὐξησιν θετικού ἢ ἐλάττωσιν ἀρνητικοῦ σθένους). Καὶ ὡς ἀναγωγὴν κάθε φαινόμενον τὸ ὁποῖον συνεπάγεται ἀλγεβρικήν ἐλάττωσιν σθένους τῶν στοιχείων.

Οὕτω ἡ ἀντίδρασις: $\overset{0}{\text{Mg}} + \text{Cl}_2 \rightarrow \overset{+2}{\text{Mg}} \text{Cl}_2$, χαρακτηρίζεται ὑπὸ τὴν γενικὴν ἔννοιαν ὡς *ὀξειδῶσις τοῦ Mg*, διότι τὸ σθένος τοῦ αὐξάνεται ἀπὸ μηδέν εἰς +2, ἐνῶ ἡ ἀντίδρασις $\overset{+4}{\text{Sn}} \text{Cl}_4 \rightarrow \overset{+2}{\text{Sn}} \text{Cl}_2 + \text{Cl}_2$, χαρακτηρίζεται ὡς *ἀναγωγή* διότι τὸ σθένος τοῦ κασοιτέρου ἀπὸ +4 ἡλαττώθη εἰς +2.

Ὑπὸ τὴν ἀνωτέρω γενικὴν ἔννοιαν, τὰ φαινόμενα ὀξειδώσεως καὶ ἀναγωγῆς εἶναι πάντοτε ἀλληλένδετα. Ὅταν ἓν στοιχεῖον ὀξειδῶνται, ταυτοχρόνως ἓν στοιχεῖον ἀνάγεται, ὡς φαίνεται εἰς ὅλα τὰ προηγούμενα παραδείγματα, ὡς καὶ εἰς τὴν ἀντίδρασιν:



εἰς τὴν ὁποίαν ὁ Fe ἀνάγεται καὶ ὁ Sn ὀξειδῶνται. Ἐπομένως ὀρθώτερον εἶναι νὰ ὀμιλῶμεν γενικῶς περὶ ἀντιδράσεων *ὀξειδοαναγωγῆς*.

Ἡ βαθμὶς σθένους (ἡλεκτρικοῦ ἢ συμβατικοῦ) εἰς τὴν ὁποίαν εὐρίσκεται ἓν στοιχεῖον καλεῖται καὶ *ἀριθμὸς ὀξειδώσεως* αὐτοῦ (σελ. 65). Ἐπομένως, συνοπτικῶς ὡς ὀξειδῶσις δύνανται νὰ ὀρισθῇ ἡ αὐξησης τοῦ ἀριθμοῦ ὀξειδώσεως καὶ ὡς ἀναγωγή ἡ ἐλάττωσις τοῦ ἀριθμοῦ ὀξειδώσεως στοιχείου (ἀλγεβρικός). Εἰς τὰς ἐνώσεις τοῦ μέ μετάλλα (KH, NaH, CaH₂) τὸ ὕδρογόνον ἔχει σθένος ἢ ἀριθμὸν ὀξειδώσεως -1. Ἐπομένως ἡ προσθήκη ὕδρογόνου εἰς τὰ μέταλλα δὲν εἶναι ἀναγωγή, ἀλλὰ ὀξειδῶσις τῶν μετάλλων:



Εἰς τὰ ὑπεροξειδία ὡς ἀριθμὸς ὀξειδώσεως τοῦ ὀξυγόνου λαμβάνεται τὸ -1.

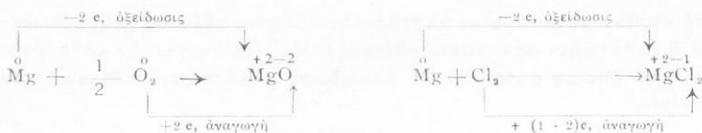
3. Ἡ ὀξειδοαναγωγή ὡς μεταφορὰ ἡλεκτρονίων. Εἰς τὴν ἑτεροπολικὴν σύνδεσιν (σελ. 63), ἡ ἀλγεβρική μεταβολὴ σθένους, δηλ. ἡ ὀξειδοαναγωγή, εἶναι ἀπλὴ μεταφορὰ ἡλεκτρονίων, συνεπαγομένη μεταβολὴν τῆς ἡλεκτροικῆς καταστάσεως (δηλ. τοῦ ἡλεκτρικοῦ σθένους) τῶν στοιχείων ἢ ἰόντων.

Ὅξειδωσις εἶναι ἡ ἀπόσπαισις ἡλεκτρονίων καὶ ἀναγωγή ἡ πρόσληψις ἡλεκτρονίων ἀπὸ μίαν οὐσίαν (στοιχεῖον ἢ ἰόν).

Τὰ ἀποδιδόμενα ὑπὸ τῆς ὀξειδουμένης οὐσίας ἡλεκτρόνια προσλαμβάνονται ὑπὸ τῆς ἀναγομένης, ἐπιτελουμένης οὕτω τῆς ἀντιδράσεως *ὀξειδοαναγωγῆς*.

Οὐσία προσλαμβάνουσα εὐκόλως ἡλεκτρόνια (δέκτρια ἡλεκτρονίων) εἶναι *ὀξειδωτικά μέσα*, ἀνάγονται δὲ διὰ τῆς προσλήψεως τῶν ἡλεκτρονίων. Οὐσία ἀποδίδουσα εὐκόλως ἡλεκτρόνια (πομποὶ ἡλεκτρονίων) εἶναι *ἀναγωγικά μέσα*, ὀξειδοῦνται δὲ διὰ τῆς ἀποδόσεως τῶν ἡλεκτρονίων.

Οὕτω, π.χ. τὸ μαγνήσιον ἀποδίδει δύο ἡλεκτρόνια καὶ *ὀξειδοῦται*, μετατρεπόμενον εἰς *κατιὸν* Mg^{++} κατὰ τὴν συνένωσιν τοῦ τόσο μὲ τὸ ὀξυγόνον, ὅσον καὶ μὲ τὸ χλώριον, τὰ ὁποῖα ἀνάγονται διὰ τῆς προσλήψεως τῶν ἡλεκτρονίων, μετατρέπομενα εἰς *ἀνιόντα* O^{--} , Cl^- . Τὸ μαγνήσιον εἶναι τὸ *ἀναγωγικὸν μέσον*. Τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ χλώριον εἶναι τὰ *ὀξειδωτικά μέσα*.



2. 'Οξειδωτικά και \acute{\alpha}\nuαγωγικά μέσα

1. Στοιχεία. I. 'Οξειδωτικά χαρακτηρίζονται τὰ ηλεκτραρνητικότερα \acute{\epsilon}\kappa τ\omicron\nw\n \acute{\alpha}\muετ\acute{\alpha}\lambda\lambda\omega\n, κυρίως **\acute{\alpha}\lambdaογ\omicron\nα και \acute{\delta}\xiυγ\omicron\nον**, \omicron\varsigma δέχται ηλεκτρονίων, π.χ. $\text{Cl}_2 + 2\text{e} \rightarrow 2\text{Cl}^-$. 'Η \acute{\delta}\xi\epsilon\iota\delta\omega\tau\iota\kappa\acute{\eta} \iota\varsigma\chi\acute{\nu}\varsigma αὐτ\omicron\nw\n β\acute{\alpha}\iota\nuε\iota \acute{\epsilon}\lambda\alpha\tau\tau\omicron\nμ\acute{\epsilon}\n\eta κατὰ τὴν σειρ\acute{\alpha}\ν ηλεκτραρνητικ\omicron\tau\eta\tau\omicron\varsigma, \eta\tau\omicron\iota: $\text{F}_2, \text{Cl}_2, \text{Br}_2, \text{O}_2, \text{J}_2$.

II. 'Αναγωγικά μέσα ε\acute{\iota}\ναι: α) **Τ\omicron\ \acute{\upsilon}\delta\rho\omicron\n\omicron\nον**. β) **Τὰ μ\acute{\epsilon}\tau\acute{\alpha}\lambda\lambda\alpha** γενικ\omicron\ς \omicron\varsigma πομπο\acute{\iota} ηλεκτρονίων, π.χ.: $\text{Zn} - 2\text{e} \rightarrow \text{Zn}^{++}$. 'Η \acute{\alpha}\nuαγωγ\iota\kappa\acute{\eta} \iota\varsigma\chi\acute{\nu}\varsigma τ\omicron\nw\n μ\acute{\epsilon}\τ\acute{\alpha}\lambda\lambda\omega\n β\acute{\alpha}\ι\nuε\iota \acute{\epsilon}\lambda\alpha\tau\tau\omicron\nμ\acute{\epsilon}\n\η κατὰ τὴν σειρ\acute{\alpha}\ν ηλεκτροθετικ\omicron\τ\eta\tau\omicron\varsigma (σελ. 68).

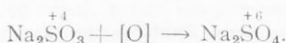
γ) 'Ωρισμένα \acute{\alpha}\μ\acute{\epsilon}\τ\acute{\alpha}\lambda\lambda\alpha \acute{\epsilon}\ν\omicron\ύμενα ε\acute{\iota}\ν\omicron\k\omicron\ως μ\acute{\epsilon}\ τ\omicron\ \acute{\delta}\xiυγ\omicron\nον, κυρίως δ\acute{\epsilon} \acute{\omicron}\ \acute{\alpha}\ν\theta\rho\acute{\alpha}\ξ (\omicron\varsigma κα\acute{\iota} φωσφ\omicron\rho\omicron\varsigma κ.α.).

'Ωρισμένα \acute{\alpha}\μ\acute{\epsilon}\τ\acute{\alpha}\lambda\lambda\alpha ($\text{S}, \text{J}_2, \text{P} \dots$) δύνανται ν\acute{\alpha} δ\rho\acute{\alpha}\sigma\sigma\omicron\n τ\omicron\σ\omicron\n \acute{\delta}\xi\epsilon\iota\delta\omega\tau\iota\kappa\omicron\ς \acute{\omicron}\tau\omicron\n, π.χ. \acute{\epsilon}\ν\omicron\ύνται μ\acute{\epsilon}\ μ\acute{\epsilon}\τ\acute{\alpha}\lambda\lambda\alpha), \acute{\omicron}\σ\omicron\n κα\acute{\iota} \acute{\alpha}\ναγωγ\iota\kappa\omicron\ς \acute{\omicron}\t\omicron\n, π.χ. \acute{\epsilon}\ν\omicron\ύνται μ\acute{\epsilon}\ \acute{\delta}\xiυγ\omicron\nον).

Χημικά \acute{\epsilon}\ν\omicron\ώσεις. I. 'Οξειδωτικά μέσα ε\acute{\iota}\ναι: α) 'Ιοντικά \acute{\epsilon}\ν\omicron\ώσεις περιέχουσαι κατι\omicron\n δυνάμενον ε\acute{\iota}\ν\omicron\k\omicron\ως ν\acute{\alpha} \acute{\alpha}\ν\alpha\chi\theta\eta\acute{\iota}, δι\acute{\alpha} π\rho\omicron\sigma\lambda\eta\phi\omicron\varsigma ηλεκτρονίων. Ο\acute>\tau\omega τὰ \acute{\alpha}\λ\alpha\tau\alpha μ\acute{\epsilon}\ \acute{\alpha}\ν\omicron\ώτε\r\alpha σ\theta\acute{\epsilon}\n\η μ\acute{\epsilon}\τ\acute{\alpha}\lambda\lambda\omega\n ε\acute{\iota}\ν\alpha\iota \acute{\delta}\xi\epsilon\iota\delta\omega\tau\iota\kappa\acute{\alpha}, \acute{\alpha}\ν\alphaγ\omicron\ύμενα ε\acute{\iota}\ς \acute{\alpha}\λ\alpha\tau\alpha μ\acute{\epsilon}\ κατ\omicron\ώτε\r\α σ\theta\acute{\epsilon}\n\η, \omicron\varsigma π.χ. τὰ \acute{\alpha}\λ\alpha\tau\alpha το\acute>\ τ\rho\iota\sigma\theta\epsilon\n\omicron\ς σ\iota\delta\eta\rho\omicron\n: $\text{Fe}^{+++} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{++}$. β) Γενικ\omicron\ώτε\r\on \acute{\epsilon}\ν\omicron\ώσεις περιέχουσαι στοιχεί\omicron\n ε\acute{\iota}\ς \acute{\upsilon}\ψηλ\eta\n β\alpha\theta\mu\acute{\iota}\δ\alpha σ\theta\acute{\epsilon}\n\ους, δυνάμενον ε\acute{\iota}\ν\omicron\k\omicron\ως ν\acute{\alpha} \acute{\alpha}\ν\alpha\chi\theta\eta\acute{\iota}, κυρίως δ\acute{\epsilon} \acute{\delta}\xiυγο\acute>\nu\omicron\chi\omicron\ι \acute{\epsilon}\ν\omicron\ώσεις \acute{\epsilon}\κ τ\omicron\n \acute{\omicron}\p\omicron\ίων \acute{\alpha}\π\omicron\σπ\acute{\alpha}\τ\alpha\iota ε\acute{\iota}\ν\omicron\k\omicron\ως τ\omicron\ \acute{\delta}\xiυγ\omicron\nον, π.χ.



II. 'Αναγωγικά μέσα ε\acute{\iota}\ναι: α) 'Ιοντικά \acute{\epsilon}\ν\omicron\ώσεις περιέχουσαι κατι\omicron\n \eta\ \acute{\alpha}\ν\iota\omicron\n \acute{\delta}\xi\epsilon\iota\delta\omicron\ύμενον ε\acute{\iota}\ν\omicron\k\omicron\ως δι' \acute{\alpha}\π\omicron\δ\omicron\σ\epsilon\omega\varsigma ηλεκτρονίων. Ο\acute>\τ\omega \acute{\alpha}\λ\alpha\tau\alpha μ\acute{\epsilon}\ κατ\omicron\ώτε\r\α σ\theta\acute{\epsilon}\n\η μ\acute{\epsilon}\τ\acute{\alpha}\λ\lambda\omega\n ε\acute{\iota}\ν\alpha\ι \acute{\alpha}\ν\αγωγ\iota\kappa\acute{\alpha}, \acute{\delta}\xi\epsilon\iota\delta\omicron\ύμενα ε\acute{\iota}\ς \acute{\alpha}\λ\alpha\tau\α μ\acute{\epsilon}\ \acute{\alpha}\ν\omicron\ώτε\r\α σ\theta\acute{\epsilon}\n\η, \omicron\varsigma π.χ. τὰ \acute{\alpha}\λ\alpha\tau\α το\acute>\ δ\iota\sigma\theta\epsilon\n\omicron\ς κ\alpha\sigma\iota\tau\acute{\epsilon}\ρ\omicron\n: $\text{Sn}^{++} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}^{++++}$. 'Ομο\acute>\\iota\ο\varsigma \acute{\epsilon}\ν\omicron\ώσεις περιέχουσαι τὰ \acute{\alpha}\ν\iota\omicron\n\tau\alpha $\text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{J}^-, \text{S}^{--}$, π.χ.: $2\text{J}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{J}_2$. β) Γενικ\omicron\ώτε\r\on \acute{\epsilon}\ν\omicron\ώσεις περιέχουσαι στοιχεί\omicron\n ε\acute{\iota}\ς κατ\omicron\ώτε\r\α β\alpha\theta\mu\acute{\iota}\δ\α σ\theta\acute{\epsilon}\n\ους, δυνάμενον ε\acute{\iota}\ν\omicron\k\omicron\ως ν\acute{\alpha} \acute{\delta}\xi\epsilon\iota\delta\omega\theta\eta\acute{\iota}, κυρίως δ\acute{\epsilon} \acute{\epsilon}\ν\omicron\ώσεις π\rho\omicron\σ\lambda\alpha\mu\beta\acute{\alpha}\ν\omicron\ουσαι ε\acute{\iota}\ν\omicron\k\omicron\ως \acute{\delta}\xiυγ\omicron\nον, π.χ.



Τὰ χαρακτηριστικ\omicron\ώτε\r\α \acute{\delta}\xi\epsilon\iota\delta\omega\tau\iota\kappa\acute{\alpha} ε\acute{\iota}\ν\alpha\ι σ\omicron\μ\alpha\tau\α \acute{\alpha}\π\omicron\δ\omicron\δ\omicron\n\tau\alpha κατ\omicron\λλ\eta\lambda\omicron\ς \acute{\delta}\xiυγ\omicron\nον (\acute{\alpha}\ν\αγ\r\αφ\omicron\ύμενον \acute{\alpha}\ρ\chi\iota\kappa\omicron\ς ε\acute{\iota}\ς τὴν κατ\acute{\alpha}\sigma\tau\alpha\sigma\iota\n \acute{\epsilon}\ν τ\omicron\ \gamma\epsilon\n\acute{\nu}\eta\theta\omicron\n\alpha\iota $[\text{O}]$), τὰ δ\acute{\epsilon} χαρακτηριστικ\omicron\ώτε\r\α \acute{\alpha}\ν\αγωγ\iota\kappa\acute{\alpha} (\eta\ \acute{\epsilon}\υ\acute{\delta}\xi\epsilon\iota\delta\omega\tau\alpha σ\omicron\μ\alpha\tau\α) \acute{\delta}\xi\epsilon\iota\delta\omicron\ύνται δι\acute{\alpha}

του δξυγόνου των δξειδωτικών. Κατωτέρω παραθέτομεν τὰ σημαντικώτερα δξειδωτικά καὶ ἀναγωγικά μέσα, ὡς καὶ τὸν τρόπον κυρίας δράσεως αὐτῶν:

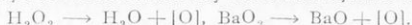
A. Ὁξειδωτικά καὶ δξειδωτική διάσπασις αὐτῶν.

1. Ὁξυγόνον (O_2) καὶ ὄζον (O_3): $O_2 \rightarrow O_2 + [O]$.

2. Ἀλογόνα ($X_2 = F_2, Cl_2, Br_2, J_2$): $X_2 + H_2O \rightarrow 2HX + [O]$.

3. Ὁξειδια. α) Τὰ δξειδια ἀδρανῶν μετάλλων διασπῶνται εἰς ἐλεύθερα στοιχεῖα: $HgO \rightarrow Hg + [O]$, $Ag_2O \rightarrow 2Ag + [O]$.

β) Τὰ ὑπεροξειδια διασπῶνται εἰς κανονικά δξειδια καὶ $[O]$:



Ὁμοίως διασπᾶται καὶ τὸ NO_2 : $NO_2 \rightarrow NO + [O]$.

γ) Τὰ διοξειδια μετάλλων, εἰς διάλυμα ὀξέος, παρέχουν ἄλατα μὲ τὸ κανονικόν σθένος τοῦ μετάλλου καὶ $[O]$.



Δ' Ἀρχικῶς δεχόμεθα ὅτι διασπῶνται εἰς κανονικά δξειδια $MnO_2 \rightarrow MnO + [O]$.

4. Ὁξυγονοῦχα ἄλατα. α) Τὰ ὀξυγονοῦχα ἄλατα τῶν ἀλογόνων διασπῶνται εἰς μὴ ὀξυγονοῦχα ἄλατα καὶ $[O]$: $KClO_3 \rightarrow KCl + 3[O]$.

β) Τὰ ὑπερμαγγανικά ($KMnO_4$), μαγγανικά (Na_2MnO_4), χρωμικά (K_2CrO_4) καὶ διχρωμικά ($K_2Cr_2O_7$), ἄλατα εἰς διάλυμα ὀξέος, παρέχουν ἄλατα μὲ τὸ κανονικόν σθένος τῶν μετάλλων (Mn^{++} , Cr^{+++}) καὶ $[O]$.



Ἀρχικῶς δεχόμεθα ὅτι σχηματίζονται δξειδια τῶν μετάλλων.



Ὁμοίως δροῦν τὰ ἀντίστοιχα ὀξέα καὶ οἱ ἀνυδρίται αὐτῶν:



5. Ὁξέα. α) HNO_3 . I. Ἀραιόν: $2HNO_3 \rightarrow H_2O + 2NO + 3[O]$

II. Πυκνόν θερμόν: $2HNO_3 \rightarrow H_2O + 2NO_2 + [O]$

β) H_2SO_4 πυκνόν - θερμόν: $H_2SO_4 \rightarrow H_2O + SO_2 + [O]$.

Ὁξειδωτικῶς, δροῦν καὶ οἱ ἀνυδρίται τῶν ὀξέων: $SO_3 \rightarrow SO_2 + [O]$.

6. Βασιλικόν ὕδωρ. Εἶναι μίγμα HNO_3 καὶ HCl , εἰς ἀναλογίαν γραμμομορίων 1:3. Παρέχει $[Cl]$, διὰ τοῦ ὁποῖου ὅλα τὰ μέταλλα μετατρέπονται εἰς χλωριοῦχα ἄλατα ἀνωτέρου σθένους καὶ NO (ἔστω καὶ μὲ πυκνόν HNO_3).



Σημ. Τὰ δξειδωτικά τῶν κατηγοριῶν 3 καὶ 4 χρησιμοποιοῦνται καὶ πρὸς ἐργαστηριακὴν παρασκευὴν ὀξυγόνου.

B. Ἀναγωγικά (εὐδοξειδωτα σώματα) καὶ δρᾶσις αὐτῶν μὲ $[O]$

1. Ἀμέταλλα. (Κυρίως H_2 , J_2 , S , P , As , C). Ὁξειδοῦνται (πλὴν H_2) συνήθως μὲ HNO_3 ἢ πυκνόν - θερμόν H_2SO_4 .

$H_2 + [O] \rightarrow H_2O$ $J_2 + 5[O] + H_2O \rightarrow 2HJO_3$ (ὑπὸ πυκνοῦ HNO_3)
 $S + 3[O] + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ (ὑπὸ HNO_3), $S + 2[O] \rightarrow SO_2$ (ὑπὸ π-θ. H_2SO_4)
 $2P + 5[O] + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$ (ὑπὸ HNO_3). (Ὑπὸ πυκνοῦ - θερμοῦ H_2SO_4 ὀξειδοῦνται εἰς μίγμα H_3PO_4 καὶ H_3PO_3).

$C + 2[O] \rightarrow CO_2$. (Ὑπὸ πυκνοῦ - θερμοῦ H_2SO_4 ἢ πυκνοῦ HNO_3).

2. Μέταλλα. Ὁξειδοῦνται συνήθως μὲ HNO_3 ἢ πυκνόν - θερμόν H_2SO_4 , μετατρέπομενα εἰς νιτρικά καὶ θειικά ἄλατα μὲ τὸ ἀνώτερον σθένος κατὰ κανόνα (ἐνδιαμέσως θεωρεῖται ὅτι σχηματίζονται βασιικά μεταλλοξειδια):

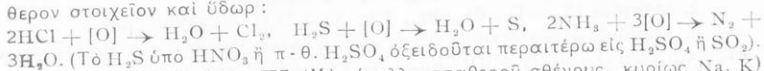


Κ. Α. ΠΡΟΒΑΤΑ: «ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ»

Χρυσός και λευκόχρυσος οξειδούνται υπό βασιλικού ύδατος :



3. **HCl, HBr, HJ, H₂S, NH₃.** 'Οξειδούνται παρέχοντα το αντίστοιχον ελεύθερον στοιχείον και ύδωρ :



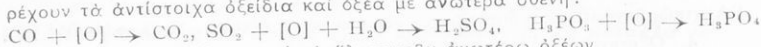
Τὰ **άλατα HCl, HBr, HJ.** (Με μέταλλα σταθερού σθένους, κυρίως Na, K) οξειδούνται πρὸς ἐλεύθερα ἀλογόνα, συνήθως παρουσίᾳ H₂SO₄.



Τὰ **θειοῦχα ἄλατα** συνήθως οξειδούνται εἰς θεικὰ ἄλατα :



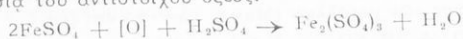
4. 'Οξειδία καὶ ὀξέα με κατώτερον σθένος χαρακτηριστικοῦ στοιχείου παρέχουν τὰ ἀντίστοιχα ὀξειδία καὶ ὀξέα με ἀνώτερα σθένη :



'Ομοίως οξειδούνται καὶ τὰ ἄλατα τῶν ἀνωτέρω ὀξέων.



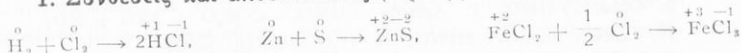
5. 'Αλατα με κατώτερα σθένη μετάλλων οξειδούνται εἰς ἄλατα με ἀνώτερα σθένη, παρουσίᾳ τοῦ ἀντιστοίχου ὀξέος.



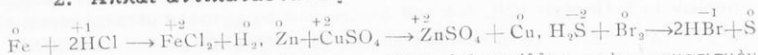
3. Κατηγορίαι ἀντιδράσεων ὀξειδοαναγωγῆς

Εἰς τὰς ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς ὑπάρχοντα :

1. **Συνθέσεις καὶ ἀποσυνθέσεις** (περιλαμβάνουνσαι ἐλεύθερα στοιχεῖα).



2. 'Απλαῖ ἀντικαταστάσεις :



Βάσει τῶν ἀνωτέρω, ἡ ἐπίδρασις ὀξέων ἐπὶ μετάλλων πρὸς σχηματισμὸν ἁλτος καὶ ὑδρογόνου, εἶναι, ὑπὸ τὴν γενικὴν ἔννοιαν, ὀξειδωσις τῶν μετάλλων ὑπὸ τῶν ὀξέων.

3. **Πολύπλοκοι ἀντιδράσεις.** Με αὐτὰς θὰ ἀσχοληθῶμεν ἀναλυτικώτερον εἰς τὴν ἐπομένην παράγραφον.

'Επίσης εἰς τὰς ὀξειδοαναγωγὰς ὑπάρχοντα αἱ ἐκφορτίσεις τῶν ἰόντων κατὰ τὴν *ἠλεκτρόλυσιν* (σελ. 109). Εἰς τὴν ἄνοδον τὰ ἀνιόντα *ὀξειδούνται*, ἀποδίδοντα ἠλεκτρόνια, εἰς δὲ τὴν κάθοδον τὰ κατιόντα *ἀνάγονται*, προσλαμβάνοντα ἠλεκτρόνια.

4. 'Εξιώσεις πολυπλόκων ἀντιδράσεων ὀξειδοαναγωγῆς

A. 'Αθροιστικὴ μέθοδος. Αἱ πολύπλοκοι ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς περιλαμβάνουν κατὰ κανόνα ὀξειδωτικὰ δυνάμενα νὰ ἀποδώσουν [O] καὶ

εὐοξειδωτά σώματα προσλαμβάνοντα τὸ [O]. (Παρ. 2). Πρὸς εὐρεσιν τῶν προϋόντων καὶ τῶν συντελεστῶν ἐργαζόμεθα ὡς ἑξῆς :

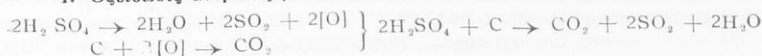
1. Γράφομεν τὴν ἑξίσωσιν διασπάσεως τοῦ ὀξειδωτικοῦ.
2. Γράφομεν τὴν ἑξίσωσιν τῆς ἀντιδράσεως τοῦ εὐοξειδωτοῦ σώματος μὲ τὸ ἀποδιδόμενον [O].
3. Ἀθροίζομεν ἀλγεβρικῶς τὰς ἀνωτέρω χημικὰς ἑξισώσεις. Τὸ ἄθροισμα τοῦτο ἀποτελεῖ τὴν συνολικὴν χημικὴν ἑξίσωσιν τῆς ἀντιδράσεως ὀξειδοαναγωγῆς. (Οἱ συντελεσταὶ τῆς 1 καὶ 2 ρυθμίζονται ὥστε τὰ ἀποδιδόμενα καὶ προσλαμβάνόμενα ἄτομα ὀξυγόνου νὰ εἶναι ἴσα).

Αἱ ἐνδιάμεσοι ἀντιδράσεις 1 καὶ 2 χρησιμοποιοῦνται ὡς ἀπλοῦς μηχανισμός. Τελικῶς θὰ ἀναγράφεται μόνον ἡ συνολικὴ ἑξίσωσις.

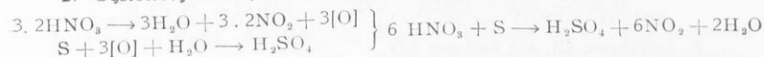
Παράδειγμα α

I. Ὄξειδωσις ἀμετάλλων μὲ HNO_3 ἢ πυκνὸν - θερμὸν H_2SO_4 .

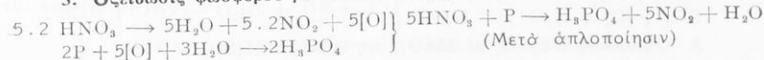
1. Ὄξειδωσις ἄνθρακος μὲ πυκνὸν - θερμὸν H_2SO_4 .



2. Ὄξειδωσις θείου μὲ πυκνὸν HNO_3 .

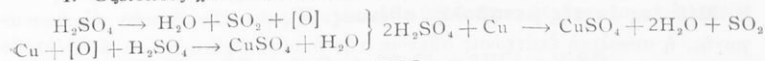


3. Ὄξειδωσις φωσφόρου μὲ πυκνὸν HNO_3 .



II. Ὄξειδωσις μετάλλων μὲ HNO_3 ἢ πυκνὸν - θερμὸν H_2SO_4 . Μία ποσότης τοῦ ὀξέος διασπᾶται καὶ ἑτέρα σχηματίζει ἄλλας μὲ τὸ ὀξειδίου τοῦ μετάλλου, τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ ὑποθέσωμεν ὅτι σχηματίζεται διὰ τοῦ [O].

1. Ὄξειδωσις χαλκοῦ μὲ πυκνὸν - θερμὸν H_2SO_4 .



2. Ὄξειδωσις ἀργύρου μὲ ἄραιον HNO_3 .

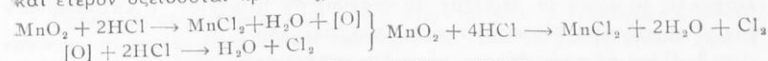


III. Ὄξειδωσις μετάλλων μὲ βασιλικὸν ὕδωρ. (Τὰ μέταλλα προσλαμβάνουν [Cl]). Ἐπίδρασις βασιλικοῦ ὕδατος ἐπὶ χρυσοῦ.

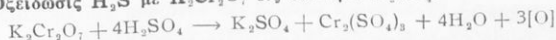


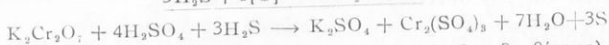
IV. Ὄξειδωσις ὕδραλογόνων (HCl , HBr , HJ) καὶ H_2S .

1. Ὄξειδωσις διαλύματος HCl μὲ MnO_2 (μέρος τοῦ HCl σχηματίζει ἄλλας καὶ ἕτερον ὀξειδουταὶ πρὸς Cl_2).



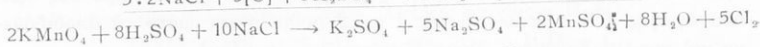
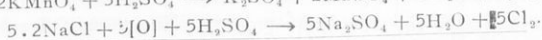
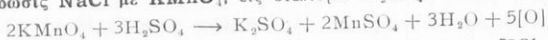
2. Ὄξειδωσις H_2S μὲ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ εἰς διάλυμα H_2SO_4 .





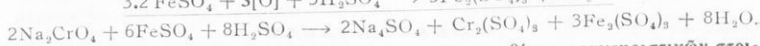
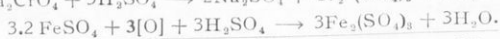
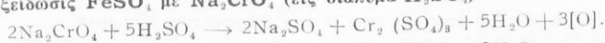
V. 'Οξειδώσεις αλάτων $\text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-$ (με μέταλλα σταθεροῦ σθένους).

'Οξειδώσεις NaCl με KMnO_4 , εις διάλυμα H_2SO_4 .



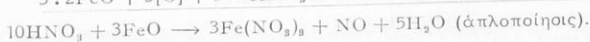
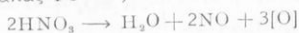
VI. 'Οξειδώσεις αλάτων με κατώτερα σθένη μετάλλων.

'Οξειδώσεις FeSO_4 με Na_2CrO_4 (εις διάλυμα H_2SO_4).

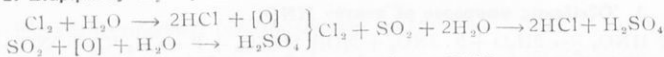


VII. 'Οξειδώσεις οξειδίων η δξέων με κατώτερα σθένη χαρακτηριστικῶν στοιχείων, ὡς καὶ αλάτων τῶν δξέων αὐτῶν.

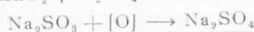
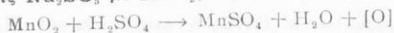
1. 'Επίδρασις ἀραιοῦ HNO_3 ἐπὶ FeO (μέρος τοῦ δξέος δρᾷ δξειδωτικῶς καὶ ἕτερον σχηματίζει ἄλλας Fe^{++}).



2. Διαβίβασις Cl_2 εις διάλυμα SO_2 .



3. 'Οξειδώσεις Na_2SO_3 με MnO_2 , εις διάλυμα H_2SO_4 .



B. Μέθοδος ἐκ τῆς μεταβολῆς σθένους. Εἰς μίαν ἀντίδρασιν δξειδουαγωγῆς, ἡ συνολικὴ ἐλάττωσις σθένους τὴν ὁποίαν ὑφίσταται τὸ ἀναγόμενον στοιχεῖον, ἰσοῦται μετὰ τὴν συνολικὴν αὔξησιν σθένους τὴν ὁποίαν ὑφίσταται τὸ δξειδούμενον στοιχεῖον. 'Εφ' ὅσον, βάσει τῆς παραγράφου 2, θεωρήσωμεν γνωστὰ τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως, οἱ συντελεστὰς τῆς χημικῆς ἐξισώσεως δύνανται νὰ εὑρεθοῦν ὡς ἑξῆς:

1. Γράφομεν τὰ ἀντιδρῶντα σώματα καὶ τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως.

2. Εὐρίσκομεν τὴν συνολικὴν μεταβολὴν σθένους τὴν ὁποίαν ὑφίσταται τὸ ἀναγόμενον στοιχεῖον καὶ τὴν θέτομεν ὡς συντελεστὴν εἰς τὸ σῶμα τὸ ὅποιον περιέχει τὸ δξειδούμενον στοιχεῖον. Ἀντιστρόφως, τὴν μεταβολὴν σθένους τὴν ὁποίαν ὑφίσταται τὸ δξειδούμενον στοιχεῖον θέτομεν ὡς συντελεστὴν εἰς τὸ σῶμα τὸ περιέχον τὸ ἀναγόμενον στοιχεῖον. ('Απλοποιούμεν ἔαν οἱ συντελεστὰς δὲν εἶναι πρῶτοι πρὸς ἀλλήλους).

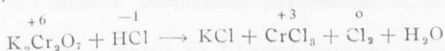
3. Βάσει τῶν εὑρεθέντων οὕτω δύο συντελεστῶν εὐρίσκομεν τοὺς ὑπολοίπους ἐμπειρικῶς.

4. Τὰ ἄτομα ὑδρογόνου ἐξισοῦνται τελικῶς διὰ τοποθετήσεως ἀναλόγων

μορίων ύδατος, εις τὸ μέλος τῆς χημικῆς ἐξισώσεως τὸ ὅποιον ἔχει τὰ ὀλιγώ-
τερα ὕδρογόνα.

Π α ρ α δ ε ί γ μ α τ α

1. Ὁξειδωσις διαλύματος HCl με $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. α) Τὸ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ διασπάται παρέχον KCl καὶ CrCl_3 , ὀξειδώνει δὲ μέρος τοῦ HCl πρὸς Cl_2 , σχηματιζομένου καὶ ὕδατος.



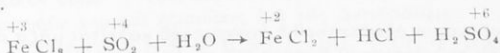
β) Τὰ 2 ἄτομα χρωμίου ἀνάγονται συνολικῶς κατὰ 6 σθένη, ἕκαστον δὲ ἄτομον χλωρίου ὀξειδοῦται κατὰ 1 σθένος. Ἐπομένως θέτομεν ὡς συντελεστήν εἰς τὸ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ τὴν μονάδα καὶ εἰς τὸ HCl τὸ 6, σχηματίζονται δὲ 3 μόρια Cl_2 . Ἐχομεν οὕτω, ἐξισοῦντες καὶ τὰ ἄτομα τῶν μετάλλων :



γ) Εἰς τὰ σχηματιζόμενα ἅλατα περιέχονται 8 ἀνιόντα χλωρίου (Cl^-), προερχόμενα ἀπὸ μὴ ὀξειδωθέν HCl . Ἐπομένως ὁ συνολικὸς συντελεστής τοῦ HCl γίνεται 14, θέτομεν δὲ εἰς τὸ δεύτερον μέλος 7 μόρια ὕδατος, πρὸς ἐξίσωσιν τῶν ἀτόμων ὕδρογόνου. Ἐπομένως ἔχομεν ὡς τελικὴν ἐξίσωσιν :



2. Ἀναγωγὴ FeCl_3 ὑπὸ SO_2 , εἰς ὕδατικὸν διάλυμα. α) Τὸ SO_2 παρουσιάζει ὕδατος, ἀνάγει τὸν FeCl_3 εἰς FeCl_2 , ὀξειδοῦμενον εἰς H_2SO_4 , ἐνῶ σχηματίζεται καὶ HCl .



β) Ὁ οἰδηρὸς ἀνάγεται κατὰ 1 σθένος, ἐνῶ τὸ θεῖον ὀξειδοῦται κατὰ 2 σθένη. Ἐπομένως :



γ) Πρὸς ἐξίσωσιν τῶν ἀτόμων χλωρίου θέτομεν εἰς τὸ HCl συντελεστήν 2, ἐν συνεχείᾳ δὲ πρὸς ἐξίσωσιν τῶν ἀτόμων ὕδρογόνου θέτομεν συντελεστήν 2 εἰς τὸ ὕδωρ.



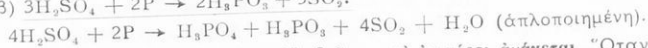
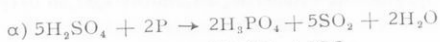
Γ. Ἀλγεβρική μέθοδος. Ἐφ' ὅσον τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως εἶναι γνωστά, οἱ συντελεσταὶ τῆς χημικῆς ἐξισώσεως δύνανται νὰ εὑρεθοῦν καὶ ἀλγεβρικῶς (σελ. 101).

5. Εἰδικαὶ ἀντιδράσεις ὀξειδοαναγωγῆς

1. Τὸ ὀξειδοῦμενον ἢ ἀναγόμενον στοιχεῖον περιέχεται εἰς τὰ προϊόντα ὑπὸ δύο διαφορετικὰ σθένη. Οὕτω, π.χ. ὁ P ὀξειδοῦται ὑπὸ πυκνοῦ — θερμοῦ H_2SO_4 πρὸς μίγμα H_3PO_4 καὶ H_3PO_3 , τὸ HNO_3 δύναται νὰ δράσῃ ὀξειδωτικῶς διασπώμενον ταυτοχρόνως ἐν μέρει πρὸς NO καὶ ἐν μέρει πρὸς N_2O κ.λ.π.

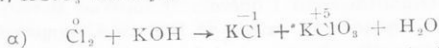
Πρόκειται οὐσιαστικῶς περὶ δύο ἢ περισσοτέρας ἀντιδράσεων ὀξειδοαναγωγῆς, αἱ ὁποῖαι ἐπιτελοῦνται ταυτοχρόνως. Διὰ νὰ γραφῇ ἐνιαία χημικὴ ἐξίσωσις πρέπει κανονικῶς νὰ δίδεται ἡ ἀναλογία ὑπὸ τὴν ὁποίαν σχηματίζονται τὰ διαφορετικὰ προϊόντα ὀξειδώσεως ἢ ἀναγωγῆς. Γράφομεν τότε κατὰ τὰ γνωστὰ ἐκάστην ἀντίδρασιν χωριστὰ καὶ ἀθροίζομεν ἀλγεβρικῶς.

Παράδειγμα. Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν πυκνοῦ — θερμοῦ H_2SO_4 ἐπὶ P, σχηματίζονται ἴσα γραμμομόρια H_3PO_4 καὶ H_3PO_3 .

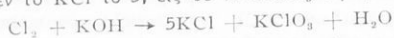


2. Τὸ αὐτὸ στοιχεῖον ἐν μέρει ὀξειδούται καὶ ἐν μέρει ἀνάγεται. "Όταν γνωρίζομεν τὰ προϊόντα, οἱ συντελεσταὶ εὐρίσκονται, ἐὰν θέσωμεν ὡς συντελεστήν τοῦ σώματος τὸ ὁποῖον περιέχει τὴν ἀναγομένην ποσότητα, τὴν μεταβολὴν σθένους τὴν ὁποῖαν ὑφίσταται ἡ ὀξειδουμένη ποσότης τοῦ στοιχείου καὶ ἀντιστρόφως.

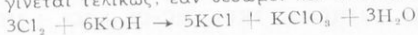
Παράδειγμα. Κατὰ τὴν διαβίβασιν Cl_2 εἰς πυκνὸν — θερμὸν διάλυμα KOH , παράγονται KCl , KClO_3 καὶ H_2O .



β) Εἰς τὸ KCl ἐν ἄτομον χλωρίου ἔχει ἀναχθῆ κατὰ 1 σθένος, ἐνῶ εἰς τὸ KClO_3 ἐν ἄτομον χλωρίου ἔχει ὀξειδωθῆ κατὰ 5 σθένην. Θέτομεν ἐπομένως ὡς συντελεστὰς εἰς μὲν τὸ KCl τὸ 5, εἰς δὲ τὸ KClO_3 τὴν μονάδα.



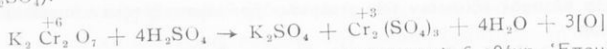
γ) Εἰς τὸ δεῦτερον μέλος ἔχομεν 6 ἄτομα χλωρίου καὶ 6 ἄτομα καλίου. "Αρα ἡ ἐξίσωσις γίνεται τελικῶς, ἐὰν θέσωμεν καὶ τὰ ἀνάλογα μόρια ὕδατος.



6. Γραμμοῖσοδύναμα ὀξειδωτικῶν καὶ ἀναγωγικῶν

Γραμμοῖσοδύναμον ὀξειδωτικοῦ ἢ ἀναγωγικοῦ καλεῖται μᾶζα αὐτοῦ εἰς χρῆσιν μὲ τὸ πηλίκον τοῦ μοριακοῦ βάρους διὰ τῆς συνολικῆς μεταβολῆς σθένους, τὴν ὁποῖαν ὑφίσταται κατὰ τὴν ἀντίδρασιν τὸ ὀξειδούμενον ἢ ἀναγόμενον στοιχεῖον.

Παράδειγμα. Ἐστω ἡ ὀξειδωτικὴ δρᾶσις τοῦ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ εἰς διάλυμα ὀξέος (π.χ. H_2SO_4).



Τὰ 2 ἄτομα χρωμίου ἀνάγονται συνολικῶς κατὰ 6 σθένην. Ἐπομένως τὸ γραμμοῖσοδύναμον τοῦ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ εἶναι :

$$\frac{\text{MB}}{6} = \frac{294}{6} = 49 \text{ gr } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7.$$

Τὰ γραμμοῖσοδύναμα τῶν συνήθων ὀξειδωτικῶν ἀποδίδουν διασπώμενα 8gr ὀξυγόνου.

"Όταν ὀξειδωτικὰ ἢ ἀναγωγικὰ δύνανται νὰ δράσουν κατὰ διαφόρους τρόπους, ὑφιστάμενα διαφορετικὰς μεταβολὰς σθένους, εἰς ἐκάστην περίπτωσιν τὸ γραμμοῖσοδύναμον αὐτῶν εἶναι διαφορετικόν.

Περίληψις Κεφ. ΙΔ.

1. Ὁξείδωσις καλεῖται τυπικῶς ἡ πρόσληψις ὀξυγόνου ἢ ἡ ἀπόσπαισις ὕδρογόνου ἀπὸ ἐν σώμα, ἀναγωγή δὲ τὸ ἀντίθετον.

Γενικώτερον καλεῖται *ὀξείδωσις* κάθε φαινόμενον κατὰ τὸ ὁποῖον αὐξάνεται ἀλγεβρικῶς τὸ σθένος στοιχείου καὶ ἀναγωγή τὸ ἀντίθετον.

Εἰς τὴν ἑτεροπολικὴν σύνδεσιν *ὀξείδωσις* εἶναι ἡ ἀπόσπαισις ἠλεκτρονίων καὶ ἀναγωγή ἡ πρόσληψις ἠλεκτρονίων ἀπὸ μίαν οὐσίαν.

2. *Προσληψὶς ὀξυγόνου* εἶναι κυρίως : α) Τὰ ἠλεκτραρνητικώτερα ἀμέταλλα

(F₂, Cl₂, Br₂, O₂, J₂). β) 'Ωριομένα οξειδία (HgO, Ag₂O, NO₂, κ.α.), τὰ ὑπεροξειδία (H₂O₂, Na₂O₂, BaO₂) ὡς καὶ τὰ διοξειδία μετάλλων (MnO₂, SnO₂, PbO₂). γ) 'Ωριομένα ὀξυγονοῦχα ἅλατα (KClO₃, KMnO₄, K₂CrO₄, K₂Cr₂O₇). δ) Τὸ HNO₃ ὡς καὶ τὸ πυκνὸν - θερμὸν H₂SO₄. ε) 'Ἄλατα μετ' ἀνώτερα σθένη μεταλλῶν (FeCl₃, SnCl₄, κ.α.).

3. 'Αναγωγικὰ μέσα εἶναι κυρίως: α) Τὰ μέταλλα. β) 'Ωριομένα ἀμέταλλα. (H₂, C, κ.α.). γ) 'Ωριομένα οξειδία ἢ ὀξέα μετ' κατώτερα σθένη χαρακτηριστικῶν στοιχείων, ὡς καὶ τὰ ἅλατα τῶν ὀξέων αὐτῶν, (CO, SO₂ ἢ H₂SO₃, Na₂SO₃, κ.α.). δ) 'Ἄλατα μετ' κατώτερα σθένη μετάλλων (FeCl₂, SnCl₂, κ.α.). ε) 'Ωριμμένοι ὀργανικαὶ ἐνώσεις.

Ἐρωτήσεις

α) 'Αναπτύξατε τὴν ἔννοιαν τῆς ὀξειδωσέως καὶ ἀναγωγῆς γενικῶς (ἀρχικὴ σημασία, ἐπέκτασις, ἡλεκτρονικὴ σημασία).

β) Δίδονται τὰ στοιχεῖα: 1) O₂, F₂, J₂, Cl₂, Br₂. Νὰ γραφοῦν κατὰ σειρὰν αὐξανομένης ὀξειδωτικῆς ἰσχύος. 2) Mg, K, Al, Zn, Fe, Na. Νὰ γραφοῦν κατὰ σειρὰν αὐξανομένης ἀναγωγικῆς ἰσχύος. Νὰ δοθοῦν σχετικαὶ ἐπεξηγήσεις.

γ. Νὰ εὐρεθοῦν τὰ γραμμοίσοδύναμα: α) Τῶν ὀξειδωτικῶν: KMnO₄ (παρ. H₂SO₄/Cl₂, HNO₃ (ἀραιόν), K₂CrO₄, KClO₃. β) Τῶν ἀναγωγικῶν: SO₂, Hg, Al, H₂.

δ. Νὰ γραφοῦν χημικαὶ ἐξισώσεις διὰ τὰς ἀντιδράσεις:

1) Πυκνὸν HNO₃ + (C, P, As, J₂, S). 2) Πυκνὸν - θερμὸν H₂SO₄ + (C, S, P).

3) 'Αραιὸν HNO₃ + (Cu, Ag, Pb, Fe). 4) Πυκνὸν HNO₃ + (Cu, Hg).

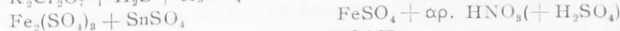
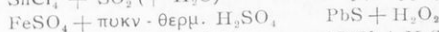
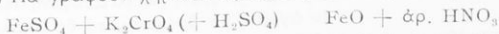
5) Πυκνὸν - θερμὸν H₂SO₄ + (Al, Zn, Cu, Hg, Ag).

6) Βασιλικὸν ὕδωρ + (Fe, Cu, Pt, Au).

ε) Νὰ γραφοῦν χημικαὶ ἐξισώσεις διὰ τὰς ἀντιδράσεις:



ζ) Νὰ γραφοῦν χημικαὶ ἐξισώσεις διὰ τὰς ἀντιδράσεις.



(Τὸ Fe₂O₄ συμπεριφέρεται ὡς FeO + Fe₂O₃. Τὸ ὀξαλικὸν ὀξύ (COOH)₂ ὀξειδοῦται εἰς CO₂ καὶ H₂O).

ΕΙΔΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

1. Περί μετάλλων και άμετάλλων

1. Γενικά. Τά στοιχεΐα ταξινομοῦνται, ὡς γνωστόν, εἰς δύο κατηγορίας, τὰ μέταλλα καί τὰ άμέταλλα. Ἐκάστη ὁμάς περιλαμβάνει στοιχεΐα παρουσιάζοντα ὠρισμένα κοινά χαρακτηριστικά, διάφορα τῶν στοιχείων τῆς ἑτέρας ὁμάδος. Κατὰ τὰς σημερινάς ἀντιλήψεις, ἡ ταξινόμησις ἑνός στοιχείου εἰς τὰ μέταλλα ἢ άμέταλλα καθορίζεται ἐκ τῆς ἡλεκτρονικῆς δομῆς αὐτοῦ. Στοιχεΐα μέ ὀλιγώτερα τῶν τεσσάρων ἡλεκτρονίων εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα ταξινομοῦνται γενικῶς εἰς τὰ μέταλλα καί με περισσότερα τῶν τεσσάρων ἡλεκτρονίων εἰς τὰ άμέταλλα. Ἐκ τῶν στοιχείων με 4 ἡλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα, εἰς τὰ μέταλλα ταξινομοῦνται ὁ μόλυβδος, ὁ κασσίτερος καί τὸ γερμάνιον καί εἰς τὰ άμέταλλα ὁ ἄνθραξ καί τὸ πυρίτιον.

Ἡ διάκρισις τῶν στοιχείων εἰς μέταλλα καί άμέταλλα δέν εἶναι σαφής. Ὡρισμένα στοιχεΐα (ὡς τὸ ἀρσενικόν, τὸ ἀντιμόνιον, τὸ βόριον κ.α.) παρουσιάζουν ὁμοιότητας τόσοι με τὴν μεταλλικὴν, ὅσοι καί με τὴν άμετάλλον κατὰστασι καί χαρακτηρίζονται ὡς *επαμφοτερίζοντα*.

2. Ἰδιότητες. Αἱ γενικαὶ ἰδιότητες μετάλλων καί άμετάλλων δεικνύονται συγκριτικῶς εἰς τοὺς κατωτέρω πίνακας:

Φυσικαὶ ἰδιότητες

Μέταλλα

1. Εἶναι ὅλα στερεά, πλην τοῦ ὕδραργύρου, ὁ ὁποῖος εἶναι ὑγρός.
2. Ἔχουν κατὰ κανόνα μεγάλας πυκνότητας (ὠρισμένα, ὡς Li, Na, K, Mg, Ca, Al, ἔχουν μικράς πυκνότητας).
3. Ἔχουν χαρακτηριστικὴν λάμψιν, τὴν καλουμένην μεταλλικὴν.
4. Εἶναι ἐλατὰ καί ὀλκιμα.
5. Εἶναι καλοὶ ἀγωγοὶ θερμότητος καί ἡλεκτρισμοῦ.

Ἄμέταλλα

1. Περιλαμβάνουν ὅλα τὰ ἀέρια στοιχεΐα (H_2 , O_2 , N_2 , F_2 , Cl_2 καί τὰ δ εὐγενῆ ἀέρια), ἔν ὑγρόν, τὸ βρώμιον, τὰ δὲ ὑπόλοιπα εἶναι στερεά.
2. Ἔχουν μικράς σχετικῶς πυκνότητας.
3. Δέν ἔχουν λάμψιν (πλὴν γραφίτου καί ἰωδίτου).
4. Δέν εἶναι ἐλατὰ καί ὀλκιμα.
5. Εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ θερμότητος καί ἡλεκτρισμοῦ (ὁ γραφίτης εἶναι καλὸς ἀγωγὸς ἡλεκτρισμοῦ).

Χημικαὶ ἰδιότητες

Μέταλλα

1. Ἐνοῦνται με άμέταλλα, κατὰ κανόνα ἑτεροπολικῶς, σχηματίζοντα κατιόντα (ἢ

Ἄμέταλλα

1. Ἐνοῦνται ἑτεροπολικῶς με μέταλλα, σχηματίζοντα ἀνιόντα (ἡλεκτραρνητικὰ στοιχεΐα, κυρίως τὰ ἀλογόνα, τὸ ὅξυ-

λεκτροθετικά στοιχεία).

Ενίοτε μέταλλα αποτελούν τμήμα συμπλόκου ανιόντος, π.χ. $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$.

2. Είναι άναγωγικά. (Πομποί ηλεκτρονίων).

3. Κανονικώς σχηματίζουν βασικά όξειδια. Τά όξειδια μερικών μετάλλων είναι έπαμφοτερίζοντα (ZnO , Al_2O_3 κ.α.) ένν ώρισμένα όξειδια μέ άνώτερον σθένος του μετάλλου είναι όξινα (CrO_3 , Mn_2O_7) ή έπαμφοτερίζοντα.

4. Σχηματίζουν άλογονούχους ένώσεις (άλατα) σταθεράς παρουσία ύδατος ή ύδρολυόμενας εις μικρόν σχετικώς βαθμόν.

5. Είναι όλα μονατομικά.

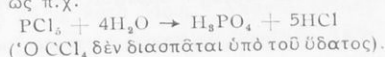
γόνον καί τό θεϊον) καί όμοιοπολικώς (ή ήμιπολικώς) μεταξύ τους.

Εμφανίζον καί θετικά σθένη συμβατικώς, ούδέποτε όμως λαμβάνουν τήν μορφήν κατιόντων.

2. Άλογόνα καί όξυγόνον κυρίως χαρακτηρίζονται ως όξειδωτικά (Δέχται ηλεκτρονίων). H_2 , C είναι άναγωγικά. S, P κ.α. όρουν καί όξειδωτικώς καί άναγωγικώς.

3. Σχηματίζουν όξινα όξειδια. Μερικά όξειδια άμετάλλων είναι ούδέτερα (H_2O , N_2O κ.α.).

4. Σχηματίζουν άλογονούχους ένώσεις αί όποiai δέν είναι πραγματικά άλατα καί διασπώνται πλήρως υπό του ύδατος ως π.χ.



5. Η ατομικότης των ποικίλλει μεγάλως.

2. Σύστημα μελέτης στοιχείων καί ένώσεων

Εις τό παρόν βιβλίον θά περιγραφούν τά συνηθέστερα στοιχεία καί μερικά έκ των σπουδαίων ένώσεων αυτών. Εις έκάστην περίπτωση θά αναφέρονεν κατά σειράν: Τήν *προέλευσιν*, τās *παρασκευάς*, τās *φυσικάς* καί *χημικάς ιδιότητας* καί τās κυρίως εφαρμογάς (*χρήσεις*) του σώματος. Ενίοτε θά αναφέρεται καί ή *ανίχνευσις* ως καί τό *ιστορικόν* τής ανακαλύψεως του σώματος.

1. Προέλευσις. Περιγράφεται πώς άπαντάται τό σωμα εις τήν φύσιν. Διά τά στοιχεία αναφέρονται ή μεγάλη ή μικρά διάδοσις αυτών, έν άπαντων ή όχι έλεύθερα εις τήν φύσιν, ως καί αί περισσότερον διαδεδομένα ένώσεις αυτών (άλατα καί όξειδια κυρίως). Διά τά όξέα ως προέλευσις αναφέρονται συνήθως τά άλατα αυτών. Τά εις τό έδαφος καί υπέδαφος άπαντώμενα υλικά χαρακτηρίζονται ως *όρυκτά* του σώματος.

2. Παρασκευαί. Περιγράφονται αί διάφοροι έπεξεργασίαι (φυσικά καί χημικά) δια των όποιων λαμβάνεται τό σωμα ως καί οί συνθήκαι παρασκευής (θερμοκρασία, πίεσις κ.λ.π.). Εις ώρισμένας περιπτώσεις διακρίνομεν *εργαστηριακάς* καί *βιομηχανικάς παρασκευάς*.

Εργαστηριακαί είναι παρασκευαί μικρών ποσών εις τό χημικόν εργαστήριον, δια πειραματικάς εφαρμογάς.

Βιομηχανικάί είναι παρασκευαί εις μεγάλα ποσά, δια τās κοινάς έμπορικας εφαρμογάς του σώματος. Ως πρώται ύλαι δια τās βιομηχανικάς παρασκευάς χρησιμοποιούνται τά πλέον εύχρηστα καί διαδεδομένα υλικά, έκ των

ἀναφερομένων εἰς τὴν προέλευσιν. Τὰ βιομηχανικά προϊόντα πρέπει νὰ παρασκευάζονται εἰς ὅσον τὸ δυνατόν μικρότερον κόστος, περιέχουν δὲ πάντοτε καὶ ξένα προσμίξεις.

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Ἀναφέρονται φυσικὴ κατάσταση, μεταβολαὶ φυσικῆς καταστάσεως, διαλυτότης, πυκνότης, χρῶμα, ὁσμή, γεῖσις κ λ.π.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Περιγράφονται ἡ δομὴ τῶν στοιχείων καὶ ὁ γενικὸς χημικὸς χαρακτήρ τῶν στοιχείων ἢ τῶν χημικῶν ἐνώσεων, (σθένος, δραστηκότης, ὀξειδωτικὴ ἢ ἀναγωγικὴ δράσις, ὀξίνος ἢ βασικὸς χαρακτήρ κ.λ.π.), ἀναφέρονται δὲ αἱ κύρια ἀντιδράσεις τοῦ σώματος μὲ στοιχεῖα ἢ χημικὰς ἐνώσεις. Αἱ παρασκευαὶ καὶ αἱ χημικαὶ ιδιότητες ἀποτελοῦν τὰ σπουδαιότερα τμήματα τῆς περιγραφῆς.

Δὲν συνιστᾶται ἡ ἀκριβὴς ἀπομνημόνευσις ἀριθμητικῶν δεδομένων (σημεῖα ζέσεως, πήξεως, πυκνότητες, θερμοκρασίαι καὶ πιέσεις παρασκευῶν κ λ.π.). Ἀπλῶς πρέπει νὰ γνωρίζωμεν ἂν ἓν σῶμα εἶναι εὐθηκτον ἢ δύστηκτον, πηκτικὸν ἢ μὴ, μικρὰς ἢ μεγάλης πυκνότητος, ἂν παρασκευάζεται εἰς ὑψηλὰς ἢ χαμηλὰς θερμοκρασίας ἢ πιέσεις κ λ.π.

Π ρ ο β λ ῆ μ α τ α

83. Μίγμα NaCl καὶ Na_2SO_4 ζυγίζει 27 gr. Τοῦτο διαλύεται ἐντὸς ὕδατος καὶ τὸ διάλυμα ἀραιοῦται εἰς 750 cm^3 . Ἐκ τοῦ διαλύματος τούτου λαμβάνονται 30 cm^3 καὶ προστίθεται περίσσεια BaCl_2 , ὁπότε καταπίπτει ἴζημα 0,6204 gr. Νὰ εὑρεθῇ ἡ σύστασις τοῦ μίγματος NaCl καὶ Na_2SO_4 .

(Ἀπ. 9,45 gr Na_2SO_4 , 17,55 gr NaCl).

84. Εἰς 100 cm^3 διαλύματος H_2SO_4 , περιέχοντος 24,5 gr H_2SO_4 ἀνὰ λίτρον διαλύματος, διαλύομεν ποσότητα Na_2SO_4 καὶ εἰς τὸ προκύπτον διάλυμα προσθέτομεν περίσσειαν διαλύματος BaCl_2 . Καταρρίπτεται οὕτω ἴζημα 7,245 gr. Εὑρετε τὸ πλῆθος τῶν γραμμομορίων τοῦ διαλυθέντος Na_2SO_4 . (Ἀπ. 0,01).

85. Ἐλασμα σιδήρου βάρους 10 gr βυθίζεται εἰς διάλυμα CuSO_4 καὶ ἐπιχαλκοῦνται. Μετὰ τὴν ἐπιχάλκωσιν τὸ ἔλασμα ζυγίζει 10,1 gr. Νὰ εὑρεθῇ τὸ ποσὸν τοῦ ἀποτιθεμένου χαλκοῦ ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος. ΑΒ : Cu = 64, Fe = 56.

(Ἀπ. 0,8 gr).

86. Ἐντὸς διαλύματος νιτρικοῦ ἀργύρου, βάρους 2,5 Kgr* καὶ περιεκτικότητος 8,5%, τίθεται ἔλασμα ψευδαργύρου καὶ ἐπαργυροῦται. Μετὰ τὴν ἐπαργύρωσιν τὸ βάρος τοῦ ἐλάσματος ἠξήθη κατὰ 3,12 gr*. Ζητοῦνται : α) τὸ βάρος τοῦ ἐναποτεθέντος ἀργύρου, β) τὸ συνολικὸν βάρος καὶ ἡ σύστασις τοῦ τελικοῦ διαλύματος.

87. Εἰς 400 gr διαλύματος ὑδροχλωρίου, περιεκτικότητος 7,3%, προστίθενται 500 gr διαλύματος ὀξίνου θειώδους νατρίου. Τὸ τελικὸν διάλυμα εὑρέθη ὅτι περιέχει ἀκόμη 2% Na_2SO_3 . Ζητεῖται ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀρχικοῦ διαλύματος Na_2SO_3 . (Ἀπ. ~ 20,03%).

88. Εἰς 2 Kgr διαλύματος AgNO_3 διαβιβάζεται ποσότης H_2 , ἐπαρκὴς ἵνα ἀντιδράσῃ τὰ 40% τοῦ περιεχομένου εἰς τὸ διάλυμα ἄλατος. Μετὰ διήθησιν ἐλήφθη διάλυμα 1978,5 gr. Ζητεῖται : α) ὁ ὄγκος τοῦ χρησιμοποιηθέντος H_2 , β) ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀρχικοῦ ὡς καὶ τοῦ τελικοῦ διαλύματος.

(Ἀπ. α. 4,48 lit. β. 4,25%).

89. Εἰς διάλυμα περιέχον ἀνθρακικὸν νάτριον διαβιβάζεται ὑδροβρώμιον, ἀκριβῶς μέχρι συμπληρώσεως τῆς ἀντιδράσεως. Ἀφοῦ τὸ διάλυμα ἠρέμῃσεν, ἐζυγίσθη καὶ εὑρέθη ἠξημένον ἔναντι τοῦ ἀρχικοῦ διαλύματος κατὰ 11,8 gr. Ζητεῖται τὸ πλῆθος τῶν moles τοῦ διαβιβασθέντος ὑδροβρώμιου. ΑΒ C = 12, Br = 80.

(Ἀπ. 0,2.)

I. ΑΜΕΤΑΛΛΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΟΞΥΓΟΝΟΝ — OZON

1. ΟΞΥΓΟΝΟΝ

Σύμβολον: O. **Μόριον:** O₂. **Ατ. ἀρ.:** 8. **A B:** 16. **Σθένος:** - 2.

1. Ίστορικόν. Ἀνεκαλύφθη ἀνεξαρτήτως ὑπὸ τῶν Scheele καὶ Priestley (1771 - 1774). Τὸ ὄνομα ὀξυγόνον ἐδόθη ὑπὸ τοῦ Lavoisier, ὁ ὁποῖος ἐμελέτησεν τὴν οὐρτασιν τοῦ ἀέρος καὶ καθώρισεν τὸν ρόλον τοῦ ὀξυγόνου εἰς τὰς καύσεις καὶ τὴν ἀναπνοήν.

2. Προέλευσις. Τὸ ὀξυγόνον εἶναι τὸ πλέον διαδεδομένον στοιχεῖον εἰς τὴν Γῆν, τῆς ὁποίας ἀποτελεῖ περίπου τὸ ἥμισυ τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ, μετὰ τῶν θαλασσῶν καὶ τῆς ἀτμοσφαιράς.

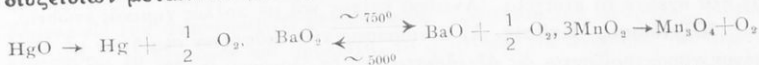
Ἐλεύθερον εὐρίσκεται εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν αἶρα, τοῦ ὁποίου ἀποτελεῖ περίπου τὰ 21 0/0 κατ' ὄγκον ἢ τὰ 23 0/0 κατὰ βάρος. Ἀπαντᾷ ἐπίσης ἀφθόνως ἠνωμένον εἰς ὀξείδια, ὀξυγονοῦχα ἄλατα, ὀργανικὰς ἐνώσεις. Ἀποτελεῖ τὰ 8/9 κατὰ βάρος τοῦ ὕδατος. Τὰ πλεῖστα πετρώματα εἰς τὸν φλοιὸν τῆς Γῆς συνίστανται ἀπὸ ὀξυγονούχους ἐνώσεις.

3. Παρασκευὴ. Α. Βιομηχανικῶς: **1. Ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.** Δι' ἰσχυρᾶς ψύξεως καὶ συμπίεσεως ὁ αἶρ ὑγροποιεῖται, ἐν συνεχείᾳ δὲ διὰ κλασματικῆς ἀποστάξεως ἐξαεροῦνται πρῶτον τὸ πτητικώτερον αἷζωτον. Τὸ ἀπομένον ὀξυγόνον ἐξαεροῦνται ἐν συνεχείᾳ καὶ συλλέγεται ἐντὸς κυλίνδρων ὑπὸ πίεσιν, περιέχει δὲ ὡς πρόσμιξιν κυρίως ἀργόν, μέχρι ποσοστοῦ 3 0/0.

2. Ἐκ τοῦ ὕδατος δι' ἡλεκτρολύσεως. Ἡλεκτρολύεται συνήθως διάλυμα H₂SO₄ ἢ NaOH, λαμβανομένου εἰς τὴν ἀνοδὸν ὀξυγόνου καὶ εἰς τὴν κάθοδον ὑδρογόνου (σελ. 111).

Β. Ἐργαστηριακῶς. Εἰς τὸ ἐργαστήριον λαμβάνεται γενικῶς διὰ διασπάσεως διαφόρων ὀξυγονούχων ἐνώσεων (ὀξειδωτικῶν, σελ. 145), κυρίως δὲ ὀξειδίων καὶ ὀξυγονούχων ἀλάτων.

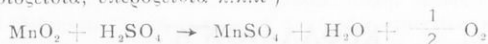
1. Παρασκευαὶ ὀξυγόνου ἀπὸ ὀξειδία. α) Διὰ θερμάνσεως ὀξειδίων σχετικῶς ἀδρανῶν στοιχείων (HgO, Ag₂O κ.α.), **ὑπεροξειδίων** (BaO₂, H₂O₂), **διοξειδίων μετὰλλων** (MnO₂ κ.α.).



Ἡ διάσπασις τοῦ HgO εἶναι ἡ ἱστορικὴ παρασκευὴ διὰ τῆς ὁποίας παρεσκευάσθη τὸ πρῶτον ὀξυγόνον ὑπὸ τοῦ Priestley. Τὸ ἐκ τῆς διασπάσεως τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ βαρίου προκύπτει BaO προσλαμβάνει περὶ τοὺς 450 - 500°C ὀξυγόνον ἐκ τοῦ ἀέρος, ἐπανασχηματιζομένου τοῦ BaO₂. Οὕτω λαμβάνεται

ουσιαστικῶς ὀξυγόνον ἐκ τοῦ ἀέρος, ἡ δὲ μέθοδος ἐχρησιμοποιεῖτο παλαιότερον ὡς βιομηχανική.

β) Διὰ συνθερμάνσεως μὲ πυκνὸν H_2SO_4 ἄνωτέρων μεταλλοξειδίων. (Ὡς διοξειδία, ὑπεροξειδία κ.λ.π.)



γ) Δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐν ψυχρῷ ἐπὶ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου (Na_2O_2).

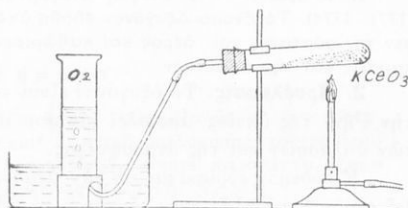


Τὸ Na_2O_2 ἀναμιγνύεται μὲ ἄλλας χαλκοῦ (συνήθως CuSO_4) ὡς καταλύτην, τὸ δὲ μίγμα τοῦτο καλεῖται *ὀξυλίθος*.

2. Παρασκευαί ὀξυγόνου ἀπὸ ὀξυγονοῦχα ἄλατα. α) Διὰ θερμάνσεως.



Ἡ διάσπασις τοῦ KClO_3 ἐπιτελεῖται εἰς σχετικῶς χαμηλὴν θερμοκρασίαν ($\sim 150^\circ \text{C}$), παρουσιάζει πυρρλουσίτου (MnO_2) ὡς καταλύτου, ἀποτελεῖ δὲ τὴν συνηθεστέραν ἐργαστηριακὴν παρασκευὴν ὀξυγόνου (σχ. 13).



Σχ. 13.

β) Διὰ συνθερμάνσεως μὲ πυκνὸν H_2SO_4 . (Κυρίως KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)



4. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον, ἄγευστον, ὀλίγον βαρύτερον τοῦ ἀέρος ($d_{\text{α}} \sim 32/29$). Ὑγροποιεῖται καὶ στερεοποιεῖται δυσκολώτατα (σ. ζ. -183°C , σ. π. $-218,7^\circ \text{C}$). Διαλύεται ἐλάχιστα εἰς τὸ ὕδωρ ($\sim 3 \text{ cm}^3$ ἀνὰ 100 cm^3 ὕδατος εἰς συνήθη θερμοκρασίαν), ἀλλὰ τὸ ἐλάχιστον ποσὸν τούτου τὸ διαλελυμένον εἰς τὰ φυσικὰ ὕδατα διατηρεῖ τὴν ὑδροβίον ζωὴν.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. Τὸ ἄτομον τοῦ ὀξυγόνου φέρει 6 ἠλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα (I). Εἶναι ἐπομένως δισθενὲς ἠλεκτραρνητικὸν στοιχεῖον ὅταν ἐνοῦται ἑτεροπολικῶς. Συμβατικῶς τὸ σθένος τοῦ ὀξυγόνου λαμβάνεται -2 καὶ ὅταν ἐνοῦται ὁμοιοπολικῶς (σελ. 65).

Εἶναι στοιχεῖον λίαν δραστικόν, ἐνούμενον πρὸς σχηματισμὸν *ὀξειδίων* μὲ ὅλα σχεδὸν τὰ στοιχεῖα. Ἀντιδρᾷ ἐπίσης καὶ μὲ πολλὰς χημικὰς ἐνώσεις.

Ὁξειδωσις - Καῦσις. Αἱ ἀντιδράσεις τῶν διαφόρων σωμάτων μὲ ὀξυγόνον χαρακτηρίζονται ὡς *ὀξειδώσεις*, τὸ δὲ ὀξυγόνον ὡς *ὀξειδωτικὸν μέσον* (σελ. 142).

Ὅταν ἡ ἀντίδρασις μὲ τὸ ὀξυγόνον ἐπιτελεῖται ταχέως ἐν θερμῷ, μὲ ἀνήψωσιν τῆς θερμοκρασίας καὶ φωτεινὸν φαινόμενον, καλεῖται *καῦσις*.

Διὰ τὴν ἀρχίση ἢ καὶσιν ἐνὸς σώματος, πρέπει τοῦτο νὰ προθερμανθῇ μέχρις ὁρισμένης ἐλαχίστης θερμοκρασίας, ἡ ὁποία εἶναι χαρακτηριστικὴ δι' ἕκαστον σῶμα καὶ καλεῖται **σημεῖον ἀναφλέξεως** αὐτοῦ. Οὕτω, π.χ., ὁ λευκὸς φωσφόρος ἀναφλέγεται εἰς 60°C , ὁ ἄνθραξ ἀπὸ $350^{\circ} - 550^{\circ}\text{C}$, ἀναλόγως τῆς μορφῆς αὐτοῦ. Συνήθως αἱ καύσεις γίνονται μὲ τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος, ἐπιτελοῦνται ὅμως πολὺ ἐντονώτερον εἰς καθαρὸν ὀξυγόνον.

Ὅρισμένα σώματα ἐνοῦνται μὲ τὸ ὀξυγόνον μόνον ὑπὸ μορφὴν καύσεως, ἐνῶ ἄλλα ὑφίστανται τόσον τὴν βραδεῖαν ὀξειδωσιν, ὅσον καὶ τὴν καύσιν. Ἡ ἀποδιδομένη θερμότης εἶναι τότε εἰς ἀμφοτέρας τὰς περιπτώσεις ἡ αὐτή. Ἀλλὰ κατὰ τὴν καύσιν ἡ θερμότης αὕτη, ἀποδιδομένη ταχέως, προκαλεῖ ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας καὶ φωτεινὸν φαινόμενον.

Γενικώτερον, καλεῖται καύσις κάθε ἀντίδρασις συνοδευομένη ἀπὸ ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας καὶ φωτεινὸν φαινόμενον. Οὕτω, π.χ., ὁ φωσφόρος εἰς ἀτμόσφαιραν χλωρίου *ἀναφλέγεται, καίόμενος εἰς* $\text{PCl}_3: 5\text{Cl}_2 + 2\text{P} \rightarrow 2\text{PCl}_3$.

I. Ἀντιδράσεις ὀξυγόνου μὲ στοιχεῖα. α) Τὰ ἀμέταλλα ἐνοῦνται ἀμέσως μὲ τὸ ὀξυγόνον, συνήθως ὑπὸ μορφὴν καύσεως, πρὸς σχηματισμὸν κατὰ κανόνα **ὀξείων ὀξειδίων**. Οὕτω $\text{H}_2, \text{S}, \text{C}, \text{P}$ *καίονται* ἀντιστοίχως εἰς $\text{H}_2\text{O}, \text{SO}_2, \text{CO}_2, \text{P}_2\text{O}_5$. Ὁμοίως τὸ Si εἰς SiO_2 , τὸ B εἰς B_2O_3 κ.λ.π.

Τὸ N_2 πρακτικῶς δὲν καίεται, ἐνούμενον μὲ ὀξυγόνον πρὸς NO ὑπὸ ἐλαχίστην ἀπόδοσιν, εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βολταϊκοῦ τόξου ($\sim 3000^{\circ}$). Τὰ ὀξείδια τῶν ἀλογόνων λαμβάνονται μόνον ἐμμέσως. Φυσικὰ δὲν σχηματίζουνται ὀξείδια μὲ ἐγγενῇ ἀέρια.

β) Τὰ μέταλλα (πλὴν $\text{Ag}, \text{Au}, \text{Pt}$, τῶν ὁποίων ὀξείδια λαμβάνονται ἐμμέσως) ἐνοῦνται μὲ τὸ ὀξυγόνον συνήθως ἐν θερμῷ, πρὸς σχηματισμὸν κατὰ κανόνα **βασικῶν ὀξειδίων** μὲ τὰ συνηθέστερα σθένη τῶν μετάλλων. Οὕτω π.χ. τὸ Mg καίεται ζωηρῶς πρὸς MgO (ὃ σίδηρος μετατρέπεται εἰς Fe_3O_4). Ὅρισμένα μέταλλα ὀξειδοῦνται εἰς τὸν ἀέρα ὑπὸ συνήθῃ θερμοκρασίαν.

II. Ἀντιδράσεις ὀξυγόνου μὲ χημικὰς ἐνώσεις. Πολλὰ χημικὰ ἐνώσεις *καίονται*, παρέχουσαι τὰ προϊόντα καύσεως τῶν ἀντιστοίχων στοιχείων. Οὕτω τὸ CO καίεται εἰς CO_2 , τὸ H_2S εἰς H_2O καὶ SO_2 , τὰ θειοῦχα ἅλατα εἰς ὀξείδια μετάλλων καὶ SO_2 π.χ.: $\text{ZnS} + \frac{3}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO} + \text{SO}_2$.

6. Ἀνίχνευσις. Ἡμεσεβημένη παρασχίς ξύλου ἀναφλέγεται εἰς ἀτμόσφαιραν ὀξυγόνου.

7. Χρήσεις. 1. Τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος συντηρεῖ τὴν ζωὴν ἐπὶ τῆς γῆς, διότι εἰσαγόμενον διὰ τῆς ἀναπνοῆς εἰς τοὺς ὁργανισμούς, ἐπιτελεῖ τὰ φαινόμενα ὀξειδώσεως μὲ τὰ ὁποῖα εἶναι συνδεδεμένα ὅλαι αἱ ἐκδηλώσεις τῆς ζωῆς τῶν ὄντων. Ὁμοίως χρησιμεύει διὰ τὴν καύσιν τοῦ ἀνθρώπου καὶ λοιπῶν καυσίμων. Κατὰ τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα παράγονται, ἀποδιδόμενα εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, μεγάλα ποσὰ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός. Οὕτω ἐλαττοῦται τὸ ὀξυγόνον καὶ αὐξάνεται τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακός τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Κατὰ τὴν ἀφομοίωσιν τῶν φυτῶν ὅμως, δεσμεύεται διοξείδιον τοῦ ἀνθρακός καὶ ἀποδίδεται ὀξυγόνον εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, με-

ταξὺ δὲ τῶν ἀντιθέτων τούτων ἀντιδράσεων ὑπάρχει ἰσορροπία, οὕτως ὥστε ἡ σύστασις τοῦ ἀέρος παρμένει σταθερά.

Τὰ ἀνωτέρω ἀποτελοῦν *τὴν κυκλοφορίαν τοῦ ὀξυγόνου εἰς τὴν φύσιν*.

2. Τὸ ὀξυγόνον φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ἐντὸς χαλυβδίνων ὀρίδων καὶ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν δημιουργίαν ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν, διὰ καύσεως ὑδρογόνου (*ὀξυδρική φλόξ*, ἄνω τῶν 2500°C), ἢ ἀκετυλενίου (φλόξ ἀκετυλενίου, ἄνω 3000°C). Διὰ τῶν ἀνωτέρω ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν πραγματοποιεῖται ἡ κοπή καὶ ἡ αὐτογενὴς συγκόλλησις τῶν μετάλλων (καὶ γενικῶς δυστήκτων σωματίων).

Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἱατρικὴν εἰς περιπτώσεις πνευμονικῶν παθήσεων ἢ δηλητηριάσεων ἀπὸ ἀέρια (κυρίως μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος). Ὑγρὸν ὀξυγόνον, ἀναμεμιγμένον μὲ κοιονιοποιημένον ἀνθρακα, χρησιμοποιεῖται ὡς ἐκρηκτικόν.

2. OZON O₃

Διὰ διαβιβάσεως ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων μέσῳ ὀξυγόνου ἢ ἀέρος παρατηρεῖται συστολὴ τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου καὶ ἐμφάνις δριμείας ὁσμῆς καὶ ὀρισμένων ἄλλων νέων χαρακτηριστικῶν ιδιοτήτων.

Τὰ ἀνωτέρω ὀφείλονται εἰς τὸν σχηματισμὸν νέου σώματος, τοῦ *ὄζοντος*, τοῦ ὁποῖου τὸ μόριον συνίσταται ἀπὸ τρία άτομα ὀξυγόνου (O₃).

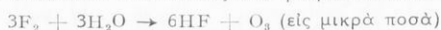
1. *Προέλευσις*. Ἀπαντᾷ κατ' ἴχνη εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, σχηματιζόμενον ἐκ τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων, ὡς καὶ πλησίον ἠλεκτρικῶν συσκευῶν εἰς τὰς ὁποίας παράγονται ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες.

2. *Παρασκευὴ*. Τὸ ὄζον παρασκευάζεται κυρίως διὰ διαβιβάσεως ξηροῦ ὀξυγόνου ἢ ἀέρος μέσῳ ἐιδικῶν συσκευῶν, τῶν *ὀζονιστήρων*, εἰς τοὺς ὁποίους παράγονται σκοτεῖναι *ἠλεκτρικαὶ ἐκκενώσεις*.

Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῆς ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας, μέρος τοῦ ὀξυγόνου, συνήθως 12 - 14%, μετατρέπεται εἰς ὄζον.



Εἰς μικρά ποσὰ σχηματίζεται τὸ ὄζον κατὰ πολλὰς ἄλλας χημικὰς ἀντιδράσεις, ὅπως κατὰ τὴν ὀξειδῶσιν τοῦ φωσφόρου, τὴν ἠλεκτρόλυσιν ὀξεινοθέντος ὕδατος, τὴν διάσπασιν τοῦ ὕδατος ὑπὸ φθορίου κ.λ.π.



3. *Φυσικαὶ ιδιότητες*. Εἶναι ἀέριον κυανίζον εἰς σχετικῶς παχέα στρώματα, χαρακτηριστικῆς δριμείας ὁσμῆς, ἐκ τῆς ὁποίας καὶ ἀναγνωρίζεται. Διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ περισσότερον τοῦ ὀξυγόνου καὶ ὑγροποιεῖται εὐκολώτερον αὐτοῦ. Εἰσπνεόμενον καὶ εἰς μικρά ποσὰ προκαλεῖ ἐρεθισμὸν τῶν ἀναπνευστικῶν ὀργάνων.

4. *Χημικαὶ ιδιότητες*. Εἶναι *ἰσχυρὸν ὀξειδωτικόν*, πολὺ δραστικώτερον τοῦ κοινοῦ ὀξυγόνου, τοῦ ὁποῖου ἀποτελεῖ ἀλλοτροπικὴν μορφήν. Ἡ ἰσχυρά του ὀξειδωτικὴ δρᾶσις ὀφείλεται εἰς τὴν τάσιν αὐτοῦ πρὸς διάσπασιν, ὁπότε ἀποδίδεται δραστικὸν ὀξυγόνον ἐν τῷ γεννᾶσθαι: $O_3 \rightarrow O_2 + [O]$.

Τὸ ἀτομικὸν τοῦτο ὀξυγόνον ἐπιτελεῖ τὰς ὀξειδώσεις. Οὕτω π.χ. ὀξειδῶναι KJ εἰς ὕδατικὸν διάλυμα, ἐλευθερώνων J₂.



Ὅμοιως ὀξειδοῦνται τὰ ἔλατα Cl⁻ καὶ Br⁻ ὡς καὶ τὰ ἀντίστοιχα ὕδραλογόνα. Ἐπίσης ὀξειδώνει τὸν P πρὸς H₃PO₄, τὸ S πρὸς H₂SO₄, θειούχους, ὀργανικὰς ἐνώσεις κ.λ.π.

5. Χρήσεις. Χρησιμοποιείται ως λευκαντικόν (κυτταρίνης, άχύρων κ.λ.π.), άποστερωτικόν (ύδατος ύδραγωγείων, πού είναι καί ή κυρία χρήσις, άέρος κλειστών χώρων, νοσοκομείων κ.λ.π.) καί ως άποσμητικόν μέσον.

“Όλαι αί άνωτέρω χρήσεις όφείλονται εις την *ισχυράν του όξειδωτικήν δράσιν*. Όμοίως χρησιμοποιείται ως ισχυρόν όξειδωτικόν εις ώριομένας χημικάς βιομηχανίας, ως καί διά την τεχνητήν παλαίωσιν τών ξύλων, του οίνου καί τών άποσταγμάτων αυτού.

Περίληψις κεφ. Α'.

ΟΞΥΓΟΝΟΝ (O_2). 1. **Προέλευσις.** Είηαι τό άφθονώτερον διαδεδομένον στοιχείον εις τόν φλοιόν της Γής (~50%) 'Απαντᾷ τόσον έλεύθερον (~21% κ.ο. του άέρος), όσον καί ήνωμένον. 2. **Παρασκευαί.** **Βιομηχανικώς** παρασκευάζεται **έκ του άέρος** (ύγροποίησις—κλασμ. άπόσταξις) καί **έκ του ύδατος** (δι' ήλεκτρολύσεως). **Έργαστηριακώς** λαμβάνεται διά θερμικής διασπάσεως ή διά συνθέρμανσεως με H_2SO_4 διαφόρων **όξειδίων** (HgO, BaO_2, MnO_2 κ.α.) καί **όξυγονούχων άλάτων** ($KClO_3, KMnO_4, K_2Cr_2O_7$ κ.α.). 3. **Φυσ. ιδιότητες.** Είηαι άέριον άχρουν, άοσμον, άγευστον, ύγροποιείται δυσκολώτατα, έλάχιστα διαλυτόν εις ύδωρ. 4. **Χημ. ιδιότητες.** Είηαι διαθενές ήλεκτραρνητικόν στοιχείον, λίαν δραστικόν. 'Αντιδρά με όλα σχεδόν τά στοιχεία, ως καί με πλείστας χημ. ένώσεις, συνήθως υπό μορφήν **καύσεως**. Είηαι τό έξ όρισμού **όξειδωτικόν στοιχείον**. 5. **Χρήσεις.** Τό άτμοσφαιρικόν όξυγόνον συντηρεί την ζωήν διά της άναπνοής. Τό βιομηχανικόν όξυγόνον χρησιμοποιείται διά την φλόγα ύδρογόνου ή άκετυλενίου, διά τεχνητάς άναπνοάς κ λ.π.

ΟΖΟΝ (O_3). Είηαι άλλοτροπική μορφή όξυγόνου. Παρασκευάζεται εις τούς **όζονιστήρας**. Είηαι άέριον, δραστικώτερον όξειδωτικόν του κοινού όξυγόνου.

Π ρ ο β λ ή μ α τ α

90. Έάν ή ανά Kgr τιμή του $KClO_3$ είναι 20 δρχ., του BaO_2 15 δρχ. καί του MnO_2 10 δρχ., ποιόν έκ τών σωμάτων τούτων δέον από οικονομικής άπόψεως νά προτιμηθί προς παρασκευήν 1 $m^3 O_2$. ('Απ. τό $KClO_3$).

91. Ποσότης $KClO_3$ θερμαίνεται ισχυρώς. 'Ο λόγος του βάρους του ληφθέντος $KClO_3$ προς τό βάρος του προκύψαντος άλατος είναι 1,643. 'Ο λόγος του άτομικού βάρους του K προς τό άτομικόν βάρος του Cl είναι 1,102. Ζητείται νά εύρεθούν τά άτομικά βάρη του K καί Cl. ('Απ. α. 39,1, β. 35,5).

92. 46,1 gr μίγματος HgO καί $KClO_3$ άποσυντίθεται διά θερμάνσεως. 'Ελήφθησαν ούτω 7,84 lit O_2 υπό ΚΣ. Ζητείται ή εις $mols$ άναλογία καί ή κατά βάρος σύστασις του δοθέντος μίγματος. AB: $Hg = 200, K = 39, Cl = 35,5$. ('Απ. 1:2).

93. Μίγμα 14,92 gr, αποτελούμενον από $KMnO_4$ καί $K_2Cr_2O_7$, άποδίδει διά θερμάνσεως μετά H_2SO_4 2,72 gr O_2 . Νά εύρεθι: α) ή εις άκέραια γραμμομόρια άναλογία του μίγματος καί β) τό βάρος διαλύματος H_2SO_4 70% όπερ άπαιτείται διά την αντίδρασιν. (Απ. α. 1:2, β. 26,6 gr).

94. 82 lit O_2 διαβιβάζονται μέσω όζονιστήρος, όποτε ό δόγκος έλαττωταί τελικώς εις 76,4 lit. Ποία ή κατ' όγκον σύστασις τών 76,4 lit. ('Απ. 14,66% O_3 , 85,34% O_2).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ — ΥΔΩΡ — ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

1. ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ

Σύμβολον : Η. **Μόριον :** H_2 . **Ατ. ἀρ. :** 1 **ΑΒ :** 1,008. **Σθένος :** + 1.

1. Ίστορικόν. Ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Cavendish τὸ 1766. Ὡνομάσθη ὕδρογονόν ὑπὸ τοῦ Lavoisier (1783), διότι καίόμενον παρέχει ὕδωρ.

2. Προέλευσις. Ἀπαντᾷ ἐλεύθερον εἰς τὰ ἀέρια ἡφαιστειῶν καὶ εἰς ἴχνη εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐνῶ ἄνω τῶν 100 Km ἀποτελεῖ τὸ κύριον συστατικὸν αὐτῆς. Ἀφθόνως εἶναι διαδεδομένον τὸ ὕδρογονόν ὑπὸ μορφὴν ἐνώσεων. Ἀποτελεῖ τὸ 1/9 περίπου κατὰ βάρος τοῦ ὕδατος καὶ εἶναι συστατικὸν πολλῶν ἀνοργάνων καὶ ὧλων σχεδὸν τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων.

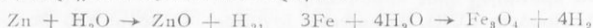
3. Παρασκευή. Τὸ ὕδρογονόν παρασκευάζεται κατὰ ποικίλους τρόπους, ἐκ διαφόρων ὕδρογονούχων ἐνώσεων καὶ κυρίως τοῦ ὕδατος.

Α. Ἐκ τοῦ ὕδατος. 1. Δι' ἡλεκτρολύσεως, τῇ προσθήκῃ H_2SO_4 ἢ $NaOH$. **Βιομηχανικὴ μέθοδος.**

2. Δι' ἐπιδράσεως μετάλλων. Ὡρισμένα μέταλλα, ὅπως τὸ K, Na, Ca, δροῦν εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, παρέχοντα ὕδροξείδια τῶν μετάλλων καὶ ὕδρογονόν :



Ἄλλα μέταλλα δροῦν εἰς ὑψηλότεραν θερμοκρασίαν, διὰ διαβιβάσεως ὑδρατμῶν, παρέχοντα ὀξείδια καὶ ὕδρογονόν.



Ἡ τελευταία ἀντίδρασις χρησιμοποιεῖται **βιομηχανικῶς.**

3. Δι' ἐπιδράσεως ἄνθρακος (Βιομηχανικὴ μέθοδος). Διὰ διαδιβάσεως ὑδρατμῶν ὑπεράνω διαπύρου ἄνθρακος λαμβάνεται τὸ καλούμενον **ὕδραέριον**, μίγμα CO καὶ H_2 , μὲ μικρὸν ποσὸν CO_2 .



Ἐκ τοῦ ὕδραερίου λαμβάνεται ὕδρογονόν εἴτε δι' ἰσχυρᾶς ψύξεως, ὅπου τε ὕδροποιεῖται πρῶτον τὸ CO , εἴτε καλλίτερον εἰς μεγάλα ποσὰ διὰ θερμάνσεως μὲ H_2O εἰς τοὺς $500^0 C$, παρουσίᾳ ὀξειδίων Fe καὶ Cr ὡς καταλυτῶν.



Τὸ CO_2 καὶ τὸ ἐλάχιστον ἀπομένον CO ἀποχωρίζονται καταλλήλως.

4. Δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ ὑδρολίθου (CaH_2).

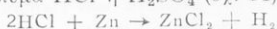


Β. Ἐκ τῶν ὀξέων δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ δραστικῶν μετάλλων. Ἡ



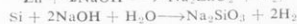
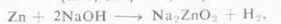
μέθοδος αὕτη ἀποτελεῖ τὴν κυρίαν ἐργαστηριακὴν. Συνήθως χρησιμοποιεῖται

ὁ Zn ἢ Fe καὶ ἀραιὸν διάλυμα HCl ἢ H_2SO_4 (σχ. 14).



Γ. Δι' ἐπιδράσεως βάσεων ἐπὶ μετάλλων ἢ ἀμετάλλων τινῶν.

(Zn, Al, Sn, Si).

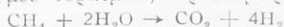


Δ. Ἐξ ὀργανικῶν ἐνώσεων καὶ κυρίως μεθανίου. Βιομηχανικὴ μέθοδος.

1. Διὰ θερμικῆς διασπάσεως :



2. Διὰ θερμάνσεως μεθ' ὕδατινῶν, παρουσίᾳ ὠρισμένων μεταλλοξειδίων.



4. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄσμον, ἄγευστον. Τὸ ἐλαφρότερον ὅλων τῶν ἀερίων καὶ τὸ δυσκολώτερον ὑγροποιούμενον, μετὰ τὸ ἥλιον. Διαλύεται ἐλάχιστα εἰς τὸ ὕδωρ. ἔχει μεγάλην τάσιν διαπιδύσεως καὶ προσροφᾶται εἰς μεγάλα ποσὰ ὑπὸ ὠρισμένων μετάλλων (λευκόχρυσος, παλλάδιον, νικέλιον κ.λ.π.).

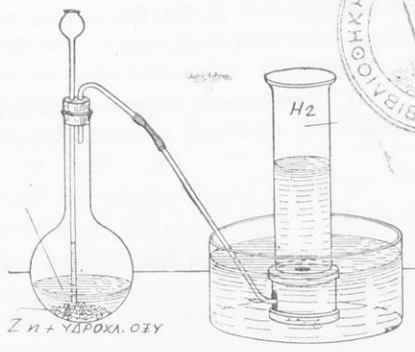
5. Χημικαὶ ιδιότητες. Τὸ ἄτομον τοῦ ὑδρογόνου εἶναι τὸ ἀπλούστερον τῶν ἀτόμων, συνιστάμενον ἀπὸ πυρῆνα ἐξ ἐνὸς πρωτονίου καὶ περιβλημὰ ἐξ ἐνὸς ἡλεκτρονίου. (Υπάρχουν καὶ ἄλλα ισότοπα τοῦ ὑδρογόνου, σελ. 48). Ἐνοῦται ὁμοιοπολικῶς, ἔχει δὲ συμβατικὸν σθένος $+1$ (εἰς τὰς ἐνώσεις του μὲ μέταλλα ἔχει σθένος -1). Εἶναι διατομικὸν στοιχεῖον (H_2), ἐλάχιστα δραστικὸν εἰς συνήθη θερμοκρασίαν.

Ι. Ἀντιδράσεις ὑδρογόνου μὲ στοιχεῖα. α) Μὲ ἀμέταλλα. Ἐνοῦται ἐν ψυχρῷ μὲ τὸ **φθόριον** εἰς τὸ σκότος καὶ μὲ τὸ **χλώριον** εἰς τὸ ἡλιακὸν φῶς, σχηματιζομένων **HF, HCl**. Εἰς ὑψηλότεραν θερμοκρασίαν παρουσιάζει μεγάλην τάσιν πρὸς ἔνωσιν μὲ τὸ **ὀξυγόνον** καὶ ἐνῶ δὲν διατηρεῖ τὴν καῦσιν, ἀναφλεγόμενον καίεται εἰς τὸν ἀέρα ἢ εἰς ὀξυγόνον διὰ λίαν θερμοκρατικῆς φλόγος, σχηματιζομένων ὕδατινῶν : $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

Ἡ ἀνωτέρω καθοῖς, ἐπιτελουμένη εἰς ἐιδικὴν λυχνίαν, εἰς τὴν ὁποίαν προσφέρεται ὑδρογόνον καὶ ὀξυγόνον εἰς ἀναλογίαν ὀγκῶν $2:1$, παρέχει φλόγα ὑψηλοτάτης θερμοκρασίας, τὴν καλουμένην ὀξυϋδρικὴν φλόγα (ἄνω τῶν $2500^\circ C$).

Μίγμα H_2-O_2 , εἰς ἀναλογίαν ὀγκῶν $2:1$ εἶναι ἐκρηκτικὸν καὶ καλεῖται **κροτοῦν ἀέριον**. Ἡ καθοῖς τοῦ ὑδρογόνου γίνεται καὶ δι' ἡλεκτρικῶν σπινθήρων.

ὑπὸ καταλήλους συνθήκας (θερμοκρασία, πίεσις, καταλύται) ἐνοῦται μὲ πολλὰ ἄλλα ἀμέταλλα ὡς **Br₂, J₂, S, N₂** κ.α., σχηματιζομένων **HBr, HJ, H₂S, NH₃** κ.λ.π.



Σχ. 14.

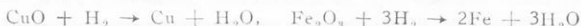
β) Με μέταλλα. Έννοῦται ἐν θερμῷ μὲ τὰ δραστικώτερα ἐκ τῶν μετὰλλων, κυρίως δὲ **K, Na, Ca**, σχηματιζομένων τῶν ἀντιστοίχων ὑδρογονούχων ἐνώσεων (**KH, NaH, CaH₂**) αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **ὑδρίδια** καὶ εἶναι αἱ μόναι ἐνώσεις εἰς τὰς ὁποίας τὸ σθένος τοῦ ὑδρογόνου λαμβάνεται ὡς ἀρνητικόν.

II. Ἀντιδράσεις ὑδρογόνου μὲ ὀργανικὰς ἐνώσεις. Προστίθεται εἰς **ἀκορεστοὺς ὀργανικὰς ἐνώσεις**, μετατρέπον αὐτὰς εἰς **κεκορεσμένας**, π.χ.:



Ἡ ἄμεσος ἐνωσις στοιχείων μὲ ὑδρογόνον ἢ ἡ προσθήκη αὐτοῦ εἰς μόρια ἐνώσεων καλεῖται γενικῶς **ὑδρογόνωσις**.

III. Ἀναγωγικὴ δράσις ὑδρογόνου. Τὸ ὑδρογόνον ἔχει μεγάλην τάσιν πρὸς ἐνωσιν ὅχι μόνον μὲ τὸ ἐλεύθερον, ἀλλὰ καὶ μὲ τὸ ἡνωμένον ὀξυγόνον, τὸ ὁποῖον ἀποσπᾷ εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἀπὸ ὀξυγονούχους ἐνώσεις, ἀποτελεῖ δὲ λόγῳ τούτου ἀναγωγικὸν μέσον. Οὕτω ἀνάγει ἐν θερμῷ πολλὰ ὀξείδια μετὰλλων.



Δὲν ἀνάγονται ὑπὸ ὑδρογόνου τὰ ὀξείδια τῶν πολὺν δραστικῶν μετὰλλων (K, Na, Ca, Ba, Mg, Al).

Ὑδρογόνον «ἐν τῷ γεννᾶσθαι». Τὸ ὑδρογόνον τὴν στιγμὴν κατὰ τὴν ὁποίαν παράγεται ἀπὸ χημικὰς ἀντιδράσεις, ὅπως π.χ. κατὰ τὴν ἐπίδρασιν ὀξέων ἐπὶ μετὰλλων, εὐρίσκεται ὑπὸ μορφὴν ατόμων καὶ καλεῖται ὑδρογόνον **«ἐν τῷ γεννᾶσθαι»**. Τὸ ἀτομικὸν τοῦτο ὑδρογόνον εἶναι πολὺν δραστικώτερον τοῦ συνήθους μοριακοῦ ὑδρογόνου. Ἀτομικὸν ὑδρογόνον δύναται ἐπίσης νὰ παραχθῇ διὰ σχηματισμοῦ βολταϊκοῦ τόξου εἰς αἰμόσφαιραν ὑδρογόνου, ὑπὸ λίαν ἡλαττωμένην πίεσιν. Τὸ ἀτομικὸν ὑδρογόνον μεταπίπτει ταχύτατα εἰς τὸ σύνθετον μοριακὸν ὑδρογόνον.

6. Ἀνίχνευσις. Προχεῖρως ἀνιχνεύεται ἐκ τῆς ἀλαμποῦς καὶ θερμαντικῆς φλογὸς μετὰ τῆς ὁποίας καίεται. Φασματοσκοπικῶς, ἀνιχνεύεται καὶ εἰς ἴχνη.

7. Χρήσεις. Μεγάλα ποσὰ ὑδρογόνου χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν διαφόρων ὑδρογονούχων ἐνώσεων καὶ κυρίως ἀμμωνίας (ἐκ τῆς ὁποίας λαμβάνεται νιτρικὸν ὀξύ, λιπάσματα καὶ ἐκρηκτικά), συνθετικῆς βενζίνης δι' ὑδρογονώσεως τοῦ ἀνθρακος ἢ δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ CO, διὰ τὴν ὑδρογόνωσιν ἐλαίων πρὸς στερεὰ λίπη, πρὸς παραγωγὴν τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας τῆς ὀξυῦδρικής φλογὸς (τήξεις καὶ αὐτογενῆς συγκόλλησις μετὰλλων) κ.λ.π.

2. ΥΔΩΡ Η₂O

1. Προέλευσις. Καλύπτει τὰ 5/8 περίπου τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Ἀπαντᾷ ὡς ὑγρὸν (θάλασσα, ποταμοί, λίμναι, ὕδωρ βορῆς κ.λ.π.), ὡς στερεὸν (πάγοι, χιών, χιλάζα) καὶ ὡς ἀέριον (ὑδρατμοί). Ἀποτελεῖ εἰς μεγάλην ἀναλογία συνστατικὸν τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν.

2. Φυσικὸν ὕδωρ. Διακρίνεται εἰς **ὕδωρ τῆς βροχῆς, ποτάμιον, πηγαιῶν, λιμναῖον, θαλάσσιον** κ.λ.π. Τὸ φυσικὸν ὕδωρ οὐδέποτε εἶναι χη-

μικρῶς καθαρὸν, περιέχον πλεῖστα σώματα ἐν διαλύσει ἢ ἐν αἰωρήσει. Τὸ **ποτάμιον ὕδωρ** εἶναι ὕδωρ τῆς βροχῆς, ρέον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους καὶ περιέχον ἐν διαλύσει συστατικά τοῦ ἐδάφους διὰ τοῦ ὁποῖου διέρχεται, ὡς καὶ ἐν αἰωρήσει ἱλὸν ἐκ συστατικῶν τὰ ὁποῖα παρασύρει. Τὸ **πηγαῖον ὕδωρ** διαφέρει τοῦ ποταμίου κατὰ τὸ ὅτι ρεεῖ ὑπογείως, εἶναι δὲ καθαρώτερον, ὑφιστάμενον εἶδος διηθήσεως κατὰ τὴν δίοδον διὰ πορωδῶν στρωμάτων τοῦ ἐδάφους. Περιέχει ὁμοίως ἄλατα, τὰ ὁποῖα διαλύει κατὰ τὴν ροὴν του ἐντὸς τοῦ ἐδάφους. Τὸ ὕδωρ μερικῶν πηγῶν, προερχόμενον ἐκ μεγάλου σχετικῶς βάθους, θερμαίνεται ὑπὸ τῆς θερμότητος τοῦ ἐσωτερικοῦ τῆς γῆς καὶ οὕτω διαλύει μεγαλύτερα ποσὰ ἀλάτων (ἐνίοτε περιέχει καὶ ἀέρια, ὡς H_2S καὶ CO_2). Τὸ ὕδωρ τοῦτο πολλάκις ἐξασκεῖ εὐεργετικὴν ἐπίδρασιν ἐπὶ τῶν ὁργανισμῶν καὶ ἀποτελεῖ τὰς **ιαματικὰς πηγὰς** (μερικὰ ἱαματικά πηγά εἶναι ψυχρά). Τὸ **θαλάσιον ὕδωρ** περιέχει κατὰ μέσον ὅρον 3,5% ἐν διαλύσει ἄλατα, κυρίως $NaCl$, ὡς καὶ μικρότερα ποσὰ ἀλάτων Mg καὶ K . Ὅλα τὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους φυσικὰ ὕδατα περιέχουν ἐν διαλύσει ἀέρια τῆς ἀτμοσφαίρας, ὡς καὶ ὁργανικὰς οὐσίας καὶ μικροὺς ὁργανισμούς.

3. Χημικῶς καθαρὸν ὕδωρ δύναται νὰ ληφθῇ δι' ἀποστάξεως φυσικοῦ τοιοῦτου. Τὸ λαμβανόμενον οὕτω ὕδωρ καλεῖται **ἀπεσταγμένον**. (Τὸ καθαρώτερον φυσικὸν ὕδωρ εἶναι τῆς βροχῆς).

4. Σκληρότης ὕδατος. Ὅτῳ καλεῖται ἡ περιεκτικότης τοῦ ὕδατος εἰς διαλυμένα ἄλατα, κυρίως Ca καὶ Mg . (Τὰ ἄλατα Na καὶ K δὲν ὑπολογίζονται εἰς τὴν σκληρότητα). Ὑδωρ περιέχον μεγάλα σχετικῶς ποσὰ τοιούτων ἐν διαλύσει ἀλάτων καλεῖται **σκληρόν**, ἐνῷ ἀντιθέτως, ἐὰν ἡ περιεκτικότης εἰς αὐτὰ εἶναι μικρὰ καλεῖται **μαλακόν**. Διακρίνομεν **παροδικὴν** καὶ **μόνιμον** σκληρότητα, τὸ δὲ ἄθροισμα αὐτῶν ἀποτελεῖ τὴν συνολικὴν σκληρότητα τοῦ ὕδατος. Ἡ σκληρότης τοῦ ὕδατος μετρεῖται εἰς **γερμανικοὺς βαθμοὺς** ($gr CaO$ ἀνὰ 100 lit ὕδατος), **γαλλικοὺς βαθμοὺς** ($gr CaCO_3$ ἀνὰ 100 lit ὕδατος) κλπ.

α) Παροδικὴ σκληρότης. Ὁφείλεται εἰς $Ca (HCO_3)_2$ καὶ $Mg (HCO_3)_2$. Καλεῖται οὕτω διότι ἀπομακρύνεται διὰ βρασμοῦ:



Ὅμοιως δύναται ν' ἀπομακρυνθῇ διὰ κατεργασίας μὲ διάλυμα βάσεως, κυρίως $Ca(OH)_2$: $Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2CaCO_3 \downarrow + 2H_2O$

β) Μόνιμος σκληρότης. Ὁφείλεται κυρίως εἰς τὰ ἐν διαλύσει θεικὰ ἢ χλωριούχα ἄλατα Ca καὶ Mg . Δύναται ν' ἀπομακρυνθῇ διὰ κατεργασίας μὲ σόδιαν (Na_2CO_3): $Na_2CO_3 + CaCl_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + 2NaCl$

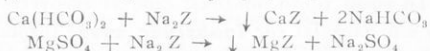
Τὰ σκληρὰ ὕδατα εἶναι ἀκατάλληλα πρὸς πλύνειν, διότι προκαλοῦν μεγάλην σπατάλην σάπωνος, σχηματίζοντα δυσδιάλυτα ἄλατα τῶν δξέων τοῦ σάπωνος μὲ Ca καὶ Mg . Ὅμοιως εἶναι ἀκατάλληλα διὰ τὰς πλείστας βιομηχανικὰς χρήσεις, π.χ. δι' ἀιμολέβητας, διότι ἐκ τῶν ἐν διαλύσει ἀλάτων σχηματίζονται ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ λέβητος οἱ καλούμενοι **λεβητόλιθοι**. Τὸ καλὸν πόσιμον ὕδωρ ἐπίσης δὲν πρέπει νὰ ἔχῃ μεγάλην σκληρότητα (ἄνω πρὸν 20 γερμανικῶν βαθμῶν περίπου).

Ἀποσκληρύνσεις ὕδατος εἰς βιομηχανικὴν κλίμακα. Διὰ τὴν ἐλάττωσιν τῆς σκληρότητος τοῦ ὕδατος χρησιμοποιοῦνται διάφοροι μέθοδοι, αἱ σπουδαιότεροι τῶν ὁποίων εἶναι :

1) Διὰ μίγματος NaOH — Na_2CO_3 ἢ Ca(OH)_2 — Na_2CO_3 . (Ἐνίοτε καὶ μὲ Na_3PO_4). Διὰ τῶν ἀντιδραστηρίων τούτων σχηματίζονται, τόσοι ἐκ τῆς παροδικῆς, ὅσον καὶ ἐκ τῆς μονίμου σκληρότητος, δυσδιάλυτα ἅλατα Ca καὶ Mg τὰ ὁποῖα καθιζάνουν (βλ. προηγουμένας ἀντιδράσεις).

2) Μέθοδος περμουτίτου ἢ ζεολίθου. Εὐρῶς χρησιμοποιεῖται σήμερον ὁ *ζεόλιθος*, φυσικὸν ἀργιλλοपुरιτικὸν ἔλας, ἢ παρομοίας συστάσεως συνθετικὸν προτὶν ὑπὸ τὸ ὄνομα *περμουτίτης*.

Ὁ *ζεόλιθος* ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν τύπον Na_2Z , ὅπου Z ἡ ἀργιλλοपुरιτικὴ ρίζα, συνήθως τῆς συστάσεως $\text{Z} = \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.



Ὁ περμουτίτης ἐπανασχηματίζεται διὰ κατεργασίας τῶν ἀλάτων Ca καὶ Mg μὲ πυκνὸν διάλυμα NaCl : $\text{CaZ} + 2\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{Z} + \text{CaCl}_2$.

Οὕτω χρησιμοποιεῖται ἐπανειλημμένως, τοῦτο δὲ καθιστᾷ τὴν μέθοδον συμφέρουσαν.

3) Διὰ πολυφωσφορικῶν ἀλάτων. Τὰς μεθόδους ἀποσκληρύνσεως τοῦ ὕδατος διὰ σχηματισμοῦ δυσδιαλύτων ἀλάτων, ἀντικαθιστᾷ σήμερον εἰς εὐρεῖαν κλίμακα ἡ χρῆσις εἰδικῶν πολυφωσφορικῶν ἀλάτων, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν μὲ τὸ Ca , Mg , Fe , σταθερὰ σύμπλοκα ἀνιόντα. Τὰ ἀνιόντα ταῦτα δὲν ἰονίζονται καὶ παραμένουν ἐν διαλύσει, τόσοι κατὰ τὴν πλῆσιν, παρουσίᾳ τοῦ σάπωνος, ὅσον καὶ κατὰ τὰς λοιπὰς χρήσεις τοῦ ὕδατος.

5. Πόσιμον ὕδωρ. Τὸ πόσιμον ὕδωρ πρέπει νὰ εἶναι διαυγές, ἄοσμον, δρυσερᾶς γένεως, καὶ νὰ μὴ περιέχῃ ὀργανικὰς οὐσίας δυναμένας νὰ ἀποσυντεθοῦν, ὥς καὶ παθογόνους μικροοργανισμούς. Ἡ σκληρότης τοῦ ποσίου ὕδατος δὲν πρέπει νὰ εἶναι πολὺ μεγάλη. Προτιμώτερον ὥς πόσιμον εἶναι τὸ ὑπόγειον ὕδωρ.

Συνήθως, πρὸ τῆς παροχετεύσεως εἰς τὰ δίκτυα τῶν πόλεων, τὸ ὕδωρ ὑποβάλλεται εἰς καθαρισμὸν καὶ κυρίως :

1) Εἰς διήθησιν. Διαβίβασις μέσῳ εἰδικῶν διηθητῶν (*διϋλιστήρια*), περιεχόντων ἄμμον καὶ γάλικας, πρὸς συγγράτησιν τῶν ἐν αἰωρήσει στερεῶν. Ἐνίοτε ἡ διήθησις γίνεται μέσῳ εἰδικῶν πορωδῶν σωμάτων, ὅπως εἰδικοῦ ξυλάνθρακος, διαπυρωθείσης γῆς διατόμων, ἢ ἐξηγμένης ἀργίλλου. Οὕτω, ἂν ἔνός κατακρατοῦνται μηχανικῶς καλλίτερον ἐν αἰωρήσει στερεὰ καὶ κυρίως οἱ παθογόνοι μικροοργανισμοί, ἂν ἑτέρου δὲ οὗτοι καταστρέφονται δι' ὀξειδώσεως ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου τὸ ὁποῖον κατακρατεῖται εἰς τοὺς πόρους τῶν διηθητικῶν στρωμάτων.

2) Εἰς χημικὴν κάθαρσιν. Ἐπιτελεῖται συνήθως διὰ χλωρίου (συνὰ μετ' ἁμμωνίας), σπανίωτερον δὲ δι' ὄζοντος. Ἀποσκοπεῖ εἰς τὴν καταστρέφην δι' ὀξειδώσεως ὀργανικῶν οὐσιῶν καὶ παθογόνων μικροοργανισμῶν (*ἀποστείρωσις*).

6. Εὗρεσις συστάσεως τοῦ ὕδατος.

α) Κατὰ βάρος. Διαβιβάζομεν ὑδρογόνον μέσῳ θερμαινομένου σωλῆ-

νος, περιέχοντος ζυγισθείσαν ποσότητα CuO . Τὸ σχηματισθὲν ἐκ τῆς ἀναγωγῆς ὕδωρ ($\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$), συλλέγομεν καὶ ζυγίζομεν ἀκριβῶς. Ἡ διαφορά βάρους μεταξὺ τῆς ἀρχικῆς ποσότητος τοῦ CuO καὶ τοῦ στερεοῦ τὸ ὁποῖον ἀπομένει μετὰ τὴν ἀναγωγὴν, παριστᾷ τὸ ποσὸν τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον ἔλαβεν μέρος εἰς τὴν σχηματισθείσαν ποσότητα ὕδατος. Δι' ἀφαίρεσews τούτου ἀπὸ τὸ συνολικὸν βάρος τοῦ ὕδατος, εὐρίσκεται καὶ τὸ ὕδρογόνον. Εὐρίσκομεν οὕτω 88,8 % O καὶ 11,2 % H .

β) Κατ' ὄγκον διὰ συνθέσεως. Ἀναμιγνύονται ἐντὸς εἰδιομέτρου ὠρισμένοι ὄγκοι H_2 καὶ O_2 καὶ διαβιβάζεται ἡλεκτρικὸς σπινθήρ, ὅποτε τὰ δύο ἀέρια ἀντιδρῶν, σχηματιζομένου ὕδατος. Εὐρίσκεται οὕτω ὅτι ἡ συνένωσις πρὸς ὕδωρ γίνεται διπὸ ἀναλογίαν 2 ὀγκων H_2 καὶ 1 ὄγκου O_2 .

γ) Κατ' ὄγκον δι' ἀναλύσεως (ἡλεκτρολύσεως). Ἡλεκτρολύομεν ὀξυνισθὲν ὕδωρ καὶ συλλέγομεν χωριστὰ τὰ ἀέρια τῆς καθόδου (H_2) καὶ τῆς ἀνόδου (O_2). Εὐρίσκομεν οὕτω ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ὕδρογόνου εἶναι διπλάσιος τοῦ ὄγκου τοῦ ὀξυγόνου.

7. Ἀφυδατικὰ καλοῦνται γενικῶς σώματα δεσμεύοντα ὕδωρ, ὅπως τὸ πυκνὸν H_2SO_4 , τὸ CaCl_2 , τὸ P_2O_5 κ.α.

8. Φυσικαὶ ιδιότητες. Τὸ καθαρὸν ὕδωρ εἰς συνήθη θερμοκρασίαν εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, ἐνῷ εἰς παχέα στρώματα κυανίζει. Ὑπὸ συνήθη πίεσιν ζεεῖ εἰς 100°C καὶ πήγνυται πρὸς πάγον εἰς τοὺς 0°C . Τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον ἀπὸ τοὺς 0° ἕως τοὺς 4°C *συστέλλεται*, ἐνῷ διὰ περαιτέρω θερμάνσεως διατέλλεται κανονικῶς. Ἐπομένως τὸ ὕδωρ ἔχει τὴν *μεγαλύτεραν πυκνότητα εἰς τοὺς 4°C* , τοῦτο δὲ ἔχει μεγάλην σημασίαν διὰ τὴν ζωὴν ἐπὶ τῆς γῆς. Διότι κατὰ τὰς ψυχρὰς ἐποχάς, τὸ ὕδωρ τῶν θαλασσῶν καὶ λιμνῶν, ψυχόμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εἰς τοὺς 4°C , κατέρχεται ὡς πυκνότερον εἰς τὸν πυθμένα αὐτῶν. Οὕτω, εἰς μεγάλα βάθη, ἡ θερμοκρασία δὲν κατέρχεται κάτω τῶν 4°C , ἡ δὲ περαιτέρω ψῦξις καὶ στερεοποίησις περιορίζεται εἰς τὰ πλησίον τῆς ἐπιφανείας ὕδατα.

Ἐπειδὴ δὲ καὶ ὁ σχηματιζόμενος πάγος ἔχει πυκνότητα μικροτέραν τοῦ ὕδατος, ἐπιπλέει, καὶ οὕτω ἡ στερεοποίησις δὲν δύναται νὰ προχωρήσῃ μέχρι τοῦ πυθμένος, εἰς παχέα στρώματα ὕδατος.

9. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι σταθερὰ ἔνωσης, μὴ διασπασμένη εἰμὴ μόνον εἰς λίαν ὑψηλὰς θερμοκρασίας ἢ δι' ἡλεκτρολύσεως. Τὸ ὕδωρ λαμβάνει μέρος εἰς πλείστας χημικὰς ἀντιδράσεις, π.χ. παρασκευὰς ὀξέων καὶ βάσεων ἀπὸ τοὺς ἀντιστοιχοῦς ἀνυδρίτας, ὕδρολύσεις, παρασκευὰς ὕδρογόνου κ. λ. π. (Βλ. ἀντίστοιχα κεφάλαια). Διίσταται ἐλάχιστα εἰς ιόντα: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ (σελ. 127).

Ὅμοιως ἡ παρουσία τοῦ ὕδατος, ἔστω καὶ εἰς ἴχνη, εἶναι ἀπαραίτητος διὰ τὴν διεξαγωγὴν πλείστων ἀντιδράσεων γενικώτερον. Οὕτω, ἀπολύτως ξηρὸν μίγμα H_2 καὶ O_2 δὲν ἀντιδρᾷ διὰ διαβιβάσεως ἡλεκτρικῶν σπινθήρων, ἐνῷ ἡ ἀντίδρασις ἐπιτελεῖται εὐκόλως παρουσία ἰχνῶν ὕδατος.

Σημ. Τὸ ὕδωρ οὐδέποτε παρασκευάζεται συνθετικῶς, λόγω τῆς ἀφθονίας του εἰς τὴν φύσιν. Σχηματίζεται ὅμως εἰς πλείστας χημικὰς ἀντιδράσεις, ὅπως

π.χ. κατά τὰς ἐξουδετερώσεις, καύσεις ὀργανικῶν οὐσιῶν, ἄμεσον ἔνωσιν H_2 καὶ O_2 . Αἱ ἀντιδράσεις ὅμως αὗται οὐδέποτε διεξάγονται μὲ *σκοπὸν* τὴν παρασκευὴν ὕδατος.

10. Βαρὺ ὕδωρ. Οὗτω καλεῖται ὕδωρ περιέχον ἀντὶ τοῦ κοινοῦ ὑδρογόνου τὸ ἰσότοπον αὐτοῦ δευτέριον (D_2O).

11. Ἀνίχνευσις. Ἀνιχνεύεται ἐκ τοῦ κυανοῦ χρώματος τὸ ὁποῖον λαμβάνει ὁ λευκὸς ἀνυδρὸς $CuSO_4$, μετατρεπόμενος εἰς ἑνυδρὸν ἄλας $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

12. Χρήσεις. Αἱ χρήσεις τοῦ ὕδατος εἶναι γνωσταὶ ἐκ τῆς καθημερινῆς ζωῆς. Ἀποτελεῖ τὴν εἰς μεγαλύτερα ποσὰ χρησιμοποιουμένην ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου οὐσίαν. Εἶναι ἀπαραίτητον διὰ τὴν ἀνάπτυξιν καὶ συντήρησιν ζώων καὶ φυτῶν, τῶν ὁποίων ἀποτελεῖ τὸ κυριώτερον συστατικὸν ποσοτικῶς. Πλὴν τῆς χρήσεώς του ὡς ποσίμου, χρησιμοποιεῖται ὡς μέσον πλύσεως, ὡς ψυκτικὸν μέσον (πάγος) κ.λ.π., ὡς καὶ εἰς πλείστας βιομηχανίας (παραγωγή ἀτμοῦ κ.λ.π.). Ἐπειδὴ διαλύει πλείστα σώματα, καὶ λόγῳ τῆς ἀφθονίας του, ἀποτελεῖ τὸ εὐρύτερον χρησιμοποιούμενον διαλυτικὸν μέσον. Ἐπίσης πρὸς παραγωγὴν ἐνεργείας (ὕδατοπτώσεις).

3. ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ H_2O_2

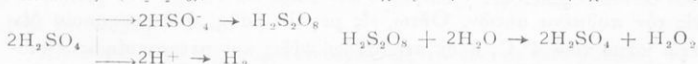
(ἡ ὀξυγονούχον ὕδωρ)

1. Προέλευσις. Ἀπαντᾷ κατ' ἔχνην εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας.

2. Παρασκευὴ. 1. Δι' ἐπιδράσεως, εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, ἀραιοῦ H_2SO_4 ἐπὶ BaO_2 ἢ Na_2O_2 : (ὄχι ἐπὶ διοξειδίων μετάλλων ὡς MnO_2).



2. Δι' ἡλεκτρολύσεως διαλύματος H_2SO_4 ὑπὸ ἐιδικᾶς συνθήκας (διάλυμα H_2SO_4 περίπου 50 %, ψύξις). Ὑπὸ τὰς συνθήκας αὐτὰς σχηματίζεται ὑπερθεικὸν ὀξύ ($H_2S_2O_8$), τὸ ὁποῖον ἐν συνεχείᾳ ὑδρολύεται παρέχον τελικῶς H_2O_2 .



Ἡ δευτέρα μέθοδος ἀποτελεῖ σήμερον τὴν εὐρύτερον χρησιμοποιουμένην εἰς τὴν βιομηχανίαν. Πρὸς συμπύκνωσιν τῶν λαμβανομένων διαλυμάτων H_2O_2 , ὑποβάλλονται ταῦτα εἰς ἀπόσταξιν ὑπὸ ἡλαττωμένην πίεσιν.

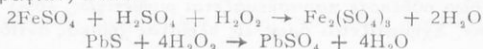
3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Τὸ καθαρὸν H_2O_2 εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, εἰσαγές, σιροπιῶδες, βαρύτερον τοῦ ὕδατος (περίπου 1,5 φορές). Ἀναμιγνύεται μὲ τὸ ὕδωρ εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. α) Τὸ H_2O_2 διασπᾶται βραδέως εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, ταχέως διὰ θερμανσεως ἢ παρουσίᾳ καταλυτῶν :



(Ἡ ἄνωτέρω διάσπασις ἐπιβραδύνεται διὰ διαφόρων σωμάτων, ὅπως οὐρία, H_3PO_4 κ.λ.π.).

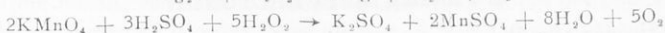
Λόγῳ τοῦ ἀποδομένου κατὰ τὴν ἄνωτέρω ἀντίδρασιν ὀξυγόνου (ἀρχικῶς ἐν τῷ γεννᾶσθαι), τὸ H_2O_2 εἶναι *ισχυρὸν ὀξειδωτικὸν μέσον*, καὶ τοῦτο ἀποτελεῖ τὴν χαρακτηριστικὴν *χημικὴν ιδιότητα* αὐτοῦ. Οὕτω ὀξειδώνει ἅλατα τοῦ διοθενοῦς πρὸς ἅλατα τοῦ τρισθενοῦς Fe , νιτρώδη ἅλατα πρὸς νιτρικά, ἰωδιούχα ἅλατα πρὸς J_2 , τὸν μέλανα PbS πρὸς λευκὸν $PbSO_4$ (λευκανοὶς παλίων ἐλαιογραφῶν) κ.λ.π.



β) 'Ενίοτε, παρουσιάζει σωμάτων αποδιδόντων εύκόλως O_2 (ισχυρά οξειδωτικά), δρᾷ *ἀναγωγικῶς*, διὰ τοῦ H_2 τῆς ἀντιδράσεως:



Οὕτω ἀνάγει Ag_2O , $KMnO_4$ εἰς ὄξινον διάλυμα κ.λ.π.



γ) Εἰς πυκνὰ διαλύματα παρουσιάζει *ὄξινον ἀντίδρασιν*. Διασπᾷ τὰ ἀνθρακικά ἄλατα τῶν ἀλκαλίων, συμπεριφερόμενον ὡς *ἀσθενὲς ὀξύ*.



Τὰ ὑπεροξειδία τῶν μετάλλων (Na_2O_2 , BaO_2) δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἄλατα τοῦ H_2O_2 . Συντακτ. τύπος: $H-O-O-H$.

5. Χρήσεις. Λόγω τῶν οξειδωτικῶν τοῦ ἰδιοτήτων, χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἱατρικὴν ὡς ἀποστειρωτικὸν καὶ ἀπολυμαντικόν, εἰς τὴν βιομηχανίαν πρὸς λεύκανσιν τοῦ ἐρίου, τῆς μετάξης, τῶν πτερῶν κ.λ.π. Ὅμοίως χρησιμοποιεῖται πρὸς λεύκανσιν παλαιῶν ἐλαιογραφιῶν, διὰ τὴν μετατροπὴν τοῦ χρώματος τῆς κόμης εἰς ξανθὸν κ.α.

Τὸ H_2O_2 χρησιμοποιεῖται καὶ ὡς ὀξυγονοδοτικὸν σῶμα διὰ τὴν κίνησιν τῶν πυραύλων. Εἰς τὸ ἐμπόριον φέρεται συνήθως εἰς διαλύματα 3% δι' ἱατρικοὺς σκοποὺς, ἢ εἰς διαλύματα 30% ὑπὸ τὸ ὄνομα *Perhydrol*. Συχνὰ ἡ περιεκτικότης τῶν διαλυμάτων τοῦ ἀναφέρεται εἰς ὄγκους δηλ. τοὺς *ὄγκους* τοῦ O_2 ποὺ ἀποδίδονται ἀπὸ 1 ὄγκον διαλύματος, διὰ διασπάσεως τοῦ H_2O_2 .

Περίληψις κεφ. Β'.

ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ H_2 . 1. Προελ.: Ἀπαντᾷ ἀφθόνως ἡνωμένον. 2. Παρ. 1. Ἐκ τοῦ ὕδατος: α) Δι' ἡλ/σεως (βιομ.). β) Δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ μετάλλων. γ) Δι' ἐπιδράσεως ὕδρατμῶν ἐπὶ διαπύρου C (βιομ.). δ) Δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ CaH_2 . II Ἐκ τῶν ὀξέων (ὅρ. HCl , H_2SO_4), δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ δραστικῶν μετάλλων (Zn , Fe ...). III. Ἐκ τῶν βάσεων, δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ Zn , Al , Si . IV. Ἐκ τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων καὶ κυρίως CH_4 (βιομ.). 3. Φυσ. ιδιότης. Εἶναι τὸ ἐλαφρότερον ἀέριον καὶ τὸ δυσκολώτερον ὑδροποιούμενον (μετὰ τὸ He). Ἄχρουν, ἄοσμον, ἐλάχιστα διαλυτὸν εἰς ὕδωρ. 4. Χημ. ιδιότης. Καίεται ζωηρῶς: $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$.

Ἐνοῦται ἐπίσης ἀμέσως μὲ ἀλογόνα, θεῖον, N_2 καὶ μὲ ὠρισμένα δραστικά μέταλλα (K , Na , Ca). Προστίθεται εἰς ἀκορέστους ὄργ. ἐνώσεις. Εἶναι ἰσχυρὸν ἀναγωγικόν, ἀνάγον ἐν θερμῷ τὰ πλείστα μεταλλοξειδία. 5. Χρήσεις. Πρὸς παρασκευὴν NH_3 καὶ ἄλλων ὑδρογονούχων ἐνώσεων, διὰ τὴν ὀξυϋδρικήν φλόγα, ὡς ἀναγωγικὸν κλπ.

ΥΔΩΡ H_2O . Εἶναι ἐξαιρετικῶς διαδεδομένον ὑπὸ τὰς διαφόρους μορφὰς τοῦ φυσικοῦ ὕδατος. Τὰ εἰς ὕδωρ διαλελυμένα ἄλατα, κυρίως Ca , Mg , συνιστοῦν τὴν σκληρότητα τοῦ ὕδατος. Χημικῶς καθαρὸν εἶναι τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ. Τὸ πόσιμον ὕδωρ ὑποβάλλεται εἰς διήθησιν καὶ χημικὴν κάθαρσιν. Εἶναι ἔνωσις λίαν σταθερά, λαμβάνει δὲ μέρος εἰς πλείστας ἀντιδράσεις. Χρησιμοποιεῖται ὡς πόσιμον, ὡς μέσον πλύσεως, ὡς διαλυτικόν, πρὸς παραγωγὴν ἐνέργειας κλπ.

ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ H_2O_2 . Παρασκευάζεται δι' ἐπιδράσεως H_2SO_4 ἐπὶ BaO_2 ἢ δι' ἡλ/σεως διαλύματος H_2SO_4 50%. Εἶναι ὑγρὸν βαρύτερον τοῦ ὕδατος, ἰσχυρὸν οξειδωτικόν $H_2O_2 \rightarrow H_2O + [O]$. Δρᾷ καὶ ἀναγωγικῶς συμπεριφέρεται δὲ ὡς λίαν ἀσθενὲς ὀξύ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΟΜΑΣ ΑΛΟΓΟΝΩΝ — ΥΔΡΑΛΟΓΟΝΑ

1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΑΛΟΓΟΝΩΝ

Ἡ ὁμὰς τῶν ἀλογόνων περιλαμβάνει τὰ στοιχεῖα **φθόριον** (F_2), **χλώριον** (Cl_2), **βρώμιον** (Br_2), **ιώδιον** (J_2), τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν ὁμοιότητας εἰς τὰς φυσικὰς καὶ κυρίως εἰς τὰς χημικὰς ιδιότητες. Ἐκλήθησαν **ἀλογόνα ἢ ἀλατογόνα**, διότι παρουσιάζουν μεγάλην χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὰ μέταλλα, μετὰ τῶν ὁποίων ἐνούμενα σχηματίζουν **ἄλατα**.

1. Προέλευσις. Ἀπαντοῦν εἰς τὴν φύσιν ἠνωμένα ὑπὸ μορφὴν ἀλάτων, λόγῳ τῆς χημικῆς τῶν δραστητικότητος.

2. Φυσικαὶ ιδιότητες. Αἱ φυσικαὶ ιδιότητες τῶν ἀλογόνων μεταβάλλονται κανονικῶς αὐξανομένου τοῦ ἀτομικοῦ βάρους αὐτῶν, ὡς φαίνεται ἐκ τοῦ ἐπομένου πίνακος.

Π Ι Ν Α Κ Σ 15
ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΛΟΓΟΝΩΝ

Ἰδιότητες	Φθόριον (F)	Χλώριον (Cl)	Βρώμιον (Br)	Ἰώδιον (J)
Ἀτομικὸν βᾶρος	19	35,457	79,916	126,92
Φυσικὴ κατάσταση	ἀέριον, F_2	ἀέριον, Cl_2	υγρὸν, Br_2	στερεόν, J_2
Χρῶμα	ἀνοικτῶς κίτρινοπράσινον	κιτρινοπράσινον (υγρὸν κίτρινον)	σκοτεινῶς ἐρυθρὸν (ἀτμοὶ ἐρυθροὶ)	μέλαν (ἀτμοὶ ἰώδεις)
Διαλυτότης εἰς ὕδωρ ($0^\circ C$)	ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ	διαλύεται ὀλιγώτερον τοῦ βρωμίου κατὰ βᾶρος (4,6 gr/lit)	τὸ περισσότερον διαλυτὸν κατὰ βᾶρος (41,5 gr/lit)	ἐλάχιστα διαλυτὸν (0,16 gr/lit)
Σημεῖα ζέσεως καὶ τήξεως	Αὐξάνονται κανονικῶς αὐξανομένου τοῦ ἀτομικοῦ βάρους, δηλ. κατὰ σειρὰν F_2, Cl_2, Br_2, J_2 .			
Πυκνότης ὑπὸ τῆς αὐτᾶς συνθήκης	Αὐξάνεται ὁμοίως κανονικῶς, αὐξανομένου τοῦ ἀτομικοῦ βάρους.			

3. Χημικαὶ ιδιότητες. α) Δραστηκότης. Τὰ ἀλογόνα εἶναι δραστικά, μονοσθενῆ ἠλεκτραρνητικὰ στοιχεῖα, ὡς φέροντα ἐπὶ ἠλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην στοιβάδα. Ἐνοῦνται ἀπ' ἐνθείας μὲ τὰ πλεῖστα τῶν στοιχείων.

Μὲ μέταλλα μεταβλητοῦ σθένους, παρέχουν συνήθως ἄλατα μὲ τὸ ἀνώτερον σθένος τοῦ μετάλλου, π.χ. $2Fe + 3Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$.

Ἡ ἠλεκτραρνητικότης καὶ ἐπομένως ἡ δραστηκότης αὐτῶν ἐλαττοῦται αὐξανομένου τοῦ ἀτομικοῦ βάρους των, ἤτοι κατὰ τὴν σειρὰν F_2, Cl_2, Br_2, J_2 . Κατὰ τὴν σειρὰν ταύτην ἕκαστον τῶν ἀλογόνων ἐκτοπί-

ζει τὰ ἐπόμενά του ἐκ τῶν ἐνώσεών των, καὶ ἐκτοπίζεται ὑπὸ τῶν προηγουμένων του.

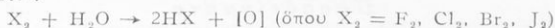


Ἐνίοτε τὰ ἀλογόνα **ἐμφανίζονται καὶ ὡς ἠλεκτροθετικά** (εἰς τὰς δευγόνους ἐνώσεις των), ὅποτε ἡ σειρὰ δραστικότητος αὐτῶν ἀντιστρέφεται. Ὡς ἠλεκτροθετικά τὰ ἀλογόνα ἔχουν σθένη 1, 3, 5, 7. Οὕτω τὸ ἰώδιον ἐνοῦται εὐκολώτερον τῶν ἄλλων ἀλογόνων μὲ τὸ δευγόνον καὶ τὰ ἐκτοπίζει ἐκ τῶν δευγονούχων ἐνώσεών των. π.χ.



Δηλ. ἡ σταθερότης τῶν μὲν ἐνώσεών των εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζονται ὡς ἠλεκτρονητικά βαίνει ἐλαττωμένη κατὰ τὴν σειρὰν F, Cl, Br, J, τῶν δὲ δευγονούχων ἐνώσεών των, εἰς τὰς ὁποίας ἐμφανίζονται ὡς ἠλεκτροθετικά, βαίνει αὐξανόμενη κατὰ τὴν αὐτὴν σειρὰν.

β) Ὁξειδωτική δράσις. Τὰ ἀλογόνα ἀποτελοῦν ὀξειδωτικά μέσα, ὥς δέχται ἠλεκτρονίων, ἀποδίδουν δὲ δευγόνον παρουσίᾳ ὕδατος κατὰ τὴν γενικὴν ἐξίσωσιν :



Ἡ ὀξειδωτικὴ των δράσις βαίνει ὁμοίως ἐλαττωμένη κατὰ τὴν σειρὰν F₂, Cl₂, Br₂, J₂.

γ) Ἀντιδράσεις μὲ ἰσχυρὰς βάσεις, κυρίως δὲ μὲ καυστικά ἀλκάλια (KOH, NaOH). Τὰ ἀλογόνα (πλὴν F₂) ἀντιδρῶν μὲ τὰ καυστικά ἀλκάλια, ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν, κατὰ δύο τρόπους, ὅπως φαίνεται εἰς τὰ κατωτέρω παραδείγματα τοῦ Cl₂. Ἀναλόγως δρῶν καὶ τὰ Br₂ καὶ J₂.

1. **Ψυχρὰ (ἀραιὰ) διαλύματα καυστικῶν ἀλκαλίων ἐν περισσεΐᾳ.**



2. **Πυκνὰ θερμὰ διαλύματα καυστικῶν ἀλκαλίων (ἀλογόνα ἐν περυσίᾳ).**



4. **Γενικαὶ μέθοδοι παρασκευῆς ἀλογόνων (πλὴν F₂).** Παρ' ὅλον ὅτι ἕκαστον τῶν ἀλογόνων παρασκευάζεται κατὰ ὠρισμένον κυρίως τρόπον, δύνανται ταῦτα νὰ παρασκευασθῶν μὲ ὠρισμένας γενικὰς μεθόδους, λόγῳ τῆς ὁμοιότητος τοῦ χημικοῦ των χαρακτῆρος :

α) Ὁξειδωσις τῶν ἀντιστοίχων ὑδραλογόνων, κατὰ τὴν γενικὴν ἐξίσωσιν :



β) Διὰ συνθερμάνσεως ἀλάτων των (κυρίως μὲ K ἢ Na) μὲ H₂SO₄ καὶ εἰς ὀξειδωτικὸν μέσον, συνήθως MnO₂. Σχηματίζεται ἐνδιάμεσος τὸ ὑδραλογόνον, τὸ ὁποῖον ἐν συνεχείᾳ ὀξειδοῦται :



γ) Δι' ἐκτοπίσεως ἐκ τῶν ἀλάτων των, ὑπὸ ἄλλου ἀλογόνου δραστικωτέρου. (Οὕτω παρασκευάζονται κυρίως τὸ Br₂ καὶ J₂, δι' ἐκτοπίσεως ὑπὸ Cl₂).

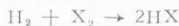


δ) Δι' ηλεκτρολύσεως υδατικών διαλυμάτων (ή τηγμάτων) των αλάτων των (ή διαλυμάτων υδραλογόνων). Χρησιμοποιείται κυρίως διὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ Cl_2 , δι' ηλεκτρολύσεως υδατικοῦ διαλύματος NaCl .

Ὅλαι αἱ ἀνωτέρω μέθοδοι εἶναι οὐσιαστικῶς ὀξεϊδώσεις, σύμφωνα μετὸν γενικὸν ὀρισμὸν αὐτῆς. (Τὰ ἀλογόνα ἀπὸ σθένος -1 ἀποκτοῦν σθένος μηδὲν εἰς τὴν ἐλευθέραν κατάστασιν).

2. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΥΔΡΑΛΟΓΟΝΩΝ

1. Γενικαὶ μέθοδοι παρασκευῆς. α) Δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως ὑδρογόνου καὶ ἀλογόνου, ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας.



β) Διὰ θερμάνσεως τῶν αλάτων των με H_2SO_4 (διὰ τὸ HF καὶ HCl) ἢ H_3PO_4 (διὰ τὸ HBr καὶ HJ , τὰ ὅποια ἀνάγουν τὸ H_2SO_4 , ὀξειδούμενα πρὸς Br_2 καὶ J_2 ἀντιστοίχως).

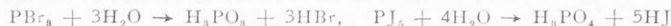
Παραδείγματα

1) $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$ (σχετικῶς χαμηλὴ θερμοκρασία «ἐν ψυχρῶ») $\text{NaHSO}_4 + \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$ (εἰς ὑψηλότεραν θερμοκρασίαν «ἐν θερμῶ»)

Δι' ἀθροίσεως ἔχομεν ἐν θερμῶ :



γ) Δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ ἀλογονούχων ἐνώσεων τοῦ $\text{P}(\text{PX}_3)$ ἢ PX_5 .



Εἰς τὴν πρᾶξιν τὸ Br_2 ἢ τὸ J_2 ἀναμιγνύονται μετ' ἐρυθρὸν P καὶ ὕδωρ. Σχηματίζονται ἐνδιαμέσως αἱ ἀλογονοῦχοι ἐνώσεις τοῦ P , αἱ ὁποῖαι διασπῶνται ἀμέσως ὑπὸ τοῦ ὕδατος.

2. Φυσικαὶ ιδιότητες. α) Φυσικὴ κατάσταση. Εἶναι ὅλα ἄερια, πλὴν ὑδροφθορίου, τὸ ὁποῖον εἶναι πτητικὸν ὑγρὸν (σημ. ζέσε. 19,4). Τὰ σημεῖα ζέσεως τῶν ἄλλων υδραλογόνων αὐξάνονται κατὰ τὴν σειρὰν HCl , HBr , HJ , δηλ. κατ' αὔξον ἀτομικὸν βάρος τῶν ἀλογόνων. Ἡ ἀνωμαλία εἰς τὸ σημεῖον ζέσεως τοῦ ὑδροφθορίου ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι τοῦτο εἰς συνήθεις συνθήκας *πολυμερίζεται*, εὐρισκόμενον κυρίως ὑπὸ τὴν διμερῆ μορφήν H_2F_2 .

β) Χρῶμα. Εἶναι ὅλα ἄχρσα.

γ) Διαλυτότης εἰς ὕδωρ. Διαλύονται ὅλα ἀφθόπως εἰς τὸ ὕδωρ.

3. Χημικαὶ ιδιότητες. α) Σταθερότης μορίου. Βαίνει ἐλαττωμένη κατὰ τὴν σειρὰν HF , HCl , HBr , HJ . Οὕτω τὸ HF εἶναι σταθερώτατον σῶμα, μὴ ὀξειδούμενον, τὸ HCl εἶναι σταθερόν, ἀλλὰ εὐοξειδωτόν σῶμα, τὰ δὲ HBr καὶ HJ εἶναι σχετικῶς ἀσταθῆ καὶ ἀποτελοῦν ἀναγωγικὰ σῶματα.

β) Τὰ υδατικά διαλύματα αὐτῶν ἀποτελοῦν *ισχυρὰ ὀξεῖα*, πλὴν τοῦ διαλύματος τοῦ HF τὸ ὁποῖον εἶναι μετρίως ἰσχυρὸν ὀξύ. Τὰ υδραλογόνα ἐπιδρῶντα ἐπὶ μετάλλων παρέχουν ἄλατα μετὸ κατώτερον σθένος αὐτῶν.

3. ΦΘΟΡΙΟΝ

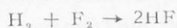
Σύμβολον: F. Μόριον: F₂. 'Ατ. άρ. 9. ΑΒ: 19. Σθένος — 1

1. Προξέυσεις. 'Απαντᾷ ήνωμένον πάντοτε. Κύριον όρυκτόν αὐτοῦ ό φθορί- της ή άργυροδάμας CaF₂. Σημαντικά επίσης είναι ό κρυόλιθος AlF₃, 3NaF, ό φθοριοαπατίτης 3Ca₃(PO₄)₂·CaF₂ κ α 'Αποτελεῖ κανονικόν συστατικόν τών όστών καί τών όδόντων.

2. Παρασκευή. Παρασκευάζεται δι' ήλεκτρολύσεως κυρίως τετηγμένου όξι- νου φθοριούχου καλίου KHF₂, έντός δοχείων από Cu ή Ag, (τά όποια μόνον επιφανειακώς προσβάλλονται υπό τοῦ F₂), με άνοδον έξ άνθρακος.

3. Φυσικά ιδιότητες. 'Αέριον άνοικτώς κίτρινοπράσινον, όσμής δηκτικής, βα- ρύτερον τοῦ άέρος ($\delta = \frac{38}{29}$). 'Υγροποιεῖται καί στερεοποιεῖται δυσκόλως.

4. Χημικά ιδιότητες. Είναι τό δραστικώτερον έξ όλων τών στοιχείων, συνε- νούμενον με όλα τά άλλα στοιχεία, πλην τών ευγενών άερίων, πρὸς σχηματι- σμόν φθοριούχων ενώσεων (άπ' ευθείας δέν έννοῦται μόνον με τό N₂ καί O₂, αἱ μετὰ τών όποίων ενώσεις λαμβάνονται έμμέσως). Με τό H₂ έννοῦται μετ' έκρήξεως (έν ψυχρῷ καί εἰς τό σκότος).



Διασπᾷ τό ὕδωρ υπό έκλυσιν όξυγόνου, μετὰ μικροῦ ποσοῦ όζοντος (όμοίως εἰς τό σκότος έν ψυχρῷ).



Εἶναι τό μόνον στοιχείον τό όποῖον έννοῦται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν με τό C καί τό Si ($Si + 2F_2 \rightarrow SiF_4$, $C + 2F_2 \rightarrow CF_4$). Προσβάλλει τήν ὕαλον καί τόν χαλασίαν (SiO₂): $SiO_2 + 2F_2 \rightarrow SiF_4 + O_2$. 'Αποσπᾷ τό H έκ τών όργανικών ενώσεων.

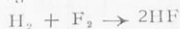
5 Χρήσεις. Φέρεται εἰς τό έμπόριον έντός ειδικών χαλυβδίνων κυλίνδρων. Χρησιμοποιεῖται διά τήν παραγωγήν φθοριωμένων παραγώγων τών ὕδρογο- νανθράκων, έκ τών όποίων διά πολυμερισμοῦ παρασκευάζονται πλαστικά, διά τήν παρασκευήν τοῦ διχλωρο- διφθοριομεθανίου (φρέον) CCl₂F₂, χρησιμο- ποιούμενου ως ψυκτικοῦ μέσου εἰς τά ήλεκτρικά ψυγεῖα κ.λ.π.

4. ΥΔΡΟΦΘΟΡΙΟΝ HF

1. Παρασκευή. Δι' επίδράσεως πυκνοῦ H₂SO₄ επί φθορίτου.



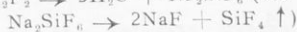
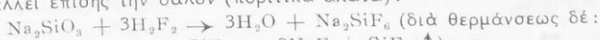
Δύναται νά παρασκευασθῇ καί δι' άπ' ευθείας ενώσεως H₂ καί F₂:



2. 'Ιδιότητες. 'Αποτελεῖ άχρουν ὕγρον, ὕγροσκοπικόν, άτμίζον εἰς τόν άέρα. Προσβάλλει τοὺς όφθαλμούς, τά άναπνευστικά όργανα καί τήν επιδερμίδα. Τό ὕδατικόν διάλυμα εἶναι μετρίως ισχυρόν όξύ (ὕδροφθορικόν όξύ). Εἰς συ- νήθη θερμοκρασίαν, ως καί εἰς πυκνά διαλύματα, εύρίσκεται υπό τήν διμε- ρή μορφήν H₂F₂, ένῶ εἰς ὕψηλότεραν θερμοκρασίαν (άνω 85°) συνίσταται από άπλά μόρια HF. 'Αντιδρᾷ με SiO₂:



Προσβάλλει επίσης τήν ὕαλον (πυριτικά ἔλατα):



Χρησιμοποιεῖται πρὸς ποίκιλσιν τῆς ὕαλου καί ως άντισηπτικόν.

5. ΧΛΩΡΙΟΝ

Σύμβολον: Cl. **Μόριον:** Cl₂. **Ατ. άρ.:** 17. **ΑΒ:** 35,457. **Σθένη** (+ 1, 3, 4, 5, 7).

1. Ίστορικόν. Παρεσκευάσθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Scheele (1774), ὡς στοιχείον ὅμως ἀνεγνωρίσθη ὑπὸ τοῦ Davy (1810), ὁ ὁποῖος καὶ τὸ ὠνόμασεν χλώριον (χλωρῶν, κτρινοπράσινον ἀέριον).

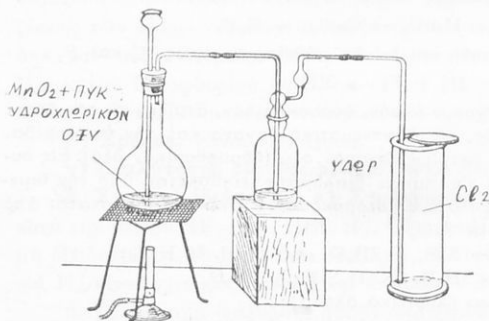
2. Προέλευσις. Δὲν ἀνευρίσκεται ἐλεύθερον, λόγῳ τῆς μεγάλης του δραστητικότητος. Ἦνωμένον ἀπαντᾷ ἀφθόνως ὑπὸ μορφήν χλωριούχων ἁλάτων, κυρίως Na, K, Mg. **Τὸ NaCl (κοινὸν ἅλας)** εἶναι τὸ σημαντικώτερον ὄλων, ἀπαντᾷ δὲ εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ (τοῦ ὁποίου εἶναι τὸ κύριον διαλυμένον συστατικόν, ~2 — 3 %), καὶ ὡς ὄρυκτόν. Λίαν διαδεδομένα εἶναι ἐπίσης τὰ ὄρυκτὰ **σουλβίνης** KCl, **καρναλλίτης** KCl. Mg Cl₂. 6H₂O κ.α. Τὸ χλώριον εἶναι τὸ πλέον διαδεδομένον ἀλογόνον.

3. Παρασκευή. Α. Βιομηχανικῶς παρασκευάζεται σήμερον σχεδὸν ἀποκλειστικῶς δι' ἡλεκτρολύσεως διαλύματος NaCl. Εἰς τὴν ἀνοδὸν ἐκλύεται τὸ Cl₂, εἰς δὲ τὴν κάθοδον λαμβάνεται NaOH καὶ H₂. Τὸ Cl₂ εἶναι οὐσιαστικῶς παραπροῖον (ὡς καὶ τὸ H₂) τῆς βιομηχανίας παρασκευῆς NaOH.

Πρὸς ἀποφυγὴν ἀντιδράσεων μεταξὺ NaOH καὶ Cl₂, τὰ ἡλεκτρόδια (ἀνοδὸς ἀπὸ ἄνθρακα, κάθοδος ἀπὸ σιδήρου) χωρίζονται διὰ πορώδους διαφράγματος ἢ χρησιμοποιεῖται κάθοδος ὕδραργύρου, ὁ ὁποῖος σχηματίζει ἀμάλγαμα μὲ τὸ ἀποβαλλόμενον νάτριον. Ἐκ τοῦ ἀμαλγάματος, δι' ἀντιδράσεως μὲ ὕδωρ, σχηματίζεται NaOH καὶ H₂.

Παλαιότερον τὸ χλώριον ἐλαμβάνετο βιομηχανικῶς δι' ὀξειδώσεως HCl μὲ τὸ O₂ τοῦ ἀέρος, παρουσίᾳ ἁλάτων χαλκοῦ ὡς καταλυτῶν (μεθ. Deacon) ἢ δι' ὀξειδώσεως πυκνοῦ διαλύματος HCl μὲ MnO₂ (μεθ. Weldon).

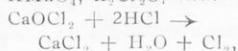
Β. Ἐργαστηριακῶς: 1. **Δι' ὀξειδώσεως HCl**, διὰ θερμάνσεως πυκνοῦ ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος μὲ πυρολουνσίτην (MnO₂):



Σχ. 15.

Τὸ ἐκλυόμενον Cl₂ συλλέγεται ἐντὸς κενῆς φιάλης, ἐκτοπίζον ὡς βαρύτερον τὸν ἀέρα, ἀφοῦ πρῶτον διέλθῃ μέσῳ ὀλίγου ὕδατος πρὸς συγκράτησιν ἐκλυομένου HCl (σχ. 15).

Ἀντὶ MnO₂, ὡς ὀξειδωτικά δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν CaOCl₂ (χλωράσβετος), KClO₃, KMnO₄, K₂Cr₂O₇ κ.α.



2. Έκ του NaCl , διὰ συνθερμάνσεως με MnO_2 καὶ πυκνόν H_2SO_4 .
 $2\text{NaCl} + \text{MnO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NaHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
 Ὡς ὀξειδωτικά χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ κ.α.

4. **Φυσικαὶ ιδιότητες.** Εἶναι ἀέριον κιτρινοπράσινον (*χλωρόν*), δη-
 κτικῆς ὁσμῆς, βαρύτερον τοῦ ἀέρος (περίπου 2,5 φορές). Εἶναι δηλητηριώ-
 δες, εἰσπνεόμενον δὲ προσβάλλει ἰσχυρῶς τὰ ἀναπνευστικὰ ὄργανα. Ὑγροποιεῖ-
 ται σχετικῶς εὐκόλως (σ.ζ. — $34,6^\circ\text{C}$) καὶ διαλύεται ὀλίγον εἰς ὕδωρ (1 ὄγκος
 ὕδατος διαλύει 3 ὄγκους ἀερίου χλωρίου), τὸ δὲ διάλυμά του καλεῖται *χλω-
 ριοῦχον ὕδωρ*.

5. **Χημικαὶ ιδιότητες.** Ὅπως ὅλα τὰ ἀλογόνα, εἶναι μονοσθενὲς ἡλε-
 κτρωνητικὸν στοιχεῖον, ὥς φέρον 7 ἡλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα (M).
 Εἶναι τὸ δραστικώτερον ἡλεκτρωνητικὸν στοιχεῖον, μετὰ τὸ φθόριον. Ὡς
 δέκτης ἡλεκτρονίων ἀποτελεῖ ἰσχυρὸν *ὀξειδωτικόν*. Εἰς τὰς δευγοποῦχους
 ἐνώσεις ἔχει συμβατικῶς θετικὰ σθένη (+ 1, 3, 4, 5, 7).

I. **Ἀντιδράσεις χλωρίου με στοιχεῖα. α) Με ἀμέταλλα.** Ἐνοῦται
 ἀπ' εὐθείας με ὅλα τὰ ἀμέταλλα, πλὴν N_2 , O_2 , C καὶ εὐγενῶν ἀερίων (ὀξει-
 δια χλωρίου καὶ CCl_4 λαμβάνονται ἐμμέσως). Εἰς μίγμα με *ὕδρογόνον* τὸ
 χλώριον ἐνοῦται βραδέως εἰς τὸ σκότος, ταχέως μετ' ἐκρήξεως εἰς τὸ ἥλια-
 κόν φῶς (ἢ τὸ φῶς καιομένου μαγνησίου):

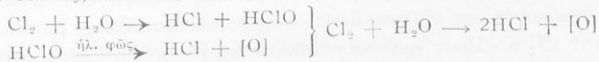


Ὁ φωσφόρος ἀναφλέγεται εἰς ἀτμόσφαιραν χλωρίου, σχηματιζόμενον
 PCl_5 ἢ PCl_3 , ἀναλόγους δὲ ἐνώσεις παρέχουν τὸ ἀρσενικόν As καὶ τὸ ἀντι-
 μόνιον Sb. Τὸ *θεῖον* παρέχει S_2Cl_2 , τὸ *πυρίτιον* SiCl_4 κ.λ.π.

β) **Με μέταλλα.** Τὸ χλώριον ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας με ὅλα τὰ μέταλλα,
 παρέχον τὰ ἀντίστοιχα χλωριοῦχα ἄλατα (*χλωρίδια*) μετὰ τὰ ἀνώτερα σθέ-
 νη τῶν μετάλλων, π.χ.:



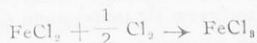
II. **Ἀντιδράσεις χλωρίου με χημικὰς ἐνώσεις. α) Με ὕδωρ.** Τὸ
χλωριοῦχον ὕδωρ εἶναι ἰσχυρὸν ὀξειδωτικόν, παρέχον [O] διὰ διασπά-
 σεως τοῦ ὕδατος, κατὰ τὰς ἐξισώσεις:



Οὕτω ὀξειδώνει τὸ SO_2 καὶ τὰ θειώδη ἄλατα:



Ὅμοιως ὀξειδώνει ἄλατα με κατώτερα σθένη μετάλλων, ὥς π.χ. ἄλατα
 Fe^{++} εἰς ἄλατα Fe^{+++} (Τὰ χλωριοῦχα ἄλατα ὀξειδοῦνται ἀμέσως ὑπὸ Cl_2):



Ἡ ἀποστειρωτικὴ καὶ λευκαντικὴ δρᾶσις τοῦ χλωριούχου ὕδατος ὀφεί-
 λεται εἰς τὸ ἀποδιδόμενον δευγόνον.

β) **Με καυστικά ἀλκάλια (NaOH , KOH)** παρέχει χλωριοῦχα καὶ

υποχλωριώδη άλατα εις αραιόν ψυχρόν διάλυμα, χλωριοϋχα και χλωρικά άλατα εις πυκνόν θερμοόν :



γ) Με $\text{Ca}(\text{OH})_2$ παρέχει **χλωράσβεστον** (CaOCl_2) :



Διαβιβαζόμενον εις γάλα άσβέστου δύναται νά δώση, αναλόγως των συνθηκών, CaCl_2 και $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ή CaCl_2 και $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$.

δ) 'Αντικαθιστᾷ τὰ δλιγώτερον ήλεκτραρνητικά Br^- , J^- εκ των ενώσεων των, ως και τὸ S^{--} εκ τοῦ H_2S . ('Οξειδωσις Br^- , J^- , S^{--} ὑπὸ Cl_2).



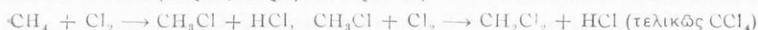
Όμοίως αντικαθιστᾷ ἐν θερμοῦ τὸ δξυγόνον πολλῶν μεταλλοξειδίων. Με NH_3 παρέχει N_2 και NH_4Cl :



ε) Δραΐσις ἐπὶ ὀργανικῶν ενώσεων. Τὸ χλώριον ἀποσπᾷ ὑδρογόνον ἀπὸ ὀργανικάς ενώσεις. Οὕτω ἀπανθρακώνει ὑδρογονάνθρακας εις τὸ ἄμεινον ήλιακόν φῶς :



Εἰς τὸ διάχυτον φῶς αντικαθιστᾷ ὑδρογόνα των κεκορεσμένων ὀργανικῶν ενώσεων. (Κυρίως ὑδρογονανθράκων).



Με ἀκορεστους ὑδρογονάνθρακας παρέχει προϊόντα προσθήκης :



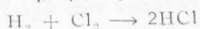
6. Χρήσεις. Φέρεται εις τὸ ἐμπόριον εις ὑγρὰν κατάστασιν, ἐντὸς χαλυβδίων κυλίνδρων. Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀποχρωστικόν τῆς χαρτομάζης, των εκ κυτταρίνης ὑφανσίμων ὑλῶν (**κυρίως βάμβακος και λίνου**), ὡς ἀποστειρωτικόν τοῦ ὕδατος. Όμοίως χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν ενώσεων αὐτοῦ και κυρίως χλωριωμένων ὀργανικῶν παραγῶγων, τὰ ὅποια εὐρίσκουν ἐφαρμογὴν ὡς διαλυτικά και παρασιτοκτόνα, CCl_4 , D. D. T. κ.α.). Ἀντὶ τοῦ Cl_2 πολλάκις χρησιμοποιοῦνται υποχλωριώδη άλατα, κυρίως δὲ ή χλωράσβεστος.

Γενικῶς τὸ χλώριον ἀποτελεῖ τὸ σημαντικώτερον ἀπὸ ἀπόψεως ἐφαρμογῶν ἄλογόνον.

6. ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΟΝ HCl

1. Προέλευσις. Περιέχεται εις μικρά ποσά εις τὰ αέρια των ήφραιστίων. Έχει μεγάλην βιολογικὴν σημασίαν, περιεχόμενον εις τὸν στόμαχον εις ἀναλογίαν 0,3 %, ὅπου ὑποβοηθεῖ τὴν πέψιν και καταστρέφει εἰσαγομένους εις τὸν στόμαχον ἐπιβλαβεῖς μικροοργανισμούς. Τὰ άλατά του, NaCl κ.α. ἀφθονοῦν.

2. Παρασκευή. Α. Βιομηχανικῶς. 1. Δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως H_2 καὶ Cl_2 λαμβανομένων κατὰ τὴν ἠλεκτρολύσιν διαλύματος $NaCl$:



Ἡ ἀντίδρασις ἐπιτελεῖται ἐντὸς σωλῆνων ἐκ χαλαζίου, τὸ δὲ παραγόμενον HCl φέρεται εἰς εἰδικούς πύργους ὅπου κατακλινοῦνται ὕδωρ, εἰς τὸ ὁποῖον διαλύεται τὸ HCl , σχηματιζόμενον ὕδροχλωρικὸν ὀξέος.

2. Διὰ συνθερμάνσεως $NaCl$ μὲ πυκνὸν H_2SO_4 . Ἡ ἀντίδρασις ἐπιτελεῖται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ($\sim 350^\circ C$, λαμβάνει δὲ χώρα εἰς δύο φάσεις, σελ. 170) σχηματιζόμενου Na_2SO_4 .



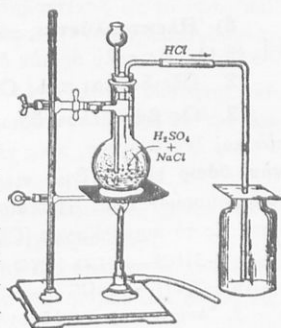
Τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον HCl διαλύεται πάλιν εἰς ὕδωρ πρὸς σχηματισμὸν ὕδροχλωρικῷ ὀξέος.

Β. Ἑργαστηριακῶς. Ἑργαστηριακῶς λαμβάνεται ὁμοίως διὰ συνθερμάνσεως $NaCl$ μὲ πυκνὸν H_2SO_4 , ἀλλὰ εἰς χαμηλότεραν θερμοκρασίαν ($\sim 15^\circ C$), σχηματιζόμενου $NaHSO_4$.



Τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον HCl εἴτε συλλέγεται ἐντὸς κενοῦ δοχείου δι' ἐκτόπισεως τοῦ ἀέρος (Σχ. 16) εἴτε διαλύεται ἐντὸς ὕδατος.

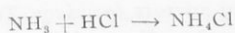
3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, δηχτικῆς ὁσμῆς, βαρύτερον τοῦ ἀέρος. Ὑγροποιεῖται εὐκόλως διὰ συμπίεσεως. Διαλύεται ἀφθόνως εἰς ὕδωρ (εἰς $0^\circ C$, 1 ὄγκος ὕδατος διαλύει περίπου 50 ὄγκους ἀερίου HCl). Τὸ ὕδατικὸν διάλυμα τοῦ HCl καλεῖται ὕδροχλωρικὸν ὀξὺς (κοιν. σπέρτο τοῦ ἁλατος), εἶναι δὲ ἄχρουν εἰς καθαρὰν κατάστασιν. Τὸ ὕδροχλωρικὸν ὀξὺς τοῦ ἐμπορίου εἶναι συνήθως κίτρινον, λόγῳ περιεχομένων ξένων προσμίξεων (κυρίως χλωρίου καὶ σιδήρου).



Σχ. 16.

Ἡ μεγάλη διαλυτότης εἰς ὕδωρ τοῦ HCl δεικνύεται διὰ τοῦ ἀκολουθοῦντος πειράματος: Λαμβάνεται φιάλη περιέχουσα ξηρὸν HCl , τὸ πῶμα τῆς ὁποίας φέρει λεπτὸν ὑάλινον σωλῆνα, κλειστὸν κατὰ τὸ ἐκτὸς τῆς φιάλης ἄκρον. Ἐὰν ἡ φιάλη ἀναστραφῇ ἐντὸς λεκάνης ὕδατος καὶ τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος θραυσθῇ, τὸ ὕδωρ διαλύει ταχέως τὸ HCl τῆς φιάλης, εἰς δὲ τὸ δημιουργούμενον ἐντὸς αὐτῆς κενὸν ἀνέρχεται τὸ ὕδωρ ὑπὸ μορφὴν πίδακος.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Α. Ὑδροχλωρίου. Εἶναι σταθερωτάτη ἔνωσις, διασπώμενη εἰς λίαν ὑψηλὰς θερμοκρασίας (ἄνω 1500°). Προσβάλλει τὰ δραστικὰ μέταλλα μόνον ἐν θερμῷ. Ὑπὸ τοῦ O_2 ὀξειδοῦται εἰς Cl_2 , παρουσίᾳ ἁλμάτων Cu ὡς καταλυτῶν. Μὲ ἀέριον ἀμμωνίαν σχηματίζει λευκὴν νεφέλην NH_4Cl .



Τὸ ξηρὸν HCl δὲν ἐμφανίζει τὰς συνήθεις ὀξύνους ιδιότητας.

Β. Ύδροχλωρικού οξέος. Τὸ ὕδατικὸν διάλυμα τοῦ HCl (ὕδροχλωρικόν ὀξύ) εἶναι πολὺ δραστικώτερον τοῦ αἰρίου HCl .

1. Ἀποτελεῖ τὸ ισχυρότερον τῶν ὀξέων, τῶν ὁποίων ἐμφανίζει ἐντόνως ὅλας τὰς χαρακτηριστικὰς ιδιότητας. Οὕτω:

α) Ἀντιδρᾷ μὲ βάσεις καὶ βασικά ὀξειδία



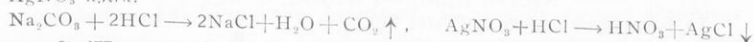
β) Ἀντιδρᾷ μὲ τὰ πλείστα μέταλλα, παρέχον H_2 καὶ χλωριούχα ἄλατα τῶν μετάλλων.



Μὲ μέταλλα μεταβλητοῦ σθένους παρέχει ἄλατα μὲ τὸ κατώτερον σθένος τῶν μετάλλων. Τὰ μέταλλα τὰ ὀλιγώτερον δραστικά τοῦ H_2 (Cu , Hg , Ag , Au , Pt) δὲν διαλύονται ὑπὸ ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος, μετατρέπονται ἔμως εἰς χλωριούχα ἄλατα ἀνωτέρου σθένους ὑπὸ βασιλικοῦ ὕδατος.

γ) Παρέχει μὲ διάφορα ἄλατα ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως.

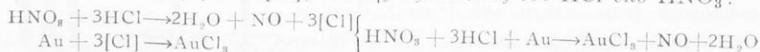
Οὕτω διασπᾷ τὰ θειώδη καὶ ἀνθρακικά ἄλατα, παρέχει ἴζημα AgCl μὲ AgNO_3 κ.λ.π.



δ) Ἡλεκτρολύεται, παρέχον εἰς τὴν ἀνόδον H_2 καὶ εἰς τὴν ἀνοδὸν Cl_2 (ἢ O_2 εἰς πολὺν ὥραιον διάλυμα, σελ. 111).

2. Ὄξειδουταὶ πρὸς Cl_2 μὲ MnO_2 , KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ κ.α. ὀξειδωτικά.

3. Ὡς βασιλικὸν ὕδωρ διαλύει ὅλα τὰ μέταλλα, ἀκόμη καὶ τὸν χρυσὸν καὶ λευκόχρυσον, πρὸς χλωριούχα ἄλατα ἀνωτέρου σθένους. **Τὸ βασιλικὸν ὕδωρ** εἶναι μίγμα νιτρικοῦ καὶ ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος, εἰς ἀναλογίαν γραμμομερίων 1:3. Ἡ ἐξαιρετικὴ δραστικότης τοῦ βασιλικοῦ ὕδατος ὀφείλεται εἰς τὸ παρωγόμενον $[\text{Cl}]$, διὰ τῆς ὀξειδώσεως τοῦ HCl ὑπὸ HNO_3 :



5. Ἀνίχνευσις. Τὸ ὕδροχλωρικὸν ὀξύ καὶ γενικώτερα τὸ ἰόν Cl^- εἰς τὰ διαλυτὰ χλωριούχα ἄλατα. ἀνιχνεύεται ἐκ τοῦ λευκοῦ ἰζήματος AgCl , τὸ ὁποῖον καταπίπτει διὰ προσθήκης διαλύματος AgNO_3 (Ὁ AgCl διαλύεται εἰς ἀραιὰν ἀμμωνίαν).

6. Χρήσεις. Ἀποτελεῖ ἐν τῶν εὐρύτερων χρησιμοποιουμένων ὀξέων. Εἰς μεγάλα ποσὰ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κάθαρσιν τῶν ὀξειδωμένων μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν, πρὸ τῆς ἐπιμεταλλώσεως. Ἐπίσης εἰς τὴν παρασκευὴν χλωριούχων ὑδατῶν, ζελατίνης, ἱθυόκολλας, γλυκόζης, διαφόρων χρωμάτων κλπ. Ἐπίσης ἀποτελεῖ σημαντικώτατον ἀντιδραστήριον εἰς τὸ χημικὸν ἐργαστήριον.

ΒΡΩΜΙΟΝ

Σύμβολον: Br . **Μόριον:** Br_2 . **Ἀτ. ἀρ.:** 35. **ΑΒ.:** 79,916. **Σθένη:** -1, (+1, 3, 5, 7).

1. Προέλευσις. Ἀπαντᾷ πάντοτε ἡνωμένον. Τὰ ἄλατά του συνοδεύουν πάντοτε τὰ ἀντίστοιχα χλωριούχα ἄλατα, ἀλλὰ εἰς μικροτέραν ἀναλογίαν

(NaBr, KBr, MgBr₂). Σημαντικὸν ὄρυκτόν αὐτοῦ εἶναι ὁ βρωμιοκαρναλλίτης MgBr₂ · KBr · 6H₂O, τὸ ὁποῖον ἀπαντᾷ εἰς τὰ ἀλατωρυχεῖα τῆς Stassfurt.

2. Παρασκευή. Α. Βιομηχανικῶς παρασκευάζεται δι' ἐκτοπίσεως αὐτοῦ ἐκ τῶν ἁλμάτων του, ὑπὸ τοῦ δραστικωτέρου Cl₂:



Τὰ χρησιμοποιούμενα ἅλατα προέρχονται εἴτε ἐκ τῶν ἀλατωρυχείων (κυρίως τῆς Stassfurt), εἴτε ἐκ τοῦ θαλασσίου ὕδατος.

Β. Ἑργαστηριακῶς παρασκευάζεται δι' ἀποστάξεως αὐτοῦ ἐκ θερμοανόμενου μίγματος βρωμιούχων ἁλμάτων, MnO₂ καὶ H₂SO₄ (δηλ. μὲ μέθοδον ἀνάλογον τοῦ Cl₂).



3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ὑγρὸν σκοτεινῶς ἐρυθρὸν (καστανέρυθρον), δηκτικῆς ὁσμῆς, πολὺ βαρύτερον τοῦ ὕδατος, χαμηλοῦ σημείου ζέσεως. Εἶναι τὸ μόνον ὑγρὸν ἐκ τῶν ἀμετάλλων. Ἀτμίζει εἰς τὸν ἀέρα, οἱ δὲ ἀτμοὶ του προσβάλλουν ἰσχυρῶς τὰ ἀναπνευστικὰ ὄργανα. Ἐπίσης τὸ ὑγρὸν βρώμιον προκαλεῖ ἐπὶ τοῦ δέρματος πληγὰς. Διαλύεται σημαντικῶς εἰς τὸ ὕδωρ καὶ περισσότερον εἰς ὀργανικοὺς διαλύτες (διθειάνθρακα, τετραχλωράνθρακα, χλωροφόρμιον).

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀνάλογοι μὲ τὰς χημικὰς ιδιότητας τοῦ Cl₂, ἀλλὰ δοῦν κατὰ κανόνα ἡπιώτερον τοῦτου. Οὕτω προσβάλλει τὸν Au κατὰ τὴν ἐξίσωσιν:



οὐχὶ ὅμως καὶ τὸν Pt εἰς συνήθη θερμοκρασίαν. Τὰ εὐδιάλυτα ἅλατα αὐτοῦ εἶναι κατὰ κανόνα εὐδιάλυτότερα τῶν ἀντιστοιχῶν χλωριούχων.

Βρωμιούχον ὕδωρ. Τὸ ὕδατικὸν διάλυμα τοῦ Br₂ ἔχει ὀξειδωτικὰς ιδιότητας, ἀνάλογους πρὸς τὸ χλωριούχον ὕδωρ καὶ χρησιμοποιεῖται συχνὰ εἰς τὰ χημεῖα δι' ὀξειδώσεις.



5. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται διὰ συνθέσεις, πρὸς παρασκευὴν χρωμάτων, ὑπὸ μορφὴν AgBr πρὸς παρασκευὴν φωτογραφικῶν πλακῶν, ἅλατα δὲ (KBr) ἢ ὀργανικὰ παρασκευάσματα αὐτοῦ ὡς καταπραῦντικά καὶ ὑπνωτικά μέσα εἰς τὴν ἱατρικὴν κ.α.

8. ΥΔΡΟΒΡΩΜΙΟΝ HBr

1. Παρασκευή. 1) Διὰ συνθέσεως:



2) $\text{PBr}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{PO}_3 + 3\text{HBr}$ (ἐπίδρασις βρωμίου ἐπὶ ἐρυθροῦ φωσφόρου, ὑπὸ στιβάδα ὕδατος).



Σημ. Δὲν δύναται νὰ παρασκευασθῇ ὅπως τὸ HCl καὶ HF δι' ἐπιδρά-

σεως H_2SO_4 επί βρωμιούχου ἄλατος, διότι ἀνάγει τὸ H_2SO_4 , ὀξειδοῦμένον πρὸς Br_2 .



2. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, πολὺ βαρύτερον τοῦ ἀέρος, δηκτικῆς ὁσμῆς, ἀτμίζον εἰς τὸν ἀέρα. Διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ ἀφθονώτερον καὶ τοῦ HCl .

3. Χημικαὶ ιδιότητες. Τὸ ἀέριον HBr εἶναι ἀσταθέστερον τοῦ HCl καὶ ἔχει λόγῳ τούτου ἀναγωγικὰς ιδιότητας. Τὸ ὕδατικὸν διάλυμα αὐτοῦ ἀποτελεῖ ἰσχυρὸν ὀξύ καὶ καλεῖται *ὕδροβρωμικὸν ὀξύ*, ἔχει δὲ χημικὴν συμπεριφορὰν ἀνάλογον τοῦ ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος. Κατὰ τὴν παραμονήν, ἰδίᾳ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν φωτὸς καὶ ἀέρος, χρωματίζεται κίτρινον λόγῳ ὀξειδώσεως πρὸς Br_2 :



4. Ἀνίχνευσις. Τὸ ὕδροβρωμικὸν ὀξύ, ὡς καὶ γενικῶς τὸ ἀνίον Br^- εἰς τὰ διαλυτὰ βρωμιούχα ἄλατα, ἀνιχνεύεται διὰ διαλύματος AgNO_3 , ὅποτε καταπίπτει λευκοκίτρινον ἴζημα AgBr , διαλυτὸν εἰς πυκνὴν ἀμμωνίαν.

9. ΙΩΔΙΟΝ

Σύμβ. J. Μόριον. J₂. Ἀτ. ἀρ.: 53. AB: 126, 92. Σθένη -1 (+1, +3, +5, +7)

1. Προέλευσις. Αἱ ἐνώσεις τοῦ συνοδεύουν τὰς ἐνώσεις τοῦ Cl καὶ Br , ἀλλὰ εἰς μικρὰ ποσά. Εὐρίσκεται εἰς τοὺς θαλασσίους ὀργανισμοὺς καὶ κυρίως εἰς τὰ φύκη. Ἀπαντᾷ ἐπίσης ἠνωμένον εἰς τὸν ἀνθρώπινον ὀργανισμόν, κυρίως εἰς τὸ θυροειδῆ ἄδεναν, ἔχει δὲ μεγάλην φυσιολογικὴν σημασίαν. Μεγάλα ποσὰ ἰωδίου, ὑπὸ τὴν μορφήν NaJO_3 , εὐρίσκονται εἰς τὸ νίτρον τῆς Χιλῆς (NaNO_3).

2. Παρασκευὴ. Α. Βιομηχανικῶς. 1. Παρασκευάζεται κυρίως ἐκ τοῦ NaJO_3 τοῦ περιεχομένου εἰς τὸ νίτρον τῆς Χιλῆς. Διὰ διαλύσεως τούτου εἰς ὕδωρ καὶ κρυσταλλώσεως τοῦ δυσδιαλυτοτέρου NaNO_3 , ἐμπλουτίζεται συνεχῶς τὸ ἀλμόλιπον εἰς τὸ λίαν εὐδιάλυτον NaJO_3 . Ἐν συνεχείᾳ δὲ διὰ διαβίβάσεως SO_2 εἰς τὸ ἀλμόλιπον, ἀνάγεται τὸ NaJO_3 πρὸς J_2 .



2. Ἐκ τῆς τέφρας τῶν φυκῶν. Αὕτη βράζεται μεθ' ὕδατος, ἐν συνεχείᾳ δὲ διὰ καταλλήλου κρυσταλλώσεως τῶν πλέον δυσδιαλύτων χλωριούχων κ. λ.π. ἀλάτων, ἀπομένουν εἰς τὸ ἀλμόλιπον τὰ λίαν διαλυτὰ ἄλατα τοῦ ἰωδίου, κυρίως KJ καὶ NaJ . Ἐν συνεχείᾳ διὰ συνθερμάνσεως με H_2SO_4 καὶ MnO_2 λαμβάνεται τὸ J_2 . Δύναται ὁμοίως νὰ ληφθῇ ἐκ τοῦ ἀλμολίπου διὰ προσθήκης Cl_2 :



Τὸ λαμβανόμενον ἰώδιον καθαρίζεται δι' ἑξαχνώσεως.

Β. Ἐργαστηριακῶς. Διὰ συνθερμάνσεως ἰωδιούχων ἀλάτων με H_2SO_4 καὶ MnO_2 .



3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι στερεὸν κρυσταλλικόν, τεφρομέλαν, μεταλλικῆς λάμψεως, χαρακτηριστικῆς ὁσμῆς, ἑξαχνούμενον εἰς τὸν ἀέρα πρὸς ἰώδεις ἀτμούς. Οἱ ἀτμοὶ τοῦ εἶναι δηλητηριώδεις, προσβάλλοντες τοὺς βλεννογόνους

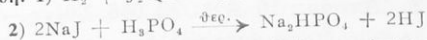
αδένους των αναπνευστικών οργάνων. Διαλύεται ελάχιστα εις τὸ ὕδωρ (εἰς ὕδα-
τικὸν διάλυμα KJ διαλύεται ἀρκετά, λόγω σχηματισμοῦ διὰ προσθήκης, τῆς
ἀσταθοῦς ἐνώσεως KJ_3), περισσότερον εἰς ὀργανικοὺς διαλύτες καὶ κυρίως τὸ
οἶνονπνευμα. Τὸ οἶνονπνευματικὸν διάλυμα αὐτοῦ καλεῖται **βάμμα τοῦ ἰωδίου**
καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς ἀποστειρωτικὸν εἰς τὴν ἱατρικὴν.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ὀλιγώτερον δραστικὸν (ἠλεκτραρνητικὸν)
τῶν ἄλλων ἁλογόνων, σχηματίζον ἀναλόγους ἐνώσεις, ἐκ τῶν ὁποίων ἐκτοπίζε-
ται ὑπ' αὐτῶν. Ἀντιθέτως, αἱ ὀξυγονοῦχοι ἐνώσεις τοῦ ἰωδίου εἶναι σταθερώ-
τεραι τῶν ἀντιστοίχων ἐνώσεων τῶν ἄλλων ἁλογόνων, διότι τοῦτο εἶναι ἡλε-
κτροθετικώτερον ἐξ ὅλων τῶν ἁλογόνων. Μὲ τὸ ἄμυλον δίδει ζωηρὸν κυ-
νοῦν χρωματισμόν, ἐκ τοῦ ὁποίου ἀνιχνεύεται.

5. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀντισηπτικὸν ὑπὸ τὴν μορφήν τοῦ βάμ-
ματος ἰωδίου, πρὸς παρασκευὴν τοῦ ἀντισηπτικοῦ ἰωδοφορμίου CHJ_3 , ἄλλων
ὀργανικῶν παραγῶγων αὐτοῦ τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται ὡς φάρμακα (κυ-
ρίως εἰς παθήσεις τοῦ θυροειδοῦς ἀδένους), πρὸς παρασκευὴν χρωμάτων, φω-
τογραφικῶν φιλμς (ὡς AgJ) κ.α.

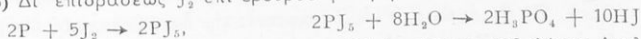
10. ΥΔΡΟ-Ι-ΩΔΙΟΝ ΗJ

1. Παρασκευή. 1) $H_2 + J_2 \rightleftharpoons 2HJ$ (ἐν θερμῷ, παρουσίᾳ καταλυτῶν)



Τὸ H_2SO_4 δὲν χρησιμοποιεῖται, διότι ἀνάγεται ὑπὸ τοῦ HJ, τὸ ὁποῖον
ὀξειδοῦται πρὸς ἐλεύθερον ἰώδιον.

3) Δι' ἐπιδράσεως J_2 ἐπὶ ἐρυθροῦ φωσφόρου, ἐντὸς ὕδατος.



2. Ἰδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, πολὺ βαρύτερον τοῦ ἀέρος. Διαλύεται
ἀφθόνως εἰς τὸ ὕδωρ, τὸ δὲ ὕδατικὸν διάλυμα αὐτοῦ εἶναι ἀρκετὰ ἰσχυρὸν
ὀξὺ καὶ καλεῖται *ἰδροἰωδικὸν ὀξύ*. Τὸ HJ εἶναι ἀσταθέστερον ἐξ ὅλων τῶν
ὑδραλογόνων, λόγω δὲ τῆς εὐκόλου διασπάσεώς του ($2HJ \rightarrow H_2 + J_2$) ἀπο-
τελεῖ *ἀναγωγικὸν μέσον*, χρησιμοποιούμενον εὐρέως εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημείαν.
Ὄξειδούται εὐκόλως ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος, ἰδίᾳ παρουσίᾳ φωτὸς
($4HJ + O_2 \rightarrow 2H_2O + 2J_2$), καὶ διὰ τοῦτο τὰ διαλύματά του γίνονται τα-
χέως καστανόχρσα, λόγω τοῦ ἀποβαλλομένου ἰωδίου. Τὰ ἰωδιοῦχα ἅλατα εἶναι
ἀνάλογα τῶν χλωριούχων καὶ βρωμιούχων.

3. Ἀνιχνεύσεις. Τὸ HJ, καὶ γενικῶς τὸ ἀνίον J^- εἰς τὰ διαλυτὰ ἰωδιοῦχα ἅλα-
τα, ἀνιχνεύεται διὰ διαλύματος $AgNO_3$, ὅποτε ἀποβάλλεται κίτρινον ἰζημα AgJ ,
ἀδιάλυτον εἰς ἀμμωνίαν.

Περίληψις κεφ. Γ'

Τὸ κεφάλαιον τοῦτο συνοψίζεται εἰς τὰ γενικὰ περὶ ἁλογόνων καὶ ὕδρα-
λογόνων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'

ΘΕΙΟΝ — ΕΝΩΣΕΙΣ ΘΕΙΟΥ

1. Γενικά περί τῆς ομάδος ὀξυγόνου - θείου

Ἡ ὁμάς αὕτη περιλαμβάνει τὰ στοιχεῖα *ὀξυγόνον (Ο)*, *θειὸν (S)*, *σελήνιον (Se)*, *τελλούριον (Te)*, *πολώνιον (Po)*, φέροντα ἕξ ἠλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτά-την στιβάδα. Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ἐνοῦνται ἑτεροπολικῶς μὲ μέταλλα διὰ προσλήψεως δύο ἠλεκτρονίων, ἐμφανιζόμενα οὕτω ὡς δισθενῆ ἠλεκτραρνητικὰ στοιχεῖα. Ἐνοῦνται καὶ ὁμοιοπολικῶς μὲ ἀμέταλλα, ἐμφανίζοντα, τὸ μὲν ὀξυγό-νον πάντοτε τὸ συμβατικὸν σθένος -2 , τὰ δὲ ὑπόλοιπα ἐπὶ πλέον καὶ τὰ συμβα-τικὰ θετικά σθένη $+4$, $+6$.

Σπουδαιότερα εἶναι τὸ ἤδη μελετηθὲν ὀξυγόνον καὶ τὸ θεῖον, τὸ ὁποῖον θὰ μελετήσωμεν εἰς τὸ κεφάλαιον τοῦτο, μετὰ τῶν σημαντικωτέρων ἐνώσεων αὐτοῦ.

2. ΘΕΙΟΝ

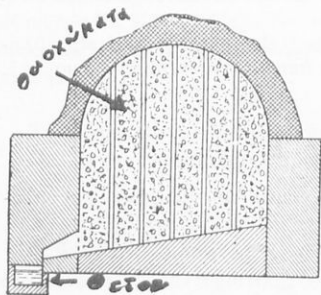
Σύμβολον: S. Ἀτ. ἀρ.: 16. AB: 32, 066. Σθένη -2 , $+4$, $+6$.

1. Ἱστορικόν. Τὸ θεῖον ἦτο γνωστὸν ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων. Πρῶτος ὁ Lavoisier ἀπέδειξεν ὅτι εἶναι στοιχεῖον.

2. Προέλευσις. Ἐλευθέρον (αὐτοφυνές) ἀπαντᾷ εἰς θειοχόματα καὶ θειοστρώματα. Τὰ θειοχόματα εὗρισκονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἑδάφους, πλησίον ἡφαιστειῶν (Σικελία, Ἰαπωνία κ.α., ἐν Ἑλλάδι δὲ εἰς Μῆλον, Θή-ραν, Σουσάκι κ.λ.π.). Τὰ θειοστρώματα εἶναι ἀποθέσεις θείου κάτωθι ἀσβεστολιθικῶν ἢ ἀργιλλικῶν πετρωμάτων, κυρίως εἰς Λουίζιάναν καὶ Τέξας τῆς Ἀμερικῆς.

3. Ἐξαγωγή. Ἀ. Ἐκ τῶν θειοχωμάτων (κυρίως τῆς Σικελίας).

1. Παλαιὰ μέθοδος. Σχηματίζονται σωροὶ θειοχώματος ἐπὶ ἐπικλινούς διαπέδον, ἐπικαλύπτομενοι διὰ χώματος ἢ πεφρυγμένου θειοχώματος, ἀφιμενῶν ὁ-πῶν πρὸς βραδεῖαν κυκλοφορίαν ἀέρος (σχ. 17). Ὁ σωρὸς ἀναφλέγεται εἰς τὸ ἐσωτερικόν, διὰ καύσεως δὲ μέρους τοῦ θείου (περίπου τοῦ $\frac{1}{3}$) τίχεται τὸ ὑπόλοι-πον καὶ διὰ τοῦ ἐπικλινούς διαπέδου ρεεῖ καὶ συλλέγεται ἐντὶς τύπων, καθαριζόμε-νον δι' ἀποστάξεως. Οἱ ἀτμοὶ συμκνοῦν-ται ἀρχικῶς εἰς *ἀνθή τοῦ θείου*. Ταῦτα τίχονται, τὸ δὲ ὑγρὸν στερεοποιεῖται ἐν-τὸς τύπων πρὸς *ραβδόμορφον θεῖον*.



Σχ. 17.

2. Νεωτέρα μέθοδος. Τὸ θεῖον τῶν θειοχωμάτων τήκεται ἐντὸς εἰδικῶν καμίνων, δι' ὑπερθέμων ὑδρατμῶν (ὑπὸ πίεσιν 3-4 ἀτμοσφαιρῶν).

Β. Ἐκ τῶν θειοστρωμάτων, διὰ τῆς μεθόδου Frasch (Ἀμερική). Ἐντὸς τοῦ θειοστρώματος εἰσάγεται σύστημα τριῶν συγκεντρικῶν σωλήνων. Διὰ τοῦ ἐξωτάτου σωλήνος διαβιβάζονται ὑπερθεμοὶ ὑδρατμοὶ (~ 150°), τηχομένον οὕτω τοῦ θεῖου εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ συστήματος. Διὰ τοῦ ἐσωτάτου σωλήνος διαβιβάζεται ἄλλο ὑπὸ πίεσιν (~ 40 At), οὕτω δὲ τὸ θεῖον ἀνέρχεται μέχρι τῆς ἐπιφανείας διὰ τοῦ μέσου χώρου, εἶναι δὲ λίαν καθαρὸν (~ 99,6%). Διὰ τῆς μεθόδου αὐτῆς λαμβάνεται σήμερον τὸ μεγαλύτερον μέρος τῆς παγκοσμίου παραγωγῆς θεῖου.

Γ. Τὸ θεῖον δύναται νὰ ληφθῇ καὶ ἐκ τῶν ἐνώσεων αὐτοῦ, κυρίως ἐκ τοῦ H_2S φυσικῶν ἀερίων. Τοῦτο δεσμεύεται ἐντὸς ἀλκαλικῶν ὑγρῶν, διὰ θερμάνσεως δὲ λαμβάνεται ἐκ νέου καὶ ὀξειδοῦται εἰς θεῖον διὰ τοῦ O_2 τοῦ ἀέρος, παρουσία καταλυτῶν.

4. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι κίτρινον στερεόν, εὐτηκτον, ἄοσμον καὶ ἄγευστον. Εἶναι ἀδιάλυτον εἰς ὕδωρ, διαλυτὸν κυρίως εἰς διθειάνθρακα (CS_2), ἀποτελεῖ δὲ κακὸν ἀγωγὸν θερμότητος καὶ ἡλεκτρισμοῦ.

5. Ἀλλοτροπικαὶ μορφαὶ θεῖου. Α. Κρυσταλλικὸν θεῖον. Ἐμφανίζεται ὑπὸ δύο κρυσταλλικὰς ἀλλοτροπικὰς μορφάς, διαλυτὰς εἰς διθειάνθρακα: 1. **Ρομβικὸν ἢ ὀκταεδρικὸν ἢ α-θεῖον.** Εἶναι τὸ σκληρὸς φυσικὸν θεῖον, σταθερὸν κάτω τῶν 95,5° C. Λαμβάνεται καθαρὸν δι' ἐξατμίσεως διαλύματος θεῖου εἰς διθειάνθρακα. Ἔχει εἰδ. βαρ. 2,06 καὶ τήκεται εἰς 112,8° C.

2. **Μονοκλινὲς ἢ πρισματικὸν ἢ β θεῖον.** Εἶναι ἡ σταθερὰ μορφή θεῖου ἄνω τῶν 95,5° C, λαμβάνεται δὲ διὰ βραδείας ψύξεως τετηγμένου θεῖου. Ἔχει εἰδ. βαρ. 1,96 καὶ τήκεται εἰς 119,5° C.

Τὸ ρομβικὸν θεῖον θερμαίνόμενον βραδέως εἰς 95,5°, μεταπίπτει εἰς μονοκλινές. Ἡ θερμοκρασία τῶν 95,5° εἰς τὴν ὁποίαν συνυπάρχουν αἱ δύο μορφαί, καλεῖται *σημεῖον μετατροπῆς*. Τὸ μῖον τὸσον τοῦ ρομβικοῦ, ὅσον καὶ τοῦ μονοκλινοῦς θεῖου εἶναι ὀκτατομικόν (S_8) δακτυλιοειδές.

Β. Ἀμορφον θεῖον. 1. Πλαστικὸν ἢ γ-θεῖον Λαμβάνεται δι' ἀποχύσεως τετηγμένου θεῖου ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος. Εἶναι ἀδιάλυτον εἰς CS_2 , μετατρέπεται δὲ βραδέως εἰς ρομβικὸν θεῖον.

2. **Κολλοειδὲς ἢ δ θεῖον. 3. Γάλα θεῖου.** Λαμβάνονται κατὰ τὴν ἀποβολὴν θεῖου, εἰς ἀντιδράσεις θειούχων ἐνώσεων ἐντὸς διαλυμάτων.

Γ. Ὑγρὸν θεῖον καὶ ἀτμοὶ θεῖου. Τὸ τετηγμένον θεῖον εἶναι ἀρχικῶς λεπτόρρευστον κίτρινον ὑγρὸν. Δι' ἀνυψώσεως τῆς θερμοκρασίας καθίσταται (ἀπὸ 160° C) πυκνόρρευστον καὶ καστανόχρουν, ἐν συνεχείᾳ δὲ μέλαν. Διὰ περαιτέρω ἀνυψώσεως τῆς θερμοκρασίας καθίσταται ἐκ νέου λεπτόρρευστον μέχρι τοῦ σημ. ζέσεως (444,6° C). Οἱ ἀτμοὶ τοῦ θεῖου εἶναι ἀρχικῶς σκοτεινῶς ἐρυθροί, ἐν συνεχείᾳ δὲ καθίστανται κίτρινοι διὰ περαιτέρω θερμοάνεως.

Ὅλαι αἱ ἀνωτέρω μετατροπαὶ ὀφείλονται εἰς μεταβολὰς τῆς ἀτομικότητος τοῦ θεῖου: Ἀρχικῶς τὸ ὑγρὸν θεῖον συνίσταται ἀπὸ ὀκτατομικὰ δακτυ-

λιοειδή μόρια. Δι' άνυψώσεως τής θερμοκρασίας οί δακτύλιοι διασπώνται καί σχηματίζονται πολυατομικά μόρια, υπό μορφήν μακρών αλύσεων, άντιστοιχούντα εις τήν σκοτεινόχρουν πυκνόρρευστον μάζαν. Εις ύψηλότεραν θερμοκρασίαν αί μακράι αλύσεις διασπώνται εις μικροτέρας καί ή μάζα καθίσταται έκ νέου λεπτόρρευστος.

Οί άτμοί τοϋ θείου συνίστανται άπό μόρια S_8 , S_6 , S_4 , S_2 , S . Αύξανόμενης τής θερμοκρασίας, αί συνθετώτεροι μορφαί διασπώνται εις άπλουστέρας.

6. Χημικαί ιδιότητες. Η έξωτάτη στιβάς (M) τοϋ θείου περιέχει, όπως καί ή έξωτάτη στιβάς (L) τοϋ όξυγόνου, 6 ήλεκτρονια. Λόγω τούτου ένοϋται έτεροπολικώς με μέταλλα διά προσλήψεως δύο ήλεκτρονίων, εμφανιζόμενον όπως καί τó όξυγόνο, ως δισθενές ήλεκτραρνητικόν στοιχείον. Ένούμενον όμοιοπολικώς με άμέταλλα εμφανίζει καί τά συμβατικά θετικά σθένη +4, +6. Γενικώς ή χημική συμπεριφορά τοϋ θείου όμοιάζει με τοϋ όξυγόνου, τοϋ όποιου όμως είναι όλιγώτερον δραστικόν, αί δέ θειούχοι ένώσεις είναι άνάλογοι με τά όξειδια π.χ.: $CaS - CaO$, $Na_2S - Na_2O$ κ.λ.π.

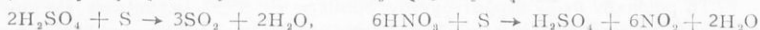
I. Άντιδράσεις θείου με στοιχεΐα. α) Με άμέταλλα. Καίεται εις *όξυγόνο* (ή εις τόν άέρα) με κυανήν φλόγα πρòς SO_2 , τούτο δέ άποτελεί καί τήν πλέον χαρακτηριστικήν χημικήν του ιδιότητα: $S + O_2 \rightarrow SO_2$.

Ένοϋται επίσης με τά *άλογόνα* (π.χ. $2S + Cl_2 \rightarrow S_2Cl_2$), με **As** καί **Sb** (σχηματίζον ένώσεις τύπων As_2S_3 , As_2S_5 , Sb_2S_3 , Sb_2S_5). Άτμοί θείου μετá *διαπύρου* C παρέχουν διθειούχον άνθρακα (CS_2).

β) Με μέταλλα. Διά θερμάνσεως ένοϋται με τά πλείστα μέταλλα πρòς θειούχα άλατα, τά καλούμενα σουλφίδια, π.χ.:



II. Άντιδράσεις θείου με ένώσεις. Όξειδούται υπό πυκνοϋ — θερμού H_2SO_4 πρòς SO_3 καί υπό HNO_3 πρòς H_2SO_4 .

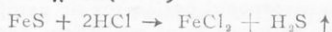


7. Χρήσεις. Εις μεγάλη ποσά χρησιμοποιείται εις τήν βιομηχανικήν παρασκευήν SO_2 καί H_2SO_4 . Όμοίως πρ'ς παρασκευήν τοϋ CS_2 , τής κοινής μαύρης πυρίτιδος, τών πυρείων, χρωμάτων, πρòς θείωσιν (βουλκανιζάρισμα) τοϋ καουτσούκ, παρασκευήν τοϋ μονωτικού *έβονίτου* (καουτσούκ με 30% περίπου θείου) κ.λ.π. Εις τήν γεωργίαν χρησιμοποιείται πρòς *θειώσιν* τής άμπέλου έναντίον ειδικής άσθενείας (τοϋ οιδίδιου τής άμπέλου).

3. ΥΔΡΟΘΕΙΟΝ H_2S

1. Προέλευσις. Έλευθερον άπαντá εις τά άέρια τών ήφραισείων, εις φυσικά άέρια καί εις θειούχους ίαματικούς πηγάς. Παράγεται κατá τήν σήψιν λευκωματούχων οργανικών οϋσιών. Θειούχα άλατα, *οί πυρΐται* (PbS , ZnS , κ.α.), άποτελοϋν σπουδαΐα μεταλλεύματα.

2. Παρσκευή. 1. Δι' έπιδράσεως άραιοϋ ύδροχλωρικοϋ ή θειικοϋ όξέος επί θειούχου σιδήρου (FeS):



Είναι ή συνήθως έργαστηριακή παρασκευή H_2S , έπιτελείται δέ εις συσκευήν ώς τοῦ σχημ. 16. Τό παραγόμενον H_2S περιέχει καί ὀλίγον H_2 , προερχόμενον ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ ἐλευθέρου σιδήρου, παραμένουτος κατὰ τήν παρασκευήν τοῦ FeS διὰ συνθερμάνσεως Fe καί S . Καθαρώτερον ὑδρόθειον λαμβάνεται δι' ἐπιδράσεως ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ CaS ἢ Sb_2S_3 . *Γενικῶς δι' ἐπιδράσεως ὀξέων (HCl , ἀρ. H_2SO_4) ἐπὶ θειούχων ἀλάτων παράγεται H_2S .*

2. **Δι' ἀπ' εὐθείας συνθέσεως.** Μικρά ποσά πλήρως καθαροῦ H_2S λαμβάνονται διὰ διαβιβάσεως H_2 εἰς ζέον θειόν:



3. **Φυσικαὶ ιδιότητες.** Είναι ἄεριον ἄχρουν δυσαρέστου ὁσμῆς (σεσηπότων ὠν), ὀλίγον βαρύτερον τοῦ ἀέρος, μετρίως διαλυτὸν εἰς ὕδωρ. Είναι δηλητηριώδες, εἰσπνεόμενον δέ εἰς σημαντικὰ ποσά προκαλεῖ τὸν θάνατον. Ὡς ἀντίδοτον εἰσπνέεται πολὺ ἀραιωμένον χλώριον:

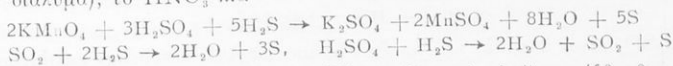


4. **Χημικαὶ ιδιότητες.** 1. **Εἶναι σχετικῶς ἀσταθές,** διασπώμενον πλήρως εἰς τὰ στοιχεῖα του περὶ τοὺς $700^\circ C$.

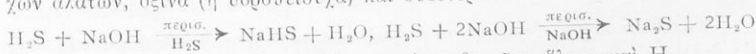
2. **Καίεται** εἰς καθαρὸν ὀξυγόνον ἢ ἀέρα ἐν περισσειᾷ πρὸς H_2O καὶ SO_2 . Εἰς περιωρισμένον ποσὸν ἀέρος καίεται μόνον τὸ ὑδρογόνον, ἀποτιθέμενον θείου (ἀτελὲς καύσις):



3. **Εἶναι ἰσχυρὸν ἀναγωγικὸν μέσον,** ὡς ὀξειδούμενον εὐκόλως εἰς S . Οὕτω ἀνάγει τὰ ἀλογόνα πρὸς ὑδραλογόνα, τὸ πυκνὸν H_2SO_4 εἰς SO_2 , τὸ SO_2 εἰς S , ἄλατα Fe^{+++} εἰς ἄλατα Fe^{++} , τὸ $KMnO_4$ καὶ $K_2Cr_2O_7$ (εἰς ὀξινὸν διάλυμα), τὸ HNO_3 κ.α

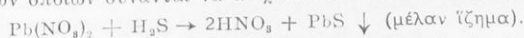


4. **Εἶναι ἀσθενὲς διβασικὸν ὀξύ** εἰς ὕδατικὸν διάλυμα (ὑδροθειούχον ὕδωρ): α) Ἀντιδρᾷ μὲ βάσεις (ἢ βασικά ὀξείδια) παρέχον δύο σειρὰς θειούχων ἀλάτων, ὅξινα (ἢ ὑδροθειούχα) καὶ οὐδέτερα:



β) Ἀντιδρᾷ μὲ πολλὰ μέταλλα, παρέχον θειούχα ἄλατα καὶ H_2 .

γ) Ἀντιδρᾷ εἰς διαπλῆς ἀντικαταστάσεις μὲ διαλύματα πολλῶν ἀλάτων (βαρέων μετάλλων), παρέχον χαρακτηριστικὰ ἱζημάτα ἀδιαλυτῶν θειούχων ἀλάτων, ἐκ τῶν ὁποίων δύνανται νὰ ἀνιχνευθοῦν τὰ ἀντίστοιχα μέταλλα, π.χ.:



5. **Χρήσεις.** Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀντιδραστήριον εἰς τὴν ἀνλυτικὴν χημείαν (κυρίως πρὸς ἀνίχνευσιν μετάλλων). Ὡς συστατικὸν θειούχων ἱαματικῶν πηγῶν χρησιμεύει πρὸς θεραπείαν δερματικῶν νοσημάτων.

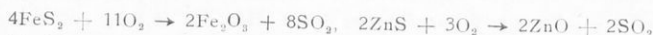
4. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ SO_2

1. **Προέλευσις.** Ἀνευρίσκεται εἰς τὰ ἀέρια τῶν ἡφαιστείων καὶ εἰς ἱζην εἰς τὸν ἀέρα (κυρίως τῶν πόλεων), προερχόμενον ἐκ τῆς καύσεως τοῦ θείου, τοῦ περιεχομένου εἰς τοὺς γαιάνθρακας.

2. Παρασκευή Α. Βιομηχανικῶς. 1. Διὰ καύσεως θείου :



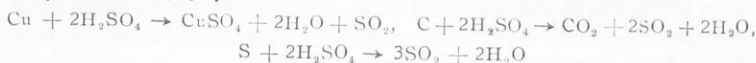
2. Διὰ πυρώσεως εἰς ρεῦμα ἀέρος (φρύξεως) θειούχων ὀρυκτῶν (πυριτῶν) :



Β. Ἑργαστηριακῶς. 1. Δι' ἐπιδράσεως ὀξέος (HCl , ἀρ. H_2SO_4) ἐπὶ θειωδῶν ἁλμάτων, συνήθως $NaHSO_3$:



2. Δι' ἐπιδράσεως πυκνοῦ — θερμοῦ H_2SO_4 ἐπὶ μετάλλων (Cu, Hg) ἢ ἀμετάλλων (C, S) :



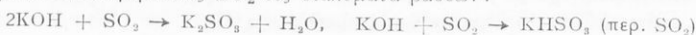
3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, βαρὺν ($d_{20} \approx 2,26$), χημικῶς ἀδρανῆ πνιγηρᾶς ὁσμῆς (ἐκ τῆς ὁποίας δύναται νὰ ἀνιχνευθῇ). Προκαλεῖ ἐρεθισμὸν τῶν ἀναπνευστικῶν ὀργάνων καὶ εἰσπνεόμενον δρᾷ δηλητηριωδῶς. Διαλύεται ἀφθόπως εἰς ὕδωρ (εἰς $0^\circ C$, 1 ὄγκος ὕδατος διαλύει περίπου 80 ὄγκους SO_2). Ὑγροποιεῖται εὐκόλως διὰ ψύξεως ἢ συμπίεσεως πρὸς ἄχρουν ὑγρὸν (σ. ζ — $10^\circ C$ εἰς 76 cm Hg). Διὰ ταχείας ἐξατμίσεως τοῦ ὑγροῦ προκαλεῖται πτώσις τῆς θερμοκρασίας (μέρος δὲ αὐτοῦ δύναται νὰ στερεοποιηθῇ), λόγῳ τούτου δὲ χρησιμοποιεῖται ὡς ψυκτικὸν μέσον.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἐνώσις σταθερά.

1. **Ὁξίνος συμπεριφορά.** Εἶναι ὀξινὸν ὀξειδίου, ἀνυδρίτης τοῦ ἀσθενοῦς διαβασικοῦ *θειωδους ὀξέος* :



Τὸ H_2SO_3 εἶναι ἀσταθὲς καὶ δὲν ἔχει ἀπομονωθῆ εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν, εἶναι ὅμως γνωστὰ δύο σειραὶ ἁλμάτων αὐτοῦ, ὀξίνα καὶ οὐδέτερα, σχηματιζόμενα διὰ διαβίβάσεως SO_2 εἰς διαλύματα βάσεων :



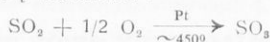
Τὰ οὐδέτερα θειώδη ἅλατα μετατρέπονται εἰς ὀξίνα, διὰ διαβίβάσεως SO_2 εἰς διάλυμα αὐτῶν :



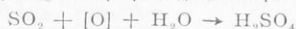
Τὸ ὕδατικὸν διάλυμα τοῦ SO_2 δεικνύει ἀσθενῶς ὀξινὸν συμπεριφορὰν, λόγῳ σχηματισμοῦ H^+ κατὰ τὴν ἀντίδρασιν :



2. **Ἀναγωγικὴ δράσις.** Τὸ SO_2 δὲν καίεται εἰς τὸν ἀέρα, ὀξειδοῦται ὅμως πρὸς SO_3 παρουσίᾳ καταλυτῶν :



Εἰς ὕδατικὸν διάλυμα δρᾷ ἀναγωγικῶς, ὀξειδοῦμενον εὐκόλως πρὸς H_2SO_4 :



Οὕτω ἀνάγει τὰ ἀλογόνα πρὸς ὑδραλογόνα, τὰ ἅλατα Fe^{+++} εἰς ἅλατα

Fe^{++} , τὸ HNO_3 εἰς NO_2 , τὰ ἰωδικὰ ἄλατα εἰς J_2 (παρ. J_2), τὸ KMnO_4 καὶ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ κ.λ.π. :



Ὁμοίως ἀναγωγικὰ εἶναι καὶ τὰ θειώδη ἄλατα, ὀξειδούμενα εἰς θειικά.

3. **Ὁξειδωτικὴ δράσις.** Δρᾷ καὶ ὀξειδωτικῶς, παρουσίᾳ ἰσχυρῶν ἀναγωγικῶν (H_2S , H_2 , Mg , κ.α.): $\text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + 2[\text{O}]$
 $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}$, $2\text{H}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{S}$, $2\text{Mg} + \text{SO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{S}$

5. **Χρήσεις.** Τὸ SO_2 χρησιμοποιεῖται εἰς μεγάλα ποσὰ πρὸς παρασκευὴν H_2SO_4 . Ἐπίσης ὡς ψυκτικὸν μέσον, ὡς ἀποχρωστικὸν ἐρίον, μετὰξις κ.λ.π. (λόγῳ τῆς ἀναγωγικῆς του δράσεως), ὡς ἀποστειρωτικὸν καὶ ἀντιζυμωτικὸν μέσον κυρίως εἰς τὴν οἶνοποιάν, πρὸς παρασκευὴν θειωδῶν ἀλάτων κ.λ.π.

5. ΤΡΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ SO_3

1. **Παρασκευὴ.** Βιομηχανικῶς παρασκευάζεται ἀποκλειστικῶς κατὰ τὴν μέθοδον ἐπαφῆς, διὰ διοχετεύσεως SO_2 καὶ ἀέρος ὑπεράνω καταλυτῶν (Pt ἢ V_2O_5): $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$

Τὸ SO_3 δύναται νὰ ληφθῇ καὶ δι' ἀρδωτάσεως τοῦ H_2SO_4 , τοῦ ὁποίου ἀποτελεῖ τὸν ἀνυδρίτην: $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{HPO}_3 + \text{SO}_3$

2. **Ἰδιότητες.** Εἶναι σῶμα στερεόν, πολύμορφον. Δεικνύει μεγάλην τάσιν πρὸς ἔνωσησιν μὲ τὸ H_2O πρὸς σχηματισμὸν H_2SO_4 , τοῦ ὁποίου ἀποτελεῖ, ὡς εἶδομεν, τὸν ἀνυδρίτην. Ἡ ἀντίδρασις αὕτη γίνεται ὑπὸ ἔκλυσιν μεγάλου ποσοῦ θερμότητος, κατὰ δὲ τὴν προσθήκην SO_3 εἰς ὕδωρ λαμβάνει μορφήν ἐκρήξεως. Μετὰ H_2SO_4 παρέχει πυροθεικόν ὀξὺ ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$):



Λόγῳ τῆς μεγάλης τάσεως πρὸς ἔνωσησιν μὲ τὸ ὕδωρ εἶναι σῶμα ὑγροσκοπικόν, ἀπαιθροαίνει δὲ πολλὰς ὀργανικὰς ἐνώσεις, διότι ἀποσπᾷ ἐξ αὐτῶν H καὶ O ὑπὸ μορφήν ὕδατος. Εἶναι ἰσχυρὸν ὀξειδωτικόν: $\text{SO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 + [\text{O}]$

3. **Χρήσεις.** Χρησιμοποιεῖται κυρίως ὡς ἐνδιάμεσον διὰ τὴν παρασκευὴν H_2SO_4 καὶ καπνίζοντος H_2SO_4 (βλ. H_2SO_4), ὡς ἀρδωτικὸν κ.α.

6. ΘΕΙΙΚΟΝ ΟΞΥ H_2SO_4

1. **Ἱστορικόν.** Διὰ πρώτην φοράν ἀναφέρεται ὅτι παρεσκευάσθη ὑπὸ τοῦ Geber κατὰ τὸν 9ον αἰῶνα. Κατὰ τὸν 13ον αἰῶνα παρεσκευάζετο ὑπὸ τῶν ἀλχημιστῶν, διὰ ξηρᾶς ἀποστάξεως τοῦ *πρασίνου βιτριολίου* ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ὀνομασθέν ὡς ἐκ τούτου *ἐλαιον τοῦ βιτριολίου*.

2. **Προέλευσις.** Ἐλεύθερον ἀπαντᾷ εἰς ἴχνη εἰς τὰ ὕδατα θερμῶν πηγῶν καὶ ὀρισμένων ποταμῶν, ὡς καὶ εἰς τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς εἰς βιομηχανικὰς περιοχάς, σχηματιζόμενον ἐκ τοῦ SO_2 , τοῦ προκύπτοντος κατὰ τὴν καύσιν τοῦ θείου τῶν γαιανθράκων. Θεωκὰ ἄλατα εἶναι ἀφθόνως διαδεδομένα ὡς ὀρυκτά, ὡς γύψος ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), βαρντίτης (BaSO_4) κ.α.

3. **Παρασκευὴ.** Βιομηχανικῶς παρασκευάζεται γενικῶς δι' ὀξει-

δωστος SO_2 λαμβανομένου δια καύσεως θείου ή φρύξεως πυριτών (σελ. 184).

1. **Μέθοδος μολυβδίνων θιλάμων.** Είναι ή παλαιότερα μέθοδος, χρησιμοποιουμένη και σήμερον ευρέως. Συνίσταται εις δξειδωσιν του SO_2 προς H_2SO_4 υπό NO_2 , παρουσία υδρατμών και αέρος. Το προκύπτον NO ένοϋται άμέσως με O_2 του αέρος, επανασχηματιζόμενου NO_2 και συνεχίζεται οϋτω ή δξειδωσις του SO_2 .



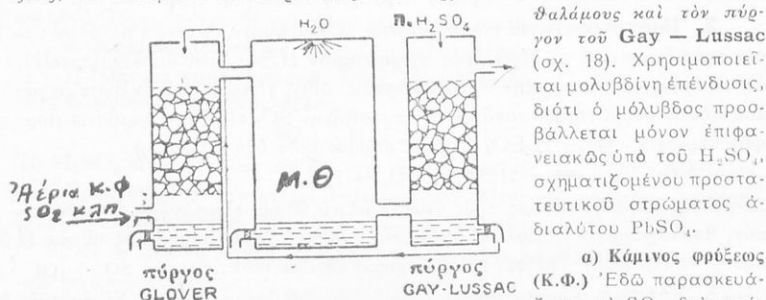
Βάσει των άνωτέρω, ή δξειδωσις του SO_2 προς H_2SO_4 επιτελείται οϋσιαστικώς δια του O_2 του αέρος, μέσω των δξειδίων του αζώτου. Η άρχικώς απαιτουμένη ποσότης NO_2 λαμβάνεται δι' επιδράσεως θερμου SO_2 επί πυκνου HNO_3 :



θεωρητικώς δέ επαρκεί δια την δξειδωσιν άπεριορίστων ποσών SO_2 . Εις την προΰν όμως επέρχεται άπώλεια, λόγω διασπάσεως μικρου ποσου δξειδίων αζώτου εις έλεύθερον N_2 και πρέπει να γίνεται αναπλήρωσις.

Αί λαμβάνουσαι χώραν αντιδράσεις κατὰ την άνωτέρω μέθοδον είναι ποικίλαι, σχηματιζόμενων διαφόρων ενδιαμέσων προϊόντων, μόνον δέ παραστατικώς αποδιδονται με τὰς αναγραφείσας δύο απλὰς έξισώσεις (1 και 2).

Αί εγκαταστάσεις του έργοστασιου συνίστανται από την κάμινον φρύξεως, τον θάλαμον αποκονιορτώσεως, τον πύργον του Glover, τους μολυβδίνους



Σχ. 18.

θαλάμους και τον πύργον του Gay — Lussac (σχ. 18). Χρησιμοποιείται μολυβδίνη επένδυσις, διότι ο μόλυβδος προσβάλλεται μόνον επιφανειακώς υπό του H_2SO_4 , σχηματιζόμενου προστατευτικού στρώματος αδιαλύτου PbSO_4 .

α) Κάμινος φρύξεως

(Κ.Φ.) Έδώ παρασκευάζεται το SO_2 , δια καύσεως θείου ή φρύξεως

πυριτών εις περίσσειαν αέρος. Το παραχθέν αέριον μίγμα (SO_2 , O_2 , N_2) απαλλάσσεται από τον κονιορτόν, διοχετευόμενον μέσω του θαλάμου αποκονιορτώσεως.

β) Πύργος Glover. Έχει ύψος 7 — 10 m, είναι δέ επενδεδυμένος με πλάκας μολύβδου και περιέχει τεμάχια οξυμάχου υλικού. Έντος αυτού εισέρχονται τα καθαρισθέντα αέρια της καμίνου φρύξεως, ενώ από το άνω μέρος καταιωνίζεται νιτρωμένον H_2SO_4 (πυκνόν H_2SO_4 περιέχον δξειδια αζώτου, το όποϊον λαμβάνεται από τον πύργον του Gay — Lussac) και H_2SO_4 εκ των μολυβδίνων θαλάμων. Εις τον πύργον επικρατεί μετρία θερμοκρασία, έλευθεροϋνται δέ εκ του νιτρωμένου H_2SO_4 τα δξειδια του αζώτου, κυρίως NO_2 (άπονίτρωσις H_2SO_4), ενώ το πυκνόν H_2SO_4 ρέει εις τον πυθμένα. Αί λειτουργίαι του πύργου του Glover είναι κυρίως: 1) Όξειδωσις μέρους του SO_2 προς H_2SO_4 , υπό του NO_2 , παρουσία των υδρατμών των προερχομένων από καταιωνιζόμενον άραιόν H_2SO_4 των θαλάμων. 2) Συμπύκνωσις μέρους του εις

τούς μολύβδινους θαλάμους παραγομένου άραιού H_2SO_4 . Έκ τοῦ πυθμένου τοῦ πύργου λαμβάνεται έμπορεύσιμον πυκνόν H_2SO_4 (~ 80 %).

γ) Μολύβδινοι θάλαμοι (Μ. Θ.). Εἶναι συνήθως τρεῖς μεγάλης χωρητικότητος θάλαμοι, συνδεδεμένοι ἐν σειρά. Εἰς αὐτοὺς εἰσέρχονται ἐκ τοῦ πύργου τοῦ Glover τὸ μὴ ὀξειδωθὲν SO_2 καὶ τὰ ὀξείδια τοῦ ἀζώτου, ὥς καὶ ἀήρ, ἐνῶ ἀπὸ τὴν κορυφὴν εἰσάγονται ὑδρατμοὶ ἢ ψεκάζεται ὕδωρ. Ἐντὸς τῶν θαλάμων ἐπιτελοῦνται κυρίως αἱ ἀντιδράσεις (1) καὶ (2), ὀξειδουμένου πλήρως τοῦ SO_2 πρὸς H_2SO_4 . Τὸ λαμβανόμενον H_2SO_4 (ὀξὺ θαλάμων) εἶναι σχετικῶς ἀραίον (~ 60—70 %), συμπυκνοῦται δὲ ἐν μέρει εἰς τὸν πύργον τοῦ Glover, ἐνῶ τὸ ὑπόλοιπον χρησιμοποιεῖται ὥς ἔχει (κυρίως πρὸς παρασκευὴν λιπασμάτων) ἢ καθαρίζεται καὶ συμπυκνοῦται μὲ καταλλήλους μεθόδους.

δ) Πύργος Gay-Lussac. Εἶναι ἀναλόγου κατασκευῆς μὲ τὸν πύργον τοῦ Glover. Εἰς αὐτὸν εἰσέρχονται τὰ ἀέρια (ὀξείδια ἀζώτου, N_2 καὶ ὀλίγον O_2) ἀπὸ τὸν τελευταῖον θάλαμον, ἐνῶ ἀπὸ τὴν κορυφὴν καταιονίζεται πυκνὸν ψυχρὸν H_2SO_4 , λαμβανόμενον ἐκ τοῦ πύργου τοῦ Glover. Τὰ ὀξείδια τοῦ ἀζώτου διαλύονται εἰς τὸ πυκνὸν H_2SO_4 , σχηματιζομένου οὕτω τοῦ νιτρομένου H_2SO_4 τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται εἰς τὸν πύργον τοῦ Glover.

2. Μέθοδος ἐπαφῆς (σύγχρονος). Συνίσταται εἰς καταλυτικὴν ὀξείδωσιν τοῦ SO_2 πρὸς SO_3 , διὰ τοῦ O_2 τοῦ αἵρος, περὶ τοὺς 450 °C. Ὡς καταλύτης χρησιμοποιεῖται λευκόχρυσος ἐπὶ ἀμιάντου ἢ συνηθέστερον πεντοξείδιον τοῦ βαναδίου (V_2O_5), εἰς αὐτὸν δὲ διαβιβάζεται καλῶς καθαρισθὲν SO_2 (πρὸς ἀποφυγὴν δηλητηρίασεως τοῦ καταλύτου) μὲ περιρσεῖαν αἵρος.

Τὸ παραχθὲν SO_3 διαλύεται εἰς H_2SO_4 , σχηματιζομένου **ἀμιζόντος θειικοῦ ὀξέος** (τὸ ὁποῖον περιέχει πυροθεικὸν ὀξὺ $H_2S_2O_7$), ἐκ τοῦ ὁποῖου διὰ προσθήκης ὑπολογισθείσης ποσότητος ὕδατος δύναται νὰ ληφθῇ H_2SO_4 οἰασομένης ἐπιθυμητῆς περιεκτικότητος. (Τοῦτο εἶναι καὶ τὸ πλεονέκτημα τῆς μεθόδου).

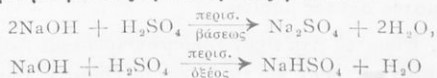


4 Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, ἄοσμον, ἐλαιώδους συστάσεως (ἐξ οὗ **ἐλαιον τοῦ βιτριολίου** ἢ ἀπλῶς **βιτριόλι**), βαρὺ (ἐ. β. 1,84gr³/cm³), ὑψηλοῦ σημ. ζέσεως. Μίγνυται μὲ τὸ ὕδωρ εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν, μὲ ἐλάττωσιν τοῦ ὄγκου καὶ ἔκλυσιν μεγάλου ποσοῦ θερμότητος, ἀνυφωμένης σημαντικῶς τῆς θερμοκρασίας.

Ἡ ἀραίωσις τοῦ πυκνοῦ H_2SO_4 πρέπει νὰ γίνεται πάντοτε διὰ προσθήκης αὐτοῦ κατὰ μικρὰ ποσὰ εἰς ὕδωρ ὑπὸ συνεχῇ ἀνάδευσιν, οὐδέποτε δὲ ἀντιστρόφως, διότι τότε προκαλεῖται ἀναβρασμὸς τοῦ ὕδατος καὶ ἐκτινάσσονται σταγονίδια H_2SO_4 , προκαλοῦντα ἐγκαύματα. Τὸ πυκνὸν H_2SO_4 εἶναι ἰσχυρῶς ὑγροσκοπικὸν σῶμα, προκαλεῖ δὲ ἐπὶ τοῦ δέρματος ἐπικίνδυνα ἐγκαύματα. Λαμβανόμενον ἐσωτερικῶς δρᾷ δηλητηριωδῶς.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Εἶναι ἰσχυρὸν διβασικὸν ὀξὺ σχηματίζον δύο σειρὰς ἁλμάτων, ὅξιν καὶ οὐδέτερα, ἐμφανίζει δὲ εἰς ὕδατικὸν διάλυμα ὅλας τὰς ιδιότητας τῶν ὀξέων:

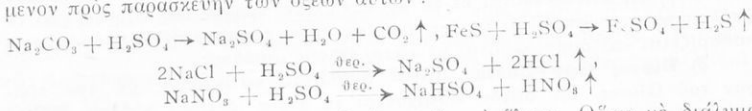
α) Ἀντιδρᾶ μὲ βάσεις ἢ ἀνυδρίτας βάσεων:



β) Τὸ ἄριον H_2SO_4 ἐπιδρᾷ ἐπὶ δραστικῶν μετάλλων, παρέχον θεικὰ ἄλατα (κατωτέρου σθένους) καὶ H_2 :

$$Fe + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + H_2, \quad Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2 \uparrow$$

γ) Παρέχει μὲ πλείστα ἄλατα ἀντιδράσεις διπλῆς ἀντικαταστάσεως. Οὕτω, λόγῳ τοῦ ὑψηλοῦ σημ. ζεσ. αὐτοῦ, ἐλευθερώνει ἄλλα πηκτικὰ ὀξέα ἐκ τῶν ἀλάτων των (CO_2 , SO_2 , H_2S , HCl , HNO_3 κ.α.), χρησιμοποιουμένων πρὸς παρασκευὴν τῶν ὀξέων αὐτῶν:



Εἰς ἄλλας περιπτώσεις παρέχει ἀδιάλυτα θεικὰ ἄλατα. Οὕτω μὲ διάλυμα $BaCl_2$ ἢ $Ba(NO_3)_2$ παρέχει ἀδιάλυτον $BaSO_4$.

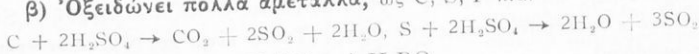
δ) Ἠλεκτρολύεται παρέχον εἰς τὴν κάθοδον H_2 καὶ εἰς τὴν ἀνοδον O_2 .

ε) Μὲ ἀλκοόλας παρέχει θεικοὺς ἐστέρας. (Κατ' ἀρχὴν ὀξίνους).

2. Τὸ πυκνὸν - θερμὸν H_2SO_4 δρᾷ ὀξειδωτικῶς, διασπώμενον κατὰ τὴν ἀντίδρασιν: $H_2SO_4 \rightarrow H_2O + SO_2 + [O]$. Οὕτω: **α) Ὁξειδώνει ὅλα τὰ μέταλλα** (πλὴν κυρίως Au, Pt) πρὸς θεικὰ ἄλατα (ἀνωτέρου σθένους), ὑπὸ ἐκλυσιν SO_2 . Οὕτω διαλύει καὶ τὸ Cu, Hg, Ag , τὰ ὅποια δὲν προσβάλλονται ὑπὸ ἄρ. H_2SO_4 :

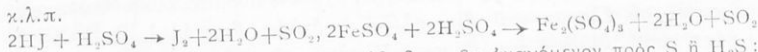


β) Ὁξειδώνει πολλὰ ἀμέταλλα, ὡς C, S, P κ.α.

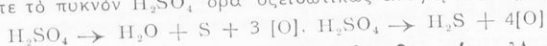


Ὁ P ὀξειδοῦται εἰς μίγμα H_3PO_4 καὶ H_3PO_3 .

γ) Ὁξειδώνει διαφόρους ἐνώσεις, ὡς HBr, HJ, H_2S , ἄλατα Fe^{++} κ.λ.π.



Ἐνίοτε τὸ πυκνὸν H_2SO_4 δρᾷ ὀξειδωτικῶς ἀναγόμενον πρὸς S ἢ H_2S :



3. Τὸ πυκνὸν H_2SO_4 εἶναι ἰσχυρὸν ἀφυδατικόν. Ἀποσπᾷ ὕδωρ ἀπὸ διαφόρους ἐνώσεις — κυρίως ὀργανικὰς — περιεχοῦσας H καὶ O . Οὕτω ἀπανθρακώνει τοὺς ὑδατάνθρακας [ἐνώσεις τύπου $Cx(H_2O)y]$, ἀφυδατώνει τὸ μυρμηκικὸν ($HCOOH$) καὶ τὸ ὀξαλικὸν ὀξὺς $C_2H_2O_4$ κ.λ.π. Εἰς τὴν ἀφυδατικὴν δράσιν του ὀφείλονται καὶ τὰ βαθέα ἐγκαίματα τὰ ὅποια προκαλεῖ.

Ἡ ἰσχυρὰ ἀφυδατικὴ δράσις τοῦ πυκνοῦ H_2SO_4 ὀφείλεται εἰς τὴν μεγάλην τάσιν αὐτοῦ πρὸς ἔνωσιν μὲ τὸ ὕδωρ, μὲ τὸ ὅποιον σχηματίζει ἐνύδρους ἐνώσεις ($H_2SO_4 \cdot H_2O, H_2SO_4 \cdot 2H_2O, H_2SO_4 \cdot 4H_2O$), ἀπομονωθείσας καὶ εἰς κρυσταλλικὴν κατάστασιν.

6 Ἀνίχνευσις. Τὸ H_2SO_4 καὶ τὰ εὐδιάλυτα θεικὰ ἄλατα (δηλ. τὸ ἰὸν SO_4^{--}) ἀνιχνεύονται ἐκ τοῦ λευκοῦ ἰζήματος $BaSO_4$, τὸ ὅποιον παρέχουν διὰ προσθήκης διαλύματος ἁλτος βορίου.

7. Χρήσεις. Εἶναι τὸ εὐρύτερον χρησιμοποιούμενον ἀνόργανον ὀξύ, τόσον εἰς τὴν βιομηχανίαν, ὅσον καὶ εἰς τὸ ἐργαστήριον. Εἰς μεγάλα ποσὰ χρη-

διομοιοποιείται πρὸς παρασκευὴν λιπασμάτων, ἐκρηκτικῶν (νιτρογλυκερίνης, νιτροκυτταρίνης, τροτύλης κ.λ.π.), πρὸς καθαρισμὸν τοῦ πετρελαίου, εἰς τὴν βιομηχανίαν χρωμάτων ὡς καὶ εἰς μεταλλουργικὰς βιομηχανίας. Ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν ἄλλων ὀξέων (HCl , HNO_3 , H_3PO_4 κ.α.), θεικῶν ὑλάτων, πρὸς πλήρωσιν ἡλεκτρικῶν συσσωρευτῶν, ὡς ἀφυδατικὸν καὶ ὀξειδωτικὸν μέσον κ.λ.π. Τὸ πυκνὸν H_2SO_4 ὡς ὑγροσκοπικὸν σῶμα, χρησιμοποιοῖται πρὸς ξήρανσιν διαφόρων ἀερίων (ἐφ' ὅσον δὲν ἀντιδρᾷ χημικῶς με' αὐτά).

Περίληψις Κεφ. Δ'.

ΘΕΙΟΝ. Προελ. Ἀπαντᾷ ἐλεύθερον (θειχώματα, θειοστρώματα) καὶ ἥνωμένον (θειοῦχα, θεικὰ ἄλατα). **Παρασκευὴ** 1) Ἐκ τῶν θειοχωμάτων, διὰ μερικῆς καύσεως θείου καὶ τήξεως ὑπολοίπου, εἰς σωροῦς ἢ διὰ τήξεως με' ὕδατμους. 2) Ἐκ τῶν θειοστρωμάτων, διὰ τριῶν συγκεντρικῶν σωλήνων. **Φυσ. ιδιότη.** Στερεὸν κίτρινον, εὐτηκτον, ἄλλοτροπικὸν στοιχεῖον. Ἀπαντᾷ ὡς κρυσταλλικόν (ρομβικόν, μονοκλινές) καὶ ἄμορφον (πλαστικόν κ.λ.π.) θείον.

Χημικαὶ ιδιότητες. 1) Ἐνοῦται με' ἀρκετὰ ἀμέταλλα, καίεται πρὸς SO_2 , με' H_2 παρέχει H_2S . 2) Με' τὰ πλεῖστα μέταλλα παρέχει θειοῦχα ἄλατα. 3) Ὁξειδοῦται ὑπὸ HNO_3 πρὸς H_2SO_4 , ὑπὸ πυκν. - θερ. H_2SO_4 πρὸς SO_2 .

Χρήσεις. Παρασκευὴ SO_2 , H_2SO_4 , πρὸς θείωσιν καουτσούκ, ἀμπέλου κλπ.

ΥΔΡΟΘΕΙΟΝ H_2S . Παρασκευὴ. 1) $\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$ 2) $\text{H}_2 + \text{S} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}$

Φυσικαὶ ιδιότητες. Ἀέριον ἄχρουν, δύσοσμον, μετρίως διαλυτὸν εἰς ὕδωρ, δηλητηριώδες.

Χημικαὶ ιδιότητες. 1) Καίεται πρὸς SO_2 καὶ H_2O (εἰς περιορ. O_2 , πρὸς H_2O καὶ S). 2) Εἶναι ἀναγωγικόν. $\text{H}_2\text{S} + [\text{O}] \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ 3) Εἶναι ἀσθενὲς διβασικόν ὀξύ. Χρησιμοποιοῖται ὡς χημικὸν ἀντιδρυστήριον.

ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ SO_2 . Παρασκευὴ. Α) Βιομηχ. διὰ καύσεως θείου ἢ φρύξεως πυριτῶν. Β) Ἐργαστ. δι' ἐπιδράσεως ὀξέος ἐπὶ θειώδους ἄλατος ἢ πυκνοῦ - θερμοῦ H_2SO_4 ἐπὶ C , S , Cu , Hg

Φυσικαὶ ιδιότητες. Ἀέριον ἄχρουν, βαρὺ, διαλυτὸν εἰς ὕδωρ, δηλητηριώδες.

Χημικαὶ ιδιότητες. 1) Εἶναι ὀξινὸν ὀξειδίων, ἀνυδρίτης τοῦ διβασικοῦ H_2SO_4 .

2) Εἶναι ἀναγωγικόν: $\text{SO}_2 + [\text{O}] + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$. 3) Δρᾷ καὶ ὀξειδωτικῶς.

Χρήσεις. Πρὸς παρασκευὴν H_2SO_4 κυρίως. Ἐπίσης ὡς ἀποστειρωτικὸν μέσον κ.λ.π.

ΘΕΠΙΚΟΝ O_3 H_2SO_4 . Παρασκευὴ. 1) Μεθ. μολυβδίνων θαλάμων:

$\text{SO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$, $\text{NO} + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$ 2) Μεθ. ἐπαφῆς:

$\text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 \xrightarrow[\text{θερ.}]{\text{Pt ἢ V}_2\text{O}_5} \text{SO}_3$, $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$, $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$

Φυσικαὶ ιδιότητες. Ὑγρὸν ἄχρουν, βαρὺ, ἐλαϊώδες, ὑψηλοῦ σ. ζ. Μίγνυται με' τὸ ὕδωρ εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν. Τὸ πυκνὸν H_2SO_4 εἶναι ὑγροσκοπικόν καὶ προκαλεῖ βαθεὰ ἐγκαύματα.

Χημικαὶ ιδιότητες. 1) Εἶναι ἰσχυρὸν διβασικόν ὀξύ. 2) Τὸ πυκν. - θερ. H_2SO_4 δρᾷ ὀξειδωτικῶς: $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 + [\text{O}]$. 3) Τὸ πυκν. H_2SO_4 εἶναι ἀφυδατικόν.

Χρήσεις. Εἶναι τὸ σπουδαιότερον ἀνόργανον ὀξύ. Χρησιμοποιοῖται πρὸς παρασκευὴν λιπασμάτων, ἐκρηκτικῶν, καθαροῦ πετρελαίου, παρασκευὴν ἄλλων ὀξέων κ.λ.π.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄

ΟΜΑΣ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ — ΑΤΜΟΣΦ. ΑΗΡ — ΕΥΓΕΝΗ ΑΕΡΙΑ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Ἡ ὁμὰς ἀζώτου περιλαμβάνει (κατ' αὐξανόμενον ΑΒ) τὰ στοιχεῖα *ἄζωτον* (N), *φωσφόρον* (P), *ἀρσενικόν* (As), *αντιμόνιον* (Sb), *βισμούθιον* (Bi), φέροντα πέντε ἠλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα. Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ δὲν ἐμφανίζονται ὡς ἀνιόντα, ἔχουν δὲ σθένη $-3, +3, +5$.

Ἐξ αὐτῶν τὸ ἄζωτον καὶ ὁ φωσφόρος ἔχουν σαφῶς χαρακτηρὰ ἀμετάλλων, εἰς τὸ ἀρσενικὸν ἐμφανίζονται καὶ ὠρισμένοι μεταλλικαὶ ἰδιότητες, καθιστάμεναι ἐντονώτεροι, ἐνῶ τὸ αντιμόνιον, ἐνῶ τὸ βισμούθιον δεικνύει σαφῶς μεταλλικὸν χαρακτηρὰ. Ὡς φαίνεται, σὺξανομένου τοῦ ΑΒ, ἐνισχύεται ὁ μεταλλικὸς χαρακτηρὰς. Τὸ ἄζωτον καὶ ὁ φωσφόρος χαρακτηρίζονται ὡς ἀμέταλλα, τὸ ἀρσενικὸν καὶ τὸ αντιμόνιον ὡς ἐπαμφοτερίζοντα καὶ τὸ βισμούθιον ὡς μέταλλον.

Αἱ ἐνώσεις τῶν μὲ ὕδρογόνον (XH_3 , σθεν. -3) εἶναι ἀέριοι.

Τὰ ὀξειδιά τοὺς εἶναι συνήθως τύπων X_2O_3 , X_2O_5 (σθένη $+3, +5$).

2. ΑΖΩΤΟΝ

Σύμβολον : N. Μόριον : N₂. Ἀτ. ἀρ. : 8. ΑΒ : 14,008. Σθένη $-3, +3, +5 (+1, 2, 4)$.

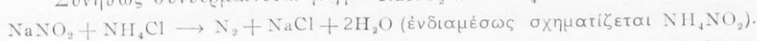
1. Ἰστορικόν. Ἀπεμονώθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ D. Rutherford (1772), ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ὡς στοιγεῖον ἀνεγνωρίσθη ὑπὸ τοῦ Lavoisier, ὁ ὁποῖος τὸ ὠνόμασεν *ἄζωτον* (συστατικὸν τοῦ ἀέρος τὸ ὁποῖον δὲν συντελεῖ εἰς τὴν ζωὴν). Βραδύτερον ὠνομάσθη **nitrogen** (συστατικὸν τοῦ ὀρυκτοῦ **νίτρον**, KNO_3), οὕτω δὲ ἀναφέρεται σήμερον εἰς τὴν ξένην ὀρολογίαν. Εἰς τὴν ἑλληνικὴν ἐκ τοῦ ἀνωτέρω ὀνόματος προέρχεται ἡ ὀνομασία πολλῶν ἀζωτούχων ἐνώσεων (νιτρικὸν ὀξύ κ.λ.π.).

2. Προέλευσις. Ἐλευθέρον ἀπαντᾷ εἰς μεγάλα ποσὰ εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν αέρα, τοῦ ὁποίου ἀποτελεῖ περίπου τὸ 78 % κατ' ὄγκον. Ἡνωμένον ἀπαντᾷ κυρίως εἰς νιτρικὰ ἄλατα, ὡς τὰ σημαντικὰ ὀρυκτὰ νίτρον τῆς χιλῆς (NaNO_3) καὶ νίτρον τῶν Ἰνδιῶν (KNO_3). Ἐπίσης εἰς ἀμμωνιακὰ ἄλατα κ.α. Ὡς συστατικὸν πολλῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων, κυρίως δὲ τῶν λευκωμάτων, ἀπαντᾷ εἰς ὅλους τοὺς ζωικοὺς καὶ φυτικοὺς ὀργανισμούς.

3. Παρασκευὴ. Α. Βιομηχανικῶς λαμβάνεται ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, δι' ὑγροποιήσεως καὶ κλασματικῆς ἀποστάξεως, ὅποτε ἐξαεροῦνται καὶ συλλέγεται πρῶτον τὸ πτητικώτερον ἄζωτον. Τὸ οὕτω λαμβανόμενον ἄζωτον περιέχει τὰ εὐγενῆ ἀέρια τῆς ἀτμοσφαιρας (κυρίως ἀργόν), τὰ ὁποῖα ὅμως δὲν παραβιάζουν τὰς συνήθεις ἐφαρμογὰς.

Β. Ἐργαστηριακῶς παρασκευάζεται καθαρὸν ἄζωτον διὰ θερμάνσεως νιτρῶδους ἀμμωνίου: $\text{NH}_4\text{NO}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Συνήθως συνθερμαίνεται μίγμα NaNO_2 καὶ NH_4Cl :



Ἐργαστηριακῶς ἄζωτον δύνανται νὰ ληφθῇ καὶ ἀπὸ ἄλλας ἄζωτούχους ἐνώσεις, π.χ. ἐκ τῆς ἄμμωνίας διὰ συνθερμάνσεως μὲ CuO ἢ δι' ἐπιδράσεως Cl_2 , ἐκ τῆς οὐρίας (NH_2CONH_2) κλπ.

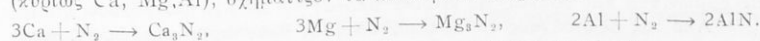
Ἐπίσης ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, διὰ δεομεύσεως τῶν ὑπολοίπων συστατικῶν αὐτοῦ: Ὁ ἀήρ διαβιβάζεται εἰς διάλυμα NaOH , ὅπου συγκρατεῖται τὸ CO_2 . Ἐν συνεχείᾳ ξηραίνεται καὶ θερμαίνεται μὲ σῶμα ἐνούμενον μὲ τὸ O_2 (συνήθως μὲ Cu , σχηματιζομένου CuO). Τὸ οὕτω λαμβανόμενον ἄζωτον δὲν εἶναι ὁμῶς καθαρὸν, περιέχον τὰ εὐγενῆ ἀέρια τῆς ἀτμοσφαίρας.

4. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον, ἄγευστον, δυσκόλως ὑγροποιούμενον (σ. ζ - $195,8^\circ\text{C}$). Διαλύεται ἐλάχιστα εἰς ὕδωρ (ὀλιγώτερον τοῦ O_2).

5. Χημικαὶ ιδιότητες. Τὸ ἄτομον τοῦ ἄζωτου περιέχει 5 ἠλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα (L). Ἐνοῦται κατὰ κανόνα ὁμοιοπολικῶς, τὰ δὲ συνηθέστερα σθένη του εἶναι -3, +3, +5. Εἶναι ἀδρανὲς στοιχεῖον, λόγῳ τῆς μεγάλης σταθερότητος τοῦ δεσμοῦ τῶν ἀτόμων του εἰς τὸ μόριον N_2 . Δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως ἢ δι' ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων τὸ ἄζωτον καθίσταται ἀρκετὰ δραστικόν, διασπωμένου τοῦ μορίου του εἰς ἄτομα (ἐνεργὸν ἄζωτον).

Ι. Ἀντιδράσεις μὲ στοιχεῖα. α) Μὲ ἀμέταλλα. Τὸ ἄζωτον δὲν καίεται, οὔτε διατηρεῖ τὴν καύσιν. Μὲ τὸ ὀξυγόνον ἐνοῦται πρὸς NO , ὑπὸ μικρὰν ἀπόδοσιν, μόνον εἰς τὴν λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τοῦ βολλαϊκοῦ τόξου ἢ δι' ἠλεκτρικῶν σπινθήρων: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$. Μὲ τὸ ὕδρογόνον ἐνοῦται πρὸς ἄμμωνίαν (NH_3) ὑπὸ ὑψηλὴν πίεσιν καὶ παρουσίᾳ καταλυτῶν, εἰς μετρίαν θερμοκρασίαν $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$. Ἐνοῦται ἐπίσης μὲ βόριο (BN), πυρίτιον (Si_3N_4) κ.λ.π.

β) Μὲ μέταλλα. Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἐνοῦται μὲ ἀρκετὰ μέταλλα (κυρίως Ca , Mg , Al), σχηματίζον τὰ καλούμενα **νιτρίδια**:



(Μὲ τὸ λίθιον ἐνοῦται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν πρὸς Li_3N).

Τὰ νιτρίδια διασπῶνται δι' ὕδατος, παρέχοντα ἄμμωνίαν (παρ. NH_3) $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{NH}_3$, $\text{AlN} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al(OH)}_3 + \text{NH}_3$.

ΙΙ. Ἀντιδράσεις μὲ ἐνώσεις. Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἐνοῦται μὲ τὸ ἀνθρακασβέστιον (CaC_2) πρὸς ἀσβεστοκυανανιδιον (CaCN_2), ἐκ τοῦ ὁποίου δι' ἐπιδράσεως ὕδατος λαμβάνεται ἄμμωνία:



6. Χρήσεις. Εἰς μεγάλα ποσὰ τὸ ἄζωτον χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν ἄμμωνίας καὶ νιτρικοῦ ὀξέος, ἐκ τῶν ὁποίων λαμβάνονται ἐν συνεχείᾳ λιπάσματα καὶ ἐκρηκτικά. Ὡς ἀδρανὲς ἀέριον χρησιμοποιεῖται πρὸς πλήρωσιν ἠλεκτρικῶν λαμπτήρων.

7. Σημασία τοῦ ἄζωτου διὰ τὰ ζῶα καὶ τὰ φυτά. Τὸ ἄζωτον εἶναι ἀπαραίτητον διὰ τὴν διάπλασιν καὶ διατήρησιν τῆς ζωῆς ὕλης, διότι ἀποτελεῖ βασικὸν συστατικὸν τῶν **λευκωμάτων (πρωτεϊνῶν)**, κυρίως οὐσίας

τοῦ πρωτοπλάσματος τῶν κυττάρων ζωϊκῶν καὶ φυτικῶν ὁργανισμῶν.

Τὸ ἄζωτον τῆς ἀτμοσφαίρας δὲν ἀφομοιοῦται ἀπ' εὐθείας ὑπὸ τῶν ζώων καὶ φυτῶν, τὰ ὁποῖα συνθέτουν τὰ ἄζωτοῦχα συστατικά τοῦ σώματός των χρησιμοποιοῦντα τὸ ἄζωτον διαφόρων ἄζωτούχων ἐνώσεων.

Τὰ φυτὰ προσλαμβάνουν διὰ τῶν ριζῶν των ἄζωτοῦχα συστατικά τοῦ ἐδάφους, ὡς ἄμμωνιακὰ καὶ κυρίως νιτρικὰ ἅλατα. Μὲ τὸ οὗτω προσλαμβάνονμενον ἄζωτον τὰ φυτὰ συνθέτουν τὰς πρωτεΐνας τοῦ σώματός των.

Ὁρισμένα φυτά, τῆς οἰκογενείας τῶν *ψυχανθῶν* (φασόλια, κουκιά, λούπινα κ.α.), δεσμεύουν ἄζωτον ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας διὰ τῆς δράσεως ὀρισμένων μικροοργανισμῶν, τῶν κολουμένων *ἄζωτοσυλλεκτικῶν βακτηρίων*, τὰ ὁποῖα συμβιοῦν εἰς τὰς ρίζας των.

Τὰ ζῶα προσλαμβάνουν ἄζωτον ὑπὸ μορφήν ἄζωτούχων ζωϊκῶν καὶ φυτικῶν ὕλων (λευκωμάτων) εἰσαγομένων διὰ τῆς τροφῆς. Αὐταὶ διασπῶνται ἐντὸς τοῦ ὁργανισμοῦ πρὸς ἀπλουστέρας ἐνώσεις, μέρος τῶν ὁποίων χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν σύνθεσιν τῶν πρωτεϊνῶν τοῦ σώματος τῶν ζώων, ἐνῶ τὸ ὑπόλοιπον καταναλίσκεται πρὸς παραγωγὴν ἐνεργείας, τὸ δὲ ἄζωτον τοῦ τμήματος τούτου ἀποβάλλεται διὰ τῶν ἐκκρίσεων ὑπὸ μορφήν οὐρίας κ.λ.π.

8. Κύκλος ἄζωτου. Εἰς τὴν φύσιν, διὰ τῆς παρεμβολῆς καὶ τῆς ἐνοργάνου ὕλης, ἐπιτελεῖται διαρκὴς ἐναλλαγὴ ἄζωτου, ἀποτελοῦσα τὸν καλούμενον *κύκλον τοῦ ἄζωτου*.

Τὸ ἔδαφος ἐμπλουτίζεται εἰς ἄζωτούχους ἐνώσεις: 1) Ἀπὸ τὸ ἀτμοσφαιρικόν ἄζωτον, ἐκ τοῦ ὁποίου διὰ τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων τῆς ἀτμοσφαίρας σχηματίζεται HNO_3 . Τοῦτο πίπτει εἰς τὸ ἔδαφος μὲ τὴν βροχὴν, μετατρέπομενον εἰς νιτρικὰ ἅλατα.

2) Ἀπὸ τὸ ἀτμοσφαιρικόν ἄζωτον, διὰ τῆς δράσεως τῶν ἄζωτοβακτηρίων.

3) Ἀπὸ τὰς ἐκκρίσεις τῶν ζώων, ὡς καὶ διὰ τῆς σήψεως τοῦ σώματος ζώων καὶ φυτῶν. Τὰ ἄζωτοῦχα συστατικά τῶν ἐκκρίσεων καὶ τοῦ οηπομένου σώματος μετατρέπονται, εἰς τὸ ἔδαφος, διὰ τῆς δράσεως εἰδικῶν βακτηρίων, εἰς ἄμμωνιακὰ καὶ τελικῶς εἰς νιτρικὰ ἅλατα.

Ἀπὸ τὰς ἄζωτούχους ἐνώσεις τοῦ ἐδάφους προσλαμβάνουν, ὡς εἶδομεν, ἄζωτον τὰ φυτά, ἐκ τοῦ οὗτω σχηματιζομένου φυτικοῦ λευκώματος τρέφονται ἀρχικῶς τὰ φυτοφάγα ζῶα κ.ο.κ.

Μέρος τοῦ ἄζωτου τῶν ἄζωτούχων ἐνώσεων τοῦ ἐδάφους, ἐλευθεροῦται διὰ τῆς δράσεως τῶν καλουμένων *ἀπονιτρωτικῶν βακτηρίων* καὶ ἐπανάγεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν.

Σημ. Ἐπειδὴ κατὰ τὴν ἐντατικὴν καλλιέργειαν ἐξαντλεῖται τὸ ἀπόθεμα ἄζωτούχων ἐνώσεων τοῦ ἐδάφους, τοῦτο ἐμπλουτίζεται εἰς ἄζωτον εἴτε διὰ τῆς *φυσικῆς λιπάσεως* (κόπρος ζώων) εἴτε διὰ *συνθετικῶν λιπασμάτων* (νιτρικά καὶ ἄμμωνιακὰ ἅλατα).

3. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΑΗΡ

1. Σύστασις ἀέρος. Ὁ ἀτμοσφαιρικός αἰρ — τὸ μέχρως ὕψους πολλῶν χιλιόμετρων ἀέριον περίβλημα τῆς γῆτινης σφαίρας — εἶναι μίγμα κυρίως *ἀζώτου* (~78% κατ' ὄγκον) καὶ *ὀξυγόνου* (~21% κατ' ὄγκον). Πλὴν αὐτῶν, περιέχει εἰς μικρὰ ποσὰ εὐγενῆ ἀέρια (κυρίως ἀργόν), διοξειδίον τοῦ

άνθρακος και ύδρατμος. Τὸ ποσοστὸν τῶν ὑδρατμῶν εἰς τὸν ἀέρα δὲν εἶναι σταθερόν, κυμανόμενον περὶ τὸ 1 % κατ' ὄγκον, μὲ σημαντικὰς διαφορὰς ἀπὸ τόπου εἰς τόπον.

Ὁ ἀήρ περιέχει ἐπίσης κονιορτὸν καὶ διαφόρους μικροοργανισμούς, εἰς τὴν δὲ ἀμμωνίαν, ὀξεῖδια ἀζώτου, ὄξον, ὑδρογόνον, ὑδρογονάνθρακος, διοξειδίου τοῦ θείου κ.λ.π.

Ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀέρος εἰς τὰ κύρια συστατικὰ αὐτοῦ εἶναι οὐσιαστικῶς σταθερά, μεταβάλλομένη μόνον μετὰ τοῦ ὕψους.

Πίναξ 16. Σύστασις ξηροῦ ἀέρος

Συστατικά	% κατ' ὄγκον	% κατὰ βάρος
Ἀζωτον	78,095	75,527
Ὁξυγόνον	20,939	23,140
Εὐγενῆ ἀέρια	0,933	1,284
Διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος	0,031	0,047

τοῦ ὀξυγόνου.

2. Ἀποδείξεις ὅτι ὁ ἀήρ εἶναι μῖγμα. Ὅτι ὁ ἀήρ εἶναι μῖγμα ἀζώτου—ὀξυγόνου κυρίως, καὶ ὄχι χημικὴ ἔνωση αὐτῶν, ἀποδεικνύεται κατὰ πολλοὺς τρόπους, ἐκ τῶν ὁποίων ἀναφέρομεν μερικοὺς.

1) Ἡ σύστασις τοῦ ἀέρος μεταβάλλεται μετὰ τοῦ ὕψους. Ἐπομένως εἶναι μῖγμα καὶ ὄχι χημικὴ ἔνωσις, διότι δὲν ἀκολουθεῖ τὸν νόμον τῶν σταθερῶν ἀναλογιῶν βαρῶν (Proust).

2) Παρουσιάζει τὰς ἰδιότητας τόσοι τοῦ ἐλευθέρου ἀζώτου, ὅσον καὶ τοῦ ὀξυγόνου. Δηλαδὴ αἱ ἰδιότητες τοῦ ἀέρος εἶναι αἱ ἀναμενόμεναι διὰ μῖγμα ἀερίων, τῆς προσδιοριζομένης διὰ τὸν ἀέρα συστάσεως.

3) Διαχωρίζεται εἰς τὰ συστατικὰ διὰ φυσικῶν μεθόδων, π.χ. διὰ κλασματικῆς ἀποστάξεως τοῦ ὑγροποιηθέντος ἀέρος.

4) Ἐὰν ὁ ἀήρ ἦτο χημικὴ ἔνωσις ἀζώτου—ὀξυγόνου, θὰ εἶχε τύπον (βάσει τῆς συστάσεως) $N_{15}O_4$ ἢ κατὰ προσέγγισιν N_4O . Ἀλλὰ ἀέρια τῶν ἀνωτέρω τύπων ἔχουν πυκνότητα πολὺ μεγαλύτεραν τῆς πραγματικῆς πυκνότητος τοῦ ἀέρος 1,293 gr/lit εἰς ΚΣ.

5) Ἡ σύστασις τοῦ ἀέρος μεταβάλλεται καὶ ἀπλῶς διὰ διαλύσεως εἰς ὕδωρ. Οὕτω, ὁ διαλελυμένος εἰς ὕδωρ ἀήρ περιέχει 63,3% N_2 , 34,9% O_2 καὶ 1,8% A , ποσότητος αἱ ὁποῖαι ἀντιστοιχοῦν εἰς τοὺς συντελεστὰς διαλυτότητος τῶν συστατικῶν του.

3. Εὗρεσις τῆς συστάσεως τοῦ ἀέρος (κατὰ βάρος). α) Ὡρισμένη ποσότης ἀέρος διαβιβάζεται μέσῳ ὑγροσκοπικοῦ σώματος (πυκνοῦ H_2SO_4 ἢ $CaCl_2$), ἔνθα συγκρατοῦνται οἱ ὑδρατμοί.

β) Ὁ ξηρὸς ἀήρ διαβιβάζεται μέσῳ νατραοβέστου (μῖγμα $CaO - NaOH$), ἥτις ἀπορροφᾷ τὸ CO_2 .

γ) Ἐν συνεχείᾳ τὸ ἀπομένον ἀέριον διαβιβάζεται ὑπεράνω θερμαινόμενου χαλκοῦ, ὁ ὁποῖος συγκρατεῖ τὸ O_2 , σχηματιζομένου CuO .

δ) Τέλος τὸ ἀέριον ὑπόλειμμα διαβιβάζεται εἰς θερμαινόμενον ἀργίλλιον ἢ μαγνήσιον, τὰ ὁποῖα συγκρατοῦν τὸ N_2 , σχηματιζομένων νιτρίδιων.

Διὰ ζυγίσεως ἐκάστης συσκευῆς πρὸ καὶ μετὰ τὸ πείραμα, εὐρίσκεται τὸ βάρος τῶν ἀντιστοιχῶν συστατικῶν εἰς τὴν χρησιμοποιηθεῖσαν ποσότητα ἀέρος.

4. Ίδιότητες αέρος. Ὡς μίγμα ἀζώτου — ὀξυγόνου κυρίως, ὁ ἀήρ εἶναι ἀχρους, ἀοσμος, ἀγευστος. Ἔχει πυκνότητα 1,293 gr/lit εἰς ΚΣ καὶ πλῆσιον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης.

Διαλύεται ὀλίγον εἰς ὕδωρ (εἰς 0°C περίπου 3% κατ' ὄγκον), λόγῳ δὲ τῆς μεγαλυτέρας διαλυτότητος τοῦ ὀξυγόνου, ὁ διαλελυμένος ἀήρ ἔχει μεγαλυτέραν περιεκτικότητα εἰς ὀξυγόνο ἀπὸ τὸν ἀέρα τῆς ἀτμοσφαιράς (~35%).

Ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως παρουσιάζει ἐπίσης ἰδιότητα ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου. Οὕτω, τὰ διάφορα σώματα καίονται εἰς τὸν ἀέρα (ὀλιγότερον ὅμως ἐντόνως ἀπὸ ὅτι εἰς καθαρὸν ὀξυγόνο).

5. Σημοσία τοῦ αέρος διὰ τὴν ζωὴν. Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ παίζει θεμελιώδη ρόλον εἰς τὸ φαινόμενον τῆς ζωῆς.

1) Τὸ ἀτμοσφαιρικὸν O_2 διατρεῖ τὴν ζωὴν διὰ τῆς ἀναπνοῆς (σελ. 157).

2) Τὸ ἀτμοσφαιρικὸν ἄζωτον ἄφ' ἐνὸς ἀραιώνει τὸ εἰσπνεόμενον O_2 , καθιστὸν αὐτὸ κατὰλληλον διὰ τὰς ἐπιτελουμένας εἰς τοὺς ὁργανισμοὺς ἀντιδράσεις ὀξειδώσεως, ἄφ' ἑτέρου δὲ συμμετέχει διὰ τοῦ κύκλου τοῦ ἀζώτου εἰς τὸν σχηματισμὸν τῶν πρωτεϊνῶν.

3) Τὸ ἀτμοσφαιρικὸν CO_2 χρησιμοποιεῖται ὑπὸ τῶν φυτῶν πρὸς σχηματισμὸν ὕδατανθράκων, εἰς τὸ φαινόμενον τῆς φωτοσυνθέσεως ἢ ἀφομοιώσεως (σελ. 216).

6. Ὑγρὸς ἀήρ. Ὁ ἀήρ ὑγροποιεῖται δι' ἰσχυρᾶς συμπίεσεως καὶ ψύξεως, ἐπιτυγχανομένης δι' ἐκτονώσεως τοῦ συμπιεσθέντος αέρος.

Δι' ἕκαστον ἀέριον ὑπάρχει μία χαρακτηριστικὴ θερμοκρασία, καλουμένη *κρίσιμος θερμοκρασία*, ἥνω τῆς ὁποίας τοῦτο δὲν δύναται νὰ ὑγροποιηθῇ, ὅσον καὶ ἂν συμπίεσθῃ. Ἡ πίεσις διὰ τῆς ὁποίας ὑγροποιεῖται ἕν ἀέριον, εὐρισκόμενον εἰς τὴν κρίσιμον θερμοκρασίαν, καλεῖται *κρίσιμος πίεσις*.

Ἡ κρίσιμος θερμοκρασία καὶ πίεσις διὰ μὲν τὸ O_2 εἶναι — 118°C καὶ 50 Atm διὰ δὲ τὸ N_2 — 147°C καὶ 13 Atm. Ἐπομένως, διὰ νὰ ὑγροποιηθῇ ὁ ἀήρ διὰ συμπίεσεως, πρέπει νὰ ψυχθῇ κάτω τῶν — 147°C, δηλ. τῆς κρισίμου θερμοκρασίας τοῦ N_2 .

Ἡ ὑγροποίησις τοῦ αέρος ἔχει μεγάλην βιομηχανικὴν σημασίαν (παρασκευὴ N_2, O_2). Ὁ ὑγροποιηθεὶς ἀήρ εἶναι κυανίζον ὑγρόν, διατηρεῖται δὲ ἐντὸς εἰδικῶν δοχείων μὲ διπλᾶ ὑάλινα ἐπαργυρωμένα τοιχώματα, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὑπάρχει κενὸν (δοχεῖα Dewar). Παρόμοια δοχεῖα χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν διατήρησιν ἐπὶ πολλὰς ὥρας εἰς σταθεράν θερμοκρασίαν ψυχρῶν ἢ θερμῶν ὁδῶν (Thermos).

Ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ αέρος, λόγῳ τῆς λίαν χαμηλῆς θερμοκρασίας του (~ — 190°), διάφορα ὑγρά (ὑδράργυρος, οἶνόπνευμα, αἰθὴρ κ.α.) στερεοποιοῦνται ἀποτόμως. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μὲ τὰ ὑγρά ζωϊκῶν καὶ φυτικῶν ἰσθῶν. Οὕτω τεμάχια κρέατος, ἄνθη, φύλλα κλπ. σκληρύνονται ἐντὸς ὑγροῦ αέρος καὶ δύναται νὰ κονιοποιηθοῦν. Τὸ καουτσούκ ἐπίσης καθίσταται σκληρόν καὶ εὐθραυστον, ὁ ἄνθραξ ἀποκτὰ τὴν ἱκανότητα νὰ προσροφᾷ μεγάλους ὄγκους αερίων κ.λ.π.

Ὑγρὸς ἀήρ εἰς μίγμα μὲ εὐφλέκτους ὕλας (βάμβαξ, κόνις ξυλάνθρακος, ξυλάλευρον κ.α.) χρησιμοποιεῖται ὡς ἐκρηκτικόν.

4. ΕΥΓΕΝΗ ΑΕΡΙΑ

1. Γενικά. Ἡ ὁμάς τῶν εὐγενῶν ἀερίων περιλαμβάνει τὸ στοιχεῖα ἥλιον (He), νέον (Ne), ἀργὸν (A), κρυπτὸν (Kr), ξένον (Xe) καὶ τὸ ραδιενεργὸν ραδόνιον (Rn).

Τὰ πέντε πρῶτα ἀποτελοῦν εἰς μικρὸν ποσοστὸν συστατικά τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

Τὰ εὐγενῆ ἀέρια εἶναι μονατομικά στοιχεῖα, δυσκόλως ὑγροποιούμενα, ἀδρανῆ χημικῶς ὡς ἔχοντα συμπεπληρωμένην τὴν ἐξωτάτην στοιβάδα (8e καὶ 2e τὸ He. Σθένος μηδέν).

2. Ἡλιον (He. Ἀτ. ἀρ.: 2. AB: 4,003). Παρατηρήθη τὸ πρῶτον φασματοσκοπικῶς εἰς τὸν ἥλιον (ἐξ οὗ τὸ ὄνομα), περιέχεται δὲ εἰς ἴχνη εἰς τὸν ἕρα. Εἰς σημαντικὸν ποσοστὸν (~ 1%) περιέχεται εἰς φυσικά ἀέρια πετρελαιοφόρων περιοχῶν τῶν Η.Π.Α., ἀπὸ οὗ καὶ λαμβάνεται.

Εἶναι τὸ δυσκολώτερον ὑγροποιούμενον ἐξ ὅλων τῶν ἀερίων (σ.ζ. — 268,98°C) καὶ τὸ ἐλαφρότερον, μετὰ τὸ ὑδρογόνον.

Χρησιμοποιεῖται πρὸς πλήρωσιν ἀεροστάτων, προτιμώμενον τοῦ ἐλαφρότερου ὑδρογόνου, διότι δὲν ἀναφλέγεται. Ἐπίσης, λόγῳ τῆς πολὺ μικρᾶς διαλυτότητός του εἰς τὸ αἷμα, χρησιμοποιεῖται πρὸς ἀραίωσιν τοῦ ὀξυγόνου εἰς τὰ σκάφανδρα δυτῶν (ἀντὶ τοῦ ἀζώτου, τὸ ὁποῖον, διαλυόμενον εἰς σημαντικὸν ποσοστὸν εἰς τὸ αἷμα ὑπὸ πίεσιν, προκαλεῖ τὴν *ἀσθένειαν τῶν δυτῶν*).

3. Νέον (Ne. Ἀτ. ἀρ.: 10. AB: 20,183). Περιέχεται εἰς μικρὸν ποσοστὸν εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, λαμβάνεται δὲ διὰ κλασματικῆς ἀποστάξεως τοῦ ὑγροποιηθέντος ἀέρος.

Περιεχόμενον εἰς ὑαλίνους σωλήνας ὑπὸ ἡλεκτρισμένην πίεσιν, παρέχει δι' ἡλεκτρικῶν ἐκκενώσεων (ὑπὸ τάσιν 1000 Volts) ὠραῖον πορτοκαλλιόχρουν φῶς, ἐνῶ εἰς μίγμα μὲ ἄλλα εὐγενῆ ἀέρια ἢ ἀτμοὺς ὑδραργύρου ἐπιτυγχάνονται ἄλλοι χρωματισμοί. Χρησιμοποιεῖται λόγῳ τούτου εἰς φωτεινὰς διαφημίσεις.

4. Ἀργὸν (A. Ἀτ. ἀρ.: 18. AB: 39,944). Εἶναι τὸ εἰς μεγαλύτερον ποσοστὸν περιεχόμενον εἰς τὸν ἀέρα εὐγενὲς ἀέριον (~ 0,922% κ.ό.). Λαμβάνεται ἐκ τοῦ ὑγροποιηθέντος ἀέρος καὶ χρησιμοποιεῖται πρὸς πλήρωσιν ἡλεκτρικῶν λαμπτήρων. Ἐπίσης εἰς φωτεινὰς διαφημίσεις (ἀναμειγμένον μὲ ἄλλα εὐγενῆ ἀέρια ἢ ἀτμοὺς ὑδραργύρου).

5. Κρυπτὸν (Kr. Ἀτ. ἀρ.: 36. AB: 83,8) καὶ ξένον (Xe. Ἀτ. ἀρ.: 54. AB: 131,3). Ἀπαντοῦν εἰς ἴχνη εἰς τὸν ἀέρα, λόγῳ δὲ τῆς σπανιότητος ἐλαχιστότατα χρησιμοποιοῦνται πρακτικῶς.

6. Ραδόνιον (Rn. Ἀτ. ἀρ.: 86). Εἶναι προϊόν διασπάσεως ραδιενεργῶν στοιχείων, περιεχόμενον εἰς ἴχνη εἰς ραδιενεργὰ ὄρυκτά. Εἶναι ὁμοίως ραδιενεργόν, χρησιμοποιούμενον εἰς τὴν ἱατρικὴν.

5. ΑΜΜΩΝΙΑ NH₃

1. Προέλευσις. Ἡ ἀμμωνία ἀπαντᾷ εἰς τὸ ἔδαφος ἡνωμένη ὑπὸ μορφὴν ἀμμωνιακῶν ὑλάτων, προερχομένων ἀπὸ τὴν σήψιν ἄζωτούχων ζωϊκῶν καὶ φυτικῶν οὐσιῶν. Ἐλευθέρᾳ ἀπαντᾷ κατ' ἴχνη εἰς τὸν ἀέρα.

2. Παρασκευὴ. Α. Βιομηχανικῶς. 1. Ἀπὸ τοὺς λιθάνθρακας, ὡς παραπροϊὸν τῆς ξηρᾶς ἀποστάξεως αὐτῶν.

Κατὰ τὴν ξηρὰν ἀπόσταξιν (λοχυρὰν θέρμανσιν ὅπου σίξ ἀέρος) τῶν λιθανθράκων πρὸς παρασκευὴν μεταλλουργικοῦ κῶκ ἢ φωταερίου, μέρος τοῦ περιεχομένου εἰς τοὺς λιθάνθρακας (ὑπὸ μορφὴν ἐνώσεων) ἀζώτου καὶ ὕδρο-

γόνου μετατρέπεται εις άμμωνίαν, περιεχομένην εις τὰ άέρια της άποστάξεως. Κατά την έκπλυσιν αὐτῶν ἡ άμμωνία συγκρατεῖται εις τὸ ὕδωρ, σχηματιζομένων τῶν *άμμωνιακῶν ὑδάτων της έκπλύσεως τοῦ φωταερίου*, εις τὰ ὅποια ἡ άμμωνία περιέχεται τῶσον ἐλευθέρα, ὅσον καὶ ὑπὸ μορφὴν άμμωνιακῶν αλάτων (κυρίως $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$). Διὰ θερμάνσεως τῶν άμμωνιακῶν ὑδάτων, μετὰ προσθήκην $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ἐξασεοῦται ἡ NH_3 καὶ εἴτε συλλέγεται ὡς άέριος, εἴτε διαβάζεται εις διάλυμα H_2SO_4 πρὸς σχηματισμὸν $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, χρησιμοποιουμένου ὡς λίπασματος.

2. Δι' άμέσου συνθέσεως ἐκ τῶν στοιχείων: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$.

Τὸ μίγμα N_2 καὶ H_2 , μετὰ καλὸν καθαρισμὸν, κυκλοφορεῖ δι' ἀντλιῶν, ὑπὸ ἰσχυρὰν πίεσιν (~ 200 Atm) εις τὴν μέθοδον **Haber**, ~ 1000 Atm εις τὴν μέθοδον **Claude**), ὑπεράνω θερμογινόμενου ($\sim 500^\circ\text{C}$) καταλύτου (συνήθως πορώδους σιδήρου, μὲ μικρὸν ποσὸν διαφόρων ὀξειδίων, κυρίως Al_2O_3 καὶ Na_2O). Ἡ σχηματιζομένη εις ἐκάστην φάσιν NH_3 ὑγροποιεῖται διὰ ψύξεως καὶ συμπιέσεως ἢ διαλύεται εις ὕδωρ, ἐνῶ τὸ ἀπομένον N_2 καὶ H_2 ἐπαναφέρεται εις τὴν συσκευὴν τῆς ἀντιδράσεως.

Ὁ σχηματισμὸς NH_3 εἶναι ἐξώθετος ἀντίδρασις, ὁδηγοῦσα εις ἐλάττωσιν ὄγκου. Ἐπομένως, τὸ ποσοστὸν τῆς λαμβανομένης ἐν ἰσορροπίᾳ NH_3 , κατὰ τὴν ἀνωτέρω ἀμφίδρομον ἀντίδρασιν, εἶναι τῶσον μεγαλύτερον, ὅσον χαμηλότερα εἶναι ἡ θερμοκρασία καὶ ὕψηλότερα ἡ πίεσις (Ἄρχη **Le Chatelier**, σελ. 83). Ἐπειδὴ ὁμως ἐν ψυχρῷ ἡ ταχύτης τῆς ἀντιδράσεως εἶναι πολὺ μικρά, χρησιμοποιεῖται θερμοκρασία $\sim 500^\circ\text{C}$ (ἀν καὶ ἡ ἀπόδοσις εἶναι τότε σημαντικῶς μικροτέρα) καὶ καταλύται, πρὸς αὔξησιν τῆς ταχύτητος τῆς ἀντιδράσεως.

Ἡ άμεσος σύνθεσις εἶναι σήμερον ἡ κυρία βιομηχανικὴ παρασκευὴ NH_3 . Τὸ ἀπαιτούμενον N_2 λαμβάνεται ἐκ τοῦ άέρος, (σελ. 190), τὸ δὲ H_2 συνήθως ἐκ τοῦ ὕδραερίου (σελ. 160) ἢ δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ ὕδατος.

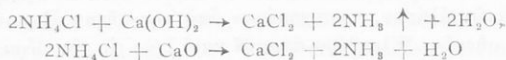
3. Διὰ δεσμεύσεως τοῦ N_2 ὑπὸ ἀνθρακασβεστίου (CaC_2) καὶ ἐπιδράσεως ὕδρατῶν ὑπὸ πίεσιν ἐπὶ τῆς σχηματιζομένης κυαναμίδης τοῦ άσβεστίου (CaCN_2).



Τὸ CaC_2 παρασκευάζεται διὰ θερμάνσεως CaO καὶ C (κῶκ) ἐντὸς ἠλεκτρικῆς καμίνου ($\sim 3000^\circ$): $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$.

Ἡ μέθοδος εἶναι περιωρισμένης σημασίας σήμερον, ἡ δὲ άσβεστοκυαναμίδη χρησιμοποιεῖται κυρίως άμέσως ὡς λίπασμα.

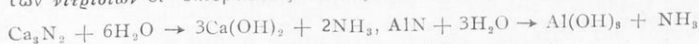
Β. Ἐργαστηριακῶς παρασκευάζεται κυρίως διὰ συνθερμάνσεως, NH_4Cl μὲ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ἢ CaO .



Ὅλα τὰ άμμωνιακὰ άλατα, θερμαινόμενα μὲ βάσεις, παρέχουν άέριον NH_3 .

Ἡ παραγομένη άμμωνία ξηραίνεται διαβιβαζομένη μέσω NaOH καὶ CaO συλλέγεται δὲ ἐντὸς φιάλης ἀνεστραμμένης, δι' έκτοπίσεως τοῦ άέρος. Ἐργα-

«στηριακῶς NH_3 δύναται νά ληφθῇ καί μέ πολλές ἄλλας μεθόδους, ὡς π.χ. ἐκ τῶν *νιτριδίων* δι' ἐπιδράσεως ὕδατος :



Ἡ τελευταία ἐχρησιμοποιήθη παλαιότερον καί βιομηχανικῶς.

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, χαρακτηριστικῶς πνιγηρᾶς ὀσμείας ὁσμῆς, προκαλοῦν δακρύρροιαν. Εἶναι ἐλαφρότερον τοῦ ἀέρος καί διαλύεται ἀφθόνως εἰς ὕδωρ ὑπὸ ἐκλύσειν θερμότητος (1 ὄγκος ὕδατος διαλύει 1150 ὄγκους NH_3 εἰς 0°C). Ἡ μεγάλη διαλυτότης τῆς NH_3 εἰς ὕδωρ δεικνύεται μέ πείραμα ὡς τοῦ HCl (σελ. 175). Ὑγροποιεῖται εὐκόλως καί εἰς συνήθη θερμοκρασίαν ὑπὸ πίεσιν 7 Atm, λόγω τῆς ὑψηλῆς κρίσιμου θερμοκρασίας ($132,5^\circ$), πρὸς ἄχρουν εὐκίνητον ὑγρὸν (σ.ζ. $-33,4^\circ$). Δι' ἐξατμίσεως τῆς ὑγρᾶς ἀμμωνίας προκαλεῖται σημαντικὴ πτώσις τῆς θερμοκρασίας, διὰ τοῦτο δὲ ἡ NH_3 χρησιμοποιεῖται εἰς ψυκτικὰς μηχανάς.

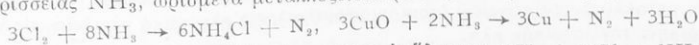
4. Χημικαὶ ιδιότητες. Α. Ἀέριος ἀμμωνία. 1. Διασπᾶται εἰς σχετικῶς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν : $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2$.

2. Δὲν καίεται εἰς τὸν ἀέρα, οὔτε διατηρεῖ τὴν καυσιν. Εἰς καθαρὸν O_2 καίεται πρὸς H_2O καὶ N_2 : $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.

3. Ὁξειδοῦται καταλυτικῶς πρὸς NO , διὰ θερμάνσεως μίγματος NH_3 καὶ ἀέρος (ἢ O_2) ἐν περισσεύᾳ, παρουσίᾳ σπογγώδους λευκοχρύσου ὡς καταλύτου : $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$.

Εἰς τὴν ἀνωτέρω ἀντίδρασιν στηρίζεται ἡ κυρία βιομηχανικὴ παρασκευὴ νιτρικοῦ ὀξέος.

4. Ἔχει ἀναγωγικὰς ιδιότητας, μετατρεπομένη εἰς στοιχειακὸν N_2 . Οὕτω ἀνάγει τὸ Cl_2 (ὡς καὶ τὸ Br_2), σχηματιζομένου τελικῶς NH_4Cl διὰ περισσεύας NH_3 , ὥρισμένα μεταλλοξείδια (CuO , PbO) ἐν θερμῷ κλπ.

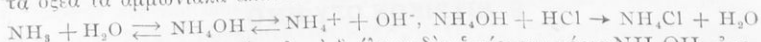


5. Σχηματίζει μέ ὀξέα ἀμμωνιακὰ ἄλατα : $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$.

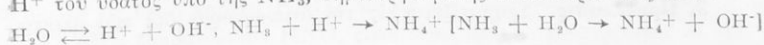
6. Ἀντιδρᾷ ἐν θερμῷ μέ ὥρισμένα μέταλλα, ἀντικαθισταμένων τοῦ ἐνὸς ἢ τῶν τριῶν ὑδρογόνων :



Β. Διάλυμα ἀμμωνίας (καυστικὴ ἀμμωνία). Τὸ ὕδατικὸν διάλυμα τῆς ἀμμωνίας ἔχει βασικὰς ιδιότητας, καθιστὸν κυανοῦν τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου καὶ σχηματίζον μέ τὰ ὀξέα ἄλατα. Ἡ βασικὴ συμπεριφορὰ τοῦ διαλύματος ἀπεδόθη ἀρχικῶς εἰς τὸν σχηματισμόν, δι' ἀντιδράσεως μέ τὸ ὕδωρ, τοῦ ἀσταθοῦς *ὕδροξειδίου τοῦ ἀμμωνίου* NH_4OH , τὸ ὁποῖον ὡς ἀσθενεστάτη βάσις δίσταται εἰς ἐλάχιστον βαθμόν εἰς ἰόντα καὶ παρέχει μέ τὰ ὀξέα τὰ ἀμμωνιακὰ ἄλατα :



Σήμερον δεχόμεθα ὅτι εἰς τὸ διάλυμα δὲν ὑπάρχουν μόρια NH_4OH , ἀποδιδόμεν δὲ τὴν βασικὴν συμπεριφορὰν τοῦ διαλύματος εἰς τὴν δέσμευσιν H^+ τοῦ ὕδατος ὑπὸ τῆς NH_3 , δημιουργουμένης οὕτω περισσεύας OH^- .



5. Χρήσεις. Τα μεγαλύτερα ποσά άμμωνίας χρησιμοποιούνται προς παρασκευήν άμμωνιακών αλάτων (άζωτοϋχα λιπάσματα) και νιτρικού όξέος (έκ του όποιου λαμβάνονται έκρηκτικά κλπ). Επίσης χρησιμοποιείται, ως είδομεν, εις τās ψυκτικές μηχανάς (παρασκευή πάγου κλπ.) ως και προς παρασκευήν σόδας (μεθ. Solvay). Εις διάλυμα άποτελεί σημαντικόν αντίδραστήριον εις τὰ χημικά έργαστήρια, χρησιμοποιείται δέ επίσης έναντίον δηγμάτων έντόμων, ως αναληπτικόν εις περιπτώσεις μέθης, λιποθυμιών κλπ.

6. Άμμωνιακά άλατα. Περιέχουν αντί μετάλλων τήν μονοθενή ρίζαν άμμώνιον NH_4^+ . Δύνανται νά θεωρηθούν ως προϊόντα προσθήκης τής άμμωνίας εις τὰ όξέα, παρασκευάζονται δέ συνήθως δι' επιδράσεως άερίου NH_3 ή διαλύματος αύτής εις τὰ αντίστοιχα όξέα.

Δύνανται νά παρασκευασθούν και διὰ διπλών αντικαταστάσεων (συνήθως έκ του $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). Είναι όλα λευκά κρυσταλλικά στερεά, εύδιάλυτα εις ύδωρ.

Διὰ θερμάνσεως διασπώνται προς τὰ αντίστοιχα όξέα και NH_3 (πλήν NH_4NO_2 και NH_4NO_3 τὰ όποια παρέχουν αντίστοίχως N_2 και N_2O). Δι' επιδράσεως βάσεων έν θερμώ παρέχουν άέριον NH_3 .

Τό θεικόν άμμώνιον $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ λαμβάνεται έκ των άμμωνιακών ύδάτων έκπλύσεως του φωταερίου δι' επιδράσεως H_2SO_4 ή διὰ διαβίβάσεως CO_2 και NH_3 εις αιώρημα γύψου:



Είναι τό σπουδαιότερον άμμωνιακόν άλας, χρησιμοποιούμενον κυρίως ως άζωτοϋχον λίπασμα (**θειική άμμωνία**).

Τό χλωριόχον άμμώνιον NH_4Cl [$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$, $2\text{NaCl} + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$] χρησιμοποιείται προς καθαρίν όξειδωμένων μεταλλικών έπιφανειών (κοιν. νισσαντήρι), εις ηλεκτρικά στοιχεία, εις τήν βαφικήν, τήν Ιατρικήν κλπ.

Τό νιτρικόν άμμώνιον NH_4NO_3 [$\text{NH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$ ή $2\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$] χρησιμοποιείται κυρίως προς παρασκευήν έκρηκτικών (**άμμωνίτιδες**) και ως άζωτοϋχον λίπασμα.

Άποτελεί όξειδωτικόν μέσον. Δι' ήπιας θερμάνσεως διασπάται προς N_2O και H_2O , ένώ δι' ισχυράς θερμάνσεως διασπάται μετ' έκρήξεως, παρέχον N_2 , O_2 και H_2O :



Τό άνθρακικόν άμμώνιον $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ [$2\text{NH}_4\text{OH} + \text{CO}_2 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$] χρησιμοποιείται εις τήν ζαχαροπλαστικήν ως διογκωτικόν, προς απολίπανσιν του έρίου κλπ.

Τό φωσφορικόν άμμώνιον $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ [$\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$] χρησιμοποιείται ως λίπασμα (άζωτου και φωσφόρου).

6. ΝΙΤΡΙΚΟΝ ΟΞΥ HNO_3

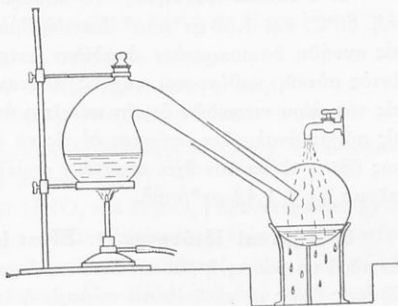
1. Ίστορικόν. Αναφέρεται ως παρασκευασθέν τό πρώτον υπό του Geber, πάντως δέ ήτο γνωστόν τόν 11ον αιώνα, ώνομασθέν **aqua - forte** (άκουα-φόρτε).

2. Προέλευσις. Σχηματίζεται εις τήν ατμόσφαιραν διὰ των ήλεκτρι-

κῶν ἐκκενώσεων καὶ πῖπτον διὰ τῆς βροχῆς εἰς τὸ ἔδαφος μετατρέπεται εἰς νιτρικὰ ἄλατα, σχηματιζόμενα ἐπίσης καὶ διὰ τῆς σήψεως ἀζωτούχων οργανικῶν οὐσιῶν. Οὕτω νιτρικὰ ἄλατα εἶναι γενικῶς συστατικὰ τοῦ ἔδαφους εἰς μικρὰ ποσά, ἐνῶ εἰς ὁρισμένας ξηρὰς καὶ θερμὰς περιοχὰς ἀπαντοῦν εἰς ἐκτεταμένας διαστρώσεις, ὥς τὸ NaNO_3 εἰς τὸ ὄρυκτὸν **νίτρον τῆς Χιλῆς** (Χιλή, Περού, κ.α.), καὶ τὸ KNO_3 εἰς τὸ **νίτρον τῶν Ἰνδιῶν** (Ἰνδία, Αἴγυπτος, κ.α.).

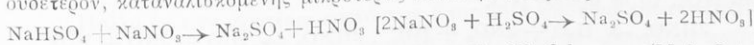
3. Παρασκευὴ. Α. Ἐργαστηριακῶς παρασκευάζεται διὰ θερμάνσεως NaNO_3 (ἢ KNO_3) μὲ πυκνὸν H_2SO_4 περὶ τοὺς 130° .

$\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HNO}_3$
Οἱ ἀτμοὶ τοῦ HNO_3 συμπυκνῶνται διὰ ψύξεως.

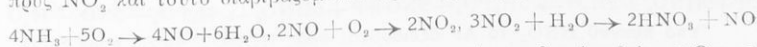


Σχ. 19.

Β. Βιομηχανικῶς. 1. Ἐκ τοῦ νιτρικοῦ νατρίου (νίτρον χιλῆς), ὥς εἰς τὴν ἐργαστηριακὴν μέθοδον. Ἐὰν χρησιμοποιηθῇ ὑψηλότερα θερμοκρασία, τὸ ὄξινον ἄλας μετατρέπεται εἰς οὐδέτερον, καταναλισκομένης μικροτέρας ποσότητος H_2SO_4 :



2. Ἐκ τῆς ἀμμωνίας, διὰ καταλυτικῆς ὀξειδώσεως. (Μεθ. Ostwald). Εἶναι σήμερον ἡ κυρία βιομηχανικὴ μέθοδος παρασκευῆς HNO_3 . Μίγμα NH_3 καὶ δεκαπλασίας ποσότητος ἀέρος διαβιβάζεται μέσῳ πλέγματος λευκοχρύσου, περὶ τοὺς $500 - 700^\circ\text{C}$, ὀξειδουμένης οὕτω τῆς NH_3 εἰς NO (ἀπόδοσις $\sim 95\%$). Τὸ NO ὀξειδοῦται ἐν συνεχείᾳ ὑπὸ τοῦ O_2 τοῦ ἀέρος πρὸς NO_2 καὶ τοῦτο διαβιβαζόμενον εἰς ὕδωρ παρέχει HNO_3 :



Τὸ NO τῆς τελευταίας ἀντιδράσεως μετατρέπεται ἐκ νέου διὰ τοῦ O_2 τοῦ ἀέρος εἰς NO_2 κ.ο.κ., μέχρις ὅτου ὁλόκληρος ἡ ποσότης μετατραπῇ εἰς HNO_3 :



3. Ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, δι' ἡλεκτρικοῦ τόξου. (Μεθ. Birkeland — Eyde, χρησιμοποιουμένη εἰς χώρας εὐθνής ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας ἐξ ὑδατοπτώσεων, ὥς Νορβηγία κ.α.). Ἄηρ ἐμφυσᾶται εἰς βολταϊκὸν τόξον, σχηματιζόμενον μεταξὺ τῶν πόλων ἡλεκτρομαγνήτου, ὥστε νὰ λάβῃ τὴν μορφήν πυρίνου δίσκου. Εἰς τὴν λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τοῦ βολταϊκοῦ τόξου ($\sim 3000^\circ\text{C}$) σχηματίζεται NO ($\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$), τοῦ ὁποῖου ἡ διάσπασις περιορίζεται διὰ ταχείας ψύξεως τῶν αερίων (ἀπόδοσις $1 - 2\%$). Τὸ NO ὀξειδοῦται περαιτέρω πρὸς NO_2 διὰ τοῦ O_2 τοῦ ἀέρος καὶ τοῦτο διαβιβαζόμενον εἰς ὕδωρ παρέχει HNO_3 , ὥς εἰς τὴν προηγουμένην μέθοδον.

Τὸ οὕτω λαμβανόμενον HNO_3 εἶναι πολὺ ἀραιόν, μετατρέπεται δὲ ἐπὶ

τόπου δι' επιδράσεως άσβεστολίθου εις νιτρικόν άσβέστιον, χρησιμοποιούμενον ως λίπασμα (*Νορβηγικόν νίτρον*).



4. Φυσικαί ιδιότητες. Το καθαρόν νιτρικόν δξύ είναι υγρόν άχρουν, σ.ζ. 86°C, ε.β. 1,53 gr*/cm³. Έπειδή όμως διασπάται εις το ήλιακόν φώς και εις συνήθη θερμοκρασίαν αναδίδον νιτρώδεις άτμούς, οι όποιοι διαλύονται έντός αυτού, καθίσταται ταχέως καστανέρυθρον. Λόγω τών αναδιδομένων εις τόν αέρα νιτρωδών άτμών καλείται ατμίζον HNO₃. Μίγνυται με το ύδωρ εις πάσαν αναλογίαν, φέρεται δέ εις το έμπόριον ως διάλυμα περιεκτικότητος 68%, το όποιον έχει σταθερόν σημείον ζέσεως (120,5°C, *άζεotropicόν μίγμα*), ε.β. 1,42 gr*/cm³.

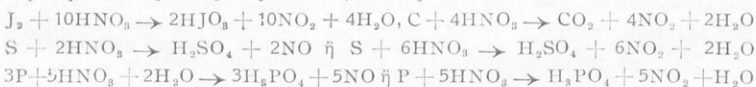
5. Χημικαί ιδιότητες. 1. **Είναι ισχυρόν μονοβασικόν δξύ.** Ούτω αντιδρά με βάσεις ή βασικά όξειδια, διασπά άνθρακικά άλατα κλπ. Εις αντιδράσεις όμως με ευοξειδωτα σώματα ή δρασείς του ως όξέος περιπλέκεται με την όξειδωτικήν του δράσιν (βλ. κατωτέρω). Ούτω, *επι μετάλλων δρα πάντοτε όξειδωτικώς, υπό εκλυσιν όξειδίων τοϋ άζώτου και όχι υδρογόνου.*

2. **Είναι ισχυρόν όξειδωτικόν μέσον,** ως διασπώμενον ευκόλως προς όξειδια άζώτου, δευγόνον και H₂O. Το πυκνόν HNO₃ παρέχει κατά κανόνα NO₂, το δε αραιόν NO.



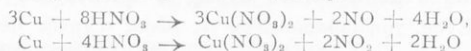
Όξειδώνει ούτω πολλά στοιχεία ως και χημικάς ένώσεις:

α) Όξειδωσις αμετάλλων. Το J₂ όξειδοϋται προς HJO₃, το S προς H₂SO₄, ό P προς H₃PO₄, ό C προς CO₂.



Υπό πυκνοϋ HNO₃ το As όξειδοϋται προς H₃AsO₄, το Sb προς Sb₂O₅, το B προς H₃BO₃.

β) Όξειδωσις μετάλλων. Προσβάλλει όξειδωτικώς και διαλύνει όλα σχεδόν τα μέταλλα (πλην κυρίως Au, Pt), λαμβανομένων κατά κανόνα νιτρικών άλάτων άνωτέρου σθένους και NO ή NO₂:



Όρισμένα μέταλλα (κυρίως Fe, Al, Cr, Co, Ni), ένῳ αντιδρουν κανονικώς με το αραιόν HNO₃, προσβάλλονται μόνον επιφανειακώς υπό πυκνοϋ HNO₃, μεταπίπτοντα εις την καλουμένην *παθητικήν κατάστασιν*.

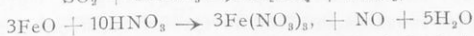
Ό κασσίτερος όξειδοϋται υπό πυκνοϋ HNO₃ προς αδιάλυτον μετακασσιτερικόν δξύ (H₂SnO₃).

Εις ώρισμένας περιπτώσεις, αναλόγως της φύσεως τοϋ μετάλλου, της πυκνότης τοϋ όξέος και της θερμοκρασίας, δύνανται να παραχθοϋν και άλλα προϊόντα άναγωγής τοϋ HNO₃, πλην NO ή NO₂ (N₂O, N₂, NH₃ ή NH₄NO₃ κλπ).

Ώς βασιλικόν ὕδωρ, (σελ. 176) διαλύει ὅλα τὰ μέταλλα, ἀκόμη καὶ τὸν χρυσὸν καὶ λευκόχρυσον, πρὸς χλωριοῦχα ἅλατα :



γ) Ὁξειδωσις ἐνώσεων. Ὁξειδώνει πολλὰς ἀνοργάνους ἐνώσεις. Οὕτω τὸ SO_2 ὀξειδοῦται πρὸς H_2SO_4 , τὸ FeO καὶ ἅλατα Fe^{++} εἰς ἅλατα Fe^{+++} κλπ :



Ὁμοίως ὀξειδώνει ἀρκετὰς ὀργανικὰς ἐνώσεις, ὅπως π.χ. τὸ τερεβινθέλαιον, τὸ ὁποῖον ἀναφλέγεται διὰ πυκνοῦ HNO_3 .

3. Νιτρωσις. Μίγμα πυκνοῦ HNO_3 καὶ H_2SO_4 (**ὀξὺ νιτρώσεως**) ἐπιδραῖ ἐπὶ πολλῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων, ἀντικαθισταμένων ἐνὸς ἢ περισσοτέρων ἀτόμων ὑδρογόνου αὐτῶν ὑπὸ ἰσαριθμῶν **νιτροομάδων** ($-\text{NO}_2$). Ἐκ τῶν ἀλκοολῶν προκύπτουν **νιτρικοί ἐστέρες** ($-\text{O}-\text{NO}_2$), ἐνῶ ἀπὸ ὑδρογονάνθρακος (κυρίως ἀρωματικούς), φαινόλας κλπ. ἄλλαι **νιτροενώσεις** ($-\text{C}-\text{NO}_2$). Οὕτω, ἡ γλυκερίνη παρέχει νιτρογλυκερίνην (ἐστίρη), τὸ βενζόλιον νιτροβενζόλιον κλπ.



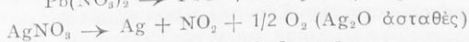
Πολλὰ ἐκ τῶν ἀνωτέρω προϊόντων ἀποτελοῦν σπουδαιότατα ἐκρηκτικὰ (νιτρογλυκερίνη, νιτροκυτταρίνη, τροτύλη κ.α.), ἄλλα δὲ ἀποτελοῦν πρῶτας ὕλας εἰς τὴν βιομηχανίαν χρωμάτων.

6. Χρήσεις. Τὰ μεγαλύτερα ποσὰ HNO_3 χρησιμοποιοῦνται πρὸς παρασκευὴν ἐκρηκτικῶν (βλ. ἀνωτέρω). Ἐπίσης εἰς τὴν βιομηχανίαν χρωμάτων, πρὸς παρασκευὴν νιτρικῶν ἀλάτων τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται ὡς ἀζωτοῦχα λιπᾶσματα καὶ ὡς συστατικὰ διαφόρων πυρίτιδων, πρὸς παρασκευὴν τοῦ βασιλικοῦ ὕδατος κλπ. Τὸ HNO_3 ἀποτελεῖ τέλος σπουδαιότατον ἀντιδραστήριον εἰς τὰ χημικὰ ἐργαστήρια.

Νιτρικὰ ἅλατα. 1) **Διαλυτότης.** Εἶναι ὅλα εὐδιάλυτα εἰς ὕδωρ. 2) **Θερμικὴ διάσπασις.** α) Τὸ KNO_3 καὶ NaNO_3 διασπῶνται εἰς νιτρῶδη ἅλατα καὶ O_2 :

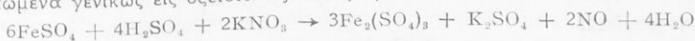


β) Τὰ νιτρικὰ ἅλατα τῶν βαρέων μετάλλων διασπῶνται εἰς ὀξειδία μετάλλων (ἢ ἐλεύθερα μέταλλα, ἐάν τὸ ὀξείδιον εἶναι ἀσταθές), NO_2 καὶ O_2 :



Διὰ τοῦ οὕτω ἀποδιομένου O_2 δροῦν ὀξειδωτικῶς.

3) **Ὁξειδωτικὴ δρᾷσις εἰς ὕξιον διάλυμα.** Δροῦν ὀξειδωτικῶς ἐν θερμῷ, διασπώμενα γενικῶς εἰς ὀξειδία ἀζώτου (κυρίως NO) :



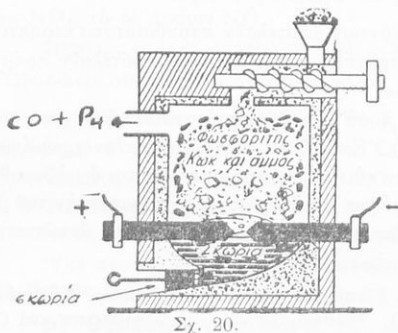
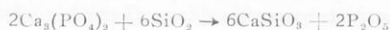
7. ΦΩΣΦΟΡΟΣ

Σύμβολον : P. Ἀτ. ἀρ. : 15. AB : 30,98. Σθένη —3, +3, +5.

1. **Ίστορικό.** Ἀνεκαλύφθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Brand τὸ 1674. Ἀνεγνώρισθη ὡς στοιχεῖον ὑπὸ τοῦ Lavoisier (1777).

2. **Προέλευσις.** Δὲν ἀπαντᾷ ἐλεύθερος εἰς τὴν φύσιν, λόγῳ τῆς μεγάλης χημικῆς συγγενείας πρὸς τὸ ὀξυγόνον. Ἡνωμένος ἀποτελεῖ συστατικὸν ἄρκετῶν ὀρυκτῶν, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι ὁ **φωσφορίτης** $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ καὶ ὁ ἀπατίτης $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ (ἢ $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$). Ἀποτελεῖ ἀπαραίτητον συστατικὸν τῶν ζωϊκῶν καὶ φυτικῶν ὁργανισμῶν. Ὅργανικαὶ φωσφορῶχοι ἐνώσεις (αἱ νουκλεοπρωτεΐναι) συνιστοῦν τοὺς πυρήνας τῶν κυττάρων, ἐνῷ ἄλλαι ἀπαντοῦν εἰς τὸ αἷμα, τὸν ἐγκέφαλον, τὰ νεύρα, τὸ γάλα, τὰ ὠὰ κλπ. Τὰ ὅστ' ἀπεριέχουν περίπου 58 % $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (ὑπὸ μορφὴν ἀνθρακικοῦ ἀπατίτου: $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCO}_3$).

3. **Παρασκευὴ.** Παλαιότερον ὁ φωσφόρος ἐλαμβάνετο ἐκ τῶν ὁστῶν. Σήμερον παρασκευάζεται ἀποκλειστικῶς ἀπὸ τὸ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ διαφόρων ὀρυκτῶν του (κυρίως φωσφορίτου), δι' ἰσχυρᾶς συνθερμάνσεως μὲ ἀμμον (SiO_2) καὶ ἀνθρακα (κῶκ) ἐντὸς ἡλεκτρικῶν καμίνων (μεθ. Wöhler, σχ. 20). Αἱ ἐπιτελούμεναι ἐντὸς τῆς καμίνου ἀντιδράσεις εἶναι:



Τὸ πυρϊτικὸν ἀσβέστιον (CaSiO_3) συγκεντροῦται ὡς σκωρία εἰς τὸν πυθμένα τῆς καμίνου, ἀπὸ ὅπου καὶ ἐξάγεται, ἐνῷ οἱ ἐξερχόμενοι μετὰ τοῦ CO αἵμοι τοῦ φωσφόρου συμπυκνοῦνται διὰ διαβίβασης εἰς ψυχρὸν ὕδωρ. Ὁ οὕτω λαμβανόμενος φωσφόρος καθαρίζεται διὰ νέας ἀποστάξεως καὶ χύνεται εἰς τύπους, φέρεται δὲ εἰς τὸ ἐμπόριον ὑπὸ

μορφὴν ράβδων, φυλάσσομένων ἐντὸς φιαλῶν ὑπὸ τὸ ὕδωρ.

4. **Φυσικαὶ ιδιότητες — ἄλλοτροπικαὶ μορφαί.** Ὁ φωσφόρος εἶναι στερεὸν ἁλλοτροπικὸν στοιχεῖον τοῦ ὁποίου αἱ μορφαί — κυρίως **λευκὸς** καὶ **ερυθρὸς φωσφόρος** — παρουσιάζουν μεγάλαν διαφορὰς εἰς τὰς ιδιότητας.

Εἶναι στοιχεῖον τετρατομικόν, διὰ θερμάνσεως ὁμοῦ τῶν αἰτῶν του (ἄνω τῶν 70 °) διασπᾶται πρὸς διατομικὰ μόρια ($\text{P}_4 \rightleftharpoons 2\text{P}_2$), εἰς πολὺν δὲ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καθίσταται μονατομικός. Οἱ αἵμοι τοῦ φωσφόρου εἶναι δηλητηριώδεις.

1. **Ἄχρους ἢ λευκὸς ἢ κίτρινος φωσφόρος.** Εἶναι ἡ μορφή ὑπὸ τὴν ὁποίαν λαμβάνεται ὁ φωσφόρος κατὰ τὴν παρασκευὴν του. Εἶναι διαφανὲς ἄχρουν κρυσταλλικὸν στερεόν, μαλακὸν ὡς ὁ κηρός, χαρακτηριστικῆς

οσμής. Είς τὸ φῶς καλύπτεται ταχέως ἐπιφανειακῶς ἀπὸ ἀδιαφανὲς λευκοκίτρινον στρώμα ἔχει ε.β. $1,83 \text{ gr}^*/\text{cm}^3$, εἶναι εὐτηκτος (σ.τ. $44,10^\circ$) καὶ ζέει εἰς 287° . Εἶναι ἀδιάλυτος εἰς ὕδωρ, διαλύεται δὲ κυρίως εἰς διθειάνθρακα (CS_2), ἀλλὰ καὶ εἰς γλωροφόρμιον, βενζόλιον, αἰθέρα, ἀλκοόλην καὶ ἄλλους ὀργανικοὺς διαλύτες. Εἰς τὸν ἀέρα **φωσφορίζει**, δηλ. ἀναδίδει εἰς τὸ σκότος πρᾶσινοκίτρινον λάμψιν (βλ. χημ. ιδιότητος). Ἀποτελεῖ σφοδρὸν δηλητήριο.

2. Ἐρυθρὸς φωσφόρος. Εἶναι ἡ σταθερὰ μορφή τοῦ φωσφόρου εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, λαμβάνεται δὲ διὰ παρατεταμένης θερμάνσεως ($\sim 2500^\circ$) τοῦ ἀχρόου, ἐντὸς κλειστῶν δοχείων περιεχόντων ἀδρανὲς ἀέριον (N_2 ἢ CO_2). Ἀποτελεῖ ἐρυθροῖδὴν κόνιν, εἶναι δὲ βαρύτερος (ε. β. $2,2 \text{ gr}^*/\text{cm}^3$) τοῦ ἀχρόου καὶ τήκεται εἰς πολὺν ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν (σ.τ. $592,5^\circ$ ὑπὸ πίεσιν, ἐνῶ εἰς συνήθη πίεσιν ἐξαχνοῦται. Διὰ θερμάνσεως ὅμως ἐντὸς τριοξειδοῦς σωλήνος, ὅπου παρεμποδίζεται ἡ ἐξάτμισις, τήκεται εἰς 610° ὑπὸ συνήθη πίεσιν). Δὲν διαλύεται εἰς CS_2 καὶ τοὺς λοιποὺς διαλύτες τοῦ λευκοῦ φωσφόρου, εἶναι ἄοσμος, δὲν φωσφορίζει εἰς τὸν ἀέρα, δὲν εἶναι δηλητηριώδης. Ἐμφανίζει μικρὰν ἡλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα.

3. Μέλας ἢ μεταλλικὸς φωσφόρος. Λαμβάνεται διὰ θερμάνσεως τοῦ ἀχρόου φωσφόρου ὑπὸ ἰσχυροτάτην πίεσιν. Ἐμφανίζει μεταλλικὰς ιδιότητας καὶ εἶναι ἡ πυκνότερα ἄλλοτροπικὴ μορφή φωσφόρου.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. Ὁ φωσφόρος φέρει 5 ἡλεκτρόνια εἰς τὴν ἔξωτάτην στιβάδα (M), ἐνοῦται δὲ κατὰ κανόνα ὁμοιοπολικῶς καὶ ἐμφανίζει τυπικὰ σθένη $-3, +3, +5$. Ὁ ἄχρους φωσφόρος εἶναι πολὺ δραστικώτερος τοῦ ἐρυθροῦ.

I. Ἀντιδράσεις με στοιχεῖα. Ὁ λευκὸς φωσφόρος ἔχει μεγάλην τάσιν πρὸς ἔνωση μὲ τὸ **ὀξυγόνο**. Ὁξειδοῦται βραδέως εἰς τὸν ἀέρα εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, εἰς τοῦτο δὲ ὀφείλεται ὁ **φωσφορισμός**. (Κύριον προϊόν τῆς βραδείας ὀξειδώσεως εἶναι τὸ P_2O_3 , παράγεται δὲ καὶ ὄζον, εἰς τὸ ὅποιον ὀφείλεται ἡ χαρακτηριστικὴ ὁσμή τοῦ λευκοῦ φωσφόρου). Εἶναι λίαν ἐναναφλεκτός, θερμαινόμενος δὲ εἰς τὸν ἀέρα (εἰς 60°) καίεται πρὸς P_2O_5 :



Λόγω τῆς μεγάλης του χημικῆς συγγενείας πρὸς τὸ O_2 καὶ τῆς εὐκόλου ἀναφλέξεως εἰς τὸν ἀέρα (ἀπὸ $30^\circ - 60^\circ$, ἀναλόγως τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος) ὡς καὶ τῆς δηλητηριώδους του δράσεως, ἡ διατήρησις καὶ ὁ χειρισμός τοῦ λευκοῦ φωσφόρου ἀπαιτοῦν ἐξαιρετικὴν προσοχήν. Φυλάσσεται ἐντὸς ὕδατος, ὑπὸ τὸ ὅποιον καὶ κόπτεται ἵνα μὴ προκληθῇ ἀνάφλεξις διὰ τῆς τριβῆς. Δὲν πρέπει νὰ ἐγγίζεται διὰ τῆς χειρὸς, ἀλλὰ νὰ λαμβάνεται πάντοτε διὰ λαβίδος διότι ἡ θερμότης τοῦ σώματος δύναται νὰ προκαλέσῃ αὐτανάφλεξιν εἰς τὸν ἀέρα, μὲ ἀποτέλεσμα ὀδυνηρὰ καὶ δυοῖα ἐγκαύματα.

Ὁ ἐρυθρὸς φωσφόρος δὲν ὀξειδοῦται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν καὶ διὰ τοῦτο δὲν φωσφορίζει εἰς τὸν ἀέρα. Εἰς ὑψηλὴν ὅμως θερμοκρασίαν (260°) ἀναφλέγεται, καίόμενος ὁμοίως πρὸς P_2O_5 .

Με τὰ ἄλογονα ὁ φωσφόρος (λευκὸς ἢ ἐρυθρὸς) ἐνοῦται ἀμέσως, σχηματίζομένων ἐνώσεων τύπων PX_3 (περισ. P) ἢ PX_5 (περισ. X_2). Ὁ λευκὸς

φωσφόρος ανάφλεγεται εις συνήθη θερμοκρασίαν εις ατμόσφαιραν Cl_2 , ἐνῶ δ' ἐρυθρὸς ἐν θερμῷ.

Με θείον σχηματίζει διαφόρους θειούχους ἐνώσεις (ὡς π.χ. P_4S_8 , χρησιμοποιομένην εις πυρεῖα).

Με ὠρισμένα μέταλλα σχηματίζει **φωσφίδια** (Na_3P , AlP , Ca_3P_2).

II. Ἀντιδράσεις με χημικὰς ἐνώσεις. Λόγω τῆς μεγάλης του χημικῆς συγγενείας με τὸ ὀξυγόνον, ὁ φωσφόρος (ιδίως ὁ λευκὸς) εἶναι **ἀναγωγικὸν μέσον**. Οὕτω ἀνάγει ἐν θερμῷ πολλὰ μεταλλοξείδια. Ὑπὸ **HNO_3** ὀξειδοῦται πρὸς H_3PO_4 καὶ ὑπὸ **πυκνοῦ - θερμοῦ H_2SO_4** πρὸς μίγμα H_3PO_4 καὶ H_3PO_3 .

Με θερμὸν διάλυμα NaOH ἢ KOH ἀντιδρᾷ καὶ διαλύεται μόνον ὁ λευκὸς φωσφόρος, οὕτω δὲ δύναται νὰ διαχωρισθῇ ἀπὸ τὸν ἐρυθρόν, ὁ ὁποῖος δὲν ἀντιδρᾷ.

6. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται, ὡς ἐρυθρὸς φωσφόρος, κυρίως πρὸς παρασκευὴν τῶν πυρείων. Ἐπίσης ὁ φωσφόρος χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν παρασκευὴν τοῦ φωσφορούχου βρούντζου ὡς καὶ ἐνώσεων φωσφόρου. Ἀχρὸς φωσφόρος χρησιμοποιεῖται εἰς ἐμπρηστικὰς βόμβας, εἰς τροχιοδεικτικὰ βλήματα, διὰ τὴν δημιουργίαν προπετασμάτων καπνοῦ (διότι καίμενος σχηματίζει πυκνὸν νέφος P_2O_5), πρὸς παρασκευὴν δηλητηρίων διὰ τὴν ἐξόντωσιν παρασίτων (μυῶν κ.λ.π.) κ.α.

7. Πυρεῖα. Παλαιότερον τὸ ξυλάριον τῶν πυρείων διεποτίζετο διὰ τεττηγμένου θείου, ἡ δὲ κεφαλὴ συνίστατο ἀπὸ μίγμα ἀχρόου φωσφόρου, νίτρου (KNO_3) καὶ ἀραβικοῦ κόμμεος. Ἀναφλέγοντο διὰ προστριβῆς ἐπὶ οἰασθήποτε τραχείας ἐπιφανείας. Ἡ χρῆσις τῶν πυρείων αὐτῶν ἀπιγορεύθη, λόγῳ τῆς δηλητηριώδους δράσεως τοῦ ἀχρόου φωσφόρου καὶ τῶν κινδύνων ἐκ τῆς ἐυκόλου ἀναφλέξεως αὐτοῦ, ἀντεκατεστάθησαν δὲ διὰ τῶν **Σουηδικῶν πυρείων ἀσφαλείας**.

Εἰς ταῦτα τὸ ξυλάριον διαποτίζεται με τεττηγμένην παραφίνην, ἡ δὲ κεφαλὴ συνίσταται ἀπὸ εὐφλεκτον μίγμα, συνήθως ἀπὸ KClO_3 , Sb_2S_3 καὶ συνδετικὴν ὕλην (ἀραβικὸν κόμμι ἢ ἰχθυόκολλα). Ἀναφλέγονται διὰ προστριβῆς ἐπὶ τῆς εἰδικῆς παρασκευασθείσης πλευρᾶς τοῦ κυτίου, ἡ ὁποία ἔχει ἐπιχρισθεῖ με μίγμα ἐρυθροῦ φωσφόρου, πυρολουσίτου (MnO_2) καὶ λεπτῆς κόκκους ὑάλου.

Εἰς τὰ σύγχρονα ἐπὶ οἰασθήποτε ἀνωμάλου ἐπιφανείας ἀναφλεγόμενα πυρεῖα, ἡ κεφαλὴ συνίσταται συνήθως ἀπὸ μίγμα P_4S_3 , KClO_3 (ἢ MnO_2), κόκκους ὑάλου καὶ κόλλας (ὡς καὶ χρωστικῆς ὕλης).

8. ΕΝΩΣΕΙΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

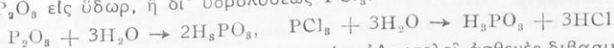
A. Ὁξείδια φωσφόρου. Τὰ δύο σπουδαιότερα εἶναι :

1. Τριοξειδίου φωσφόρου P_2O_3 (ἢ P_4O_6). Λαμβάνεται διὰ βραδείας ὀξείδωσης τοῦ ἀχρόου φωσφόρου εἰς τὸν ἀέρα ἢ διὰ καύσεως αὐτοῦ εἰς περιωρισμένον ποσὸν ἀέρος. Εἶναι εὐτηκτον, κρυσταλλικὸν στερεόν, δηλητηριώδες. Θερμαίνόμενον με O_2 καίεται πρὸς P_2O_5 , εἰς τὸ ὁποῖον μετατρέπεται ἐπίσης

διὰ βραδείας ὀξειδώσεως εἰς τὸν ἀέρα. Ἐνοῦται βραδέως μὲ ψυχρὸν ὕδωρ παρέχον H_3PO_3 , τοῦ ὁποίου ἀποτελεῖ τὸν ἀνυδρίτην.

2. Πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου P_2O_5 ἢ (P_4O_{10}) . Λαμβάνεται διὰ καύσεως φωσφόρου (ἀγχοῦν ἢ ξυθροῦ) εἰς περισσεῖαν ἀέρος ἢ O_2 , ἀποτελεῖ δὲ τὸ σπουδαιότερον καὶ σταθερώτερον ὀξείδιον τοῦ φωσφόρου. Εἶναι λευκὸν στερεόν, λίαν ὑγροσκοπικόν, χρησιμοποιούμενον λόγῳ τούτου πρὸς ξήρανσιν ἀερίων καὶ ἀπόσπασιν ὕδατος ἀπὸ ὀργανικὰς καὶ ἀνοργάνους ἐνώσεις. Οὕτω, π.χ., ἀφυδατώνει τὸ HNO_3 πρὸς N_2O_5 καὶ τὸ H_2SO_4 πρὸς SO_3 . (Εἶναι τὸ ἰσχυρότερον σύντηκς ἀφυδατικὸν μέσον). Διαλυόμενον εἰς ψυχρὸν ὕδωρ παρῇ ἀρχικῶς μεταφωσφορικὸν ὀξύ (HPO_3), τὸ ὁποῖον μετατρέπεται κατὰ τὴν παρῃμονίην ἢ διὰ θερμάνσεως εἰς ὀρθοφωσφορικὸν ὀξύ (H_3PO_4). Τὸ P_2O_5 ἀποτελεῖ τὸν κοινὸν ἀνυδρίτην τριῶν ὀξέων, τοῦ **ὀρθο - πυρο - καὶ μετα - φωσφορικοῦ ὀξέος**, τὰ ὁποῖα διαφέρουν μόνον ὡς πρὸς τὴν περιεκτικότητα εἰς ὕδωρ (σελ. 121).

Β. Ὄξέα Φωσφόρου. 1. Φωσφορῶδες ὀξύ H_3PO_3 . Λαμβάνεται διὰ διαλύσεως P_2O_3 εἰς ὕδωρ, ἢ δι' ὑδρολύσεως PCl_3 .



Εἶναι εὐτηκτον κρυσταλλικὸν στερεόν. Ἀποτελεῖ ἀσθενὲς διβασικὸν ὀξύ, σχηματίζον δύο σειρὰς ἀλάτων (π.χ. NaH_2PO_3 , Na_2HPO_3). Ἀποτελεῖ ἀναγωγικὸν σῶμα, ὀξειδούμενον εὐκόλως εἰς H_3PO_4 . Διὰ θερμάνσεως παρῇ H_3PO_4 καὶ PH_3 (φωσφίνην): $4H_3PO_3 \rightarrow 3H_3PO_4 + PH_3$.

2 Φωσφορικὸν ὀξύ H_3PO_4 . Εἶναι τὸ σπουδαιότερον ἐκ τῶν τριῶν ὀξέων, τῶν ὁποίων τὸ P_2O_5 ἀποτελεῖ τὸν κοινὸν ἀνυδρίτην, καλούμενον καὶ **ὀρθοφωσφορικὸν ὀξύ**.

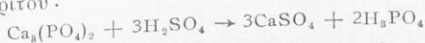
Παρασκευάζεται ἐργαστηριακῶς δι' ὀξειδώσεως φωσφόρου ὑπὸ πυκνοῦ HNO_3 :



Βιομηχανικῶς λαμβάνεται: α) Διὰ καύσεως τῶν ἐξεργομένων ἀπὸ τὴν ἠλεκτρικὴν κάμινον ἀτμῶν τοῦ φωσφόρου καὶ διαλύσεως τοῦ παραγομένου P_2O_5 εἰς ζέον ὕδωρ.



β) Δι' ἐπιδράσεως H_2SO_4 ἐπὶ $Ca_3(PO_4)_2$ ἐκ τῆς τέφρας τῶν ὀστέων ἢ τοῦ ὀρυκτοῦ φωσφορίτου:



Εἶναι ἄχρουν κρυσταλλικὸν στερεόν, εὐτηκτον, ὑγροσκοπικόν. Εἰς τὸ ἐμπόριον φέρεται συνήθως ὡς σιροπιῶδες διάλυμα, περιεκτικότητος περίπου 90%. Εἶναι μετρίως ἰσχυρὸν τριβασικὸν ὀξύ, σχηματίζον τρεῖς σειρὰς ἀλάτων, δισόξιστα, μονόξιστα καὶ οὐδέτερα (π.χ.: NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 , Na_3PO_4).

Τὸ H_3PO_4 θερμαινόμενον περὶ τοὺς 240° ἀφυδατοῦται ἐν μέρει, μετατρέπόμενον εἰς **πυρο - φωσφορικὸν ὀξύ ($H_4P_2O_7$)**:



Διὰ θερμάνσεως τοῦ H_3PO_4 (ἢ τοῦ $H_4P_2O_7$) περὶ τοὺς 310° , ἐπιτελεῖται περαιτέρω ἀφυδάτωσις, λαμβανομένου τοῦ **μετα-φωσφορικοῦ ὀξέος** (HPO_3):



Εὐρείας ἐφαρμογὰς εὐρίσκουν διάφορα ἄλατα τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος.

3. Φωσφορικά ἄλατα. Τὸ Na_3PO_4 χρησιμοποιεῖται πρὸς ἀποσκλήρυνσιν τοῦ ὕδατος καὶ ὡς ἀπορρυπαντικὸν (κύριον συστατικὸν τοῦ **τριβάλ**).

Τὸ σπουνδιαότερον φωσφορικὸν ἄλας εἶναι τὸ δισώζινον φωσφορικὸν ἀσβέστιον $Ca(H_2PO_4)_2$, τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται ὡς λίπασμα, διότι εἶναι εὐδιάλυτον εἰς ὕδωρ καὶ ἀφομοιοῦται εὐκόλως ὑπὸ τῶν φυτῶν. Παρασκευάζεται βιομηχανικῶς ἐκ τοῦ φωσφορίτου, δι' ἐπιδράσεως ὑπολογισθείσης ποσότητος H_2SO_4 :



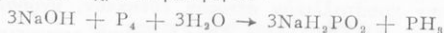
Τὸ προκύπτον μίγμα $Ca(H_2PO_4)_2 - CaSO_4$ φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ὑπὸ τὸ ὄνομα **ὑπερφωσφορικὸν ἄλας** καὶ ἀποτελεῖ τὸ σπουνδιαότερον φωσφορῶχον λίπασμα.

4. Λιπάσματα. Ἀναγράφομεν ἐδῶ μερικὰς παρατηρήσεις ἐπὶ τῶν διαφόρων λιπασμάτων καὶ τῆς σημασίας των. Διὰ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν φυτῶν ἀπαιτοῦνται πολλὰ στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα τὰ φυτὰ παραλαμβάνουν διὰ τῶν ριζῶν των ἀπὸ τὸ ἔδαφος, ὑπὸ τὴν μορφὴν διαφόρων εὐδιαλύτων ἐνώσεων. (Ὁ ἄνθραξ παραλαμβάνεται ἀπὸ τὸ CO_2 τῆς ἀτμοσφαίρας, διὰ τοῦ φαινομένου τῆς ἀφομοιώσεως, σελ. 216). Εἰς τὰ ἐντατικῶς καλλιεργούμενα ἐδάφη παρουσιάζεται ἑλλειψις εἰς ἐνώσεις ἀζώτου, φωσφόρου καὶ καλίου (ἐνίοτε καὶ ἀρσενίου, εἰς ἀμώδη ἐδάφη), ἐξαντλουμένων τῶν ἀποθεμάτων τοῦ ἐδάφους διὰ τῆς συνεχοῦς παραλαβῆς ὑπὸ τῶν φυτῶν.

Διὰ τοῦτο τὰ καλλιεργούμενα ἐδάφη πρέπει νὰ ἐμπλουτίζονται εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτά, εἴτε διὰ τῆς **φυσικῆς λιπάνσεως** (κόπρος ζώων, τέφρα φυτῶν), εἴτε διὰ τῶν βιομηχανικῶς παρασκευαζομένων **χημικῶν λιπασμάτων**. Ὡς λιπάσματα χρησιμοποιοῦνται καὶ διάφορα ὀρυκτά, ὡς τὸ γκουανό (NH_4HCO_3), τὸ νίτρον Χιλῆς ($NaNO_3$), τὸ νίτρον Ἰνδιῶν (KNO_3) κ.α.

Τὰ λιπάσματα διακρίνονται εἰς **ἀπλά**, περιέχοντα ἓν τῶν στοιχείων (ἄζωτον, φωσφόρον, ἢ κάλιον) καὶ **μικτά**, περιέχοντα ἐνώσεις δύο ἢ καὶ τῶν τριῶν στοιχείων. Τὸ ἄζωτον περιέχεται εἰς τὰ λιπάσματα ὑπὸ μορφὴν διαφόρων νιτρικῶν ἢ ἀμμωνιακῶν ἁλάτων ($NaNO_3$, KNO_3 , $(NH_4)_2SO_4$, $(NH_4)_3PO_4$, NH_4Cl κ.α.), οὐρίας (NH_2CONH_2), ἀρσεντοκυαναμιδίου ($CaCN_2$) κλπ. Ὁ φωσφόρος κυρίως ὡς ὑπερφωσφορικὸν ἄλας, ἢ ὡς ἄλευρον τοῦ Thomas (παραπροῖον μεταλλουργίας σιδήρου), ὡς $(NH_4)_3PO_4$, K_3PO_4 κλπ. Τὸ κάλιον ὡς KCl , KNO_3 , K_2PO_4 , K_2SO_4 κλπ.

Γ. Φωσφίνι PH_3 . Λαμβάνεται συνήθως, δι' ἐπιδράσεως θερμοῦ διαλύματος $NaOH$ ἢ KOH ἐπὶ ἀχρόου φωσφόρου:



Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, δηλητηριώδες. Εἶναι ἀναγωγικὸν καὶ καίεται πρὸς P_2O_5 καὶ H_2O . Σχηματίζει ἄλατα **φωσφονίου** (PH_4^+), ἀνάλογα μὲ τὰ ἀμμωνιακὰ (π.χ. PH_4J).

Περίληψις Κεφ. Ε'

AΖΩΤΟΝ (N₂). Προέλευσις. 'Απαντᾷ ἐλεύθερον εἰς τὸν ἀέρα (~78% κ.δ.) καὶ ἠνωμένον εἰς νιτρικά, ἀμμωνιακά ἅλατα, ὀργανικαὶ ἐνώσεις.

Παρασκευή. Βιομηχ. ἐκ τοῦ ἀέρος. 'Εργαστ.: $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\text{θερ.}} \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Φυσικαὶ ιδιότητες. 'Αέριον ἄχρουν, ἄοσμον, ἄγευστον, ἐλάχιστα διαλυτόν, δυσκόλως ὑγροποιούμενον.

Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀδρανὲς στοιχεῖον. Δὲν καίεται, ἐνούμενον μὲ O₂ μόνον εἰς βολταϊκὸν τόξον: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$. Εἰς καταλλήλους συνθήκας ἐνοῦται μὲ H₂ πρὸς NH₃, μὲ ὠρισμένα μέταλλα παρέχει νιτρίδια (Ca₃N₂, Mg₃N₂, AlN), μὲ CaC₂ παρέχει ὀβεστοκυαναμίδην (CaCN₂).

Χρήσεις. Πρὸς παρασκευὴν ἐκρηκτικῶν, λιπασμάτων, χρωμάτων κ.λ.π. 'Απαραίτητον διὰ τὴν ζωὴν (κύκλος ἀζώτου).

ΑΜΜΩΝΙΑ (NH₃). Προέλευσις. 'Απαντᾷ ἠνωμένη εἰς ἀμμωνιακά ἅλατα.

Παρασκευή. Βιομηχ. 1) 'Εκ τῶν ὑδάτων ἐκλύσεως τοῦ φωταερίου. 2) Κυρίως δι' ἀπ' εὐθείας συνθέσεως. 3) $\text{CaCN}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_3$. 'Εργαστ. δι' ἐπιδράσεως βάσεων ἐπὶ ἀμμωνιακῶν αλάτων:



Φυσικαὶ ιδιότητες. 'Αέριον ἄχρουν, πνιγερᾶς ὀσμῆς, πολὺ διαλυτὸν εἰς ὕδωρ, εὐκόλως ὑγροποιούμενον.

Χημικαὶ ιδιότητες. 1) Διασπᾶται δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως. 2) Καίεται εἰς καθαρὸν O₂ πρὸς N₂ καὶ H₂O. 3) 'Οξειδοῦται καταλυτικῶς πρὸς NO καὶ H₂O. 4) Εἶναι ἀναγωγικόν. 5) Παρέχει μὲ ὀξέα ἀμμωνιακά ἅλατα. 6) Τὸ διάλυμα τῆς NH₃ (καυστικὴ ἀμμωνία) ἔχει βασικὰς ιδιότητας:

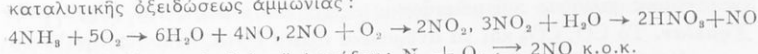


Χρήσεις. Πρὸς παρασκευὴν ἀμμωνιακῶν αλάτων (λιπάσματα), ὡς ψυκτικόν κλπ.

ΝΙΤΡΙΚΟΝ ΟΞΥ (HNO₃). Παρασκευή. 'Εργαστηριακῶς:



Βιομηχανικῶς. 1) 'Ομοίως, ἐκ τοῦ νίτρου χιλῆς (NaNO₃). 2) Κυρίως διὰ καταλυτικῆς ὀξειδώσεως ἀμμωνίας:



3) 'Εκ τοῦ ἀέρος, εἰς βολταϊκὸν τόξον: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$ κ.ο.κ.

Φυσικαὶ ιδιότητες. 'Υγρὸν ἄχρουν, πτητικόν, διαλυτὸν εἰς ὕδωρ.

Χημικαὶ ιδιότητες. 1) 'Ισχυρὸν μονοβασικὸν ὀξύ. 2) 'Ισχυρὸν ὀξειδωτικόν. 'Οξειδώνει ἀμέταλλα, μέταλλα, χημικὸς ἐνώσεις. (Μὲ μέταλλα παρέχει πάντοτε ὀξείδια ἀζώτου καὶ ὄχι H₂). 3) Νιτρώνει ὀργανικὰς ἐνώσεις.

Χρήσεις. Πρὸς παρασκευὴν ἐκρηκτικῶν, λιπασμάτων, χρωμάτων κλπ.

ΦΩΣΦΟΡΟΣ. 'Απαντᾷ ἠνωμένος ὡς φωσφορίτης [Ca₃(PO₄)₂], ἀπατίτης [3Ca₃(PO₄)₂, CaF₂] κλπ. 'Ενώσεις φωσφόρου ἀπαντοῦν εἰς ζῶντας ὀργανισμοὺς.

Παρασκευή. Διὰ συνθερμάνσεως Ca₃(PO₄)₂ ἄμμου (SiO₂) καὶ κῶκ εἰς ἤλεκτρικὴν κάμινον: $2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{SiO}_2 + 10\text{C} \rightarrow 6\text{CaSiO}_3 + 10\text{CO} + \text{P}_4$.

Φυσικαὶ ιδιότητες. Στερεόν, ἀλλοτροπικὸν στοιχεῖον [λευκός, ἐρυθρός].

Χημικαὶ ιδιότητες. Καίεται πρὸς P₂O₅. Μὲ ἀλογόνα παρέχει PX₃ ἢ PX₅. Μὲ ὠρισμένα μέταλλα σχηματίζει φωφίδια. 'Οξειδοῦται ὑπὸ HNO₃ πρὸς H₃PO₄. 'Ο ἄχρους εἶναι πολὺ δραστικώτερος.

Χρήσεις. Κυρίως πρὸς παρασκευὴν τῶν πυρῶν κ.λ.π.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΑΝΘΡΑΞ — ΠΥΡΙΤΙΟΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ

1. Γενικά περί τῆς ομάδος τοῦ ἄνθρακος

Ἡ ὁμὰς τοῦ ἄνθρακος περιλαμβάνει τὰ στοιχεῖα, *ἄνθρακα* (C), *πυρίτιον* (Si), *κασσίτερον* (Sn) καὶ *μόλυβδον* (Pb), φέροντα 4 ἠλεκτρόνια εἰς τὴν ἑξωτάτην στιβάδα.

Ἐξ αὐτῶν ὁ μὲν ἄνθραξ καὶ τὸ πυρίτιον ἀνήκουν εἰς τὰ ἀμέταλλα, ἐνῶ ὁ κασσίτερος καὶ ὁ μόλυβδος εἶναι μέταλλα.

2. ΑΝΘΡΑΞ

Σύμβολον: C. Ἀτ. ὄρ: 6. AB: 12,01 Σθένος +4, -4.

1. Προέλευσις. Ὁ ἄνθραξ εἶναι ἀφθόνως διαδεδομένος, τόσον ἐλεύθερος, ὅσον καὶ ἠνωμένος. Καθαρὸς ἄνθραξ ἀπαντᾷ ὑπὸ δύο κρυσταλλικὰς ἀλλοτροπικὰς μορφάς, ὡς *ἀδάμας* καὶ ὡς *γραφίτης*. Εἰς τὸ ὑπέδαφος ἀπαντοῦν μεγάλα ποσότητες ὀρυκτῶν ἀνθράκων, *οἱ γαιάνθρακες*, εἰς τοὺς ὁποίους ὑπάρχουν ὑπὸ μερφὴν ἐνώσεων καὶ ἄλλα στοιχεῖα. Ἡνωμένος ἀπαντᾷ εἰς τὸ CO₂ τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ εἰς ἀνθρακικά ἄλατα (CaCO₃, MgCO₃ κ.α), τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν ἐκτεταμένα πετρώματα. Ἡνωμένος ὑπὸ μορφὴν ὕδρογονανθράκων ἀπαντᾷ ἐπίσης εἰς τὰ πετρέλαια καὶ τὰ φυσικὰ ἀέρια.

Ὁ ἄνθραξ ἀποτελεῖ τὸ βασικὸν στοιχεῖον τῆς *ἐνοργάνου ὕλης*, εἰς τοὺς φυτικοὺς καὶ ζωικοὺς οργανισμοὺς. Αἱ ἐνώσεις τοῦ ἄνθρακος ἀνέχονται εἰς ἑκατοντάδας χιλιάδας καὶ μελετῶνται εἰς εἰδικὸν κλάδον, τὴν *Ὄργανικὴν Χημεῖαν*. Τὸ CO, CO₂ καὶ τὰ ἀνθρακικά ἄλατα ἑξετάζονται εἰς τὴν Ἀνόργανον Χημεῖαν. Παρὰ τὴν μεγάλην του διάδοσιν, ὁ ἄνθραξ ἀποτελεῖ μόνον τὸ 0,19% τοῦ φλοιοῦ τῆς Γῆς.

2. Παρασκευὴ. Χημικῶς καθαρὸς ἄνθραξ δύναται νὰ ληφθῇ δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεις ἀπουσίᾳ αἰέρος διαφόρων ὕδρογονανθράκων, κυρίως μεθανίου:



3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι στερεὸν μέλαν (πλὴν τοῦ ἀδάμαντος), λίαν δύστηκτον, ἀδιάλυτον εἰς ὅλα τὰ συνήθη διαλυτικά ὑγρά. Διαλύεται εἰς μικρὰ ποσὰ μόνον εἰς ὥρισμένα τετηγμένα μέταλλα, κυρίως σίδηρον.

Εἶναι κατ' ἐξοχὴν ἀλλοτροπικὸν στοιχεῖον, αἱ δὲ διάφοροι μορφαὶ αὐτοῦ παρουσιάζουν σημαντικὰς διαφορὰς εἰς τὰς ὑπολοίπους φυσικὰς τῶν ιδιοτήτας (βλ. κατωτέρω).

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Ὁ ἄνθραξ ἔχει 4 ἠλεκτρόνια εἰς τὴν ἑξωτάτην στιβάδα (L), ἐνοῦται δὲ ὁμοιοπολικῶς, ἐμφανίζον τυπικὸν σθένος +4 καὶ

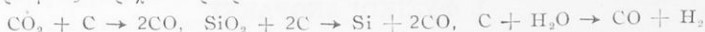
—4. Είναι στοιχείον χημικῶς ἄδρανές, ἐνούμενον ἀπ' εὐθείας μὲ ὀλίγα στοιχεῖα εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν.

I. Ἀντιδράσεις μὲ στοιχεῖα. Διὰ θερμάνσεως εἰς τὸν ἀέρα (ἢ εἰς καθαρὸν O_2) καίεται πρὸς CO_2 , χρησιμοποιοῦμενος ὡς καύσιμον, λόγῳ τοῦ ἀποδιδόμενου σημαντικοῦ ποσοῦ θερμότητος (εἰς περιορισμένον ποσὸν ἀέρος παρέχει CO , *ἀτελής καύσις*). Μὲ τὸ *θεῖον* παρέχει εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν CS_2 καὶ εἰς ἠλεκτρικὴν κᾶμινον ἐνοῦται μὲ τὸ *πυρίτιον* πρὸς CSi . Ἀναφλέγεται εἰς ἀτμόσφαιραν *φθορίου* πρὸς CF_4 . Μὲ τὸ *ὕδρογόνον* παρέχει ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας διαφόρους ὑδρογονάνθρακας.

Μὲ ὠρισμένα μέταλλα σχηματίζει καρβίδια, μερικὰ τῶν ὁποίων δύνανται νὰ σχηματισθοῦν δι' ἀπ' εὐθείας συνθέσεως εἰς λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν (π.χ. τὸ Al_4C_3). Συνήθως ὅμως τὰ καρβίδια λαμβάνονται δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως ἀνθρακος μὲ τὰ ὀξειδία τῶν μετάλλων, π.χ. :



II. Ἀντιδράσεις μὲ χημικὰς ἐνώσεις. Λόγῳ τῆς μεγάλης του τάσεως πρὸς ἔνωσιν μὲ τὸ ὀξυγόνον εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ὁ ἀνθραξ ἀποτελεῖ *ἰσχυρὸν ἀναγωγικὸν μέσον*. Οὔτω **α) Ἀνάγει ὠρισμένα ἀμεταλλοξείδια,** ὡς π.χ. τὸ CO_2 πρὸς CO , τὸ SiO_2 πρὸς Si , τὸ P_2O_5 πρὸς P_4 , διασπᾷ τοὺς ὑδατιμοὺς παρέχον ὑδραέριον :



β) Ἀνάγει πολλὰ μεταλλοξείδια, χρησιμοποιοῦμενος εἰς τὴν μεταλλουργίαν πολλῶν βαρέων μετάλλων :

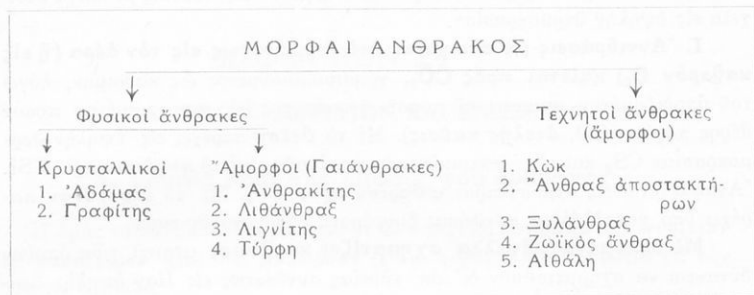


Ἀναλόγως τοῦ εἶδους τῆς ἀναγομένης ἐνώσεως, τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς ποσότητος τοῦ χρησιμοποιουμένου ἀνθρακος, ἐκ τῆς ἀναγωγικῆς δράσεως προκύπτει τελικῶς CO ἢ CO_2 ἢ μίγμα αὐτῶν. (Εἰς περίσσειαν ἀνθρακος, τὸ CO_2 ἀνάγεται ἐν θερμῷ, ἀπουσίᾳ ἀέρος, πρὸς CO).

γ) Ἀνάγει τὸ πυκνὸν - θερμὸν H_2SO_4 πρὸς SO_2 καὶ τὸ πυκνὸν HNO_3 πρὸς NO_2 , ὀξειδούμενος εἰς CO_2 .

5. Χρήσεις. Ὁ ἀνθραξ, ὑπὸ τὰς διαφόρους μορφάς του, εὕρσκει τεραστίας ἐφαρμογὰς. Είναι ἡ κυριώτερα καύσιμος ὕλη, ὡς ἀνθρακίτης, λιθάνθραξ, λιγνίτης, κώκ, ξυλάνθραξ (παρὰ τὴν συνεχῶς ἐπεκτεινομένην χρῆσιν τῶν ὕγρων καυσίμων, δηλαδὴ τῶν πετρελαιοειδῶν). Χρησιμοποιεῖται, ὑπὸ μορφὴν κώκ κυρίως ὡς καύσιμον καὶ ἀναγωγικὸν ὕλικὸν εἰς τὴν μεταλλουργίαν. Ἀπὸ τοὺς λιθάνθρακας παρασκευάζεται τὸ φωταέριον, χρησιμοποιούμενον ὡς καύσιμον, καὶ ἡ λιθανθρακόπισσα, πολύτιμος πρώτη ὕλη εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημικὴν βιομηχανίαν.

Κατωτέρω ἀναφέρονται ἀναλυτικώτερον αἱ ἰδιαίτεραι χρήσεις τῶν διαφόρων μορφῶν ἀνθρακος.



Ο άνθραξ είναι, ως ἐλέγχθη, ἄλλοτροπικὸν στοιχεῖον, ἐμφανιζόμενον ὑπὸ πολλὰς μορφάς, αἱ σπουδαιότεραι τῶν ὁποίων ἀναγράφονται εἰς τὸν ἀνωτέρω πίνακα.

Αἱ κρυσταλλικαὶ μορφαὶ — ἀδάμας καὶ γραφίτης — εἶναι καθαρὸς στοιχειακὸς ἄνθραξ, ἐνῶ οἱ ἀναφερόμενοι ὡς ἄμορφοι ἄνθρακες — φυσικοὶ καὶ τεχνητοὶ — περιέχουν καὶ ἄλλας οὐσίας.

I. ΦΥΣΙΚΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

A. Κρυσταλλικοί. 1. Άδάμας. Ἀπαντᾷ εἰς μικρὰ ποσά, τὰ δὲ σπουδαιότερα ἀδαμαντωρυχεῖα εὐρίσκονται εἰς Νότιον Ἀφρικὴν, Κογκό, Βραζιλίαν, Σιβηρίαν κ.α. Οἱ ἀδάμαντες φέρουν ἀδιαφανὲς γαιῶδες περιβλήμα, ἀφαιρούμενον διὰ κατεργασίας. Ὁ σχηματισμὸς τῶν ἀδαμάντων ἐγένετο ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ὑψηλῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς πίεσεως τῶν ὑπερκειμένων στρωμάτων. Μὲ ἀναλόγους συνθήκας παρεσκευάσθησαν μικροὶ ἀδάμαντες, ἄνευ ἐμπορικῆς ἀξίας, ὑπὸ τοῦ Moissan, διὰ διαλύσεως καθαροῦ ἄνθρακος ἐντὸς τήγματος Fe, καὶ ἀποτόμου ψύξεως ὑπὸ ἰσχυρὰν πίεσιν. Ἀπαντοῦν εἰς ἀχρόους κρυστάλλους τοῦ κυβικοῦ συστήματος (ἐ.β. 3,51), ἰσχυρῶς φωτοθλαστικούς. Ἐνίοτε οἱ ἀδάμαντες ἐμφανίζονται κεχρωσμένοι (κίτρινοι, ἐρυθροί, κυανοί, μέλανες), λόγῳ ἐλαχίστων προσμίξεων μετάλλων. Ἀποτελεῖ τὸ **συμληρότερον ὕλικον** τὸ ὁποῖον ἀπαντᾷ ἐπὶ τῆς γῆς, χαράσσον ὅλα τὰ σώματα καὶ μὴ χαρασσόμενον παρ' οὐδενός. Διὰ τοῦτο ἡ κατεργασία τῶν ἀδαμάντων γίνεται διὰ κόνεως αὐτῶν. Εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Δὲν προσβάλλεται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν ὑπὸ τῶν χημικῶν ἀντιδραστηρίων. Θερμαινόμενος εἰς τὸν ἀέρα (900°) ἢ εἰς καθαρὸν O₂ (800°), καίεται πρὸς CO₂, χωρὶς νὰ καταλείπη ὑπόλειμμα. Χρησιμοποιεῖται κυρίως ὡς πολύτιμος λίθος, μετὰ κατεργασίαν πρὸς αὔξησιν τῶν ἐδρῶν τοῦ κρυστάλλου, διὰ τὸν καλῦτερον σκεδασμὸν τοῦ φωτός. Εἰς τοὺς μικροῦ πάχους, σχηματίζονται ἔδραι ἐπὶ τῆς μᾶς μόνον πλευρᾶς (rosettes), ἐνῶ εἰς τοὺς ὀγκοδεστέρους ἐπὶ ὅλης τῆς ἐπιφανείας (brillants). Τὸ βάρος ἐκφράζεται εἰς καράτια (1 καράτιον = 0,2 gr). Ἀδάμαντες κεχρωσμένοι, κυρίως μέλανες, μὴ

δυνάμενοι να χρησιμοποιηθοῦν ὡς πολύτιμοι λίθοι, χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν κοπὴν ὑάλου, λείανσιν πολυτίμων λίθων, εἰς τὰ γεωτρύπανα κ.λπ.

2. Γραφίτης. Ἀπαντᾷ πολὺ ἀφθονώτερον τοῦ ἀδάμαντος, εἰς Σιβηρίαν, Αὐστρίαν, Βαυαρίαν, Κεϋλάνην, Μαδαγασκάρην κ.α.

Εἶναι μέλας, ἀδιαφανής, μαλακός, μεταλλικῆς λάμψεως, λιπώδους ὕφης, ἀποβάφει ἐπὶ τοῦ χάρτου (ἐ.β. 2,25). Σχηματίζει κρυστάλλους τοῦ ἑξαγωνικοῦ συστήματος καὶ εἶναι καλὸς ἀγωγὸς θερμότητος καὶ ἡλεκτρισμοῦ. Εἶναι λίαν δύστηκτος (σ.τ. 3527°) καὶ ἀνθεκτικὸς ἔναντι χημικῶν ἀντιδραστηρίων. Εἰς τὸν ἀέρα καίεται πρὸς CO_2 (690°). Γραφίτης παρασκευάζεται καὶ συνθετικῶς διὰ θερμάνσεως μίγματος ἄνθρακος καὶ ἄμμου (SiO_2) ἐντὸς ἡλεκτρικῶν καμίνων. (Μέθοδος Acheson).

Χρησιμοποιεῖται εἰς μίγμα μετ' ἄργιλλον πρὸς παρασκευὴν μολυβδοκοκκιδύλων καὶ χωνευτηρίων τῆς μεταλλουργίας. Ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν ἡλεκτροδίων, εἰς τὴν γαλβανοπλαστικὴν, πρὸς στίλβωσιν τῆς πυρίτιδος, πρὸς λίπανσιν τῶν μηχανῶν ἀναμειγμένος μετ' ὀρυκτέλαιον κ.α.

Β. Γιαίνθρακες. (Ἄμορφοι). Ἐσχηματίσθησαν ἐκ τῆς χλωρίδος παλαιῶν γεωλογικῶν περιόδων, ἡ ὁποία κατεπλακώθη ἐντὸς τοῦ ἐδάφους, ὅπου ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ὑψηλῆς θερμοκρασίας, ἰσχυρᾶ πίεσεως καὶ ἀναεροβίων μικροοργανισμῶν, ἐπῆλθε βαθμιαίως ἀπανθράκωσις αὐτῆς, δι' ἀπομακρύνσεως πτητικῶν συστατικῶν. Οἱ γιαίνθρακες λοιπὸν δὲν εἶναι καθαρὸς C, ἀλλὰ περιέχουν πλουσίας εἰς ἄνθρακα ἐνώσεις μετ' H, O, N καὶ S. Εἰς τοὺς γιαίνθρακας περιέχονται ἐπίσης καὶ ἀνόργανοι ὕλοι.

Ἀναλόγως τοῦ βαθμοῦ ἀπανθράκωσεως (ἐξαρτωμένης ἐκ τῆς ἡλικίας τοῦ πετρώματος), διακρίνομεν τὰ διάφορα εἶδη γιαινθράκων. Τὰ ἀναφερόμενα ποσὰ θερμότητος ἀφοροῦν ξηρὰ καὶ ἀνευ τέφρας ὕλικά.

1. Ἀνθρακίτης. Εἶναι ὁ πλουσιώτερος εἰς ἄνθρακα γιαίνθραξ (90 - 95%) μετ' μικρὰ ποσὰ H, O καὶ N. Εἶναι μέλας, μεταλλικῆς λάμψεως, ἀνάπτεται δυσκόλως, ἀλλὰ ἐν συνεχείᾳ καίεται ζωηρῶς, ἀποδίδων μεγάλα ποσὰ θερμότητος (8 - 9000 Kcal ἀνὰ Kgr), χρησιμοποιεῖται δὲ ὡς καύσιμον.

2. Λιθάνθραξ. Ἔχει μικροτέραν περιεκτικότητα εἰς ἄνθρακα (75-90%) καὶ μεγαλυτέραν εἰς H, O, N τοῦ ἀνθρακίτου. Εἶναι ἐπίσης μέλας, μεταλλικῆς λάμψεως. Κατὰ τὴν καύσιν ἀποδίδει 7,5-8000 Kcal ἀνὰ Kgr.

Οἱ λιθάνθρακες διακρίνονται:

α) Εἰς ἰσχνούς, οἱ ὁποῖοι κατὰ τὴν θέρμανσιν ἀπουσίᾳ ἀέρος (*ξηρὰ ἀπόσταξις*), παρέχουν μικρὸν ποσὸν ἀερίων καὶ κῶκ μὴ συμπαγές, ἀκατάλληλον διὰ τὴν μεταλλουργίαν (ὁ ἀνθρακίτης ἀποτελεῖ εἰς τὴν οὐσίαν τὸ ἰσχνότατον εἶδος λιθάνθρακος). Χρησιμοποιοῦνται ὡς καύσιμα.

β) Εἰς παχεῖς, οἱ ὁποῖοι παρέχουν κατὰ τὴν θέρμανσιν ἀπουσίᾳ ἀέρος σημαντικὸν ποσὸν ἀερίων καὶ κῶκ συμπαγές, κατάλληλον διὰ τὴν μεταλλουργίαν. Χρησιμοποιοῦνται πρὸς παρασκευὴν κῶκ καὶ φωταερίου.

3. Λιγνίτης. Περιέχει 60 - 70% ἄνθρακα καὶ σημαντικὰ ποσὰ H, O (κυρίως) καὶ N. Ἀποδίδει κατὰ τὴν καύσιν 6 - 7000 Kcal ἀνὰ Kgr. Κατὰ τὴν καύσιν του καταλίπει σημαντικὸν ποσὸν τέφρας, διὰ τοῦτο ἀπαιτοῦνται

είδικαι έσχαρά δια την καθΐν του. Είναι καστανός έως μέλας, προϊόν νεω-
τέρας γεωλογικής περιόδου. Είς την Ελλάδα απαντοΐν σημαντικά κοιτάσμα-
τα λιγνίτου (Άλιβερίον, Πτολεμαΐς, Ώρωπός, Σέρραι, Μεγαλόπολις κ. α.).

4. Τύρφη (ποάνθραξ). Είναι προϊόν της συγχρόνου γεωλογικής περιό-
δου, σχηματιζομένη εκ της ύλης των φυτών έλών και λιμνών, τη επιδράσει
μικροοργανισμών. Συγκροτεί μεγάλη ποσά ύδαιος. Τό ξηρόν και άνεν τέφρας
ύλικόν περιέχει 50-60% C και αποδίδει 5-5.500 Kcal ανά Kgr. Χρησι-
μοποιείται επιτοπίως ως καύσιμον.

II. ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

1. Κώκ (όπτάνθραξ). Είναι τό υπόλειμμα της ξηράς αποστάξεως των
λιθανθράκων. Η ξηρά απόσταξις των παχέων λιθανθράκων αποσκοπεί είτε
εις την παραγωγήν φωταερίου, όποτε τό κώκ αποτελεί παραπροϊόν, χρησι-
μοποιούμενον ως καύσιμον, είτε εις την παραγωγήν εκλεκτής ποιότητος κώκ
πρός χρήσιν εις την μεταλλουργίαν (μεταλλουργικόν κώκ), όποτε τό φωταέ-
ριον και όρισμένα άλλα ύλαι λαμβάνονται ως παραπροϊόντα. Τό μεταλλουρ-
γικόν κώκ περιέχει 94-96 % άνθρακα. Χρησιμοποιείται εις την μεταλλουρ-
γίαν (Fe, Pb, Ni, Cu, Sn κ.λ.π.), εις τας καμίνας βιομηχανίας τσιμέντου κ.α.

2. "Ανθραξ άποστακτήρων. Λαμβάνεται εκ των τοιχωμάτων των άπο-
στακτιών συσκευών των λιθανθράκων, προερχόμενος εκ της διασπάσεως
άνθρακούχων αερίων προϊόντων, κατά την επαφήν με τα διάτρυρα τοιχώμα-
τα. Όμοιάζει έξωτερικώς με τον γραφίτην, είναι συμπαγής και σκληρός, κα-
λός άγωγός θερμότητος και ήλεκτρισμού. Χρησιμοποιείται δια κατασκευήν
ήλεκτροδίων.

3. Ξυλάνθραξ. Παράγεται δια θερμάνσεως των ξύλων, άπουσία αέρος.
Τούτο γίνεται είτε δια σχηματισμού σωροΐ και έπικαλύψεως με χΐμα, άφιε-
μένων όπών προς κυκλοφορίαν περιορισμένου ποσού αέρος, όποτε καίεται
μέρος των ξύλων, απανθρακούμενων των λοιπών, είτε δια θερμάνσεως εις
κλειστά δοχεία, όποτε λαμβάνονται και πολύτιμα παραπροϊόντα (ξύλόπισσα,
όξικόν όξύ, μεθυλική αλκοόλη, άκετόνη). Έχει την ύφήν του ξύλου, είναι
πορώδης και έχει την ιδιότητα να απορροφά αέρια και διαλελυμένας ύλας
(χρωστικας κ.α.). Χρησιμοποιείται ως καύσιμον κυρίως, αλλά και ως άπο-
χρωστικόν και άποσμητικόν μέσον (είδικως παρσκευασμένος *ένεργός άνθραξ*).

4. Ζωϊκός άνθραξ. Διακρίνεται εις όστεάνθρακα, αίματάνθρακα κ.λ.π.,
ανάλόγως της προελεύσεως αυτού. Λαμβάνονται δια θερμάνσεως, έντός κλει-
στών δοχείων, των αντίστοιχων ούσιών, περιέχουν δε σχετικώς μικρόν πο-
σοστόν άνθρακος (ό όστεάνθραξ περιέχει έως 90% άνοργάνους ύλας, κυρίως
Ca₃(PO₄)₂). Χρησιμοποιείται ως άποσμητικόν, κυρίως δε ως άποχρωστικόν
μέσον.

5. Αίθάλη (κ. φοΐμο). Λαμβάνεται δι' άτελοΐς καύσεως πλουσίων εις
άνθρακα όργανικών ούσιών. Χρησιμοποιείται προς παρασκευήν σινικής και

τυπογραφικῆς μελάνης, βερνικίων, χρωμάτων, πρὸς πλήρωσιν καὶ αἵξησιν τῆς σκληρότητος τοῦ καουτσούκ κ.α.

3. ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ CO

1. Προέλευσις. Δὲν ἀπαντᾷ εἰς τὴν φύσιν. Σχηματίζεται κατὰ τὴν ἀτελῆ καύσιν ἀνθρακος ($2C + O_2 \rightarrow 2CO$) ἢ ὀργανικῶν οὐσιῶν. Περιέχεται εἰς τὸ φωταέριον, σχηματιζόμενον κατὰ τὴν ξηρὰν ἀπόσταξιν τῶν λιθανθράκων.

2. Παρασκευή. Α. Βιομηχανικῶς. 1. Δι' ἀναγωγῆς CO_2 με διαπύρρουν ἀνθρακος: $C + CO_2 \rightarrow 2CO$.

2. Ὡς συστατικὸν τοῦ *ὕδραερίου*, σχηματίζεται κατὰ τὴν διαβίβασιν ὑδρατμῶν εἰς διάπυρρον ἀνθρακα: $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$.

Β. Ἑργαστηριακῶς καθαρὸν CO λαμβάνεται διὰ θερμάνσεως μυρμηκικοῦ ($HCOOH$) ἢ ὀξαλικοῦ ($C_2O_4H_2$) ὀξέος με πυκνὸν H_2SO_4 , τὸ ὁποῖον δρᾷ ὡς ἀφυδατικόν:



Τὸ εἰς τὴν δευτέραν ἀντίδρασιν παραγόμενον ἀέριον μίγμα διαβιβάζεται εἰς διάλυμα KOH ἢ NaOH, πρὸς συγκράτησιν τοῦ CO_2 .

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον, ἄγευστον, ἐλάχιστον ἐλαφρότερον τοῦ ἀέρος ($d = 28/29$). Ὑγροποιεῖται δυσκόλως καὶ διαλύεται πολὺ ὀλίγον εἰς ὕδωρ.

4. Φυσιολογικὴ δράσις. Ἀποτελεῖ ἰσχυρότατον δηλητήριον, δυνάμενον νὰ προκαλέσῃ τὸν θάνατον, ἀκόμη καὶ ὅταν περιέχεται εἰς τὸν εἰσπνεόμενον ἀέρα εἰς πολὺ μικρὰν ἀναλογίαν. Ἡ δηλητηριώδης του δράσις ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ἐνοῦται μετὰ τὴν αἰμοσφαιρίνην τοῦ αἵματος πρὸς σταθερὰν ἔνωσιν, τὴν *ἀνθρακοξυαιμοσφαιρίνην*, ἐμποδιζομένης οὕτω τῆς μεταφορᾶς O_2 ὑπὸ τοῦ αἵματος, πρὸς ἐπιτέλεισιν τῶν καύσεων διὰ τῶν ὁποίων συντηρεῖται ἡ ζωὴ. Ἡ δηλητηρίασις ἐκδηλοῦται ἀρχικῶς ὡς ζάλη, κεφαλαλγία καὶ τάσις πρὸς ἔμετόν καὶ ἐν συνεχείᾳ ἀναισθησία. Εἰς περιπτώσεις δηλητηριάσεων ἀπὸ CO ἐπιβάλλεται μεταφορὰ εἰς καθαρὸν ἀέρα ἢ χορήγησις O_2 καὶ τεχνητὴ ἀναπνοή.

Τὸ CO εἶναι ἐξαιρετικῶς ἐπικίνδυνον δηλητήριον ἐπειδὴ ὡς ἄχρουν, ἄοσμον καὶ ἄγευστον δὲν γίνεται ἀντιληπτὸν εἰς τὸν ἀέρα. Εἰς αὐτὸ ὀφείλονται αἱ δηλητηριάσεις ἀπὸ φωταέριον, τὰ μαγγάλια, τὰς θερμάστρας καὶ τὰ καυσάεiria τῶν μηχανῶν ἐσωτερικῆς καύσεως.

5. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι οὐδέτερον ὀξεῖδιον, συμπεριφέρεται δὲ ὡς ἀκόρεστος ἔνωσις, παρέχον προΐοντα προσθήκης.

1. Θερμαινόμενον εἰς τὸν ἀέρα (ἢ εἰς O_2) καίεται πρὸς CO_2 :



2. Εἶναι ἰσχυρὸν ἀναγωγικόν, λόγῳ τῆς μεγάλης τάσεως πρὸς ἔνωσιν μετὰ τὸ ὀξυγόνον. Οὕτω ἀνάγει πολλὰ μεταλλοξείδια, χρησιμοποιούμενον εἰς τὴν μεταλλουργίαν:



Διασπᾶ επίσης τοὺς ὕδατμοὺς εἰς λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν (κυρίως παρουσίᾳ καταλυτῶν):



3. Παρέχει προϊόντα προσθήκης με Cl_2 καὶ S .



4. **Ένοῦται με ὠρίσμένα μέταλλα, παρέχον μεταλλοκαρβονύλια**, π.χ. $\text{Ni}(\text{CO})_4$ (τετρακαρβονύλιον τοῦ νικελίου).

5. **Με H_2 (ὕδραέριον)** παρέχει διάφορα ὀργανικὰ προϊόντα (CH_4 , CH_3OH , συνθετικὴν βενζίνη), ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν.

6. Παρὰ τὸ ὅτι εἶναι οὐδέτερον ὀξειδίου, ἀντιδρᾷ ὑπὸ πίεσιν με στερεόν-θερμαινόμενον NaOH ἢ KOH , παρέχον ἅλατα τοῦ μυρμηκικοῦ ὀξέος, τοῦ ὁποίου τυπικῶς ἀποτελεῖ τὸν ἀνυδρίτην:



6. **Χρήσεις.** Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀναγωγικὸν εἰς τὴν μεταλλουργίαν, διὰ τὴν παρασκευὴν βενζίνης, CH_4 , CH_3OH καὶ ὡς καύσιμον, κυρίως ὡς συστατικὸν διαφόρων καυσίμων ἀερίων μιγμάτων, ὡς τὸ φωταέριον τὸ ὕδραέριον καὶ τὸ ἀνθρακαέριον.

7. **Καύσιμα ἄερια μίγματα.** 1. **Φωταέριον.** Λαμβάνεται κατὰ τὴν ξηρὰν ἀπόσταξιν τῶν λιθανθράκων καὶ περιέχει H_2 , CH_4 , περίπου 8% CO καὶ μικρότερα ποσὰ ἄλλων συστατικῶν.

2. **Υδραέριον ἢ ὕδαταέριον** (σελ. 160). Συνίσταται κυρίως ἀπὸ H_2 καὶ CO , μεὶ ὀλίγον CO_2 .

3. **Ἀνθρακαέριον.** Παρασκευάζεται ἐντὸς εἰδικῶν ἀεριογόνων συσκευῶν (gazogènes) διὰ διαβίβάσεως ρεύματος ἀέρος μέσφ διαπύρων ἀνθράκων. Περιέχει N_2 (~60%), CO (~25%) καὶ μικρὰ ποσὰ CO_2 , H_2 , CH_4 . Καλεῖται καὶ **πτωχὸν ἄεριον**, λόγφ τῆς μικρᾶς του θερμαντικῆς ἰκανότητος.

4. **Μικτὸν ἄεριον.** Εἶναι μίγμα ὕδραερίου καὶ ἀνθρακαερίου, λαμβανόμενον διὰ διαδοχικῆς ἐπιδράσεως ὕδατμῶν καὶ ἀέρος ἐπὶ διαπύρων ἀνθράκων. Περιέχει περίπου 50% N_2 , 30% CO , 15% H_2 καὶ 5% CO_2 .

4. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ CO_2

1. **Προέλευσις.** Ἀπαντᾷ ἐλεύθερον εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, εἰς ἀναλογίαν περίπου 0,03% κατ' ὄγκον. Ἀναφυσᾷται ἐκ ρωγμῶν τοῦ ἐδάφους, πλησίον ἡφαιστείων, περιέχεται δὲ διαλελυμένον ἐντὸς τῶν φυσικῶν ὑδάτων, περισσότερον τῶν λαματικῶν πηγῶν. Σχηματίζεται κατὰ τὴν πλήρη καύσιν ἀνθράκων καὶ ὀργανικῶν οὐσιῶν, κατὰ τὴν ἐκπνοὴν τῶν ζώων καὶ φυτῶν, ὡς προϊόν ζυμώσεων, ὡς καὶ κατὰ τὴν σήψιν ὀργανικῶν οὐσιῶν. Ἦνωμένον ἀπαντᾷ εἰς ἀνθρακικὰ ἅλατα, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν ἐντεταμένα πετρώματα. Σπουδαιότερα τούτων εἶναι τὸ CaCO_3 (ἀσβεστόλιθος, ἀσβεστίτης, μάρμαρον, κιμωλία κ.α.), τὸ MgCO_3 (μαγνητίτης), τὸ διπλοῦν ἅλας $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ (δολομίτης) κ.α.

2. Παρασκευή. Α. Βιομηχανικῶς. 1. **Διὰ πυρώσεως ἀνθρακικῶν ἀλάτων,** κυρίως ἀσβεστολίθου ἐντὸς ἀσβεστοκαμίνου (ὡς παραπροϊὸν τῆς βιομηχανίας ἀσβέστου): $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$.

2. **Ὡς παραπροϊὸν τῆς ἀλκοολικῆς ζυμώσεως:**



3. **Διὰ τῆς πλήρους καύσεως τοῦ ἄνθρακος:** $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$.

Περιέχεται οὕτω εἰς τὰ καυσάτρια θερμικῶν ἐγκαταστάσεων καὶ διαχωρίζεται καταλλήλως τῶν ὑπολοίπων συστατικῶν (N_2 κ.λ.π.).

Β. Ἐργαστηριακῶς λαμβάνεται δι' ἐπιδράσεως ὀξέος ἐπὶ ἀνθρακικοῦ ἁλάτος:

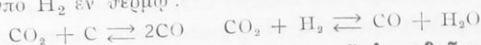


3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἄεριον ἄχρουν, ἀσθενῶς δηκτικῆς ὁσμῆς, ὑποξίνου γεύσεως, βαρύτερον τοῦ ἀέρος. Διαλύεται ἀρκετὰ εἰς ὕδωρ, εἰς τὸ ὁποῖον προσδίδει εὐάεστον ἀναφυκτικὴν γεῦσιν. **Τὰ ἀφρώδη ποτὰ** περιέχουν σημαντικὸν ποσὸν CO_2 ὑπὸ πίεσιν, μέρος τοῦ ὁποῖου ἐκφεύγει εἰς συνήθη πίεσιν καὶ προκαλεῖ τὸν ἀφρισμὸν. Ὑδωρ κεκορεσμένον εἰς CO_2 καλεῖται **ὑδωρ τοῦ Seltz**. Τὸ CO_2 ὑδροποιεῖται διὰ πίεσεως (χρίσιμος θερμοκρασία 31,1°), φέρεται δὲ ὑδροποιημένον ἐντὸς χαλυβδίνων φιαλῶν. Ἐὰν ἀνοίξωμεν ἀποτόμως τὴν στρόφιγγα, μέρος τοῦ ὑγροῦ CO_2 ἐξατμίζεται ταχέως, καὶ τὸ ὑπόλοιπον, ψυχρόμενον ἰσχυρῶς, στερεοποιεῖται πρὸς χιονώδη μάζαν, ἡ ὁποία χρησιμοποιεῖται ὡς ψυκτικὸν ὅμως εἰς μεγάλην ἀναλογία.

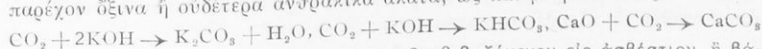
Τὸ CO_2 δὲν εἶναι δηλητηριώδες, δυνάμενον νὰ προκαλέσῃ καὶ τὸν θάνατον.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Εἶναι ἔνωσις σταθερά, δυσκολώτατα διασπώμενη.

2. **Δὲν καίεται, οὔτε διατηρεῖ τὴν καῦσιν.** Μόνον πολὺ δραστικὰ μέταλλα (K, Na, Mg) ἀναφλεγόμενα, συνεχίζουσιν νὰ καίονται εἰς ἀτμόσφαιραν CO_2 (π.χ.: $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{C}$). Ἀνάγεται πρὸς CO ὑπὸ διαπύρου ἀνθρακος καὶ ὑπὸ H_2 ἐν θερμῷ:



3. **Εἶναι ὀξινον ὀξειδίου, ἀνυδρίτης τοῦ ἀσταθοῦς καὶ ἀσθενοῦς διβασικοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος H_2CO_3 .** Οὕτω τὸ CO_2 ἀντιδρᾷ μὲ βάσεις, παρέχον ὄξινα ἢ οὐδέτερα ἀνθρακικὰ ἅλατα, ὡς καὶ μὲ βασικὰ ὀξείδια.



5. **Ἀνίχνευσις.** Τὸ CO_2 ἀνιχνεύεται διαβιβαζόμενον εἰς ἀσβέστιον ἢ βάριον ὕδωρ [διάλυμα $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ἢ $\text{Ba}(\text{OH})_2$], ὅποτε τὸ διάλυμα θολοῦται ὑπὸ τοῦ σχηματιζομένου ἀδιαλύτου ἀνθρακικοῦ ἁλάτος:



6. **Χρήσεις.** Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν ἀφρωδῶν ποτῶν, ἀνθρακικῶν ἀλάτων καὶ κυρίως Na_2CO_3 (σόδας), πρὸς κατάσβεσιν πυρκαϊῶν κλπ. (Οἱ κοινοὶ πυροσβεστήρες περιέχουν διάλυμα NaHCO_3 καὶ φιάλην H_2SO_4 . Κατὰ τὴν χρῆσιν θραύεται ἡ φιάλη τοῦ H_2SO_4 , τὸ ὁποῖον ἀντιδρᾷ μὲ τὸ NaHCO_3 , ἐκλυομένον CO_2).

Ὡς ξηρὸς πάγος χρησιμοποιεῖται ὡς ψυκτικὸν μέσον, πλεονεκτεῖ δὲ τοῦ κοινοῦ πάγου διότι προκαλεῖ πολὺν χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν καὶ δὲν ἀφήνει ὑπόλειμμα, πληρεῖ δὲ τὸν χώρον τοῦ ψυγείου ἐξαερούμενον καὶ οὕτω ἐμποδίζει τὴν ἀνάπτυξιν μικροοργανισμῶν.

7. Σημασία τοῦ CO_2 τῆς ἀτμοσφαίρας. Φωτοσύνθεσις—κύκλος τοῦ ἄνθρακος. Ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος εἰς CO_2 διατηρεῖται πρακτικῶς σταθερά, διότι ὑπάρχει ἰσορροπία μεταξὺ τῶν φαινομένων κατὰ τὰ ὅποια δεσμεύεται CO_2 ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ ἐκείνων διὰ τῶν ὁποίων ἀποδίδεται εἰς αὐτὴν CO_2 .

Α. Δέσμευσις CO_2 ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας. 1. Διὰ τῆς φωτοσυνθέσεως (ἢ ἀφομοιώσεως). Εἶναι ἡ ὑπὸ τῶν φυτῶν σύνθεσις ὑδατανθράκων ἀπὸ τοῦ CO_2 τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ ὕδωρ, ἀποδιδόμενου O_2 εἰς τὸν ἀέρα. Τὸ φαινόμενον ἐπιτελεῖται εἰς τὰ πράσινα μέρη τῶν φυτῶν, μετὰ τὴν καταλυτικὴν δράσιν τῆς χλωροφύλλης καὶ τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἡλιακοῦ φωτός. Ἐκ τῶν ὑδατανθράκων σχηματίζονται ἀκολουθῶς ὅλα αἱ ἄλλαι ὀργανικαὶ φυτικά ὕλη, διὰ τῶν φυτῶν δὲ τρέφονται τὰ φυτοφάγα ζῶα καὶ ἐξ αὐτῶν τὰ σαρκοφάγα. Οὕτω ὁ ἄνθραξ τῆς ζώσης ὕλης γενικῶς ἔχει ὡς πρωταρχικὴν προέλευσιν τὸ CO_2 τῆς ἀτμοσφαίρας.

2. Ἐκ τοῦ ἀέρος CO_2 διαλύεται εἰς τὰ φυσικὰ ὕδατα, ἐξ αὐτοῦ δὲ σχηματίζεται τὸ CaCO_3 τοῦ κελύφους ὑδροβίων ὀργανισμῶν, ἐκ τοῦ ὁποίου τελικῶς σχηματίζονται ἀσβεστολιθικά πετρώματα.

Β. Ἐμπλουτισμὸς τῆς ἀτμοσφαίρας εἰς CO_2 . 1. Διὰ τῆς ἀναπνοῆς τῶν ζώωντων ὀργανισμῶν δεσμεύεται O_2 ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ ἀποδίδεται CO_2 . **2. Διὰ τῆς καύσεως ἄνθρακος** (προερχομένου ἐκ τῶν φυτῶν) καὶ ἄλλων ὀργανικῶν οὐσιῶν δεσμεύεται ὁμοίως O_2 καὶ ἀποδίδεται CO_2 . **3. Διὰ τῆς σήψεως** τοῦ σώματος ζώων καὶ φυτῶν παράγεται ἐπίσης CO_2 .

5. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΟΕΥ—ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΑΛΑΤΑ

Α. Ἀνθρακικὸν ὀξύ: Τὸ διάλυμα CO_2 εἰς ὕδωρ ἐμφανίζει ἀσθενὸς ὀξίνους ιδιότητας, φειλομένης εἰς τὸ σχηματιζόμενον, διὰ συνενώσεως μικροῦ μέρους τῶν διαλελυμένων μορίων CO_2 μετὰ ὕδωρ, **ἀνθρακικὸν ὀξύ H_2CO_3 .** Τὸ ὀξύ τοῦτο εἶναι λίαν ἀσταθές, διασπώμενον δι' ἐλαφροῦς θερμάνσεως πρὸς CO_2 καὶ ὕδωρ. Διὰ τοῦτο εἶναι γνωστὸν μόνον εἰς ὑδατικὸν διάλυμα, μὴ ἀπομονωθὲν εἰς ἐλευθέραν κατάστασιν:



Εἶναι ἀσθενέστατον διαβασικὸν ὀξύ, τοῦ ὁποίου εἶναι γνωστὰ δύο σειραὶ ἀλάτων, ὧς καὶ οὐδέτερα ἀνθρακικά ἄλατα.

Β. Ἀνθρακικά ἄλατα. 1. Παρασκευάζονται διὰ βριαβιάσεως CO_2 εἰς διαλύματα βάσεων:

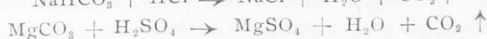
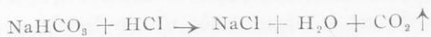


2. Τὰ οὐδέτερα ἀνθρακικά ἄλατα, δι' ἐπιδράσεως CO_2 ἐν ψυχρῷ, παρουσίᾳ ὕδατος, μετατρέπονται εἰς ὧς:



Ούτω έσχηματίσθησαν τὰ εἰς τὸ ὕδωρ περιεχόμενα δξίνα άνθρακικά ἄλα-
τα (παροδική σκληρότης).

3. Τὰ άνθρακικά ἄλατα, (ὄξίνα καὶ οὐδέτερα), δι' ἐπιδράσεως ὀξέων
παυέχουν CO_2 .



4. Θερμική διάσπασις άνθρακικῶν ἁλάτων. α) Οὐδέτερα. Διασπῶν-
ται διὰ θερμάνσεως (πυρώσεως) εἰς ὀξεῖδια μετάλλων καὶ CO_2 , **πλὴν Na_2CO_3**
καὶ K_2CO_3 , τὰ ὁποῖα τήκονται χωρὶς νὰ διασπασθοῦν :



(Ἐὰν τὸ ὀξεῖδιον εἶναι ἄσταθές, λαμβάνεται μέταλλον καὶ O_2).

β) Ὅξινα. Διασπῶνται διὰ θερμάνσεως (ἀκόμη καὶ εἰς διάλυμα) πρὸς
οὐδέτερα, CO_2 καὶ H_2O :



Εἰς τὴν τελευταίαν ἀντίδρασιν ὀφείλεται ὁ σχηματισμός τῶν λεβητολί-
θων, ἐκ τῆς παροδικῆς σκληρότητος τοῦ ὕδατος.

Δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως (πυρώσεως) τὰ ἀρχικῶς σχηματισθέντα οὐδέτε-
ρα ἄλατα διασπῶνται περαιτέρω εἰς ὀξεῖδια μετάλλων καὶ CO_2 (πλὴν Na_2CO_3 ,
 K_2CO_3). Οὕτω ἡ συνολικὴ ἀντίδρασις τῆς ἰσχυρᾶς θερμάνσεως $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ θὰ
εἶναι :



6. ΠΥΡΙΤΙΟΝ

Σύμβολον : Si. **Ἄτ. ἀρ. :** 14. **AB :** 28,06. **Σθένος :** +4, -4.

1. Προέλευσις. Εἶναι μετὰ τὸ ὀξυγόνον, τὸ πλέον διαδεδομένον στοι-
χεῖον εἰς τὸν φλοιὸν τῆς Γῆς (26,03 %). Ἀπαντᾷ πάντοτε ἠνωμένον, κυ-
ρίως ὑπὸ μορφήν SiO_2 καὶ τῶν ἐξ αὐτοῦ προερχομένων πολυσυνθέτων πυ-
ριτικῶν ἁλάτων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦν ἐκτεταμένα πετρώματα (γρανίτης, σχι-
στολίθος, μαρμαρυγίας, γυνέσιος, βασάλτης κ.α.). Τὸ SiO_2 ἀπαντᾷ καὶ εἰς
τὸν ὀργανικὸν κόσμον (στάξεις δημητριακῶν, κάλαιοι, πτερά κλπ.).

2. Παρασκευή. Α. Βιομηχανικῶς παρασκευάζεται (ὡς κρυσταλλικόν)
διὰ θερμάνσεως SiO_2 (ἄμμου) μὲ κώκ, ἐντὸς ἡλεκτρικῆς καμίνου :



Χρησιμοποιεῖται περίσσεια SiO_2 , ἄλλως σχηματίζεται άνθρακοπυρί-
τιον CSi .

Β. Εἰς μικρὰ ποσὰ λαμβάνεται (ὡς ἄμορφον πυρίτιον) δι' ἀναγωγῆς
 SiO_2 ὑπὸ Mg ἢ Al ἐν θερμῷ :



3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι στερεὸν δύστηκτον, ἀδιάλυτον εἰς ὕδωρ
διαλυόμενον εἰς τετηγμένα μέταλλα. Ἀπαντᾷ ὑπὸ δύο μορφάς, ὡς ἄμορφον
καὶ ὡς κρυσταλλικόν. **Τὸ ἄμορφον** εἶναι καστανόχρουνός κόνης. **Τὸ κρυσταλ-**

λικόν είναι μολυβδόχρουν, μεταλλικῆς λάμψεως καὶ σκληρόν, χαράσσει τὴν ὕalon. Ἐμφανίζει μικρὰν ἡλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα (ἐνῶ τὸ ἄμορφον εἶναι κακὸς ἀγωγός).

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Φέρει 4 ἡλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα (M), ἐνοῦται δὲ ὁμοιοπολικῶς, ἐμφανίζον τυπικὰ σθένη +4 καὶ -4. Εἶναι ἀδρανὲς στοιχεῖον, ὥς καὶ ὁ ἄνθραξ, πρὸς τὸν ὁποῖον ἐμφανίζει σημαντικὰς ὁμοιότητας

I. Ἀντιδράσεις μὲ στοιχεῖα. Εἰς τὸν **ἀέρα ἢ καθαρόν O_2** καίεται μόνον ἐπιφανειακῶς, καλυπτόμενον ἀπὸ προστατευτικὸν στρώμα SiO_2 . **Μὲ φθόριο** ἀναφλέγεται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν πρὸς SiF_4 καὶ **μὲ χλώριο** ἐν θερμῷ πρὸς $SiCl_4$. Ἐνοῦται **μὲ ἄνθρακα** εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἡλεκτρικῆς καμίνου πρὸς ἀνθρακοπυρίτιον SiC (Carborundum). **Μὲ ὕδρογονον** ἐνοῦται ἐμμέσως, παρέχον ἐνώσεις ἀναλόγους μὲ τοὺς ὕδρογονάνθρακας. Ἐνοῦται ἐπίσης μὲ ὠρισμένα μέταλλα.

II. Ἀντιδράσεις μὲ ἐνώσεις. Δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τῶν ὀξέων, διαλυόμενον μόνον **εἰς ὕδροφθορικὸν ὀξύ** ($Si + 4HF \rightarrow SiF_4 + 2H_2$), $Si + 6HF \rightarrow H_2SiF_6 + 2H_2$) ἢ εἰς **μῖγμα HNO_3 καὶ HF** .

Διαλύεται ἐνκόλως εἰς πυκνὰ διαλύματα καυστικῶν ἀλκαλίων:



Ἐρυθροπυρούμενον ἀντιδρᾷ βραδέως μὲ ὕδατμούς:



5. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν κραμάτων, κυρίως μὲ σίδηρον (σιδηροπυρίτιον), τὰ ὅποια εἶναι ἀπρόσβλητα ὑπὸ τῶν ὀξέων καὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ κατασκευὴν δοχείων πρὸς μεταφορὰν καὶ ἀποθήκευσιν ὀξέων. Τὸ ἀνθρακοπυρίτιον (Carborundum) χρησιμοποιεῖται ὡς λειαντικὸν μέσον, λόγῳ τῆς σκληρότητός του. Ἐνώσεις αὐτοῦ μετ' ὀργανικῶν ριζῶν, αἱ καλούμεναι **σιλικόναι**, εὐρίσκουν σήμερον εὐρείας ἐφαρμογὰς.

7. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ SiO_2

1. Προέλευσις. Εἶναι ἡ σπουδαιότερα καὶ περισσότερον διαδεδομένη ἔνωσις τοῦ πυρίτιου, ἀπαντᾷ δὲ εἰς τὴν φύσιν ὑπὸ πολλὰς μορφάς.

Ὡς **κρυσταλλικόν** ἀποτελεῖ τὸν **χαλαζιαν**. Καθαρὸς χαλαζίας ὑπὸ μορφὴν μεγάλων ἀχρῶν διαφανῶν κρυστάλλων ἀποτελεῖ τὴν **δρεῖαν κρύσταλλον**, μὲ μικρὰ δὲ ποσὰ προσμίξεων ἐμφανίζεται κεχρωσμένος, ὥς ὁ ἰώδης **ἀμέθυστος**, ὁ κίτρινος **κιτρινῆς**, ὁ **καπνίας** κ.λ.π. Ἀκάθαρτος χαλαζίας (κυρίως μὲ πρόσμιξιν ὀξειδίου σιδήρου), εἰς μικρὰ ἀκανόνιστα τεμάχια, ἀποτελεῖ τὴν **ἄμμον**.

Ὡς **ἄμορφον** ἀποτελεῖ τὸν **ὀπάλλιον** καὶ τὴν **γῆν διατόμων** (ἀπολίθωματα ἐκ τῶν κελυφῶν μικροοργανισμῶν, τῶν διατόμων). Ἄλλαι μορφαὶ εἶναι ὁ **ἀχάτης**, ὁ **χαλκηδόνιος**, ὁ **ἱάσπις**, ὁ **πυρόλιθος** κλπ. Τὸ SiO_2 ἀπαντᾷ καὶ εἰς τὸν ὀργανικὸν κόσμον (στάχεις δημητριακῶν, κάλαμοι, πτερο-

κλπ.). Τέλος απαντᾷ ἠνωμένον εἰς τὰ ἀφθόως διαδεδομένα πυριτικά πετρώματα.

2. Παρασκευή. Καθαρὸν SiO_2 λαμβάνεται δι' ἐπιδράσεως ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος εἰς διάλυμα πυριτικοῦ ἁλατος:

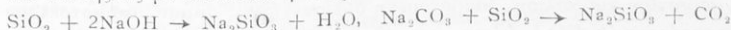


3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι στερεὸν λίαν σκληρόν, ἀδιάλυτον εἰς ὕδωρ, δύστηκτον (σ.τ. 1710⁹), μετατρεπόμενον πρὸ τῆς τήξεως εἰς πλαστικὴν ὑαλώδη μᾶζαν (πυριτία ὑαλος, Quarz).

4. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. **Εἶναι ἔνωσης σταθερωτάτη.** 2. Ἐκ τῶν ὀξέων προσβάλλεται μόνον *ὑπὸ τοῦ ὕδροφθορικοῦ*:



3. **Εἶναι ὀξιγον ὀξειδιον**, ἀποτελεῖ δὲ τὸν κοινὸν ἀνυδρίτην πολλῶν πυριτικῶν ὀξέων, τὰ ὅποια εἶναι γνωστὰ ὑπὸ μορφὴν ἁλάτων. Εἰς τὰς συνήθεις τοῦ ἀντιδράσεως παρέχει ἅλατα τοῦ ὀξέος H_2SiO_3 (μεταπυριτικὸν ὀξύ). Οὕτω ἀντιδρᾷ ἐν θερμῇ μὲ πυκνὰ διαλύματα καυστικῶν ἀλκαλίων, ὥς καὶ διὰ συντήξεως μὲ καυστικά ἢ ἀνθρακικά ἀλκάλια καὶ μὲ βασικά ὀξειδια:



Εἰς τὴν φύσιν ἀπαντοῦν κυρίως πολυπυριτικά ἅλατα.

4. **Ἀνάγεται** εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ὑπὸ ἀνθρακος καὶ ὠρισμένων μετάλλων (Mg, Al κ.α.).

5. Χρήσεις. Ὡς ὁρεῖα κρύσταλλος χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν ὀπτικῶν ὀργάνων, λόγῳ τῆς διπλοπλαστικότητος καὶ τῆς ιδιότητος νὰ διαπερᾶται ὑπὸ ὑπεριωδῶν ἀκτίνων. Ἐκ τῆς πυριτίας ὑάλου (**Quarz**) κατασκευάζονται χημικὰ ὄργανα, ἀνθεκτικὰ εἰς ἀποτόμους μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας, ὥς καὶ λυχνίαι ὑπεριωδῶν ἀκτίνων. Εἰς μεγάλα ποσὰ ὥς ἄμμος χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν οἰκοδομικὴν ὥς συστατικὸν τῶν διαφόρων κονιαμάτων, εἰς τὴν παρασκευὴν τῆς ὑάλου, εἰς τὴν κεραμευτικὴν κλπ. Ἡ γῆ διατόμων χρησιμοποιεῖται ὥς διηθητικὸν ὑλικόν, εἰς τὴν παρασκευὴν δυναμίτιδος κλπ. Τέλος ὠρισμένα μορφαί, ὥς ὁ ἁμέθυστος, ὁ ὀπάλιος, ὁ ἴασις, ὁ καπνίας κ.α. χρησιμοποιοῦνται ὥς πολύτιμοι καὶ ἡμιπολίτιμοι λίθοι.

Τὰ μετ' ἀλκαλίων πυριτικά ἅλατα (τὰ μόνα διαλυτὰ εἰς ὕδωρ, λαμβανόμενα διὰ συντήξεως ἀνθρακικῶν ἀλκαλίων μὲ ἄμμον) χρησιμοποιοῦνται εἰς πυκνὰ διαλύματα ὑπὸ τὸ ὄνομα *ὕδρῳαλος* πρὸς διαπότισιν ξύλων καὶ ὑφασμάτων, τὰ ὅποια καθιστοῦν ἀδιαπέραστα ἐκ τῆς ὑγρασίας καὶ ἀκαυστα, πρὸς νοθείαν τοῦ σάπωνος, διατήρησιν τῶν ὧν κλπ. Τέλος εὐρείας ἐφαρμογὰς εὐρίσκουν πολλὰ πυριτικά ὀρυκτά, ὥς ἡ ὄργιλλος εἰς τὴν κεραμευτικὴν, ὁ μαρμαρυγίας (μίκρα) ὥς μονωτικὸν κ.α.

8. ΥΑΛΟΣ

1. Σύστασις — Παρασκευή. Ἡ ὑαλος εἶναι μίγμα πυριτικῶν ἁλάτων, συνηθέστερον ἀσβεστίου καὶ νατρίου ἢ καλίου, μολύβδου. Παρασκευάζεται διὰ

συντήξεως καθαρός χαλαζιακής ἄμμου με τὰ αντίστοιχα ἀνθρακικά ἄλατα ἢ ἐν ὀξειδίον μολύβδου καὶ στερεοποιήσεως τοῦ προκύπτοντος ὁμογενοῦς τήγματος τῶν πυριτικῶν ἀλάτων.

2. Ἰδιότητες. Εἶναι στερεὸν ἄμορφον, διαφανές, σκληρὸν καὶ εὐθραστον, ἐπιδεκτικὸν λειάνσεως καὶ στιλβώσεως. Καθίσταται πλαστικὴ πρὸς τῆς τήξεως, δυναμένη οὕτω δι' ἐκχύσεως εἰς τύπους ἢ δι' ἐμφυσήσεως ἀέρος νὰ λάβῃ τὰ ἐπιθυμητὰ σχήματα. Εἶναι ἀπρόσβλητος ἀπὸ τὰ διάφορα χημικὰ ἀντιδραστήρια, προσβαλλομένη μόνον ὑπὸ φθορίου καὶ ὑδροφθορίου, διὰ τῶν ὁποίων δύναται νὰ γίνῃ ποίκιλσις αὐτῆς.

3. Εἶδη ὑάλου. Διακρίνομεν διάφορα εἶδη ὑάλου, ἀναλόγως τοῦ εἶδους καὶ τῆς καθαρότητος τῶν χρησιμοποιουμένων ὑλικῶν, ἐκ τῶν ὁποίων ἔξαρτᾶται ἡ ποιότης αὐτῶν.

1) Κοινὴ ὕαλος ἢ ὕαλος διὰ νατρίου. Συνίσταται ἀπὸ πυριτικά ἄλατα νατρίου καὶ ἄσβεστίου, λαμβανομένη διὰ συντήξεως ἄμμου (SiO_2), σόδας (Na_2CO_3) ἢ Na_2SO_4 καὶ ἄσβεστολίθου (CaCO_3). Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν φιαλῶν, βυλοπινάκων κλπ.

2) Βοημικὴ ὕαλος ἢ ὕαλος διὰ καλίου. Συνίσταται ἀπὸ πυριτικά ἄλατα ἄσβεστίου καὶ καλίου, λαμβανομένη διὰ συντήξεως ἄμμου, ἄσβεστολίθου καὶ ποτάσης (K_2CO_3). Εἶναι περισσότερον δύστηκτος, διαφανὴς καὶ ἀνθεκτικὴ τῆς κοινῆς ὑάλου, χρησιμοποιεῖται δὲ διὰ κατασκευὴν κατόπτρων, εἰδῶν πολυτελείας, χημικῶν σκευῶν κλπ.

3) Κρύσταλλος ἢ ὕαλος διὰ μολύβδου, (μολυβδύαλος). Παρασκευάζεται διὰ συντήξεως ἄμμου, ποτάσης καὶ λιθαργύρου (PbO) ἢ μινίου (Pb_3O_4). Εἶναι βαρεῖα, εὐήχως, εὐτήκτος καὶ φωτοθλαστική. Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν ὀπτικῶν ὀργάνων καὶ υαλίνων σκευῶν πολυτελείας.

4) Τέλος ὑπάρχουν πολλοὶ εἰδικαὶ ὕαλοι, ὅπως ἡ ὕαλος Jena, ἡ ὕαλος Pyrex (ἀνθεκτικὴ εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας) κ.λ.π.

Ἡ ὕαλος δύναται νὰ χρωματισθῇ διὰ προσθήκης διαφόρων μεταλλοξειδίων εἰς τὴν τετηγμένην μάζαν. Οὕτω με Cr_2O_3 καθίσταται πρασίνη, με MnO_2 ἰώδης, με CoO κυανὴ κ.λ.π. Ἡ γαλακτόχρους **ἀδιαφανὴς ὕαλος** λαμβάνεται διὰ προσθήκης SnO_2 ἢ κρυολίθου ($\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$) κ.λ.π.

Περίληψις Κεφ. ΣΤ'

ΑΝΘΡΑΞ. Ἀπαντᾷ ἀφθόνως, τόσο ἐλεύθερος, ὅσον καὶ ἠνωμένος.

Φυσικαὶ ἰδιότητες — ἁλोटροπικαὶ μορφαί. Στερεὸν μέλαν (πλὴν ἀδάμαντος), λίαν δύστηκτον, ἀδιάλυτον εἰς ὅλα τὰ συνήθη διαλυτικὰ μέσα. Κατ' ἐξοχὴν ἁλोटροπικὸν στοιχεῖον (πιν. 17).

Χημικαὶ ἰδιότητες. Ἀδρανὲς στοιχεῖον, ἀντιδρὸν εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας. Καίεται πρὸς CO_2 . Με S παρέχει CS_2 , καὶ με ὠρισμένα μέταλλα καρβίδια. Εἶναι ἰσχυρὸν ἀναγωγικόν. Ὄξειδοῦται ὑπὸ πυκνοῦ HNO_3 ἢ H_2SO_4 πρὸς CO_2 .

Χρήσεις. Εὐρίκοι τεραστίας ἐφαρμογὰς ὡς καύσιμον, ἀναγωγικὸν εἰς μεταλλουργίαν κλπ.

ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ (CO). Παρασκευή: Βιομηχανικῶς.



Έργαστ. δι' ἀφουδατώσεως HCOOH ἢ $\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2$ ὑπὸ πυκνοῦ H_2SO_4 .

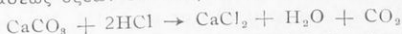
Φυσικαὶ ιδιότητες. Ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον, ἀγευστον, ἐλάχιστα διαλυτόν, δηλητηριώδες.

Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι οὐδέτερον ὀξειδιον παρέχον προϊόντα προσθήκης. Καίεται πρὸς CO_2 . Μὲ Cl_2 παρέχει COCl_2 , μὲ ὠριομένα μέταλλα σχηματίζει μεταλλοκαρβονύλια ($\text{Ni}(\text{CO})_4$). Εἶναι ἀναγωγικὸν ἐν θερμῷ, ἀνάγον πολλά μεταλλοξείδια.

Χρήσεις. Ὡς ἀναγωγικὸν εἰς μεταλλουργίαν, ὡς καύσιμον, ἀποτελεῖ συστατικὸν πολλῶν καυσίμων ἀερίων μιγμάτων (φωτσερίου, ὕδραερίου, ἀνθρακερίου) κλπ.

ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ (CO_2). *Προέλευσις.* Ἀπαντᾷ ἐλεύθερον εἰς τὸν ἀέρα ($\sim 0,03\%$ κ.ο.) καὶ ἠνωμένον εἰς ἀνθρακικὰ ὄρυκτά (CaCO_3 κ.α.).

Παρασκευὴ. Βιομηχ. πάντοτε ὡς παραπροϊόν. 1) $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\text{πυρ.}}$ $\text{CaO} + \text{CO}_2$ 2) Ἐκ τῆς ἀλκοολικῆς ζυμώσεως. 3) Κατὰ τὴν καθύσιν ἀνθρακος. **Έργαστ.** λαμβάνεται δι' ἐπιδράσεως ὀξέων ἐπὶ ἀνθρακικῶν ἀλάτων :



Φυσικαὶ ιδιότητες. Ἀέριον ἄχρουν, ἀρκετὰ διαλυτόν εἰς ὕδωρ, εὐκόλως ὑγροποιούμενον. Δι' ἐξατμίσεως μέρους τοῦ ὑγροῦ στερεοποιεῖται πρὸς *ξηρὸν πάγον*. Δὲν εἶναι δηλητηριώδες, ἀλλὰ εἰς μεγάλα ποσὰ δρᾷ ὀσφυκτικῶς.

Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἔνωσης σταθερά. Ὁξινον ὀξειδιον, ἀνυδρίτης τοῦ ἀσταθοῦς καὶ ἀσθενοῦς διβασικοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος H_2CO_3 . Μὲ βάσεις παρέχει ὄξινα ἢ οὐδέτερα ἀνθρακικὰ ἅλατα. Ἀνάγεται ὑπὸ διαπύρου ἀνθρακος πρὸς CO .

Χρήσεις. Εἰς παρασκευὴν ἀφρωδῶν ποτῶν, κατάσβεσιν πυρκαϊῶν, ὡς ψυκτικὸν μέσον (ξηρὸς πάγος). Διὰ τοῦ CO_2 τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπιτελεῖται ἡ *φωτοσύνθεσις* εἰς τὰ φυτά.

ΠΥΡΙΤΙΟΝ (Si). *Προέλευσις.* Τὸ 2ον διαδεδομένον στοιχεῖον, πάντοτε ἠνωμένον ὡς SiO_2 καὶ πυριτικὰ ἅλατα.

Παρασκευὴ. 1) $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$ (Βιομ.) 2) $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{Si} + 2\text{MgO}$

Φυσικαὶ ιδιότητες. Στερεόν, δύστηκτον, ἀδιάλυτον, ἀπαντᾷ ὡς κρυσταλλικὸν καὶ ἄμορφον.

Χημικαὶ ιδιότητες. Ἀδρανὲς στοιχεῖον. Καίεται μόνον ἐπιφανειακῶς πρὸς SiO_2 . Μὲ F_2 , Cl_2 , C παρέχει SiF_4 , SiCl_4 , CSi . Διαλύεται εἰς ὕδροφθορικὸν ὀξύ καὶ εἰς διαλύματα βάσεων : $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2$.

Χρήσεις. Πρὸς παρασκευὴν κραμάτων (κυρίως σιδηροπυριτίου), τοῦ λειαντικοῦ CSi κλπ.

ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ (SiO_2). *Προέλευσις.* Ἀπαντᾷ ἀφθόνως ὑπὸ πολλὰς μορφάς (πολύμορφον ὤμα), ὡς κρυσταλλικὸν καὶ ἄμορφον (χαλαζίας, ὀρεῖα κρυσταλλοῦς, ἀμέθυστος, ὀπάλλιος, ἀχάτης, χαλκηδόνιος, γῆ διατόμων, πυριθῆθος κ.α.).

Φυσικαὶ ιδιότητες. Στερεόν, σκληρόν, δύστηκτον, ἀδιάλυτον εἰς συνήθη ὑγρά.

Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι σταθερὰ ἔνωσης, ὀξινον ὀξειδιον. Σχηματίζει μὲ καυστικά ἢ ἀνθρακικὰ ἀλκάλια πυριτικὰ ἅλατα :



Μὲ HF παρέχει SiF_4 ἢ H_2SiF_6 .

Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα εἰς τὴν ὑαλουργίαν, τὴν οἰκοδομικὴν κλπ.

Π ρ ο β λ ή μ α τ α

Κεφ. Β'. 95. Ἐπὶ κράματος Fe — Ag βάρους 10 gr ἐπιδρῶμεν μὲ ἀραιὸν διάλυμα HCl, μέχρι πέρατος τῆς ἀντιδράσεως. Τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον κατέχει ὄγκον 3,36 lit εἰς ΚΣ. Νὰ εὑρεθῇ ἡ σύστασις τοῦ κράματος.

(Ἄπ. 84% Fe, 16% Ag)

96. Ποσὸν τι ὀξυγισθέντος ὕδατος διὰ ἐνὸς gr H_2SO_4 100% ἠλεκτρολύεται. Τὸ λαμβανόμενον H_2 χρησιμοποιεῖται καταλλήλως πρὸς ἀναγωγὴν CuO. Ζητεῖται νὰ εὑρεθῇ τὸ δι' ἀναγωγῆς ληφθέν ποσὸν τοῦ μεταλλικοῦ Cu, δοθέντος ὅτι 10 gr τοῦ ἀρχικοῦ ὀξίνου διαλύματος ἀπαιτοῦν 0,0455 gr NaOH πρὸς ἐξουδετέρωσιν.

(Ἄπ. ~ 630 gr Cu)

97. Διαβιβάζονται ὑδρατμοὶ ὑπεράνω διαπύρου C. Τὸ παραγόμενον ἀέριον περιέχει 4% CO_2 . Ζητεῖται ἡ σύστασις τοῦ κατ' ὄγκον εἰς τὰ περιεχόμενα ἀέρια.

(Ἄπ. 44% CO, 52% H_2).

98. Ἐνυδρον κρυσταλλικὸν ἄλας βάρους 0,438 gr θερμαίνεται μέχρι τελείας ἀπομακρύνσεως τοῦ κρυσταλλικοῦ τοῦ ὕδατος, ὅτε τὸ βάρος του μειοῦται κατὰ 0,216 gr. Τὸ MB τοῦ ἀνύδρου ἄλατος εἶναι 111. Νὰ εὑρεθῇ ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων τοῦ κρυσταλλικοῦ ὕδατος, τὰ ὁποῖα ὑπάρχουν εἰς ἓν μόριον τοῦ ἐνύδρου ἄλατος.

(Ἄπ. 6)

99. Ποσότης κρυσταλλικοῦ ἀνθρακικοῦ νατρίου διαλύεται εἰς ὕδωρ καὶ προστίθεται περίσσεια χλωριούχου ἁβροστίου, ὅποτε καταπίπτει ἴζημα 2,4 gr. Ἡ ποσότης τοῦ αὐτοῦ κρυσταλλικοῦ ἄλατος διὰ θερμάνσεως ὕφίσταται ἐλάττωσιν βάρους κατὰ 4,32 gr. Ζητεῖται α) ὁ ἀριθμὸς μορίων τοῦ κρυσταλλικοῦ ὕδατος, β) ὁ MB τοῦ κρυσταλλικοῦ ἄλατος.

(Ἄπ. α) 10 H_2O β) 286)

100. Διὰ θερμάνσεως 12,5 gr κρυσταλλικοῦ θειικοῦ ἄλατος διδυνάμου μεταλλάου διαπιστοῦμεν ἐλάττωσιν βάρους 4,5 gr. Ἐξ ἄλλου 5 gr τοῦ αὐτοῦ ἐνύδρου ἄλατος τῇ προσθήκῃ περισσείας διαλύματος BaCl₂ δίδουν 4,66 gr ἰζήματος. Νὰ εὑρεθῇ: α) ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων τοῦ κρυσταλλικοῦ ὕδατος, β) τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ μετάλλου τοῦ ἄλατος.

(Ἄπ. α) 5 H_2O β) 64).

101. Ἐντὸς εὐδιομέτρου εἰσάγονται 100 cm³ μίγματος CO_2 , H_2 καὶ O_2 , ἐν συνεχείᾳ δὲ εἰσάγονται 100 cm³ H_2 . Μετὰ τὴν ἔκρηξιν ἠλεκτρικοῦ σπινθήρος ἀπομένει ὄγκος ἀερίων 92 cm³. Ἀκολουθῶς εἰσάγεται διάλυμα KOH ὅποτε ὁ ἐντὸς τοῦ εὐδιομέτρου ὄγκος περιορίζεται εἰς 67,6 cm³. Ἐὰν ὅλοι οἱ ὄγκοι ἐμετρήθωσαν ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμότητος καὶ πίεσεως, νὰ εὑρεθῇ ἡ κατ' ὄγκον σύστασις τοῦ ἀρχικοῦ μίγματος. (Ἄπ. 24,4% CO_2 , 36% O_2 , 39,6% H_2)

102. Μίγμα ὀξειδίων FeII καὶ FeIII, πυρούμενα εἰς ρεῦμα O_2 ὑφίστανται αὐξήσιν βάρους κατὰ 3,2 gr. Διπλάσιον ποσὸν τοῦ μίγματος, πυρούμενον εἰς ρεῦμα H_2 , ὑφίσταται ἐλάττωσιν βάρους κατὰ 22,4 gr. Ποία ἡ εἰς mols ἀναλογία τοῦ μίγματος.

(Ἄπ: 4: 1)

103. Νὰ ὑπολογισθῇ ἡ ἐπὶ τοῖς ἑκατόν εἰς ἄβροστον (CaO) περιεκτικότης ὕδατος ἐνέχοντος ἐν διαλύσει 0,5% Ca(HCO_3)₂ καὶ 0,1% CaSO₄. (Ἄπ. ~ 0,214%)

Κεφ. Γ'. 104. Νὰ εὑρεθῇ ὁ ὄγκος τοῦ Cl₂ εἰς ΚΣ ὅστις παράγεται κατὰ τὴν ἐπίδρασιν περισσείας KMnO₄ ἐπὶ 500 cm³ διαλύματος HCl πυκνότητος 1,2 καὶ περιεκτικότητος 39,8% κατὰ βάρος.

(Ἄπ. 45,8 lit)

105. Νὰ ὑπολογισθῇ τὸ ἰσοδύναμον ἀπὸ ὀξειδωτικῆς ἀπόψεως Cl₂ (παρουσία ὕδατος) μὲ 100 gr K₂Cr₂O₇, δρῶντος ὀξειδωτικῶς παρουσία H_2SO_4

(Ἄπ. ~ 72,4 gr)

106. Προσβάλλομεν 7 gr Fe ἀπουσίᾳ ἀέρος μὲ ἀραιὸν διάλυμα H_2SO_4 ἐν περισσειᾳ. Εἰς τὸ ἐπιτευχθέν διάλυμα διαβιβάζομεν 1 lit χλωρίου, μετρηθὲν εἰς

ΚΣ, ὅπερ δεχόμεθα ὅτι ἀντιδρᾷ καθ' ὅλοκληρίαν. Ποῖα τὰ βάρη τῶν λαμβανόμενων ἀλάτων τοῦ σιδήρου. ('Απ. ~5,5 gr FeSO_4 , 17,8 gr $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$)

107. 'Επὶ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπιδρῶν ἐν θερμῷ 8,7 gr MnO_2 . Τὸ παραγόμενον ἀέριον ἐνοῦται ποσοτικῶς μὲ ἴσον ὄγκον H_2 τὸ δὲ προϊόν τῆς ἐνώσεως ταύτης διαβιβάζεται διὰ διαλύματος AgNO_3 . Ποῖον στερεὸν σῶμα καὶ εἰς ποῖον βάρος θὰ παραχθῇ τότε ἐντὸς τοῦ διαλύματος τούτου.

('Απ. 28,7 gr AgCl)

108. 65 Kgr NaCl περιεκτικότητος 90 % εἰς καθαρὸν NaCl θερμαίνονται μετὰ 189,45 Kgr NaHSO_4 , περιεκτικότητος 95 % εἰς καθαρὸν NaHSO_4 . Πόσα Kgr ὕδρατος πρέπει νὰ χρησιμοποιηθῶσι πρὸς μετατροπὴν τοῦ παραγομένου HCl εἰς διάλυμα ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, περιεκτικότητος 22 % εἰς HCl κατὰ βάρος.

('Απ. 129,4 Kgr)

109. Μίγμα $\text{NaCl} - \text{KCl}$ βάρους 28,2 gr θερμαίνεται μετὰ περισσεύας H_2SO_4 καὶ τὸ παραγόμενον ἀέριον διαλύεται εἰς ὕδωρ, προκύπτοντος οὕτω διαλύματος ὄγκου 1 lit. 100 cm^3 αὐτοῦ δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ περισεύας Zn δίδουν 448 cm^3 ἀερίου. Ζητεῖται ἡ σύστασις τοῦ μίγματος. ('Απ. 22,35 gr KCl , 5,85 gr NaCl).

110. 0,2 mols MeClx θερμαίνονται μετὰ H_2SO_4 , τὸ δὲ ἐκλυόμενον ἀέριον διαβιβάζεται δι' ὕδατικοῦ διαλύματος περιέχοντος 40 gr NaOH . Πρὸς ἐξουδετέρωσιν ἤδη τῆς περισεύας τοῦ χρησιμοποιηθέντος NaOH ἀπαιτοῦνται 0,2 mols H_2SO_4 . Ζητεῖται τὸ σθένος τοῦ μετάλλου.

('Απ. 3).

111. Εἰς πυκνὸν θερμὸν διάλυμα περιέχον 9,8 gr καυστικό καλίου, διαβιβάζεται περίσσεια χλωρίου. Ζητοῦνται: α) Τὸ βάρος τοῦ λαμβανομένου μετὰ ἐξάτμισιν στερεοῦ. β) Τὸ βάρος τοῦ στερεοῦ ὑπολείμματος, μετὰ προηγουμένην πύρωσιν.

('Απ. α) 14,43 gr, β) 13,03 gr)

Κεφ. Δ'. 112. Δίδονται αἱ πυκνότητες τῶν ἀτμῶν τοῦ S: α) εἰς θερμοκρασίαν 468°C 8,94 καὶ β) εἰς 860°C 2,23. Νὰ εὐρεθῇ ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων τῶν μορίων τοῦ S εἰς τὰς ἄνω θερμοκρασίας. Πυκνότης ἀέρος = 1.

('Απ. α) 8, β) 2)

113. Κύβος ἐκ θειούχου σιδήρου (FeS) ἄκμης 0,5 cm, διαλύεται ἐντὸς ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, τὸ δὲ ἐκλυόμενον ἀέριον διοχετεύομενον ἐντὸς διαλύματος AgNO_3 καταβυθίζει 1,6 gr θειούχου ἀργύρου. Ποῖον εἶναι τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ θειούχου σιδήρου;

('Απ. 4,22 gr $*/\text{cm}^3$)

114. 'Επὶ μίγματος $\text{FeS} - \text{Fe}$ βάρους 8,16 gr ἐπιδρῶμεν μὲ περίσσειαν διαλύματος ἀραιοῦ H_2SO_4 , 50 cm^3 τοῦ παραχθέντος ἀερίου μετὰ διαβίβασιν διὰ KOH ἐλαττοῦνται εἰς 10 cm^3 . Ζητεῖται: α) ἡ σύστασις τοῦ μίγματος, β) ὁ συνολικὸς ὄγκος τοῦ παραχθέντος ἀερίου.

('Απ. α) 7,04 gr FeS , 1,12 gr Fe)

115. 150 gr σιδηροπυρ'του περιεκτικότητος 80 % εἰς καθαρὸν FeS_2 ὑφίσταται φρῶξιν, τὸ δὲ παραγόμενον ἀέριον διαβιβάζεται εἰς δοχεῖον περιέχον 800 gr ψυχροῦ διαλύματος NaOH περιεκτικότητος 22 % εἰς NaOH . Ζητεῖται: α) ὁ ὄγκος τοῦ παραχθέντος κατὰ τὴν φρῶξιν ἀερίου, β) ἡ αὐξησις τοῦ βάρους τοῦ δοχείου μὲ τὸ διάλυμα τοῦ NaOH , γ) τὸ βάρος καὶ ἡ σύστασις τοῦ ξηροῦ υπολείμματος μετὰ ἐξάτμισιν τοῦ διαλύματος.

('Απ. 44,8 lit β) 128gr γ) 268gr)

116. 'Επὶ ποσότητος μίγματος θειώδους νατρίου καὶ ὀξίνου θειούχου ὀφβεστίου ($\text{Ca}(\text{HS})_2$) ἐπιδρῶμεν μὲ ἀραιὸν ὀξύ. Τὸ παραγόμενον ἀέριον ἔχει σχετικὴν ὡς πρὸς τὸν ἀέρα πυκνότητα $^{49}/_{20}$. Ζητεῖται νὰ εὐρεθῇ ἡ ἀναλογία εἰς ἀκέραια μόρια τοῦ μίγματος τῶν δύο ἀλάτων.

('Απ. 2: 1)

117. Μίγμα λεπτῶν ρινημάτων σιδήρου καὶ λειοτριβηθέντος θείου φέρεται πρὸς ἀντίδρασιν. 'Εκ τοῦ προϊόντος τῆς ἀντιδράσεως 15 gr διαλύονται πλήρως εἰς ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, τὸ δὲ παραγόμενον κατὰ τὴν διάλυσιν ἀέριον μίγμα

καίεται πλήρως, αποδίδον 3,6 gr υδατος. Να υπολογισθῇ ἡ σύστασις τοῦ προϊόντος τῆς ἀντιδράσεως μεταξύ σιδήρου καὶ θείου.

118. Εἰς ἀσβέστιον ὕδωρ, περιέχον 5,55 gr Ca(OH)_2 διαβιβάζονται 2,24 lit διοξειδίου τοῦ θείου εἰς ΚΣ. Ζητοῦνται α) ἡ ἀύξεισις τοῦ βάρους τοῦ διαλύματος, β) τὸ βάρος καὶ ἡ σύστασις τοῦ στερεοῦ μετὰ ἐξάτμινον τοῦ διαλύματος. ('Απ. α) 6,4gr)

Κεφ. Ε'. 119. Διὰ θερμάνσεως ποσότητος νιτρώδους ἀμμωνίου (NH_4NO_2) λαμβάνονται 896 cm^3 ἀερίου εἰς ΚΣ. Πόσον χλωριούχον ἀμμώνιον καὶ νιτρῶδες νάτριον πρέπει νὰ χρησιμοποιηθῇ διὰ τὴν παρασκευὴν τῆς χρησιμοποιηθείσης ποσότητος NH_4NO_2 . ('Απ. 2,14 gr NH_4Cl καὶ 2,76 gr NaNO_2)

120. 100 gr διαλύματος περιέχοντος μίγμα χλωριούχου ἀμμωνίου καὶ ὀξείνου θειικοῦ ἀμμωνίου (NH_4HSO_4) δίδουν διὰ θερμάνσεως μετὰ περισεύσεως βάσεως 672 cm^3 ἀερίου, 50 gr τοῦ αὐτοῦ διαλύματος διὰ προσθήκης περισεύσεως BaCl_2 δίδουν 1,165 gr ιζήματος. Ζητεῖται : α) ἡ ἀναλογία ἀκεραίων μοριογράμμων εἰς τὸ μίγμα τῶν δύο ἀλάτων, β) ἡ περιεκτικότης τοῦ διαλύματος εἰς τὰ δύο ἄλατα. ('Απ. 2 : 1)

121. Ἐπὶ μίγματος ἄζωτασβεστίου — ἄζωταργιλίου (Ca_3N_2 — AlN) βάρους 1,89 gr ἐπιδρῶμεν μὲ περίσσειαν ὕδατος, ὅποτε ἐκλύεται ἀέριον ὄγκου 672 cm^3 . Ζητεῖται ἡ σύστασις τοῦ μίγματος τῶν δύο ἀζιδίων εἰς ἀκέραια μοριογράμματα καὶ ἡ κατὰ βάρος σύστασις αὐτοῦ. ('Απ. 1 : 1)

122. Πόσον H_2SO_4 80 % καὶ πόσον νιτρικὸν νάτριον ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν 12,6 gr HNO_3 . ('Απ. 24,5gr H_2SO_4 , 17gr NaNO_3)

123. 4,1 gr νιτρικοῦ ἁλατος μετάλλου Me μετατρέπονται ποσοτικῶς εἰς τὸ ἀντίστοιχον θεικὸν ἅλας, ὅπερ ζυγίζει 3,4 gr. Ζητεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον (Xl) τοῦ μετάλλου Me. ('Απ. 20)

124. Πόσον βάρος NH_4Cl δέον νὰ κατεργασθῇ μετὰ διαλύματος NaOH , ἵνα τὸ ἐκείθεν παραχθόμενον ἀέριον προϊόν ἐπαρκέσῃ πρὸς ἐξουδετέρωσιν 19,6 gr H_2SO_4 περιεκτικότητος 50 %. Ποῖον τὸ βάρος τοῦ προϊόντος τῆς ἐξουδετερώσεως ταύτης. ('Απ. α) 10,7 gr β) 13,2 gr)

125. 6,2 gr φωσφόρου καίονται εἰς 100 lit ἀέρος, τὸ δὲ παραγόμενον προϊόν διαλύεται εἰς 80 gr H_2O . Ζητοῦνται : α) ἡ κατ' ὄγκον σύστασις τοῦ ἀπομείναντος ἀέρος, β) ἡ σύστασις κατὰ βάρος τοῦ προκύπτοντος διαλύματος. Σύστασις ἀέρος 20 % O_2 καὶ 80 % N_2 . ('Απ. ~84,74 % N_2 , 15,26 % O_2)

Κεφ. ΣΤ'. 126. 23,2gr μίγματος ὑποξειδίου καὶ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου (FeO — Fe_2O_3) ἀνάγονται πλήρως ὑπὸ CO , τὸ δὲ ἐκ τῆς ἀντιδράσεως ἀέριον διοχετευόμενον εἰς ἀσβέστιον ὕδωρ σχηματίζει 40 gr ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου. Ποία ἡ σύστασις τοῦ μίγματος. ('Απ. 7,1 gr FeO , 16 gr Fe_2O_3)

127. Ἐντὸς δοχείου περιέχοντος περίσσειαν διαλύματος ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος εἰσάγεται 1 μοριογράμμον CaCO_3 . Τὸ ἐκ τοῦ δοχείου τούτου ἐξερχόμενον ἀέριον προϊόν διοχετεύεται διὰ μέσου στήλης διαπύρου ἀνθρακος. Ζητεῖται ὁ ὄγκος εἰς ΚΣ τοῦ τελικῶς λαμβανομένου ἀερίου κατὰ τὴν ἐξοδον ἐκ τῆς στήλης τοῦ C. ('Απ. 44,8 lit)

128. 42 gr. NaHCO_3 πυροῦνται. Ζητοῦνται : α) τὰ βάρη τῶν στερεῶν καὶ τῶν εἰς ΚΣ ρευστῶν προϊόντων, β) ὁ ὄγκος τῶν ἀερίων προϊόντων εἰς ΚΣ, γ) τίνα προϊόντα θὰ ληφθοῦν, ἐάν τὰ κατὰ τὴν πύρωσιν ἐκλούμενα ἀέρια διοχετευθοῦν διὰ περισεύσεως ἀσβεστίου ὕδατος καὶ ποῖον τὸ βάρος αὐτῶν. Ἀναγράψατε διὰ χωροῦσας χημικὰς ἐξισώσεις.

('Απ. α) 26,5 gr, 4,5 gr, 11 gr β) 5,6 lit)

II. ΜΕΤΑΛΛΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄

ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

1. ΠΡΟΕΛΕΥΣΙΣ — ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ

1. Προέλευσις. Μέταλλα είναι τὰ πλείστα τῶν στοιχείων, μερικά δὲ ἐξ αὐτῶν (Al, Fe, K, Na, Ca, Mg κ.α.), εἶναι λίαν διαδεδομένα εἰς τὴν φύσιν. Εἰς ἑλευθέραν κατάστασιν (*αὐτοφυῆ*) ἀπαντοῦν *τὰ εὐγενέστερα* — δηλαδή τὰ ὀλιγώτερον δραστικά — μέταλλα, κυρίως ὁ χρυσὸς καὶ ὁ λευκόχρυσος, ἐνῶ μερικά — ἄργυρος, ὑδράργυρος, χαλκὸς κ.α. — μικρὰς ἐπίσης δραστικότητος, ἀπαντοῦν κυρίως μὲν ἠνωμένα, ἄλλὰ καὶ αὐτοφυῆ.

Τὰ πλείστα ὅμως μέταλλα ἀπαντοῦν εἰς τὸ ὑπέδαφος, εἰς τὰ διάφορα *ὄρυκτά*, ἀποκλειστικῶς ὑπὸ μορφήν ἐνώσεων, ὡς ὀξειδία, θειοῦχα, ἀνθρακικά, πυριτικά, θειικά, ἄλογονοῦχα ἅλατα κ.α. Αἱ ἐνώσεις αὗται εἶναι κατὰ κανόνα δυσδιάλυτοι εἰς ὕδωρ, ὀλίγοι δὲ σχετικῶς (NaCl, MgCl₂ κ. α.) εἶναι εὐδιάλυτοι, ἀπαντῶμεναι εἴτε ὡς ὄρυκτά, εἴτε διαλελυμένοι εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ.

Ὡς *μεταλλεύματα* χαρακτηρίζονται ὄρυκτά περιέχοντα χρήσιμον μέταλλον, εἰς περιεκτικότητα καὶ μορφήν τοιαύτην, ὥστε νὰ εἶναι οἰκονομικῶς συμφέρουσα ἡ ἐκμετάλλευσίς των πρὸς ἐξαγωγήν τοῦ μετάλλου. Τὰ σπουδαιότερα μεταλλεύματα εἶναι *ὀξειδία* (Fe₂O₃, Al₂O₃, SnO₂ κ.α.) καὶ *θειοῦχα ἅλατα* (*σουλφίδια ἢ πυρίται*, ὡς ZnS, PbS, FeS₂, HgS, Ag₂S κ.α.), δευτερευόντως δὲ ἀνθρακικά, ἄλογονοῦχα, θειικά, πυριτικά ἅλατα κ. α.

2. Μεταλλουργία (Ἑξαγωγή μετάλλων). Οὕτω καλεῖται τὸ σύνολον τῶν ἐπεξεργασιῶν — φυσικῶν καὶ χημικῶν — εἰς τὰς οποίας ὑποβάλλονται τὰ μεταλλεύματα, μετὰ τὴν ἐξόρυξίν των, πρὸς ἐξαγωγήν τοῦ μετάλλου. Λόγῳ τῶν ἐκτεταμένων ἐφαρμογῶν πολλῶν μετάλλων, ἡ μεταλλουργία ἔχει σήμερον τερασίαν σημασίαν, ἔπαιξεν δὲ ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων σπουδαίωτον ρόλον εἰς τὴν ἐξέλιξιν τοῦ ἀνθρωπίνου βίου. Ἡ μεταλλουργία περιλαμβάνει δύο στάδια, *τὸν μηχανικὸν ἐμπλουτισμὸν καὶ τὴν χημικὴν ἐπεξεργασίαν* τοῦ μεταλλεύματος.

Α. Ἐμπλουτισμὸς μεταλλευμάτων. Τὰ ἐκ τοῦ ὑπεδάφους ἐξορυσσόμενα μεταλλεύματα εἶναι κατὰ κανόνα μεμιγμένα μὲ γαιώδεις καὶ ἄλλας προσμίξεις καὶ ἐπιβάλλεται ὁ *μηχανικὸς ἐμπλουτισμὸς*, δηλαδή ἡ αὐθιγὴ τῆς περιεκτικότητος αὐτῶν εἰς χρήσιμον μέταλλον, δι' ἀπομακρύνσεως, κατὰ τὸ δυνατόν, τῶν ξένων προσμίξεων μὲ μηχανικὰ μέσα. Ὁ ἐμπλουτισμὸς γίνεταί μὲ διαφόρους μεθόδους, κυριώτεροι τῶν ὁποίων εἶναι:

1. Ἡ ροὴ ὕδατος ἐπὶ τοῦ θρυμματισθέντος μεταλλεύματος, τοποθετημένου ἐπὶ κεκλιμένου δαπέδου. Τὸ ὕδωρ παρασύρει τὰς ἐλαφρότερας γαιώδεις προσμίξεις, ἐπέρχονται ὅμως ἀπώλειαι, διότι παρασύρονται καὶ τεμάχια μεταλλεύματος.

2. Ἡ μέθοδος τῆς ἐπιπλεύσεως, βασιζομένη εἰς τὴν διάφορον διαβροχὴν τῶν συστατικῶν ὑπὸ τοῦ ὕδατος καὶ ὄχι εἰς διάφορον πυκνότητα. Τὸ θρυμματισθὲν μέταλλευμα ὑφίσταται κατεργασίαν συνήθως μὲ δορυκτέλειον καὶ ἐν συνεχείᾳ ρίπτεται εἰς ὕδωρ, ἀναδεδυμένον μὲ ρεῖμα ἀέρος. Τὰ καλῶς διαβρεχόμενα ὑπὸ τοῦ ὕδατος συστατικά (γαιώδεις προσμίξεις) βυθίζονται, ἐνῶ τὸ δυσκόλως διαβρεχόμενον μέταλλευμα περιβάλλεται ὑπὸ στρώματος ἐλαίου καὶ συγκρατεῖται εἰς τὴν ἐπιπλέουσαν ἀρρώδη μᾶζαν. Ἡ μέθοδος αὕτη χρησιμοποιεῖται κυρίως εἰς θειοῦχα μεταλλεύματα, περιέχοντα ὡς προσμίξεις πυριτικά συστατικά.

Ἄλλαι δευτερεύουσαι μέθοδοι ἐμπλουτισμοῦ εἶναι διὰ χρήσεως ὑγρῶν καταλλήλου πυκνότητος, ὥστε νὰ ἐπιπλέουν τὰ ἐλαφρότερα συστατικά, διὰ μαγνητικῆς διαλογῆς, ὅταν τὰ συστατικά ἐμφανίζουν διάφορον συμπεριφορὰν εἰς μαγνητικὸν πεδίου κλπ. Σημειώνομεν τέλος ὅτι ἡ ἀπομάκρυνσις τῶν προσμίξεων συμπληροῦται συνήθως διὰ χημικῶν μεθόδων, αἱ ὁποῖαι καὶ χρησιμοποιοῦνται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς εἰς τὴν μεταλλουργίαν κυρίως σιδήρου καὶ ἀργιλίου.

Β. Χημικὴ ἐπεξεργασία. Εἶναι τὸ κύριον στάδιον τῆς μεταλλουργίας, συνίσταται δὲ εἰς τὴν διὰ καταλλήλων χημικῶν ἀντιδράσεων ἐξαγωγὴν τοῦ μετάλλου ἐκ τοῦ μεταλλεύματος. Αἱ χρησιμοποιούμεναι μέθοδοι ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ εἶδους τοῦ μεταλλεύματος, εἶναι δὲ κυρίως:

1. Ἀναγωγή τῶν ὀξειδίων τῶν μετάλλων. Ἐὰν τὸ μέταλλευμα εἶναι *ὀξειδίου* ἀνάγεται ἀπ' εὐθείας. Ἐὰν εἶναι *σουλφίδιον*, ὑποβάλλεται πρῶτον εἰς *φρύξιν* — ἰσχυρὰν θέρμανσιν εἰς περισσεῖαν ἀέρος — μετατρέπόμενον εἰς ὀξειδίου τοῦ μετάλλου καὶ SO_2 , π.χ.:



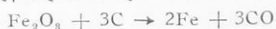
Τὰ ἀνθρακικὰ ἄλατα διασπῶνται διὰ πυρώσεως εἰς ὀξείδια τῶν μετάλλων καὶ CO_2 , π.χ.: $\text{ZnCO}_3 \rightarrow \text{ZnO} + \text{CO}_2$

Ἡ ἀναγωγή τῶν ὀξειδίων τῶν μετάλλων γίνεται συνήθως δι' ἀνθρακος, εἰς ὠρισμένας δὲ περιπτώσεις δι' ἀργιλίου.

1. Ἀναγωγή δι' ἀνθρακος. Βασίζεται εἰς τὴν ἀπόσπασιν τοῦ δευτέρου τῶν μεταλλοξειδίων δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως μὲ ἄνθρακα. Τὸ μέταλλευμα ρίπτεται ἐντὸς εἰδικῶν καμίνων μετὰ τῆς ἀναλόγου ποσότητος *μεταλλουργικοῦ κῶκ* καὶ καταλλήλων *συλλιπασμάτων* καὶ ἐμφυσᾶται κάτωθεν θερμὸς ἀήρ, ὁπότε μέρος τοῦ ἀνθρακος καίεται πρὸς CO_2 , ἀναπτυσσομένης οὕτω τῆς ἀπαραιτήτου διὰ τὴν ἀναγωγὴν ὑψηλῆς θερμοκρασίας. (Ὁ ἀνθραξ ἀποτελεῖ ἔπομένως τὸ καύσιμον καὶ ἀναγωγικὸν ὕλικόν τῆς καμίνου). Ἡ ἀναγωγή τοῦ μεταλλοξειδίου ἐπιτελεῖται κυρίως ἀπὸ τὸ ἐνδιαμέσως σχηματιζόμενον CO :



Εἰς λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν δρᾷ καὶ ἀπ' εὐθείας ἀναγωγικῶς ὁ ἄνθραξ :



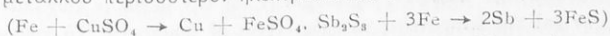
Τὰ συλλιπιάσματα εἶναι κατάλληλοι οὐσίαι, αἱ ὁποῖαι σχηματίζουν ἐντὸς τῆς καμίνου μὲ τὰς προσμίξεις εὐτηκτον μᾶζαν, τὴν **σκαωρίαν**, ἡ ὁποία ὡς ἐλαφροτέρα ἐπιπλέει ἐπὶ τοῦ τετηγμένου μετάλλου καὶ ἀποχωρίζεται εὐκόλως.

Ἡ ἀνωτέρω εἶναι ἡ σπουδαιότερα μεταλλουργικὴ μέθοδος, χρησιμοποιουμένη διὰ τὴν ἐξαγωγήν τῶν κυριωτέρων **βαρέων μετάλλων**, ὡς σιδήρου, ψευδάργυρου, μόλυβδος, χαλκός, κασσίτερος, νικέλιον κ. α.

2. Ἀναγωγή δι' ἀργιλίου. (Ἀργιλιθερμικὴ μέθοδος, Goldschmidt). Συνίσταται εἰς τὴν ἀπόσπασιν τοῦ ὀξυγόνου τῶν μεταλλοξειδίων ὑπὸ ἀργιλίου ἐν θερμῷ, χρησιμοποιεῖται δὲ διὰ τὴν παρασκευὴν μετάλλων τὰ ὁποῖα εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν σχηματίζουν μὲ ἄνθρακα καρβίδια (χρῶμιον, μαγγάνιον, βανάδιον, μολυβδαίνιον κ. α.) Τὸ μεταλλοξείδιον ἀναμιγνύεται ἐντὸς καταλλήλου συσκευῆς μὲ τὴν ἀνάλογον ποσότητα ἀργιλίου, τὸ δὲ μῖγμα ἀναφλέγεται καταλλήλως (συνήθως διὰ μεταλλικοῦ μαγνησίου ἀναμεμιγμένου μὲ BaO_2): $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Cr}$.

II. Ἡλεκτρολυτικὴ μέθοδος. Τὰ ἐλαφρὰ μέταλλα (κάλιον, νάτριον, ἀσβέστιον, μαγνήσιον, ἀργίλιον) παρασκευάζονται ἀποκλειστικῶς δι' ἠλεκτρολύσεως τηγμάτων ἀλάτων (NaCl , KCl , MgCl_2 , CaCl_2) ἢ ὕδροξειδίων (NaOH , KOH) ἢ ὀξειδίων τῶν ἐντὸς τετηγμένου ἠλεκτρολύτου (ὡς τὸ Al_2O_3 ἐντὸς τετηγμένου κρυσθίου: AlF_3 , 3NaF). Βαρέα μέταλλα (χαλκός, ἄργυρος, ψευδάργυρος, νικέλιον κ. α.) δύνανται νὰ ληφθοῦν δι' ἠλεκτρολύσεως ὕδατι-κῶν διαλυμάτων ἀλάτων τῶν, κυρίως ὅμως κατὰ τὸν τρόπον αὐτὸν τὰ ἀνωτέρω μέταλλα καθαρίζονται ἐκ τῶν ξένων προσμίξεων (σελ. 112).

III. Εἰδικαὶ μέθοδοι. Πλὴν τῶν ἀνωτέρω, εὐρείας ἐφαρμογῆς μεταλλουργικῶν μεθόδων, χρησιμοποιοῦνται εἰς εἰδικὰς περιπτώσεις καὶ ἄλλαι, ὡς π.χ.: **Ἀντικατάστασις** τῶν μετάλλων ἐκ τῶν ἀλάτων τῶν (εἰς διάλυμα ἢ τήγμα) ὑπὸ ἐτέρου μετάλλου περισσότερον ἠλεκτροθετικοῦ :



ἢ ἀναγωγή μὲ H_2 , ἢ ἀμάλγαμωσις (Παρ. Au), ἢ *κυνέλλωσις* (παρ. Ag), ἢ ὀξειδώσις διὰ φρυξέως ($\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$) ἢ ἡ μερικὴ φρυξίς καὶ ἐν συνεχείᾳ πύρωσις πυρτῶν :



3. Ἡ μεταλλουργία ἐν Ἑλλάδι. Εἰς τὴν χώραν μας ἀπαντοῦν πολλὰ καὶ σημαντικὰ μεταλλεύματα, ὅπως ἀργιλίου, νικελίου, χρυμοῦ, μαγγανίου, σιδήρου, μόλυβδου κ. α. Τὰ πλεῖστα ὅμως ἐξάγονται ἀκατέργαστα ἢ ἐμπλουτισμένα εἰς τὸ ἐξωτερικόν. Εἰς τὸ Λαύριον ὑπάρχει μεταλλουργία παραγωγῆς μόλυβδου ἐκ τοῦ ὁποίου ἐξάγεται καὶ ἄργυρος Ἡ παραγωγή τῶν μετάλλειν τοῦ Λαυρίου ἦτο πολὺ σημαντικωτέρα παλαιότερον. Σημαντικὴ σήμερον εἶναι ἡ μεταλλουργία τῆς Λαυρίνης, ἐκ τῶν νικελιούχων σιδηρομεταλλευμάτων τῆς ὁποίας λαμβάνεται διὰ συγχρόνων μεθόδων ἐμπλουτισμένος νικελιούχος σίδηρος. Ἐσχάτως ἐτέθη εἰς λειτουργίαν εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ

Παρνασσού μεγάλον συγκρότημα μεταλλουργίας αργιλίου, εις δὲ τὴν Ἐλευσίνα ὑψικάμινος παραγωγῆς σιδήρου.

2. ΓΕΝΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Εἰς τὰς σελίδας 152 - 153 ἀνεφέρθησαν συγκριτικῶς αἱ κύριαι φυσικαὶ καὶ χημικαὶ ιδιότητες τῶν μετάλλων καὶ ἀμετάλλων. Ἐδῶ, λόγῳ τῆς ἰδιαίτης σημασίας τῶν μετάλλων, περιγράφονται ἐκτενέστερον αἱ φυσικαὶ κυρίως ιδιότητες τῶν μετάλλων καὶ συνοψίζεται ὁ χημικὸς χαρακτὴρ αὐτῶν.

Α. Φυσικαὶ ιδιότητες. 1. Φυσικὴ κατάστασις. Ὅλα τὰ μέταλλα εἶναι στερεὰ κρυσταλλικὰ σώματα, πλὴν τοῦ ὑδραργύρου, ὁ ὁποῖος εἶναι ὑγρὸς (σ.τ. — 38,9°). Τὸ σημεῖον τήξεως τῶν μετάλλων κυμαίνεται μεταξύ εὐρυτάτων ὁρίων. Ὡρισμένα εἶναι **λίαν εὐτήκτα** (Cs, Ga, Rb, K, Na) ἢ **εὐτήκτα** (Li, Sn, Pb, Sn, Bi), ἐνῶ τὰ πλεῖστα εἶναι **δύστηκτα** (Ca, Mg, Al, Cu, Ag, Au κ.α.) ἢ **λίαν δύστηκτα**. (Fe, Cr, Ni, Pt κ.α.).

2. Πυκνότης. Κυμαίνεται ὁμοίως μεταξύ εὐρυτάτων ὁρίων. **Κυριώτερον ἐλαφρὰ μέταλλα** ($d < 5$): K, Na, Ca, Mg, Al, ἥτοι τὰ δραστικώτερα τῶν μετάλλων (K, Na εἶναι ἐλαφρότερα τοῦ ὕδατος).

Βαρέα ($d > 5$) εἶναι ὅλα τὰ ὑπόλοιπα σημαντικὰ μέταλλα, ὡς Zn, Fe, Co, Ni, Mn, Cr, Cu, Pb, Ag, Hg, Au, Pt κ.α.

3. Κρυσταλλικὸν πλέγμα - ἐλεύθερα ἠλεκτρόνια. Δομικοὶ λίθοι εἰς τὸ κρυσταλλικὸν πλέγμα τῶν μετάλλων δὲν εἶναι ἠλεκτρικῶς οὐδέτερα άτομα, ἀλλὰ θετικῶς φορτισμένα ἰόντα. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι ἐν ἡ περισσότερα ἠλεκτρόνια τῆς ἐξωτάτης στιβάδος τῶν ατόμων ἔχουν ἀποσπασθεῖ καὶ κινοῦνται ἐλευθέρως ἐντὸς τῆς μεταλλικῆς μάζης, σχηματίζοντα τὸ **ἠλεκτρονικὸν νέφος τῶν ἐλευθέρων ἠλεκτρονίων**.

4. Λάμψις - χρῶμα. Τὰ μέταλλα παρουσιάζουν συνήθως τὴν χαρακτηριστικὴν **μεταλλικὴν λάμψιν**, ὀφειλομένην εἰς τὴν μεγάλην τῶν ἰκανότητα νὰ ἀνακλῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τὸ φῶς, εἶναι δὲ ἀδιαφανῆ. Τὸ χρῶμα τῶν πλείστων μετάλλων εἶναι **ἀργυρόλευκον**, μερικά ὅμως ἔχουν χρῶμα **λευκοκυανίζον** (Zn, Pb), ἐνῶ ὁ χρυσὸς εἶναι **κίτρινος** καὶ ὁ χαλκὸς **ερυθρός**.

5. Θερμικὴ καὶ ἠλεκτρικὴ ἀγωγιμότης. Εἶναι καλοὶ ἀγωγοὶ θερμότητος καὶ ἠλεκτρισμοῦ, τοῦτο δὲ ὀφείλεται εἰς τὰ **ἐλεύθερα ἠλεκτρόνια**, ὡς καὶ ἡ ἐκπομπὴ ἠλεκτρονίων ὑπὸ διαπυρρῶντων μετάλλων. Πάντως, ἡ ἀγωγιμότης κυμαίνεται εὐρέως εἰς τὰ διάφορα μέταλλα.

6. Διαλυτότης. Εἶναι ἀδιάλυτα εἰς ὕδωρ καὶ τὰ ἄλλα συνήθη διαλυτικὰ ὑγρά, διαλυόμενα μόνον εἰς τήγματα ἄλλων μετάλλων. (Ὡρισμένα μέταλλα λέγομεν ὅτι **διαλύονται** εἰς ὕδωρ, ὅξέα κλπ., ὑπὸ τὴν ἔννοιαν ὅτι ἀντιδρῶν χημικῶς, σχηματίζοντα εὐδιαλύτους ἐνώσεις).

7. Μηχανικαὶ ιδιότητες. Ἐξαρετικῆς σημασίας, διὰ τὰς τεχνικὰς ἐφαρμογὰς εἶναι αἱ μηχανικαὶ ιδιότητες τῶν μετάλλων, ἥτοι τὸ ἐλατόν, τὸ ὀλκι-

μιον, ή ανθεκτικότης καί ή σκληρότης αὐτῶν, ὀφειλόμεναι εἰς τὴν συνοχήν τῶν δομικῶν λίθων εἰς τὸ κρυσταλλικὸν πλέγμα.

Ἐλατὸν καλεῖται ή ιδιότης τῶν μετάλλων νὰ μεταβάλλωνται εἰς ἐλάσματα, εἴτε διὰ σφυρηλασίας, εἴτε εἰς τὸ **ἐλαστρον**, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀντιθέτως περιστρεφόμενους χαλυβδίνους κυλίνδρους, μεταξὺ τῶν ὁποίων διέρχεται τὸ μέταλλον. **Ὀλκιμον** καλεῖται ή ιδιότης τῶν μετάλλων νὰ μεταβάλλωνται εἰς σύρματα, δι' ἑλξεως μέσω ὁπῶν χαλυβδίνης πλακῶς (συρματοσύρτης). Αἱ ἀνωτέρω ιδιότητες, ἀν καὶ ἀναφέρονται ὡς χαρακτηρισίζουσαι ὅλα τὰ μέταλλα, κυμαίνονται μεταξὺ εὐρέων ὁρίων εἰς αὐτά. Οὕτω λίαν ἐλατὰ καὶ ὀλκιμα εἶναι ὁ Au, Ag, Pt κ. α. Μεταξὺ εὐρέων ὁρίων κυμαίνεται ὁμοίως ή ανθεκτικότης τῶν μετάλλων καὶ ή σκληρότης αὐτῶν. Οὕτω, π.χ.: Mg, Ag, Au, Pb, Sn, χαρακτηρισίζονται ὡς **μαλακά**, ἐνῶ Co, Ni, Mn, Cr ὡς **σκληρά**.

Β. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Ἡλεκτροχημικὸς χαρακτήρ — Σειρὰ ἡλεκτροθετικότητος (σελ. 63, 64, 68). **2. Ἀναγωγικὴ δρᾶσις** (σελ. 144).

3. Χημικὸς χαρακτήρ μεταλλοξειδίων (σελ. 125, 138). **4. Ἀντιδράσεις μὲ στοιχεῖα** (O_2 , H_2 , ἁλογόνα, S, N_2 , P, C, βλ. ἀντίστοιχα κεφάλαια). Εἰδικῶς ἐνδιαφέρουσα εἶναι ή **συμπεριφορὰ τῶν μετάλλων εἰς τὸν ἀέρα, εἰς συνήθεις συνθήκας**: Τὰ λίαν δραστικὰ μέταλλα (K, Na, Ca) ὀξειδοῦνται ταχέως, μετατρεπόμενα τελικῶς διὰ τῆς ὑγρασίας καὶ τοῦ CO_2 τῆς ἀτμοσφαιρας εἰς ἀνθρακικά ἅλατα. Ὁ Fe ὑφίσταται διάβρωσιν, μετατρεπόμενος εἰς πορώδες ἔνυδρον ὀξειδιον σιδήρου (σκωρία). Ὡρισμένα μέταλλα προσβάλλονται μόνον ἐπιφανειακῶς, καλυπτόμενα ἀπὸ ἀδιαπέραστον λεπτὸν προστατευτικὸν στρώμα ὀξειδίου ή βασικοῦ ἀνθρακικοῦ ἁλατος (Al, Mg, Zn, Cu, Pb κ.α.). Τέλος πολλὰ μέταλλα (Sn, Ni, Cr, Co καὶ φυσικὰ Ag, Au, Pt) σὺνδύως ἀλλοιοῦνται εἰς τὸν ἀέρα εἰς συνήθεις συνθήκας.

5. Ἀντιδράσεις μὲ χημικὰς ἐνώσεις. α) Ἐπίδρασις ὀξέων (σελ. 116). β) Ἐπίδρασις βάσεων (σελ. 124). γ) Ἐπίδρασις ὀξειδωτικῶν ὀξέων (HNO_3 , πυκνοῦ - θερμοῦ H_2SO_4 , σελ. 188, 200). δ) Ἐπίδρασις ὕδατος (σελ. 160). Γενικῶς τὸ ὑδρογόνον τοῦ ὕδατος, ὡς καὶ τῶν ὀξέων, δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ ἀπὸ μέταλλα περισσότερον ἡλεκτροθετικὰ τοῦ ὑδρογόνου, ἐνῶ τὰ ὑπόλοιπα δὲν ἀντιδρῶν.

3. ΚΡΑΜΑΤΑ

1. Ὅρισμός — Παρασκευή. **Κράματα** καλοῦνται **μίγματα δύο ή περισσότερων μετάλλων, ή μετάλλων μὲ μικρὰ ποσὰ ἀμετάλλων τινῶν, (κυρίως C, Si κ.α.), ἀποτελοῦντα ἐνιαίαν μᾶζαν μὲ σαφῶς μεταλλικὰς ιδιότητας.**

Κράματα περιέχοντα ὑδράργυρον καλοῦνται εἰδικώτερον **ἀμαλγάματα**, μερικὰ δὲ ἐξ αὐτῶν εἶναι ὑγρά.

Τὰ κράματα παρασκευάζονται συνήθως διὰ συντίξεως τῶν συστατικῶν πρὸς ὁμογενὲς ρευστόν, τὸ ὅποιον ἀφήνεται ἐν συνεχείᾳ νὰ στερεοποιη-

θη διὰ ψύξεως. Σπανιώτερον κράματα παρασκευάζονται καὶ με' ἄλλους τρόπους, ὡς ἡ ταυτόχρονος ηλεκτρολυτικὴ ἀπόθεσις δύο μετάλλων ἀπὸ κοινὸν διάλυμα ἁλμάτων τῶν, ἡ ταυτόχρονος ἀναγωγὴ μίγματος ἐνώσεων τῶν μετάλλων, ἡ ἰσχυρὰ συμπίεσις λεπτότατα κοκιοποιημένων μίγματος τῶν μετάλλων κλπ.

2. Ἰδιότητες — Σημασία κραμάτων. Τὰ κράματα ἀποτελοῦν μεταλλικὰς μάζας με' ἰδιότητας διαφόρους τῶν συστατικῶν τῶν στοιχείων. Διὰ μετατροπῆς εἰς κράματα ἐπιτυγχάνεται ἡ ἐξουδετέρωσις τῶν μηχανικῶν μειονεκτημάτων τῶν μετάλλων καὶ ἐλαττοῦται ἡ χημικὴ δραστηριότης αὐτῶν. Οὕτω αὐξάνει ἡ ἀντοχὴ, ἡ σκληρότης καὶ τὸ ἐνκατέργαστον τῶν μετάλλων, μέταλλα δὲ εὐθξείδωτα παρέχουν κράματα μὴ προσβαλλόμενα ὑπὸ τοῦ ἀέρος καὶ τῶν χημικῶν ἀντιδραστηρίων.

Τὸ σημεῖον τήξεως τῶν κραμάτων συνήθως εἶναι κατώτερον τοῦ σημείου τήξεως ἐνὸς τοῦλάχιστον τῶν συστατικῶν, ἐνίστε δὲ κατώτερον καὶ τοῦ σ.τ. τοῦ εὐτηκτοτέρου. (Παρασκευάζονται ὅμως καὶ κράματα πλέον δύστηκτα τῶν συστατικῶν τῶν). Αἱ ἀκριβεῖς ἰδιότητες τῶν κραμάτων ἐξαρτῶνται ὄχι μόνον ἀπὸ τὴν σύστασιν, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὰς συνθήκας παρασκευῆς τῶν, καὶ μετακατεργασίας τὰς ὁποίας ὑφίστανται κ.λ. π.

Ἡ κατὰ τὰ ἀνωτέρω ἐπιτυγχανομένη βελτίωσις τῶν ἰδιοτήτων τῶν μετάλλων διὰ μετατροπῆς εἰς κράματα ἔχει τεραστίαν σημασίαν διὰ τὰς τεχνικὰς ἐφαρμογὰς. Ἦδη ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων ἐγένετο χρῆσις πολλῶν κραμάτων (δρεῖχάλκος, βροῦντζος κ.α.), σήμερον δέ, πλὴν ἐλαχίστων περιπτώσεων, τὰ μέταλλα χρησιμοποιοῦνται πάντοτε ὑπὸ μορφὴν κραμάτων.

Προβλήματα

129. Μίγμα ἀποτελούμενον ἐξ 81,4 gr ZnO, 194,8 gr ZnS, 376,2 gr ZnCO₃ καὶ 111,5 gr PbO (λιθαργύρου) ὑφίστανται κατ' ἀρχὰς φρύξιν καὶ πύρωσιν παρουσίᾳ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ἀκολουθῶς δὲ ἀναγωγὴν ἐν θερμῷ ὑπὸ περισσεΐας ἀνθρακος. Ἐκ τοῦ παραχθέντος κράματος (μίγματος μετάλλων) λαμβάνονται 20 gr καὶ τίθενται ἐντὸς φιάλης, ἥτις περιέχει 84,4 cm³ H₂SO₄, εἰδικοῦ βάρους ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ 1,165 καὶ περιεκτικότητος 25% εἰς H₂SO₄. Ποῖον τὸ εἶδος καὶ ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου, τὸ ὁποῖον θὰ παραχθῇ, μετρούμενον εἰς 0° καὶ 760 mm Hg πίεσιν. AB Zn = 65,4, S = 32, C = 12, Pb = 207, O = 16.

130. Μίγμα ὀξειδίου καὶ ὑποξειδίου τοῦ χαλκοῦ πυροῦται εἰς ρεῦμα O₂, ἐπερχομένης αὐξήσεως βάρους κατὰ 3,2 gr. Τριπλάσιον ποσὸν τοῦ αὐτοῦ μίγματος, πυροῦται εἰς ρεῦμα μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, μέχρις σταθεροῦ βάρους. Τὸ προκύψαν ἀέριον διαβιβάζεται ποσοτικῶς εἰς περίσσειαν βαρίου ὕδατος, ὅτε σχηματίζεται ἀδιάλυτον σῶμα βάρους 216,7 gr. Ζητεῖται ἡ εἰς mol ἀναλογία τοῦ μίγματος τῶν δύο ὀξειδίων. AB Ba = 137, C = 12. (Ἀπ. 4. 1)

131. Διὰ τὴν πλήρη διάλυσιν νομίσματος βάρους 10 gr ἀποτελουμένου ἀπὸ κράμα Ag—Cu, ἀπαιτοῦνται 200 gr διαλύματος HNO₃, περιεκτικότητος 16,3%. Ζητεῖται ἡ σύστασις τοῦ κράματος καὶ ὁ ὄγκος τοῦ ἐκλυθέντος ἀερίου εἰς θερσίαν 130° C καὶ πίεσιν 760 mm Hg. AB Cu = 64, Ag = 108.

(Ἀπ. 54% Ag, 46% Cu)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'

ΟΜΑΣ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΩΝ ΚΑΙ ΑΛΚΑΛΙΚΩΝ ΓΑΙΩΝ ΕΝΩΣΕΙΣ ΝΑΤΡΙΟΥ — ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΩΝ

Ἡ ὁμάς τῶν ἀλκαλίων περιλαμβάνει τὰ μονοσθενῆ μέταλλα (ὡς φέροντα ἐν ἡλεκτρόνιον εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα) *λίθιον* (Li), *νάτριον* (Na), *κάλιον* (K), *ρουβίδιον* (Rb) *καίσιον* (Cs) καὶ τὸ ἀσταθὲς ραδιενεργὸν *φράγκιον* (Fr). Σημαντικώτερα εἶναι τὸ κάλιον καὶ τὸ νάτριον.

2. NATΡΙON

Σύμβολον: Na. Ἄτ. Ἄρ.: 11, AB: 22,997. Σθένος +1.

1. Προέλευσις. Εἶναι ἀφθόνως διαδεδομένον εἰς τὴν φύσιν, ἀπαντᾷ δὲ πάντοτε ἠνωμένον, κυρίως ὡς **NaCl**. Ἄλλα ὀρυκτὰ τοῦ εἶναι ὁ *βόραξ* ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) τὸ *νίτρον χιλῆς* (NaNO_3) κλπ.

2. Παρασκευὴ. Παλαιότερον ἐλαμβάνετο δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως Na_2CO_3 (ἢ NaOH) μὲ ἄνθρακα: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{C} \rightarrow 2\text{Na} + 3\text{CO}$.

Σήμερον παρασκευάζεται ἀποκλειστικῶς δι' ἡλεκτρολύσεως *τήγματος* **NaOH** ἢ **NaCl**.

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μέταλλον μαλακόν, εὐτηκτον, ἐλαφρότερον τοῦ ὕδατος, ἀργυρόλευκον καὶ ἰσχυρᾶς μεταλλικῆς λάμπσεως εἰς πρόσφατον τομὴν.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι λίαν δραστικὸν μονοσθενὲς ἡλεκτροθετικὸν στοιχεῖον, ἀποτελεῖ δὲ λόγῳ τούτου ἰσχυρὸν ἀναγωγικὸν μέσον. Εἰς τὸν ἀέρα ὀξειδοῦται ταχέως, καλυπτόμενον ἀπὸ στρώμα ὀξειδίου καὶ ἐν συνεχείᾳ ἀνθρακικοῦ ἁλτος. Δισοπᾷ τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$. Ἐνοῦται μὲ ἀλογόνα, θεῖον, ὕδρογόνον κλπ. Εἰς ξηρὸν ἀέρα, ἄνευ CO_2 , καίεται πρὸς Na_2O_2 . Ἀντικαθιστᾷ τὸ H^+ τῶν ὀξέων, ἀνάγει πλεῖστα ὀξεῖδια κλπ.

5. Φυσιολογικὴ δράσις. Ἔχει μεγάλην σημασίαν διὰ τὰς λειτουργίας τῆς ζωῆς, περιεχόμενον ὑπὸ μορφήν ἰόντων εἰς τὰ ὑγρὰ τῶν διαφόρων ὀργανισμῶν, εἰς τοὺς ὁποίους εἰσάγεται κυρίως ὡς **NaCl**.

6. Χρήσεις. Ὡς ἀναγωγικὸν μέσον, συνήθως ὑπὸ μορφήν ἀμαλγάματος, πρὸς παρασκευὴν ἐνώσεων αὐτοῦ (Na_2O_2 , NaCN κ.α.) κλπ.

ΤΟ ΚΑΛΙΟΝ εἶναι τελείως ἀνάλογον τοῦ νατρίου, τόσο ἐν τὴν παρασκευῇ, ὅσον καὶ εἰς τὰς ιδιότητας. (Εἶναι ἡλεκτροθετικώτερον). Εἶναι ὁμοίως ἀφθόνως διαδεδομένον (ὡς **KCl** κλπ.), ἀπαραίτητον εἰς τοὺς ζῶντας ὀργανισμούς, εὐρίσκει δὲ περιωρισμένης ἐφαρμογᾶς.

3. ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΝ NATΡΙON **NaCl**

1. Προέλευσις. Τὸ **NaCl** — τὸ κοινὸν *μαγειρικὸν ἅλας* — εἶναι ἀφθόνως διαδεδομένον εἰς τὴν φύσιν. Περιέχεται εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ, εἰς ποσοστὸν κατὰ μέσον ὅρον περίπου 2,7 % καὶ ὡς *ὄρυκτον ἅλας* εἰς τὰ ἀλατωρυχεῖα, (θαλασσίας ὁμοίως προελεύσεως).

2. Έξαγωγή. 1. **Έκ τοῦ θαλασσίου ὕδατος.** Εἰς τὰς μεσημβρινὰς χώρας τὸ θαλάσσιον ὕδωρ φέρεται εἰς ἀβαθεῖς λάγκους - ἀλγκὰς - ὅπου ἐξατμίζεται διὰ τῆς ἡλιακῆς θερμότητος. Ἐν Ἑλλάδι αἱ κυριώτεραι ἀλγκαὶ εὐρίσκονται εἰς Ἀνάβυσσον, Μεσολόγγιον, Λευκάδα κλπ. Εἰς ψυχρὰς χώρας στερεοποιεῖται πρῶτον μέρος τοῦ ὕδατος διὰ ψύξεως καὶ τὸ ὑπόλοιπον ἐξατμίζεται διὰ θερμάνσεως. Τὸ ἐκ τοῦ θαλασσίου ὕδατος λαμβανόμενον μαγειρικὸν ἄλας περιέχει ἄλατα μαγνησίου, (κυρίως $MgCl_2$), εἰς τὰ ὅποια ὀφείλει τὴν ὑγροσκοπικότητά του. Τὸ ἐπιτραπέζιον μαγειρικὸν ἄλας πρέπει νὰ ἔχῃ διαχωρισθῇ ἀπὸ αὐτά.

2. **Έκ τῶν ἀλατωρυχείων,** συνήθως δι' ἐξορύξεως καὶ καθαρισμοῦ δι' ἀνακρυσταλλώσεως. Ἀπὸ μεγάλα βάρη λαμβάνεται διὰ διαλύσεως εἰς ὕδωρ καὶ ἀναρροφήσεως τοῦ διαλύματος, ἐκ τοῦ ὁποίου διαχωρίζεται τὸ $NaCl$ διὰ κλασματικῆς κρυσταλλώσεως.

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Κρυσταλλοῦται εἰς ἀχρούους κυβικοὺς κρυστάλλους (σελ. 63, σελ. 9) καὶ εἶναι εὐδιάλυτον εἰς ὕδωρ. Συνήθως οἱ κρυστάλλοι περιέχουν μηχανικῶς ἐγκεκλεισμένον ὕδωρ, τὸ ὁποῖον διὰ θερμάνσεως ἐξατμίζεται καὶ διασπᾷ τοὺς κρυστάλλους μὲ μικρὰν ἐκρηξίν. Τίγκται εἰς $801^{\circ}C$.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. **Εἶναι ἔνωσης λίαν σταθερά,** τὸ δὲ διάλυμά του ἐμφανίζει οὐδετέραν συμπεριφορὰν.

2. **Δι' ἡλεκτρολύσεως** διαλύματος $NaCl$ λαμβάνονται H_2 , Cl_2 καὶ $NaOH$ (σελ. 172), ἐνῷ δι' ἡλεκτρολύσεως τήγματος $NaCl$ λαμβάνεται Na καὶ Cl_2 .

3. **Διὰ θερμάνσεως** μὲ πυκνὸν H_2SO_4 παρέχει HCl (σελ. 175), δξειδοῦται — παρουσία H_2SO_4 — ἀπὸ τὸ MnO_2 κ.λ.π., παρέχον Cl_2 (σελ. 172), μὲ διάλυμα $AgNO_3$ παρέχει λευκὸν ἴζημα $AgCl$ κλπ.

5. Χρήσεις. Μεγάλα ποσὰ αὐτοῦ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν ἄρτυσιν τῶν φαγητῶν καὶ διὰ τὴν συντήρησιν τροφίμων. Ἀποτελεῖ σπουδαίαν πρῶτην ἔλκην εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν, διὰ τὴν παρασκευὴν νατρίου καὶ ἐνώσεων αὐτοῦ ($NaOH$, Na_2CO_3 κ.α.), Cl_2 , HCl κλπ. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν ψυκτικῶν μιγμάτων. Ὑδατικὸν δὲ διάλυμα αὐτοῦ, περιεκτικότητος 0,95 %, χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἱατρικὴν ὡς *φυσιολογικὸς ὁρὸς*, ἐπειδὴ ἔχει τὴν αὐτὴν ὡσμωτικὴν πίεσιν μὲ τὸ αἷμα.

4. ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ (ΚΑΥΣΤΙΚΟΝ ΝΑΤΡΙΟΝ) $NaOH$

1. Παρασκευή. 1. **Δι' ἐπιδράσεως $Ca(OH)_2$ ἐπὶ διαλύματος Na_2CO_3** (κανστικοποίησης σόδας): $Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow \downarrow CaCO_3 + 2NaOH$

2. **Σήμερον λαμβάνεται κυρίως δι' ἡλεκτρολύσεως διαλύματος $NaCl$** (σελ. 172).

2. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι λευκόν, κρυσταλλικὸν στερεόν, (σ. τ. 318,4) λίαν ὑγροσκοπικόν, διαλυόμενον ἀφθόνως εἰς ὕδωρ ὑπὸ ἔκλυσιν θερμότητος.

ἔχει ἰσχυρῶς καυστικὰς ιδιότητες, προσβάλλον τὸ δέριμα. (**Καυστική σόδα**).

3. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. Εἶναι ἑνωσις σταθερά, διασπώμενη μόνον εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν: $2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na} + \text{H}_2 + \text{O}_2$.

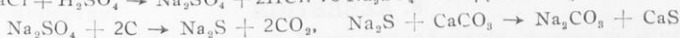
2. **Ἀποτελεῖ ἰσχυροτάτην μονόξινον βάσιν**, ἐμφανίζουσα ἐντόνως ὅλας τὰς ιδιότητας τῶν βάσεων (σελ. 123). Ἀπορροφᾷ τὸ CO_2 ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας: $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$. Κατὰ τὴν ἠλεκτρολύσιν διαλύματος NaOH παράγεται O_2 εἰς τὴν ἄνοδον καὶ H_2 εἰς τὴν κάθοδον, ἠλεκτρολυόμενου οὐσιαστικῶς τοῦ ὕδατος, (σελ. 110), ἐνῶ δι' ἠλεκτρολύσεως τήγματος παράγεται O_2 εἰς τὴν ἄνοδον καὶ Na εἰς τὴν κάθοδον.

4. Χρήσεις. Ἀποτελεῖ σπουδαῖον βιομηχανικὸν προϊόν, χρησιμοποιουμένη πρὸς παρασκευὴν σαπῶνων, ἐξευγενισμόν τοῦ βάμβακος (**μερσερισμόν**), καθαρίσιν πετρελαίων, εἰς τὰς βιομηχανίας χάρτου καὶ τεχνητῆς μετὰξης κ.α. Ἀποτελεῖ ὁμοίως σπουδαιότατον ἀντιδραστήριον εἰς τὰ χημικὰ ἐργαστήρια.

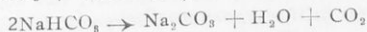
5. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΝΑΤΡΙΟΝ (ΣΟΔΑ) Na_2CO_3

1. Παρασκευὴ. 1. **Μέθοδος Leblanc** (παλαιότερα):

$2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$. Τὸ Na_2SO_4 συνθεμαίνεται μὲ C καὶ CaCO_3 :



2. **Μέθοδος Solvay** (σύγχρονος). Εἰς κεκορεσμένον διάλυμα NaCl διαβιβάζεται NH_3 καὶ ἐν συνεχείᾳ CO_2 . Σχηματίζεται τὸ λίαν εὐδιάλυτον NH_4Cl καὶ τὸ σχετικῶς δυσδιάλυτον NaHCO_3 , τὸ ὁποῖον διαχωριζόμενον παρέχει διὰ θερμάνσεως Na_2CO_3 :



Ἡ NH_3 ἐπανασχηματίζεται: $\text{CaO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

2. **Ἰδιότητες.** Σχηματίζει ἐνύδρους κρυστάλλους: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Διὰ θερμάνσεως λαμβάνεται ὡς λευκὴ κόνις ἄνυδρον Na_2CO_3 . Τὰ ὕδατικά του διαλύματα δεικνύουν, λόγῳ ὑδρολύσεως, ἀλκαλικὴν συμπεριφορὰν. Δι' ἐπιδράσεως ὀξέων παρέχει CO_2 . Δὲν διασπᾶται διὰ θερμάνσεως (τήκεται).

3. **Χρήσεις.** Εἰς μεγάλα ποσὰ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ὑαλουργίαν. Ἐπίσης εἰς τὴν σαπωνοποιάν, τὴν ἀποσκλήρυνσιν τοῦ ὕδατος, τὴν ὕφαντουργίαν.

Σημ. Σημαντικαὶ ἐνώσεις νατρίου εἶναι ἐπίσης τὸ NaHCO_3 (φαρμακευτικὴ σόδα), τὸ NaNO_3 , τὸ Na_2SO_4 κ.α.

Αἱ ἐνώσεις καλίου εἶναι γενικῶς ἀνάλογοι τῶν ἐνώσεων νατρίου. (Τὸ K_2CO_3 — ποτάσσα — δὲν παρασκευάζεται διὰ τῆς μεθόδου Solvay).

6. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΚΩΝ ΓΑΙΩΝ

Περιλαμβάνει τὰ δισθενῆ μέταλλα (δύο ἠλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτάτην σιβάδα) **βηρύλλιον** (Be), **μαγνήσιον** (Mg), **ἀσβέστιον** (Ca), **στρόντιον** (Sr), **βάριον** (Ba) καὶ τὸ ραδιενεργὸν **ράδιον** (Ra).

7. ΜΑΓΝΗΣΙΟΝ

Σύμβολον: Mg. 'Ατ. 'Αρ.: 12. ΑΒ: 24,32. Σθένος +2.

1. Προέλευσις. Είναι λίαν διαδεδομένον στοιχείον. 'Απαντᾷ ἡνωμένον ὡς *μαγνησίτης* ($MgCO_3$), *δολομίτης* ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$), *καρναλλίτης* ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) κλπ., ὡς καὶ εἰς πυριτικά ἄλατα. 'Αλατα μαγνησίου εὐρίσκονται διαλελυμένα εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ. 'Αποτελεῖ συστατικόν τῆς χλωροφύλλης τῶν φυτῶν.

2. Παρασκευάζεται δι' ἠλεκτρολύσεως τήγματος $MgCl_2$.

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μέταλλον στιλπνόν, ἀργυρόλευκον, μαλακόν καὶ ἐλαφρόν (ε. β. 1,74), ἄρκετὰ δύστηκτον.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι δραστικόν μέταλλον. Εἰς τὸν ἀέρα καλύπτεται ἅπῳ προστατευτικῷ στρώμα ὀξειδίου. Θερμαίνόμενον εἰς τὸν ἀέρα καίεται μὲ ἐκτυφωτικὴν φλόγα πρὸς MgO (οχηματίζεται καὶ μικρὸν ποσὸν νιτρίδιου), ἐνῶ εἰς ἀτμόσφαιραν N_2 παρέχει νιτρίδιον Mg_3N_2 . 'Ενοῦται μὲ ἄλογόνα, καὶ θείον. 'Αντιδρᾷ εὐκόλως καὶ ἀραιὰ ὀξέα καὶ διασπᾷ τοὺς ὕδατμούς:



Εἶναι ἰσχυρόν ἀναγωγικόν, ἀνάγον ἐν θερμῷ τὰ ὀξείδια τῶν μετάλλων καὶ πολλῶν ἀμετάλλων.

5. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται κυρίως πρὸς παρασκευὴν κραμάτων, τὰ ὅποια εἶναι ἐλαφρὰ καὶ ἀνθεκτικά καὶ εὐρίσκουν ἐφαρμογὰς κυρίως εἰς τὴν βιομηχανίαν ἀεροπλάνων (βλ. κράματα ἀργιλίου).

8. ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ

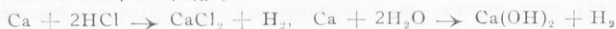
Σύμβολον: Ca. 'Ατ. 'Αρ.: 20. ΑΒ: 40,08. Σθένος +2.

1. Προέλευσις. 'Απαντᾷ ἀφθόνως εἰς τὴν φύσιν, πάντοτε ἡνωμένον ὑπὸ μορφήν ἀλάτων, ὡς $CaCO_3$ (*ἀσβεστόλιθος*, *κιμωλία*, *μάρμαρον κλπ*), $CaSO_4$, *γύψος*, ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), *φωσφορίτης* ($Ca_3(PO_4)_2$), *φθορίτης* (CaF_2) κ.α. 'Απαντᾷ εἰς τὸν ἐνὸργανον κόσμον, ὅπου τὰ ἄλατα τοῦ χρησιμεύουν ὡς στερεωτικὴ ὕλη. Οὕτω, τὸ $Ca_3(PO_4)_2$ ἀποτελεῖ κύριον συστατικόν τῶν ὀστέων, ἐνῶ τὸ $CaCO_3$ τῶν κελυφῶν τῶν ὠν, τῶν ὀστέων, τῶν κοραλλίων κλπ.

2. Παρασκευάζεται δι' ἠλεκτρολύσεως τήγματος $CaCl_2$, μετὰ CaF_2 .

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μέταλλον στιλπνόν, ἀργυρόλευκον, μαλακόν καὶ ἐλαφρόν (ε. β. 1,55), ἄρκετὰ δύστηκτον.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι δραστικόν μέταλλον (δραστικώτερον Mg). 'Οξειδοῦται βραδέως εἰς τὸν ἀέρα, ἐνῶ θερμαίνόμενον καίεται μετὰ λαμπρὰς φλογὸς πρὸς CaO (οχηματιζόμενον καὶ Ca_3N_2). 'Ενοῦται μὲ H_2 (CaH_2), ἄλογόνα (CaX_2), S (CaS), N_2 (Ca_3N_2), φωσφόρον (Ca_3P_2) κ.λ.π. 'Αντιδρᾷ μὲ ἀραιὰ ὀξέα καὶ διασπᾷ τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ:



'Αποτελεῖ ἰσχυρόν ἀναγωγικόν μέσον, ἀνάγον πολλὰ ὀξείδια.

5. Χρήσεις. Εὐρίσκει περιωρισμένας ἐφαρμογὰς, κυρίως πρὸς παρασκευὴν ὀρισμένων κραμάτων μὲ Pb, ὡς ἀναγωγικόν κλπ.

9. ΟΞΕΙΔΙΟΝ ΚΑΙ ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ - ΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

Α. 'Οξείδιον τοῦ ἀσβεστίου (ἀσβεστος) CaO .

1. Παρασκευή. Παρασκευάζεται διὰ πυρώσεως ἀσβεστόλιθων ἐντὸς εἰδικῶν καμίνων, *τῶν ἀσβεστοκαμίνων*: $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$.

'Η ἀντίδρασις εἶναι ἀμφίδρομος καὶ πρέπει νὰ ἀπομακρύνεται τὸ CO_2 .

διὰ ρεύματος αέρος, ὥστε ἡ ἰσορροπία νὰ μετατοπίζεται πρὸς τὰ δεξιὰ.

2. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι λευκὴ κόνις, λίαν δύστηκτος (σ.τ. 2572° C).

3. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. **Εἶναι ἑνωσις λίαν σταθερά.** 2. **Εἶναι βασικὸν ὀξειδίου,** ἀντιδρὼν ζωηρῶς μὲ ὕδωρ, ὑπὸ ἐκλυοῖν θερμότητος, πρὸς σχηματισμὸν ὕδροξειδίου τοῦ ἄσβεστιου, τοῦ ὁποῖου ἀποτελεῖ τὸν ἀνυδρίτην :



Ἀντὶ τοῦ μὲ ὀξεῖα καὶ ἀνυδρίτας ὀξέων παρέχον ἄλατα :



Εἰς τὸν ἀέρα, διὰ προσλήψεως ὑγρασίας καὶ CO_2 , μετατρέπεται εἰς CaCO_3 .

3. Θερμαίνόμενον μὲ ἄνθρακα εἰς ἡλεκτρικὴν κάμινον παρέχει ἀνθρακασβεστίου : $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$.

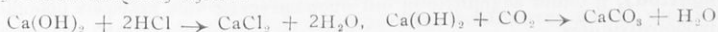
4. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν Ca(OH)_2 , κονιαιμάτων εἰς τὴν οἰκοδομικὴν, ἀνθρακασβεστίου κλπ.

Β. Ὑδροξείδιον ἄσβεστιου (ἑσβεσμένη ἄσβεστος) Ca(OH)_2 .

1. Παρασκευή. Παρασκευάζεται δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ CaO .

2. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι λευκὴ, ἄμορφος μᾶζα, ὀλίγον διαλυτὴ εἰς ὕδωρ. Τὸ ἀραιόν, διαυγὲς διάλυμα αὐτῆς καλεῖται **ἄσβεστιον ὕδωρ**, τὸ δὲ γαλακτώδες αἰώρημα, περιέχον περισσεύαν ἀδιαλύτου Ca(OH)_2 , καλεῖται **γάλα ἄσβεστου**.

3. Χημικαὶ ιδιότητες. 1. **Εἶναι ἰσχυρά βάσις,** παρέχουσα ἄλατα μὲ ὀξεῖα καὶ ἀνυδρίτας ὀξέων :



Τὸ ἄσβεστιον ὕδωρ θολοῦται εἰς τὸν ἀέρα, λόγῳ σχηματισμοῦ τοῦ ἀδιαλύτου CaCO_3 μὲ τὸ CO_2 τῆς ἀτμοσφαίρας.

Ἀντιδρᾷ ἐπίσης μὲ ἁμμωνιακὰ ἄλατα (παρ. NH_3), Na_2CO_3 (παρ. NaOH).

2. Μὲ Cl_2 παρέχει χλωράσβεστον : $\text{Cl}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaOCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$

3. Διασπᾶται διὰ θερμάνσεως : $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$.

4. Χρήσεις. Εἶναι ἡ εὐθηνότερα βάσις, εὐρίσκουσα λόγῳ τούτου εὐρείας ἐφαρμογὰς. Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν NH_3 , NaOH , KOH , CaOCl_2 (χλωρασβεστίνου), πρὸς ἀπορρόφησιν τῶν ὀξέων, εἰς τὴν βυρσοδεψίαν κ.λ.π.

Ἀποτελεῖ συστατικὸν τοῦ ἄσβεστοκονιάματος τῆς οἰκοδομικῆς.

Γ. Κονιάματα. Εἶναι ὕλαι αἱ ὁποῖαι εἰς τὸν ἀέρα ἢ δι' ὕδατος σκληρύνονται πρὸς συμπαγὴ μᾶζαν, χρησιμοποιούμεναι εἰς τὴν οἰκοδομικὴν.

1. Ἀεροπαγὲς κονίαμα (ἄσβεστοκονίαμα, κοιν. λάσπη ἰκοδομικῆς). Εἶναι μίγμα ἄσβεστου, ἁμμου καὶ ὕδατος, σκληρύνεται δὲ βραδέως εἰς τὸν ἀέρα, διότι ἀπορροφᾷ CO_2 ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ σχηματίζει βαθμιαίως κρυσταλλικὸν CaCO_3 , διὰ τοῦ ὁποῖου συγκολλοῦνται οἱ κόκκοι τῆς ἁμμου καὶ οἱ λίθοι τῆς οἰκοδομῆς εἰς ἑνίαιον σύνολον : $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Ἡ ἀντίδρασις χωρεῖ βραδέως ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ τῆς μάζης πρὸς τὸ ἐσωτερικόν, τὸ δὲ παραγόμενον κατ' αὐτὴν ὕδωρ καθιστᾷ τὰς νεοκτίστους οἰκοδομὰς ὑγρὰς.

2. Ὑδατοπαγὴ κονιάματα. Εἶναι δομικὰ ὕλαι αἱ ὁποῖα ἀναμιγνύμεναι μὲ ὕδωρ, ἀντιδρῶν μετ' αὐτοῦ καὶ πήγνυνται σχετικῶς ταχέως πρὸς σκληρὰν καὶ

άνθεκτικήν μάζαν, ακόμη και υπό τὸ ὕδωρ. Παρασκευάζονται δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως (~1450°) φυσικοῦ ἀργιλομιγοῦς ἀσβεστολίθου ἢ μίγματος ἀσβεστολίθου καὶ ἀργίλου, ἐντὸς εἰδικῶν περιστρέφομένων καμίνων. Τὸ προκύπτον προϊόν καλεῖται *δαστρακον* (Klinker) καὶ διὰ κονιοποίησης παρέχει λεπτὴν ὑπόθεφρον κόκιν, τὸ *τοιμέντον*. Τὸ τοιμέντον εἶναι μίγμα πυριτικών, ἀργιλικῶν καὶ σιδηρικῶν ἀλάτων τοῦ ἀσβεστίου, σχηματιζομένων ἐντὸς τῶν καμίνων ἐκ τῆς ἀντιδράσεως τοῦ CaO μετὰ SiO_2 , Al_2O_3 καὶ Fe_2O_3 (ἡ πρώτη ὕλη περιέχει καὶ ἐνώσεις σιδήρου). Κατὰ τὴν χρησιμοποίησιν, τὸ τοιμέντον μίγνυται μετὰ ἄμμοτον καὶ ὕδωρ καὶ τὸ προκύπτον *ὕδραυλικὸν κονίαμα* ἀφήνεται πρὸ πῆξιν. Ἡ σκλήρυνσις τοῦ κονιάματος ὀφείλεται κυρίως εἰς τὸν σχηματισμὸν ἐνύδρου ἀργιλικοῦ καὶ πυριτικοῦ ἀσβεστίου.

Διὰ προσθήκης σκύρων (χαλικίων) εἰς τὸ ὕδραυλικὸν κονίαμα προκύπτει τὸ *ὕδραυλικὸν σκυρόδεμα* (**Beton**), διὰ τοποθετήσεως δὲ ἐντὸς τῆς μάξης καὶ σιδηρῶν ράβδων προκύπτει τὸ *σιδηροπαγὲς σκυρόδεμα* (**Beton armé**), ἐκτεταμένων ἐφαρμογῶν σήμερον, λόγω τῆς μεγάλης ἀντοχῆς του (οἰκοδομαί, γέφυραι, σήραγγες, λιμενικά ἔργα κλπ).

Ἐν Ἑλλάδι ὑπάρχει ἀνεπτυγμένη βιομηχανία τοιμέντου.

10. ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ CaCO_3

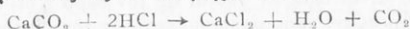
1. Προέλευσις — Μορφαί. Εἶναι τὸ πλέον διαδεδομένον ὄρυκτον τοῦ ἀσβεστίου. Εἶναι σῶμα *πολύμορφον*. Ἀπαντᾷ ὑπὸ δύο κρυσταλλικὰς μορφάς, ὡς *ἀσβεστίτης*, καθαρωτάτη μορφή τοῦ ὁποίου εἶναι ἡ *ἰσλανδικὴ κρύσταλλος*, σπανιώτερον δὲ ὡς *ἀραγωνίτης*. Κρυσταλλοφύες CaCO_3 ἀποτελεῖ τὸ *μάρμαρον*, μικροκρυσταλλοφύες δὲ τὸν *ἀσβεστόλιθον* καὶ τὴν *κιμωλίαν* (*κηριτίδα*), ἡ ὁποία ἐσχηματίσθη διὰ συσσωρεύσεως τῶν κελυφῶν ὑδροβίων μικροοργανισμῶν.

2. Ἰδιότητες. 1. Εἶναι λίαν δυσδιάλυτον εἰς ὕδωρ, διαλύεται ὅμως ἀρκετὰ παρουσία CO_2 , λόγω σχηματισμοῦ τοῦ εἰδιαλύτου δξίνου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Ἡ ἀντίδρασις αὕτη εἶναι ἀμφίδρομος, καὶ διὰ ζέσεως τῶν διαλυμάτων ἢ κατὰ τὴν παραμονὴν ἐκφεύγει CO_2 καὶ ἀποβάλλεται εἰδιαλύτον CaCO_3 . Εἰς τὴν ἀνωτέρω ἀμφίδρομον ἀντίδρασιν δ, εἴλεται ἡ *παροδικὴ σκληρότης* τοῦ ὕδατος (σελ. 163), ὁ σχηματισμὸς τῶν *σταλακτιτῶν* καὶ *σταλυμιτῶν*, τῶν *λεβητολίδων* κ.λ.π.

2. *Διασπᾶται δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως:* $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$.

3. *Δι' ἐπιδράσεως ὀξέων παρέχει CO_2 :*

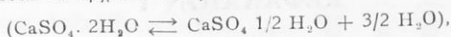


3 Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται ὡς οἰκοδομικὸς λίθος, πρὸς παρασκευὴν ἀσβέστου καὶ ἄλλων ἐνώσεων ἀσβεστίου, CO_2 , εἰς τὴν βιομηχανίαν τοιμέντου καὶ τὴν ὑαλουργίαν, ὡς συλλίπασμα εἰς τὴν μεταλλουργίαν κλπ. Ὡς *μάρμαρον* χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν γλυπτικὴν καὶ οἰκοδομικὴν, ὡς ἰσλανδικὴ κρύσταλλος εἰς ὀπτικά ὄργανα κλπ.

ΑΛΛΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

1. CaSO_4 . Ἀπαντᾷ ὡς ὄρυκτον, εἴτε ἄνυδρον (*ἀνυδρίτης*), εἴτε ἔνυδρον

(γύψος: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Ἡ γύψος θερμαινόμενη ἥπιδως μετατρέπεται εἰς *πλαστικὴν γύψον* ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$), ἐκ τῆς ὁποίας δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐν ψυχρῷ ἐπανασχηματίζεται τὸ ἀρχικὸν ἐνυδρὸν ἄλας:



ὑπὸ ἐλαφρὰν διόγκωσιν. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν οἰκοδομικὴν, τὴν χειρουργικὴν κλπ.

2. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Ὡς ὀρυκτὸν ἀποτελεῖ τὸν *φωσφορίτην*, καὶ συστατικὸν τοῦ *ἀπατίτου*. Ἀποτελεῖ συστατικὸν τῶν ὀστέων. Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν τοῦ φωσφόρου καὶ τῶν ἐνώσεων αὐτοῦ, λιπασμάτων κλπ.

3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Παρασκευάζεται ἀπὸ CaCO_3 , δι' ἐπιδράσεως HNO_3 καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς λίπασμα.

4. CaCl_2 . Κρυσταλλοῦται μὲ 6 μόρια ὕδατος καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς ἀφυδατικὸν κλπ.

5. CaOCl_2 (χλωράσβεστος). Λαμβάνεται δι' ἐπιδράσεως Cl_2 ἐπὶ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς λευκαντικόν.

6. CaC_2 (ἀνθρακασβέστιον). Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν C_2H_2 , CaCN_2 .

Προβλήματα :

132. Ποσότης NaCl θερμαίνεται μετὰ H_2SO_4 . Τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον ἀντιδρᾷ ἀκριβῶς μὲ τὸν AgNO_3 τὸν περιεχόμενον εἰς 500cm³ διαλύματος, περιεκτικότητος 5,1%. Ζητοῦνται: α) Ἡ ποσότης τοῦ χρησιμοποιηθέντος NaCl β) τὸ ληφθὲν τελικῶς ἰζημα. (Ἀπ. α) 8,775 gr β) 21,525gr)

133. Ἐπὶ 25gr ἀσβεστολίθου ἐπιδρᾷ περίσσεια ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος. Τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον ἐξουδετερώνει ἀκριβῶς 400gr διαλύματος NaOH , περιεκτικότητος 4%. Ποία ἡ περιεκτικότης τοῦ ὀρυκτοῦ ἀσβεστολίθου εἰς καθαρὸν CaCO_3 . (Αἱ προσμίξεις δὲν ἀντιδρῶν μὲ HCl). (Ἀπ. 80%)

134. 42gr κονιοποιηθέντος μαρμάρου θερμαίνονται ἰσχυρῶς, τὸ 5^ὲ ἐκλυόμενον ἀέριον χρησιμοποιεῖται πρὸς ἐξουδετέρωσιν διαλύματος NaOH , περιεκτικότητος 10% κατ' ὄγκον. Ζητοῦνται: α) Τὸ βάρος τοῦ ὑπολείμματος τῆς πυρώσεως. β) Ὁ ὄγκος τοῦ ἐξουδετερωθέντος διαλύματος NaOH . Τὸ μάρμαρον θὰ θεωρηθῇ μὴ περιέχον ξένας προσμίξεις. (Ἀπ. α) 23,52gr β) 336cm³)

135. Τεμάχιον ἀσβέστου 5gr ἐνοῦται μὲ H_2O καὶ CO_2 , ὅποτε τὸ βάρος του αὐξάνει κατὰ 1,2gr. Ἀκολουθῶς ἐπιδρῶμεν μὲ περίσσειαν HCl , ὅποτε παράγονται 35cm³ CO_2 ὑπὸ πίεσιν 750 mmHg καὶ θερμοκρασίαν 20° C. Ποία ἡ ἐκατοστιαία σύστασις τοῦ μίγματος ποῦ ὑπῆρχε πρὸ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ HCl .

136. Εἰς 150cm³ ἀσβεστοῦ ὕδατος περιεκτικότητος 2,5‰ διαβιβάζεται CO_2 . Ζητεῖται α) Ὁ ὄγκος τοῦ ἀπαιτουμένου CO_2 εἰς ΚΣ διὰ τὴν καταβύθισιν ὅλου τοῦ ἀσβεστοῦ ὑπὸ μορφὴν ἰζήματος καὶ ποῖον τὸ βάρος τοῦ ἰζήματος τούτου, β) ὁ ὄγκος τοῦ ἀπαιτουμένου CO_2 , ἵνα τὸ διάλυμα καταστῇ ἐκ νέου διαυγὲς καὶ ποία ἡ σύστασις τοῦ νέου τούτου διαλύματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

ΑΡΓΙΛΙΟΝ

Σύμβολον: Al. **Ἄτ.** Ἄρ.: 13. **ΑΒ:** 26,97. **Σθένος:** +3.

1. Προέλευσις. Τὸ ἀργίλιον (ἄλουμίνιον) εἶναι τὸ πλέον διαδεδομένον μέταλλον εἰς τὸν φλοιὸν τῆς Γῆς, τὸ 3^{ον} δὲ ἐκ τῶν στοιχείων, μετὰ τὸ ὀξυγό-
νον καὶ τὸ πυρίτιον. Τὸ σπουδαιότερον ὄρυκτόν τοῦ ἀργιλίου εἶναι ὁ **βοξί-
της** $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Ἄλλα ὄρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι ὁ **διάσπορος** $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, ὁ
ὑδραργίλιτης $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, ὁ **κρυόλιθος** $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$. Καθαρὸν Al_2O_3 εἶναι
τὸ **κορούνδιον**, τοῦ ὁποίου ξυρτὰ παραλαγὴ εἶναι τὸ **ρουβίνιον** καὶ κυανῇ
ὁ **σάπφειρος** (πολύτιμοι λίθοι). Τὸ ἀργίλιον ἀποτελεῖ συστατικὸν πολλῶν
πυριτικῶν πετρωμάτων (ἄστριοι, μαρμαρυγαὶ κ. α.). Προῖον ἀποσαθρώσεως
ἀργιλοπυριτικῶν πετρωμάτων εἶναι ἡ **ἀργίλος**, τῆς ὁποίας καθαρωτέρα μορ-
φή εἶναι ὁ **καολίνης** $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Ἡ ἄργιλος δὲν ἀποτελεῖ μετάλ-
λευμα ἀργιλίου. Εἶναι ἡ πρώτη ὕλη τῆς **ἀργιλοπλαστικῆς**.

2. Μεταλλουργία. Ὡς πρώτη ὕλη χρησιμοποιεῖται ὁ βοξίτης. Ἐπει-
δὴ ὁμοῦ περιέχει πολλὰς προσμίξεις (κυρίως Fe_2O_3 καὶ SiO_2), ἀρχικῶς ἐξ
αὐτοῦ παρασκευάζεται καθαρὸν Al_2O_3 , τὸ ὁποῖον ἐν συνεχείᾳ ἠλεκτρολύεται
εἰς τήγμα μετὰ κρυολίθου καὶ φθορίτου.

Α. Παρασκευὴ καθαροῦ Al_2O_3 (ἄλουμίνας). Ὁ θρυμματισθεὶς βο-
ξίτης, μετὰ ἡπίαν φρυξίν, ὑφίσταται κατεργασίαν μὲ διάλυμα NaOH ὑπὸ
πίεσιν. Τὸ Al_2O_3 σχηματίζει εὐδιάλυτον ἀργιλικὸν νάτριον, τὸ ὁποῖον ἀπο-
χωρίζεται διὰ διηθήσεως ἀπὸ τὰς ἀδιαλύτους προσμίξεις:



Δι' ἀναδέυσεως, παρουσίᾳ προηγουμένης παρασκευασθείσης ποσότητος
 $\text{Al}(\text{OH})_3$, τὸ ἀργιλικὸν νάτριον ὑδρολύεται, παρέχον ἴζημα ὑδροξειδίου τοῦ
ἀργιλίου, ἐκ τοῦ ὁποίου διὰ πυρώσεως λαμβάνεται καθαρὸν Al_2O_3 :

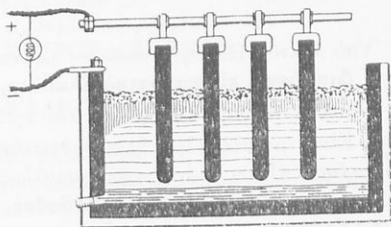


Παλαιότερον τὸ NaAlO_2 ἐσχηματίζετο διὰ συντήξεως μὲ Na_2CO_3 (σόδαν),
ἡ δὲ ὑδρόλυσις ἐγένετο διὰ διαβιβάσεως CO_2 .



Β. Ἡλεκτρολυτικὴ παρασκευὴ Al ἀπὸ τὸ Al_2O_3 . Το ληφθὲν κα-
θαρὸν Al_2O_3 διαλύεται ἐντὸς τετηγμένου μίγματος κρυολίθου ($\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$,
παρασκευαζομένου συνθετικῶς) καὶ φθορίτου (CaF_2) καὶ ἠλεκτρολύεται. Διὰ
τῶν φθοριούχων ἀλάτων, ἀφ' ἑνὸς μὲν ἡ τῆξις ἐπιτυγχάνεται εἰς σχετικῶς
χαμηλὴν θερμοκρασίαν (~900°, ἐνῶ τὸ καθαρὸν Al_2O_3 εἶναι λίαν δύστη-
κτον, σ.τ. 2050°), ἀφ' ἑτέρου δὲ αὐξάνεται ἡ ἀγωγιμότης τοῦ τήγματος. Ἡ
συσκευὴ τῆς ἠλεκτρολύσεως (σχ. 21) εἶναι ἐκ σιδήρου, ἐπενδεδυμένη ἐσωτε-

ρικήως με συμπαγή άνθρακα (γραφίτην ή άνθρακα αποστακτήρων), ο οποίος αποτελεί την κάθοδον. Ἡ ἀνοδος ἀποτελεῖται ἀπὸ ράβδους καθαροῦ άνθρακος, βυθισμένας ἐντὸς τοῦ τήγματος. Εἰς τὴν κάθοδον ἐκφορτίζονται ἰόντα Al^{+++} ἐκ τοῦ AlF_3 καὶ τὸ παραγόμενον ἀργίλιον συγκεντρώνεται εἰς τὸν πυθμένα τῆς συσκευῆς. Εἰς τὴν ἀνοδον ἐκφορτίζονται ἰόντα F^- καὶ τὸ παραγόμενον φθόριον ἀντιδρᾷ μετὰ τὸ Al_2O_3 , ἐπανασχηματιζομένου τοῦ AlF_3 :



Σχ. 21.



Οὕτω οὐσιαστικῶς ἠλεκτρολύεται τὸ Al_2O_3 , ἀποσυντιθέμενον εἰς Al καὶ O_2 , καὶ αὐτὰ διαστήματα δὲ προστίθενται νέα ποσὰ Al_2O_3 πρὸς ἀναπλήρωσιν τοῦ ἀποσυντιθεμένου. Τὸ O_2 εἰς τὴν ἀνοδον κατακαίει τὸν άνθρακα πρὸς μίγμα CO καὶ CO_2 . Διὰ τοῦτο αἱ ράβδοι τῆς ἀνόδου ἀντικαθίστανται ἀπὸ καιροῦ εἰς καιρὸν.

Ἡ ἠλεκτρόλυσις ἐπιτελεῖται μετὰ ρεῦμα μεγάλης ἐντάσεως (30.000—100.000 A), ὑπὸ μικρὰν τάσιν (4—5 V). Ἡ μεταλλουργία τοῦ Al ἀπαιτεῖ μεγάλα ποσὰ ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας. Ἐν Ἑλλάδι, εἰς τὴν περιοχὴν τῆς Παρνασσίδος, ἐτέθη ἐσχάτως εἰς λειτουργίαν μεγάλον συγκρότημα μεταλλουργίας Al .

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, μᾶλλον μαλακόν, ἐλαφρὸν (ε.β. $2,7 \text{ gr}^*/\text{cm}^3$), λίαν ἐλατὸν καὶ ὀκλιμον (σ.τ. $660,1^\circ$). Ἀποτελεῖ ἄριστον ἀγωγὸν θερμότητος καὶ ἠλεκτρισμοῦ.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Φέρει $3e$ εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα (M), ἔχον σθένος $+3$.

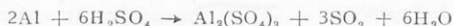
1. **Εἰς τὸν ἀέρα** ἐν ψυχρῷ πρακτικῶς δὲν προσβάλλεται, καλυπτόμενον ἀπὸ λεπτὸν προστατευτικὸν στρώμα Al_2O_3 . Καίεται πρὸς Al_2O_3 μόνον εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν (εὐκολώτερον ὑπὸ μορφὴν κόνεος ἢ εἰς καθαρὸν O_2).

2. Ἐνοῦται ἀμέσως μετὰ ἀλογόνα, S, N_2 , P κλπ. (πρὸς AlX_3 , Al_2S_3 , AlN).

3. **Ὑπὸ τοῦ ὕδατος** δὲν προσβάλλεται πρακτικῶς, καλυπτόμενον ὑπὸ στρώματος ὀξειδίου. Παρουσία $HgCl_2$ ἀπομακρύνεται τὸ προστατευτικὸν στρώμα καὶ τὸ Al διασπᾷ τὸ ὕδωρ. Τὸ Al προσβάλλεται εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ, τοῦ ὁποίου διαλελυμένα ἅλατα ($MgCl_2$ κ.α.), ἀπομακρύνουν ὁμοίως τὸ προστατευτικὸν στρώμα.

4. **Ἐπίδρασις ὀξέων.** Προσβάλλεται κυρίως ἀπὸ τὸ ὑδροχλωρικόν, διαλυόμενον πρὸς $AlCl_3$, ὑπὸ ἐκλυσιν H_2 : $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$.

Υπό άραιου H_2SO_4 προσβάλλεται ελάχιστα, διαλύεται όμως εις πυκνόν - θερμόν H_2SO_4 , υπό έκλυσιν SO_2 :



Υπό πυκνού HNO_3 μεταπίπτει εις *παθητικήν κατάστασιν*.

5. **Διαλύεται εις καυστικά άλκάλια**, παρέχον άργιλικά άλατα και H_2 .
 $2\text{Al} + 6\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_3\text{AlO}_3 + 3\text{H}_2$, $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2$

6. Είναι μέταλλον λίαν ήλεκτροθετικόν, και επομένως *ισχυρόν άναγωγικόν μέσον*. Ούτω άνάγει πολλά μετάλλοξείδια, χρησιμοποιούμενον εις την μεταλλουργίαν (*άργιλιοθερμική μέθοδος*, σελ. 227).

5. **Χρήσεις**. Τό άργίλιον είναι έν τών σημαντικωτέρων βιομηχανικών μετάλλων, έκτοπίζον τόν πολύν βαρύτερον σίδηρον και χαλκόν από πλείστας εφαρμογάς. Χρησιμοποιείται πρὸς κατασκευήν οικιακῶν και βιομηχανικῶν συσκευῶν, ήλεκτρικῶν άγωγῶν κλπ., κυρίως όμως, υπό την μορφήν τών έλαφρῶν και άνθεκτικῶν γραμάτων αὐτοῦ, εις την βιομηχανίαν αὐτοκινήτων και άεροπλάνων. Κόνις Al χρησιμοποιείται πρὸς παρασκευήν ειδικῶν έλαιοχρωμάτων, φύλλα Al εις την περιτύλιξιν τροφίμων. Επίσης τό Al χρησιμοποιείται ὡς άναγωγικόν εις την μεταλλουργίαν (άργιλιοθερμική μέθοδος), εις μίγμα δέ με Fe_3O_4 , υπό τό ὄνομα *θερμίτης*, δια την έπίτευξιν υψηλῶν θερμοκρασιῶν πρὸς συγκόλλησιν σιδηροτρογιῶν κλπ.

6. **Κράματα άργιλίου**. Τά σπουδαιότερα κράματα άργιλίου είναι :

1) **Τό ντουραλουμίνιον** (Al, Cu, Mg, Mn, Si), μεγάλης άντοχής. 2) **Τό μαγνάλιον** (Al - Mg) έλαφρόν, στιλπνόν και ευκατέργαστον 3) **Τό υδρονάλιον**, (Al - Si), άπρόσβλητον υπό τοῦ θαλασσίου ύδατος 4) **Ό βροῦντζος δια άργιλίου** (Cu, Al), σκληρός και άνθεκτικός ὡς ὁ χάλυψ κ.α.

Π ρ ο β λ ή μ α τ α

137. Πόσα lit H_2 υπό θερμοκρασίαν 10°C και πίεσιν 72 cmHg, είναι ίσοδύναμα από άναγωγικής άπόψεως με 8,1 gr κόνεως καθαροῦ άργιλίου. Ποίαι αι συνθήκαι τής άναγωγικής δράσεως τοῦ άργιλίου.

138. Κόνις Al ύφίσταται κατεργασίαν έν θερμῷ με διάλυμα NaOH, ὅποτε έκλύεται άέριον ὄγκου 13,44 lit. Ζητείται τό βάρος τοῦ χρησιμοποιηθέντος άργιλίου.

139. 123 gr κονιοποιηθέντος μίγματος Ag — Ca — Al θερμαίνονται με πίεσειαν N_2 , έν συνεχείᾳ δέ τό ληφθέν στερεόν ύφίσταται κατεργασίαν με ὕδωρ. Έκλύονται οὕτω 50,4 lit άερίου. Τό απομείναν μετὰ την έκλυσιν τοῦ άερίου ὑπόλειμμα ύφίσταται έν συνεχείᾳ την έπίδρασιν περιουσίας άραιοῦ διαλύματος HNO_3 , ὅποτε έκλύεται νέον άέριον ὄγκου 3,73 lit. Ζητείται ή σύστασις τοῦ άρχικοῦ μίγματος.

140. 87 Kgr καθαροῦ διοξειδίου τοῦ μαγγανίου πυρρύνται έπαρκῶς, τό δέ πρσκύψαν έπιτεταρτοξειδίου τοῦ μαγγανίου άναμινύεται με 13,5 Kgr Al και πυροῦται έπαρκῶς. Ζητείται ή σύστασις τοῦ μίγματος ὅπερ προέκυψεν μετὰ πύρωσιν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ

ΧΑΛΚΟΣ — ΑΡΓΥΡΟΣ — ΧΡΥΣΟΣ

1. ΧΑΛΚΟΣ

Σύμβολον: **Cu**. 'Ατ. 'Αρ: 29. **ΑΒ**: 63,54. Σθένη +1, +2.

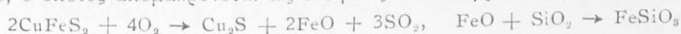
1. **Ίστορικόν.** Ὁ χαλκὸς ἐχρησιμοποιήθη ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου ἀπὸ ἀρχαίω τάτων χρόνων. Ἡ ἐποχὴ τοῦ χαλκοῦ ἀκολουθεῖ ἀμέσως τὴν *λιθίνην ἐποχὴν*. Εἰς τὴν ἀρχαίαν Ἑλληνικὴν καὶ Ῥωμαϊκὴν ἐποχὴν ἐξήγετο χαλκὸς ἐκ τῶν μεταλλευμάτων τῆς Κύπρου, ἐκ τῆς ὁποίας καὶ ἔλαβεν τὸ ὄνομα τὸ μέταλλον.

2. **Προέλευσις.** Ἀπαντᾷ καὶ αὐτοφύῃς, κυρίως ὅμως ἡνωμένος. Σπουδαιότερα ὄρυκτὰ χαλκοῦ εἶναι ὁ *κυπρίτης* Cu_2O , ὁ *χαλκοσίνης ἢ χαλκο-λαμπρίτης* Cu_2S , ὁ *χαλκοπυρίτης* CuFeS_2 , μικροτέρας δὲ σημασίας τὰ βασικὰ ἀνθρακικὰ ἄλατα αὐτοῦ, ὁ πράσινος *μαλαχίτης* $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ καὶ ὁ κυανοῦς *ἄζουρίτης* $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$.

3. **Μεταλλουργία** 1. Ἐκ τῶν ὀξειδίων ἢ ἀνθρακικῶν ὄρυκτῶν (ἀφοῦ πρῶτον διὰ πυρῶσεως μετατραποῦν εἰς ὀξείδια), ὁ χαλκὸς λαμβάνεται δι' ἀναγωγῆς μὲ ἀνθρακα: $2\text{CuO} + \text{C} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$.

2. Ἐκ τῶν θειούχων ὄρυκτῶν, τὰ ὁποῖα εἶναι τὰ σημαντικώτερα, ὁ χαλκὸς λαμβάνεται διὰ *ξηρᾶς* καὶ δι' *ὕγρας ὁδοῦ*.

Α. Ξηρὰ ὁδός. α) **Μερικὴ φρύξις καὶ παρασκευὴ χαλκολίθου.** Τὰ θειοῦχα ὄρυκτὰ (χαλκοπυρίτης), μετὰ ἐμπλουτισμόν, ὑφίστανται μερικὴν φρύξιν, ὁπότε μέρος τοῦ σιδήρου ὀξειδοῦται πρὸς FeO καὶ μέγα μέρος τοῦ θείου ἀφίπταται ὡς SO_2 . Τὸ προκύπτον προϊόν πυροῦται ἐν συνεχείᾳ ἐντὸς καμίνων μὲ ἀνθρακα καὶ SiO_2 ὡς συλλίπασμα, σχηματιζομένου πυριτικοῦ σιδήρου, ὁ ὁποῖος ἀπομακρύνεται ὡς εὐτηκτος καὶ ἐλαφρὰ σκωρία:



Τὸ ἀπομένον μῆγμα τῶν θειούχων ἐνώσεων Cu καὶ Fe τήκεται καὶ σχηματίζει τὸν *χαλκόλιθον*, περιέχοντα 30-40 % Cu καὶ 25-35 % Fe .

β) **Ἐξαγωγή τοῦ χαλκοῦ ἐκ τοῦ χαλκολίθου.** Ἐπιτελεῖται κατὰ δύο τρόπους.

1) Ὁ χαλκόλιθος ὑποβάλλεται ἐπανειλημμένως εἰς μερικὴν φρύξιν καὶ θέρμανσιν μὲ ἀνθρακα καὶ SiO_2 , πρὸς ἀπομάκρυνσιν ὅσον τὸ δυνατόν τοῦ σιδήρου. Τελικῶς τὸ προϊόν ὑποβάλλεται εἰς πλήρη φρύξιν καὶ τὰ σχηματιζόμενα ὀξείδια ἀνάγονται δι' ἀνθρακος. Λαμβάνεται οὕτω ὁ *μέλας χαλκός*, περιεκτικότητος περίπου 90 % εἰς Cu , ὁ ὁποῖος καθαρίζεται δι' ὀξειδωτικῆς τήξεως.

2) Ὁ χαλκόλιθος τήκεται ἐντὸς εἰδικῶν καμίνων (*ἄπιον Bessemer*) μετὰ SiO_2 καὶ διαβιβάζεται ἀπὸ ὑπὸ πίεσιν. Οὕτω ὅλος ὁ FeS ὀξειδοῦται πρὸς FeO καὶ μετατρέπεται διὰ τοῦ συλλίπασματος εἰς σκωρίαν (FeSiO_3), ἐνῶ

μέρος του Cu_2S οξειδούται προς Cu_2O . Μετά την απομάκρυνση της σκωρίας ανυψούται ή θερμοκρασία, όποτε το Cu_2O και ο άπομείνας Cu_2S άντηδροϋν και παρέχουν χαλκόν :



Ο λαμβανόμενος **μέλας χαλκός** (λόγω προσμίξεως CuO) είναι περιεκτικότητας περίπου 97 - 99 %.

Ο χαλκός καθαρίζεται ηλεκτρολυτικώς (διάλυμα CuSO_4 , άνοδος ο άκάθαρτος χαλκός).

Β. Ύγρα όδος. Εφαρμόζεται εις πτωχά εις χαλκόν θειούχα μεταλλεύματα. Ταύτα φρύσσονται και έν συνεχεία θερμαίνονται έντός καμίνων με NaCl , σχηματιζομένου CuCl_2 , ο όποιος διαλύεται εις ύδωρ και διαχωρίζεται διά διηθήσεως από τας άδιαλύτους προσμίξεις. Εις την Ίσπανίαν οι χαλκοϋχοι σιδηροπυρίτα άφήνονται επί μήνας εις τόν άέρα, όποτε ο θειούχος χαλκός μετατρέπεται κατά μέρος εις CuSO_4 . Έκ των λαμβανομένων διαλυμάτων CuCl_2 ή CuSO_4 καταβυθίζεται ο χαλκός διά προσθήκης άπορριμάτων σιδήρου (ή δι' ηλεκτρολύσεως) :



4. Φυσικαι ιδιότητες. Είναι μέταλλον ξυυθρόν, ισχυράς μεταλλικής λάμψεως, βαρύν (ε.β.8, 93), λίαν έλατόν και όλκιμον, πολύν καλός άγωγός θερμότητος και ηλεκτρισμού. Ο τετηγμένος χαλκός (σ. τ. 1083°) προσροφά άέρια, τά όποια κατά την στερεοποίησιν εκφεύγουν ως φυσαλίδες. Διά τούτο ο καθαρός χαλκός είναι άκατάλληλος προς κατασκευήν χυτών άντικειμένων. Τά άλατα του χαλκού είναι δηλητηριώδη.

5. Χημικαι ιδιότητες. Είναι άδρανές μέταλλον, μονοσθενές και δισθενές.

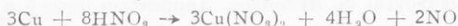
1. Εις τόν άέρα είναι σταθερός, έπικαλυπτόμενος βραδέως από πράσινον προστατευτικόν στρώμα βασικού άνθρακικού και θειικού χαλκού. Δι' ισχυράς θερμάνσεως εις τόν άέρα παρέχει άρχικώς ξυυθρόν Cu_2O , έν συνεχεία δέ μέλαν CuO .

2. Ένωται άμέσως με άλογόνα (CuX ή CuX_2), με θείον (Cu_2S) κλπ.

3. Δέν προσβάλλεται από τά άραιά όξέα (HCl , H_2SO_4), διαλύεται όμως παρουσία άέρος έν θερμώ, σχηματιζομένου ενδιαμέσως του όξειδίου.



Διαλύεται εύκόλως εις τά όξειδωτικά όξέα (HNO_3 , πυκν - θερμ. H_2SO_4) :

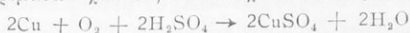


6. Χρήσεις. Είναι έν των εύρύτερον χρησιμοποιουμένων μετάλλων. Χρησιμοποιείται προς κατασκευήν ηλεκτροφόρων συρμάτων, ηλεκτρικών συσκευών, αλάτων χαλκού κλπ. Κυρίως όμως ο χαλκός χρησιμοποιείται προς παρασκευήν των διαφόρων κραμάτων χαλκού, τά όποια εύρίσκουν εκτεταμένας εφαρμογάς.

7. Κράματα χαλκού. Σπουδαιότερα κράματα χαλκού είναι 1) *Βρούντζος* (Cu - Sn, συνήθως με δλίγον Zn). 2) *Όρειχαλκος* (Cu - Zn). 3) *Νεάργυρος* και *Nikelin* (Cu, Ni, Zn). 4) *Constantan* (Cu - Ni). 5) *Μέταλλον Delta* (Cu, Zn, Fe). 6) *Κράματα νομισμάτων και κοσμημάτων* (χάλκινα, νικέλινα, άργυρά, χρυσά) κλπ.

2. ΘΕΠΙΚΟΣ ΧΑΛΚΟΣ CuSO_4

1. Παρασκευή. Παρασκευάζεται βιομηχανικῶς δι' επιδράσεως αραιού H_2SO_4 ἐπὶ ἀπορριμάτων χαλκού, ὑπὸ διοχέτευσιν ἀέρος :



Δύναιται νὰ ληφθῇ καὶ δι' επιδράσεως αραιοῦ H_2SO_4 ἐπὶ CuO ἢ πυκνοῦ - θερμοῦ H_2SO_4 ἐπὶ μεταλλικοῦ χαλκοῦ

2. Ἰδιότητες. Σχηματίζει ἐνύδρους κρυστάλλους τύπου $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, κυανοῦ χρώματος, (κοιν. *γαλαζόπειτρα*), ἀπαντᾷ δὲ καὶ ὡς ὀρυκτὸν μετὸ ὄνομα *χαλκάνθη*. Εἰς τοὺς 100° χάνει τὰ 4 μόρια ὕδατος, ἐνθ' ἄνω τῶν 200° καθίσταται ἀνυδρος (CuSO_4), ὁ ὁποῖος ἀποτελεῖ λευκὴν, λίαν ὑγροσκοπικὴν κόνιν. Δι' ἰγνῶν ὕδατος ὁ ἀνυδρος CuSO_4 χρωματίζεται κυανοῖς (λόγῳ σχηματισμοῦ τοῦ ἐνύδρου ἁλατος) καὶ χρησιμοποιεῖται πρὸς ἀνίχνευσιν τοῦ ὕδατος καὶ ὡς μέσον ξηράσεως. Δι' ἰσχυρᾶς θερμάνσεως ἀποσυντίθεται εἰς ὀξείδια.

3. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται ὡς λουτρὸν ἠλεκτρολύσεως εἰς ἐπιχαλκώσεις, πρὸς κατασκευὴν ἠλεκτρικῶν στοιχείων, πρὸς διαπότισιν ξύλων διὰ προστασίαν ἀπὸ τὴν σήψιν, εἰς τὴν βυρσοδεψίαν, τὴν παρασκευὴν ἀνοργάνων χρωμάτων κ.α. Ἐπίσης εἰς τὴν γεωργίαν πρὸς καταπολέμησιν παρασίτων, κυρίως δὲ τοῦ περονόσπορου τῆς ἀμπέλου, εἰς μίγμα μετ' ἄσβεστον (*βορδολιγάλλειος πολτός*).

3. ΑΡΓΥΡΟΣ

Σύμβολον : Ag. **Ἀτ. Ἀρ :** 47. **ΑΒ :** 107,88. **Σθένος** +1.

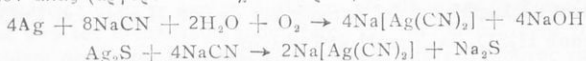
1. Ἱστορικόν. Ὁ ἄργυρος ἦτο γνωστὸς ἀπὸ τὴν ἀρχαίαν ἐποχὴν, χρησιμοποιούμενος ὡς πολῦτιμον μέταλλον εἰς κατασκευὴν νομισμάτων, κοσμημάτων κλπ.

2. Προέλευσις. Ἀπαντᾷ καὶ αὐτοφυῆς, κυρίως ὅμως ἠνωμένοις ὑπὸ μορφήν *ἀργυρίτου* Ag_2S , ὁ ὁποῖος συνοδεύει συχνὰ ἄλλα θειοῦχα ὀρυκτά, ἰδίως δὲ τὸν γαληνίτην (PbS). Δευτερεύοντα ὀρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι ὁ *κεραργυρίτης* AgCl , ὁ *πυραργυρίτης* Ag_3SbS_3 , ὁ *προουσίτης* Ag_3AsS_3 κ.α. Ἀργυρομιγῆς γαληνίτης ἀπαντᾷ εἰς τὸ Λαύριον, ἀπὸ τῆς ἀρχαίας δὲ ἐποχῆς ἐγένετο ἐντατικὴ ἐκμετάλλευσίς πρὸς παραλαβὴν τοῦ ἀργύρου.

3. Μεταλλουργία. 1. **Ξηρά ὁδὸς (κυπέλλωσις).** Ἐκ τῆς μεταλλουργίας τῶν ἀργυρομιγῶν ὀρυκτῶν (γαληνίτου) λαμβάνεται μόλυβδος περιέχων καὶ δλίγον ἄργυρον. Μετὰ *ἐμπλουτισμὸν* κατὰ διαφόρους μεθόδους πρὸς αὔξησιν τῆς περιεκτικότητος εἰς ἄργυρον, ὁ ἀργυρομιγῆς μόλυβδος ὑποβάλλεται, πρὸς παραλαβὴν τοῦ ἀργύρου, εἰς τὴν *χαλουμένην κυπέλλω-*

σιν, ήτις συνίσταται εις τήξιν έντός ειδικών καμένων από πορώδες ύλικόν, υπό διοχέτευσιν άέρος εις την επιφάνειαν. Ό μόλυβδος όξειδοϋται ούτω προς **λιθάργυρον** (PbO), ό όποιος έπιπλέει επί της επιφανείας και αφαιρείται συνεχώς, ένϋ τó τελευταίον τμήμα αυτού απορροφάται από τó πορώδες ύλικόν της καμίνου (τέφρα όστών κ.α). Τó πέρας της κατεργασίας έμφαίνεται έκ της έμφανίσεως της στιλβούσης μεταλλικής επιφανείας του τετηγμένου καθαρού άργυρου.

2. **Ύγρo δόξ.** Τα λειοτριβήθέντα, άργυρομηγή όρυκτά υποβάλλονται εις κατεργασίαν με διάλυμα NaCN, όποτε τόσον ό αύτοφυής άργυρος, (παρουσία άέρος), όσον και ό Ag₂S και ό AgCl μετατρέπονται εις εδιάλυτον σύμπλοκον άλας (άργυροκυανιοϋχον νάτριον) :



Διά προσθήκης ψευδαργύρου εις τó διάλυμα καταβυθίζεται ό άργυρος :



Ό καθ' οίανδήποτε μέθοδον λαμβανόμενος άργυρος καθαρίζεται ήλεκτρολυτικώς. (Διάλυμα AgNO₃, άνοδος άκάθαρος Ag).

4. **Φυσικά ιδιότητες.** Είναι μέταλλον λευκόν, ισχυράς μεταλλικής λάμψεως, μαλακόν, βαρύν (ε.β. 10,47), λίαν έλατόν και όλκιμον, άρκετά dúστηκτον (σ.τ. 960°). Είναι ό καλλίτερος άγωγός της θερμότητος και του ήλεκτρισμού. Ό τετηγμένος άργυρος προσροφά όξυγόνον, τó όποιον κατά την ψύξιν άποδίδεται με έκτίναξιν σταγονιδίων του τήγματος και διά τούτο ό καθαρός άργυρος είναι άκατάλληλος προς κατασκευήν χυτών άντικειμένων.

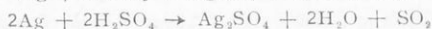
5. **Χημικά ιδιότητες.** Είναι στοιχείον άδρανές, άνήκον εις τά *εύγενή μέταλλα*, είναι δέ μονοσθενής.

1. **Εις τόν άέρα** είναι σταθερός, μη ένούμενος άμέσως με τó όξυγόνον ούτε εις ύψηλήν θερμοκρασίαν. Προσβάλλεται όμως υπό του ύδροϋειου και διά τούτο έκτιθέμενος επί μακρόν εις τόν άέρα καλύπτεται επιφανειακώς από μέλαν στρώμα Ag₂S, έκ της επιδράσεως του H₂S της ατμοσφαιρας :



2. Ένοϋται με άλογόνα και θετον εις ύψηλήν θερμοκρασίαν (AgX, Ag₂S).

3. **Έπίδρασις όξέων.** Δέν άντιδρά με άραιά όξέα (HCl, H₂SO₄), διαλύεται όμως εις τά όξειδωτικά όξέα (HNO₃, πυκνόν - θερμόν H₂SO₄) :



4. Διαλύεται, παρουσία όξυγόνου, εις NaCN και KCN (βλ. μεταλλουργίαν).

6. **Χρήσεις.** Άνήκει εις τά πολύτιμα μέταλλα. Χρησιμοποιείται προς κατασκευήν κοσμημάτων, νομισμάτων, οικιακών σκευών πολυτελείας κ.λ.π. (εις κράματα κυρίως με χαλκόν, έπειδή είναι μαλακός). Έπίσης δι' επαγωγώσεως διαφόρων άντικειμένων, κατασκευήν κατόπτρων, παρασκευήν αλάτων Ag τά όποια εύρίσκον έφαρμογάς εις την φωτογραφικήν, την λατρικήν κλπ.

4. ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΡΓΥΡΟΥ

1. Νιτρικός άργυρος AgNO_3 . Παρασκευάζεται δι' επίδρασεως HNO_3 επί Ag . Είναι ευδιάλυτος, δρᾷ δὲ ὀξειδωτικῶς, ἀναγόμενος εὐκόλως εἰς μεταλλικόν Ag . Διὰ θερμάνσεως (ἀνω τῶν 400°) διασπᾶται :



Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν ἄλλων ενώσεων Ag , ὡς ἀντιδραστήριον εἰς τὰ χημικὰ ἐργαστήρια, ὡς λουτρὸν ἠλεκτρολύσεως εἰς ἐπαργυρώσεις, ὡς καυτήριον εἰς τὴν Ιατρικὴν, πρὸς παρασκευὴν κατόπτρων κ. α.

2. Ἄλατα ἀργύρου μὲ ἀλογόνα (AgCl , AgBr , AgJ). Παρασκευάζονται δι' ἐπίδρασεως ὕδραλογόνων ἢ ευδιάλυτων ἁλᾶτων τῶν ἀλογόνων εἰς διάλυμα AgNO_3 ὅτε, ὡς ἀδιάλυτα, ἀποβάλλονται ὡς ἱζήματα. (Ὁ AgF εἶναι ευδιάλυτος εἰς ὕδωρ.

Ὁ **χλωριόχος ἄργυρος AgCl** εἶναι λευκόν, τυρῶδες ἱζήμα, διαλυτὸν εἰς ἀραιὰν ἁμμωνίαν, λόγῳ σχηματισμοῦ συμπλόκου ἁλατος :



Ὁ **βρωμιόχος ἄργυρος AgBr** εἶναι λευκοκίτρινον ἱζήμα, διαλυτὸν εἰς πυκνὴν ἁμμωνίαν.

Ὁ **ιοδιόχος ἄργυρος AgJ** εἶναι κίτρινον ἱζήμα, ἀδιάλυτον εἰς ἁμμωνίαν. Τὰ ἅλατα τοῦ ἀργύρου εἶναι εὐαίσθητα εἰς τὸ φῶς, διασπώμενα πρὸς μεταλλικόν ἄργυρον. Εἰς τὴν ἀνωτέρω ἰδιότητα στηρίζεται ἡ φωτογραφικὴ τέχνη. Τὰ films κατασκευάζονται δι' ἐπικαλύψεως εἰδικῶν ταινιῶν μὲ ἅλατα ἀργύρου (κυρίως AgBr ἢ AgJ).

5. ΧΡΥΣΟΣ

Σύμβολον : Au. **Ἀτ.** Ἀρ : 79. **ΑΒ :** 197. **Σθένη** +1, +3.

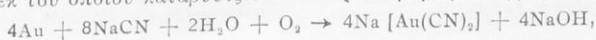
1. Ἱστορικόν. Ἦτο γνωστὸς ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων ὡς τὸ κατ' ἐξοχὴν πολύτιμον μέταλλον, χρησιμοποιούμενος πρὸς κατασκευὴν κοσμημάτων καὶ νομισμάτων.

2. Πρὲλεύσεις. Ἀπαντᾷ αὐτοφύης εἰς λεπτὰ ψήγματα ἐντὸς χαλαζιακῶν πετρωμάτων, ὥς καὶ εἰς τὴν προερχομένην ἐκ τῆς ἀποσαθρώσεως αὐτῶν ἄμμου ποταμίων. Εἰς ἕλην συνοδεύει ὠρισμένα δρυκτά, ὡς χαλκοπυρίτην, γαληνίτην, σιδηροπυρίτην κ.α. Κύριαι χρυσοπαραγωγοὶ χώραι εἶναι ἡ Νότιος Ἀφρική, ἡ Ρωσία, ὁ Καναδᾶς κ.α.

3 Μεταλλουργία. 1. Παλαιότερον ἐλαμβάνετο διὰ μηχανικῆς κατεργασίας, δηλαδὴ δι' ἐκπύσεων τῆς χρυσοφόρου ἄμμου ἢ τοῦ λειοτριβηθέντος πετρώματος μὲ ὕδωρ, ὅποτε ὁ χρυσὸς διαχωρίζεται ὡς βαρύτερος. Σήμερον λαμβάνεται κυρίως :

2. Δι' ἀμιλγαμώσεως. Διὰ κατεργασίας τοῦ χρυσοφόρου ὕλικου μὲ ὑδράργυρον ὁ χρυσὸς σχηματίζει ἀμάλαμα, ἐκ τοῦ ὁποίου διὰ θερμάνσεως ἀφίπταται ὁ υδράργυρος καὶ ἀπομένει ὁ χρυσός.

3. Διὰ διαλύματος NaCN . Εἶναι ἡ κυριώτερα μέθοδος. Τὸ λειοτριβηθὲν χρυσοφόρον ὕλικόν υφίσταται κατεργασίαν παρουσίᾳ ἀέρος μὲ διάλυμα NaCN . Ὁ χρυσὸς διαλύεται, μετατρεπόμενος εἰς χρυσοκυανιοῦχον νάτριον, ἐκ τοῦ ὁποίου καταβυθίζεται διὰ προσθήκης ψευδαργύρου.



Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



4. Φυσικά ιδιότητες. Είναι μέταλλον μαλακόν, κίτρινον, ισχυρῶς μεταλλικῆς λάμψεως, λίαν βαρὺ (ε.β. 19,3) δύστηκτον (σ.τ. 1063⁰). Είναι τὸ πλέον ἐλατὸν καὶ ὀλιμιμον ἐξ ὄλων τῶν μετάλλων. Ἐξ αὐτοῦ κατασκευάζονται φύλλα πάχους μικροτέρου τοῦ 0,001 mm καὶ ἀπὸ 1gr αὐτοῦ δύναται νὰ ληφθῇ σῶμα μήκους 3 Km.

5. Χημικά ιδιότητες. Είναι στοιχεῖον ἀδρανές, τὸ κατ' ἐξοχὴν *εὐγενές μέταλλον*, ἐμφανίζεται δὲ ὡς μονοθενὲς καὶ τρισθενές.

1. **Εἰς τὸν ἀέρα** παραμένει ἀναλλοίωτος, μὴ ἐνούμενος ἀμέσως μετὰ τὸ ὀξυγόγον εἰς οὐδεμίαν θερμοκρασίαν. Ἐνοῦται ἀμέσως μετὰ ἀλογόνα (AuX_3).

2. **Ἐπίδρασις ὀξέων.** Είναι ἀπρόσβλητος ἀπὸ ὅλα τὰ ὀξέα, διαλυόμενος μόνον εἰς *βασιλικὸν ὕδωρ*:



3. Προσβάλλεται ἀπὸ τήγματα καυστικῶν ἀλκαλίων, νιτρικῶν ἀλάτων, ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου. Διαλύεται, παρουσία O_2 , εἰς κυανιοῦχα ἀλκάλια.

6. Χρήσεις. Είναι τὸ κατ' ἐξοχὴν πολύτιμον μέταλλον. Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν κοσμημάτων, νομισμάτων, εἰς τὴν ὀδοντιατρικὴν κλπ. Ἐπειδὴ εἶναι μαλακός, χρησιμοποιεῖται πάντοτε ὑπὸ μορφὴν κράματων μετὰ χαλκὸν (ἐρυθρὰς ἀποχρώσεως) ἢ μετὰ ἄργυρον (ἀσθενεστέρου κίτρινου χρώματος).

Ἡ περιεκτικότης τῶν κράματων τοῦ χρυσοῦ ἐκφράζεται εἰς *καράτια*, τὰ ὅποια δηλοῦν τὰ μέρη βάρους τοῦ χρυσοῦ τὰ ὅποια περιέχονται εἰς 24 μέρη βάρους κράματος. Οὕτω ὁ καθαρὸς χρυσὸς εἶναι 24 καρατίων, κράμα 10 καρατίων ἀποτελεῖται κατὰ τὰ 10/24 τοῦ βάρους του ἀπὸ χρυσὸν κ.ο.κ.

Ὁ χρυσὸς χρησιμοποιεῖται ἐπίσης δι' ἐπιχρυσώσεις, παρασκευὴν ἀλάτων του κ.λ.π.

Προβλήματα

141. Ἐλασμα ψευδαργύρου βάρους 50 gr * τίθεται ἐντὸς διαλύματος CuSO_4 καὶ ἐπιχαλκοῦται, ὅτε τὸ βάρος τοῦ ἐλάσματος ἐλαττοῦται εἰς 49,93 gr*. Νὰ εὐρεθῇ ἡ ἐκατοστιαία σύστασις τοῦ ἐπιχαλκωθέντος ἐλάσματος.

142. 100 Kgr Cu περιέχοντος ὡς πρόσμιξιν ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ, ἀπαιτοῦν πρὸς πλήρη διάλυσιν θερμανοῖν μετὰ διάλυμα πυκνοῦ H_2SO_4 περιέχον 298,9 Kgr καθαροῦ H_2SO_4 . Ζητεῖται α) ἡ περιεκτικότης τοῦ προϊόντος εἰς CuO, β) ὁ ὄγκος τοῦ ἐκλυθέντος ἀερίου εἰς KΣ, γ) τὸ ποσὸν τοῦ δυναμένου νὰ ληφθῇ κρυσταλλικοῦ θειικοῦ χαλκοῦ. (Ἐπ. α) 4%, β) 33,6 cm³, γ) 387,5 Kgr).

143. Ἐπὶ ποσότητος κράματος Au·Cu βάρους 2,191 gr ὅπερ περιέχει 10% Cu, ἐπιδρῶμεν μέχρι πλήρους διαλύσεως διὰ βασιλικοῦ ὕδατος. Νὰ γραφοῦν χημικαὶ ἐξισώσεις διὰ τὰς λαμβανούσας χώραν ἀντιδράσεις καὶ νὰ εὐρεθῇ ὁ ὄγκος τοῦ ἐκλυομένου ἀερίου εἰς KΣ.

144. Ἐπὶ ποσότητος Cu·Ag ἐπιδρῶμεν μετὰ ἀραιὸν HNO_3 . Μετὰ ἐξάτμισιν τοῦ ληφθέντος διαλύματος ἀπομένει ξηρὸν ὑπόλειμμα 26,04 gr. Τοῦτο διαλύεται εἰς ὕδωρ καὶ προστίθεται περίσσεια διαλύματος KOH. Καταπίπτει οὕτω ἴζημα βάρους 16,86 gr. Ζητεῖται τὸ βάρος καὶ ἡ σύστασις τοῦ χρησιμοποιηθέντος κράματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε'

ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ — ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ — ΜΟΛΥΒΔΟΣ — ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣ

1. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ

Σύμβολον: Zn . 'Ατ. 'Αρ: 30. ΑΒ: 65,38. Σθένος: +2.

1. Προέλευσις. 'Απαντᾷ πάντοτε ἡνωμένος. Κυριώτερα ὄρυκτά: *σφαλερίτης* ZnS , *καλαμίνα* ἢ *σμιθσονίτης* $ZnCO_3$, δευτερεύοντα δὲ ὁ *ζιγκίτης* ZnO , ὁ *ἡμιμορφίτης* Zn_2SiO_4 . H_2O κ.α. 'Εν 'Ελλάδι ὄρυκτά Zn ἀπαντοῦν εἰς Λαύριον καὶ Θάσον.

2. Μεταλλουργία. Μετὰ ἐμπλουτισμόν, ἐκ τοῦ σφαλερίτου διὰ φρύξεως ἢ ἐκ τῆς καλαμίνας διὰ πυρώσεως λαμβάνεται ZnO , ἐκ τοῦ ὁποίου δι' ἀνάγωγῆς μὲ ἀνθρακὰ ὀποστάζει ὁ ψευδάργυρος.

$2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2$, $ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2$, $ZnO + C + \rightarrow Zn \uparrow + CO$
Οἱ ἄτμοι τοῦ Zn συμπυκνοῦνται εἰς εἰδικοὺς θαλάμους.

'Ο ψευδάργυρος λαμβάνεται καὶ ἠλεκτρολύσεως διαλύματος αὐτῶν.
εἰς $ZnCl_2$ ἢ $ZnSO_4$ καὶ ἠλεκτρολύσεως διαλύματος αὐτῶν.

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. 'Ο ψευδάργυρος (κ. τοίγκος) εἶναι μέταλλον λευκοκυανίζον, βαρὺ (ε.β. 7,14) καὶ εὐτηκτον (σ.τ. 419,4°). Εἶναι κρυσταλλικῆς ὕφης καὶ εὐθραυστος εἰς συνήθη θερμοκρασίαν. Μεταξὺ 100 - 150° καθίσταται ἐλατὸς καὶ ὀλκιμος, ἐνῶ ἀνω τῶν 200° καθίσταται λίαν εὐθραυστος, δυνάμενος νὰ κονιοποιηθῇ.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι λίαν ἠλεκτροθετικόν, δισθενὲς μέταλλον.

1. Εἰς τὸν ἀέρα εἰς συνήθη θερμοκρασίαν εἶναι σταθερός, καλυπτόμενος ἐπιφανειακῶς ὑπὸ προστατευτικοῦ στρώματος βασικοῦ ἀνθρακικοῦ ψευδαργύρου. Θερμαινόμενος εἰς τὸν ἀέρα καίεται ζωηρῶς πρὸς ZnO . 'Ενοῦται μὲ ἀλογόνα (ZnX_2), θεῖον (ZnS) κλπ.

2. 'Υπὸ τοῦ ὕδατος δὲν προσβάλλεται ἐν ψυχρῷ, ἐν θερμῷ ὅμως διασπᾷ τοὺς ὕδατιμοὺς: $Zn + H_2O \rightarrow ZnO + H_2$.

3. 'Επίδρασις ὀξέων. Διαλύεται εὐκόλως εἰς ἀραιὰ ὀξέα (HCl , H_2SO_4).

$2HCl + Zn \rightarrow ZnCl_2 + H_2$, $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$

'Ανάγει τὸ HNO_3 καὶ τὸ πυκνὸν -θερμὸν H_2SO_4 παρέχων, ἀναλόγως τῆς πυκνότητος καὶ τῆς θερμοκρασίας, SO_2 , H_2S , S ἢ NO_2 , NO , N_2O , NH_3 κ.λ.π. καὶ τὰ ἀντίστοιχα ἅλατα [$Zn(NO_3)_2$, $ZnSO_4$].

4. Διαλύεται ἐν θερμῷ εἰς καυστικά ἄλκαλια: $Zn + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2$

5. Χρήσεις - Κράματα. Λόγῳ τῆς ἀνθεκτικότητος εἰς τὸν ἀέρα καὶ τὸ ὕδωρ, χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν δοχείων, σωλήνων καὶ γενικῶς συσκευῶν ἐρχομένων εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν ἀέρα καὶ τὸ ὕδωρ. 'Επίσης πρὸς ἐπιψευδαργύρωσιν τοῦ σιδήρου (*γαλβανισμένη λαμαρίνα*), παρασκευὴν ἐνώσεων Zn κλπ. Εὐρείας ἐφαρμογὰς εὐρίσκουν τὰ κράματα τοῦ ψευδαργύρου, κυρίως δὲ ὁ *ὄρεϊ χαλκός* (βλ. κράματα Cu).

2. ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ

Σύμβολον: Hg . 'Ατ. 'Αρ: 80. ΑΒ: 200,61. Σθένη +1, +2.

1. Προέλευσις. 'Απαντᾷ αὐτοφυῆς εἰς μικρὰ ποσά. Σπουδαιότερην ὄρυκτὸν αὐτοῦ εἶναι τὸ *κιννάβαρι* HgS .

2. Μεταλλουργία. Ἀποκλειστικὸν μέταλλευμα αὐτοῦ εἶναι τὸ κιννάβαρι, ἐκ τοῦ ὁποίου συνήθως λαμβάνεται δι' ἐμπλουτισμοῦ καὶ φρύξεως:



Οἱ ἅτμοι τοῦ ἀποσταζομένου Hg συμπυκνῶνται εἰς δοχεῖα ἐκ λιθοκεράμου. Δύνανται νὰ ληφθῇ ἀπὸ ἐμπλουτισθὲν μέταλλευμα δι' ἀποστάξεως μὲ CaO ἢ Fe:



Καθαρίζεται διὰ προσθήκης εἰς ἀραιὸν διάλυμα HNO_3 , ὅτε ὀξειδοῦνται καὶ διαλύονται πρῶτον αἱ ὀλιγώτερον εὐγενεῖς ξένα προσμίξεις.

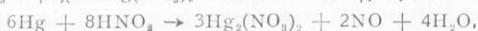
3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι τὸ μόνον ὑγρὸν μέταλλον (σ.τ. — 38,89°, σ.ζ. 359,95°), ἀργυρόλευκον, ἰσχυρᾶς μεταλλικῆς λάμψεως, βαρὺ (ε.β. 13,595). Ἀναδίδει εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν ἀτμοὺς δηλητηριώδεις.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι ἀδρανὲς (εὐγενές) μέταλλον, ἐμφανιζόμενον ὡς μονοθενές καὶ διοθενές.

1. *Εἰς τὸν ἀέρα* δὲν προσβάλλεται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν, ἐνῶ διὰ θερμάνσεως περὶ τοὺς 300° παρέχει HgO , διασπώμενον ἄνω τῶν 400°.

2. Ἐνοῦται μὲ Cl_2 καὶ Br_2 ἐν ψυχρῷ, μὲ J_2 διὰ τριβῆς, μὲ S ἐν θερμῷ.

3. *Ἐπίδρασις ὀξέων.* Δὲν προσβάλλεται ὑπὸ ἀραιῶν ὀξέων (HCl , H_2SO_4). Ἀνάγει τὸ ἀραιὸν HNO_3 παρέχων $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ (νιτρικὸν ὕδραργυρον) καὶ τὸ πυκνὸν HNO_3 παρέχων $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$. Διαλύεται ἐπίσης εἰς πυκνὸν - θερμὸν H_2SO_4



5. Χρήσεις - ἀμαλγάματα. Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν θερμομέτρων, βαρομέτρων καὶ ἄλλων ὀργάνων τῆς φυσικῆς, λυχνιῶν ὕδραργυρου πρὸς παραγωγὴν ὑπεριωδῶν ἁκτίνων, ἐνώσεων Hg, ὡς HgCl_2 , *κεροτῆκος ὕδραργυρος* $\text{Hg}(\text{CNO})_2$ (ἐνάσματος εἰς ἐκρηκτικὰς ὕλας) κ.α. Εὐρέως χρησιμοποιοῦνται τὰ διάφορα ἀμαλγάματα.

Ἀμαλγάματα καλοῦνται ὡς γνωστὸν τὰ κράματα τοῦ ὕδραργυρου, πολλὰ τῶν ὁποίων συμπεριφέρονται ὡς καθωρισμένοι ἐνώσεις. Ὁ Hg παρέχει ἀμαλγάματα μὲ τὰ πλεῖστα μέταλλα. Τὰ πλεῖστα ἀμαλγάματα εἶναι ρευστά, μερικὰ ὅμως σκληρύνονται κατὰ τὴν παραμονήν, χρησιμοποιούμενα πρὸς σφράγισιν ὁδόντων (κυρίως τὸ ἀμάλγαμα Ag). Ἡ ἀμαλγάμωσις χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν μεταλλουργίαν Au (καὶ Ag), τὰ ἀμαλγάματα Na, K ὡς ἀναγωγικά κλπ.

3. ΜΟΛΥΒΔΟΣ

Σύμβολον: Pb. **Ἀτ.** Ἀρ: 82. **AB:** 207,21. **Σθένη:** +2, +4.

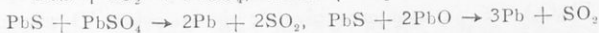
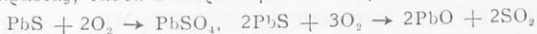
1. Προέλευσις. Αὐτοφύης ἀπαντᾷ εἰς ἴχνη. Σπουδαιότερον ὄρυκτὸν αὐτοῦ εἶναι ὁ *γαληνίτης* PbS , ὁ ὁποῖος συνήθως περιέχει ἀργυρίτην Ag_2S καὶ ἐνώσεις ἄλλων μετάλλων (ZnS , FeS_2 κ.λπ.). Μικροτέρας σημασίας ὄρυκτὰ εἶναι ὁ *ἀγγλεσίτης* PbSO_4 , ὁ *κερουσίτης ἢ ψιμυνθίτης* PbCO_3 , ὁ *κροκοῖτης* PbCrO_4 κ.α. Ἐν Ἑλλάδι ἀργυρομυγῆς γαληνίτης ἀπαντᾷ εἰς Λαύριον.

2. Μεταλλουργία. Λαμβάνεται κυρίως ἐκ τοῦ γαληνίτου, μετὰ ἐμπλουτισμὸν διὰ τῶν ἐξῆς μεθόδων:

1. **Διὰ πλήρους φρύξεως καὶ ἀναγωγῆς** τοῦ λαμβανομένου PbO :



2. **Διὰ μερικῆς φρύξεως καὶ ἀντιδράσεως.** Τὸ μέταλλωμα ὑποβάλλεται εἰς μερικὴν φρύξιν, οὕτως ὥστε τμήμα μόνον τοῦ PbS νὰ ὀξειδωθῇ, ἐν μέρει πρὸς PbSO₄ καὶ ἐν μέρει πρὸς PbO. Ἐν συνεχείᾳ δι' ἀνυψώσεως τῆς θερμοκρασίας, ταῦτα ἀντιδρῶν μὲ τὸν ἀπομείνοντα PbS.



Ὁ λαμβανόμενος μόλυβδος καθαρίζεται δι' ὀξειδωτικῆς ἀνατήξεως ἐντὸς φλογοβόλων καμίνων, ὅτε ὀξειδοῦνται πρῶτον καὶ ἀπομακρύνονται αἱ πλέον εὐοξειδωτοὶ τοῦ μολύβδου προσμίξεις. Συχνὰ ὑποβάλλεται περαιτέρω εἰς **κυπέλλωσιν** πρὸς παραλαβὴν τοῦ περιεχομένου Ag (σελ. 243) ἢ ἰχνῶν Au. Τὸ κατὰ τὴν κυπέλλωσιν σχηματιζόμενον PbO ἀνάγεται δι' ἀνθρακος. Ὁ μόλυβδος καθαρίζεται καὶ ἠλεκτρολυτικῶς.

3. **Φυσικαὶ ιδιότητες** Εἶναι μέταλλον κυανότεφρον, εὐτηκτον (σ.τ. 327,4°), μαλακόν, βαρὺ (ε.β. 11,34), ἑλατὸν καὶ ὄλκιμον.

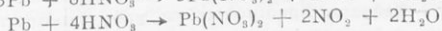
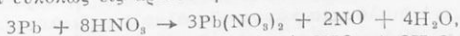
4. **Χημικαὶ ιδιότητες.** Εἶναι σχετικῶς ἄδρανές μέταλλον, συνήθως διασθενές.

1. **Ἐπίδρασις ἀέρος.** Εἰς ξηρὸν αέρα δὲν προσβάλλεται, ἐνῶ εἰς ὑγρὸν αέρα ὀξειδοῦται ἐπιφανειακῶς, καλυπτόμενος ταχέως ἀπὸ προστατευτικὸν στρώμα βασικοῦ ἀνθρακικοῦ μολύβδου. Θερμαινόμενος εἰς τὸν αέρα παρέχει PbO.

2. **Ἐπίδρασις ὕδατος.** Ἀπεσταγμένον ὕδωρ ἢ ὕδωρ βροχῆς (καὶ γενηκῶς μαλακὸν ὕδωρ), περιέχον ἐν διαλύσει αέρα, προσβάλλει τὸν μόλυβδον, σχηματιζόμενον τοῦ ἀρκετὰ διαλυτοῦ, δηλητηριώδους Pb(OH)₂. Εἰς τὰ συνήθη (σκληρὰ) φυσικὰ ὕδατα, τὰ ἐν διαλύσει ἄλατα σχηματίζουν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ μολύβδου προστατευτικὸν ἐπίστρωμα ἀδιαλύτου PbSO₄ καὶ PbCO₃. Οὕτω, σωλῆνες μολύβδου δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν ἀκινδύνως πρὸς διαχέτευσιν τοῦ συνήθους σκληροῦ ὕδατος, ὅχι ὅμως ὕδατος βροχῆς ἢ μαλακοῦ ὕδατος.

3. **Ἐπίδρασις ὀξέων.** Ὑπὸ ἀραιοῦ HCl ἢ H₂SO₄ δὲν προσβάλλεται πρακτικῶς, καλυπτόμενος ἀπὸ ἐπιφανειακὸν προστατευτικὸν στρώμα ἀδιαλύτου PbCl₂ ἢ PbSO₄. Προσβάλλεται ὅμως ὑπὸ πυκνοῦ - θερμοῦ H₂SO₄, ὑπὸ ἔκλυσιν SO₂: $\text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{PbSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$. (Ἐνδιαμέσως σχηματίζεται εὐδιάλυτος Pb(HSO₄)₂). Κονιοποιημένος μόλυβδος προσβάλλεται ὑπὸ πυκνοῦ - θερμοῦ διαλύματος HCl, ὑπὸ ἔκλυσιν ὑδρογόνου.

Διαλύεται ἐνκόλως εἰς ἀραιὴν ἢ πυκνὴν HNO₃:



Προσβάλλεται ἐπίσης ἀπὸ τὰ ὀργανικὰ ὀξέα (ὡς π.χ. τὸ ὀξικὸν ὀξύ, σχηματιζόμενον εὐδιάλυτου δηλητηριώδους (CH₃COO)₂Pb). Διὰ τοῦτο δὲν πρέπει νὰ χρησιμοποιοῦνται μαγειρικὰ σκευὴ ἀπὸ μολύβδου. Γενικῶς αἱ ἐνώσεις τοῦ μολύβδου εἶναι δηλητηριώδεις.

4. **Ἐπίδρασις βάσεων.** Πυκνὰ διαλύματα καυστικῶν ἀλκαλίων προ-

σβάλλουν ἐν θερμῷ τὸν μόλυβδον: $\text{Pb} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{H}_2$.

5. Χρήσεις — Κράματα. Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν σωλῆνων (διοχέτευσις φωταερίου, ἐπένδυσις ἡλεκτροφόρων ἀγωγῶν κλπ.), ἡλεκτρικῶν συσσωρευτῶν, πλήρωσιν βλημάτων πυροβόλων, ἐπένδυσιν τῶν θαλάμων εἰς τὴν βιομηχανίαν H_2SO_4 κλπ. Ἐνώσεις μολύβδου χρησιμοποιοῦνται κυρίως ὡς ἀνόργανα χρώματα (στουπτέσι 2PbCO_3 , $\text{Pb}(\text{OH})_2$, λιθάργυρος PbO , μίνιον Pb_3O_4), καὶ ὡς παρασιτοκτόνα εἰς τὴν γεωργίαν. Ὁ τετρααιθυλιοῦχος μόλυβδος $[(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}]$ προστίθεται εἰς τὴν βενζίνην ὡς ἀντικοιτικὸν κατὰ τὴν καύσιν εἰς τοὺς κυλίνδρους τῶν μηχανῶν.

Ἐδρῶς χρησιμοποιοῦνται τὰ κράματα μολύβδου, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι: **Τὸ κράμα τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων** ($\text{Pb}-\text{Sb}-\text{Sn}$), **τὸ συγκολλητικὸν κράμα** (κ. καλᾶϊ, $\text{Pb}-\text{Sn}$), **τὸ κράμα τῶν χόνδρων** (Pb μὲ ὀλίγον As) κ.α.

5. ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣ

Σύμβολον: Sn. **Ἄτ.** Ἀρ: 50. **ΑΒ:** 118,7. **Σθένη:** +2, +4.

1. Προέλευσις. Τὸ κύριον ὄρυκτὸν αὐτοῦ εἶναι ὁ *κασσιτερίτης* SnO_2 .

2. Μεταλλουργία. Μετὰ μηχανικὸν ἐμπλουτισμόν, ὁ κασσιτερίτης φρύσσεται πρὸς ἀπομάκρυνσιν τοῦ θείου καὶ ἀρσενικοῦ τῶν προσμίξεων, ἐν συνεχείᾳ δὲ ἀνάγεται δι' ἄνθρακος ἐντὸς καμίνων: $\text{SnO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Sn} + 2\text{CO}$.

Καθαρίζεται διὰ τήξεως, ὁπότε, ὡς λίαν εὐτήκτος, τήκεται πρῶτος καὶ διαχωρίζεται ἀπὸ τῆς προσμίξεως.

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μέταλλον λευκόν, στιλπνόν, βαρὺ (ε.β. 7,29), εὐτήκτον (σ.τ. 231,9°), μαλακὸν καὶ εὐκαμπτὸν. Εἶναι λίαν ἐλατός, δυνάμενος νὰ ληφθῇ εἰς λευκὰ φύλλα. Ἐχει κρυσταλλικὴν ὑφήν, κατὰ τὴν κάμψιν δὲ ράβδων κασιτέρου παραγεται χαρακτηριστικὸς τριγμός, λόγω θραύσεως τῶν κρυσταλλίων. Ἐμφανίζεται ὑπὸ τρεῖς ἀλλοτροπικὰς μορφάς.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μάλλον ἀδρανὲς μέταλλον, δισθενὲς καὶ τετρασθενές.

1. Εἰς τὸν ἀέρα παραμένει ἀναλλοίωτος εἰς συνήθη θερμοκρασίαν. Θερμαίνόμενος ἰσχυρῶς καίεται πρὸς SnO_2 . Ἐνοῦται μὲ Cl_2 πρὸς SnCl_4 . Διασπᾷ τοὺς ὕδατμοὺς ἐν ἐρυθροπυρώσει.

2. Ἐπίδρασις ὀξέων. Προσβάλλεται βραδέως ἀπὸ ἀραιὸν, ταχέως ἀπὸ πυκνὸν θερμὸν ὕδροχλωρικὸν ὀξύ. $\text{Sn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{SnCl}_2 + \text{H}_2$.

Ὑπὸ ἀραιοῦ H_2SO_4 προσβάλλεται βραδύτατα ($\text{Sn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SnSO}_4 + \text{H}_2$), ἐνῶ μὲ πυκνόν· θερμὸν H_2SO_4 παρέχει $\text{Sn}(\text{SO}_4)_2$:



Μὲ λίαν ἀραιὸν HNO_3 ἐν ψυχρῷ παρέχει $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$, ἐνῶ μὲ μετρίως πυκνὸν ἐν θερμῷ παρέχει *μετακασσιτερικόν ὀξύ* H_2SnO_3 , λευκὴν ἀδιάλυτον κόκκιν, μετατρεπομένην διὰ πυρώσεως εἰς SnO_2 :



3. Εἰς πυκνὰ διαλύματα καυστικῶν ἀλκαλίων διαλύεται βραδέως.

5. Χρήσεις — Κράματα. Χρησιμοποιεῖται πρὸς ἐπικασσιτέρωσιν διαφόρων μεταλλικῶν ἀντικειμένων (χαλκίνων δοχείων, σκευῶν κλπ.), κυρίως ὅμως πρὸς παρασκευὴν τοῦ *λευκοσιδήρου* (κ. τενεκέ), ἐπικασσιτερωμένων φύλλων σιδήρου. Φύλλα κασιτέρου χρησιμοποιοῦνται πρὸς περιτύλιξιν τροφίμων, οἰγαρέτιων κλπ.

Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν κραμάτων, ὡς ὁ *βεοῦντζος* ($\text{Cu}-\text{Sn}$) κ.α. (βλ. Pb).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'

ΣΙΔΗΡΟΣ — ΝΙΚΕΛΙΟΝ — ΚΟΒΑΛΤΙΟΝ — ΛΕΥΚΟΧΡΥΣΟΣ

1. ΣΙΔΗΡΟΣ

Σύμβολον: Fe. **Ατ.** Αρ: 26. **ΑΒ:** 55,85. **Σθένη** +2, +3.

1. Ίστορικόν. Ὁ σίδηρος εἶναι γνωστός ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων. Ἐπαί-
ξεν σπουδαιότατον ρόλον εἰς τὴν ἐξέλιξιν τοῦ ἀνθρώπου, ἀποτελεῖ δὲ καὶ σή-
μερον τὸ σημαντικώτερον εἰς ἐφαρμογὰς μέταλλον.

2. Προέλευσις. Εἶναι λίαν διαδεδομένον μέταλλον, τὸ 2^{ον} μετὰ τὸ ἀργί-
λιον καὶ τὸ 4^{ον} κατὰ σειρὰν διαδόσεως στοιχείον. Ἐλεύθερον ἀνευρίσκεται
σπανίως εἰς μετεωρίτας. Σπουδαιότερα ἐκ τῶν ὀρυκτῶν του εἶναι ὁ **αἱματίτης**
 Fe_2O_3 , ὁ **μαγνητίτης** Fe_3O_4 , ὁ **λεϊμωνίτης**, ἔνυδρον ὀξειδίου σιδήρου, συνή-
θους συστάσεως $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, ὁ **σιδηροπυρίτης** FeS_2 , ὁ **σιδηρίτης** FeCO_3 .
Ἐν Ἑλλάδι σιδηρομεταλλεύματα ἀπαντοῦν εἰς Θάσον, Σέριφον κ. α., νικε-
λιούχα δὲ σιδηρομεταλλεύματα εἰς Λάρνηναν κ. α.

Ὁ σίδηρος ἀπαντᾷ καὶ εἰς τὸν ὀργανικὸν κόσμον. Οὕτω, π.χ., ἀποτελεῖ
συστατικὸν τῆς αἰμοσφαιρίνης τοῦ αἵματος.

3. Μεταλλουργία. Ἡ μεταλλουργία τοῦ σιδήρου περιλαμβάνει τὴν ἐκ
τῶν μεταλλευμάτων αὐτοῦ παρασκευὴν **χυτοσιδήρου** (περιέχοντος ἕως 5 % C)
καὶ τὴν ἐν συνεχείᾳ παρασκευὴν **μαλακοῦ σιδήρου** (περιέχοντος ὀλιγώτερον
τοῦ 0,5 % C) ἢ **χάλυβος** (περιέχοντος ἕως 1,5 % C).

Ὁ καθαρὸς σίδηρος, λαμβανόμενος συνήθως δι' ἡλεκτρολύσεως FeCl_2
ἢ FeSO_4 , εἶναι ἀκατάλληλος διὰ τὰς τεχνικὰς ἐφαρμογὰς.

Α. Παρασκευὴ χυτοσιδήρου ἐκ τῶν μεταλλευμάτων σιδήρου.
Ὁξείδια σιδήρου (κυρίως Fe_2O_3) ἀνάγονται διὰ θερμάνσεως μὲ ἀνθρακα,
ἐντὸς τῶν ὑψικαμίνων. Εἶναι ἡ κυρίως μεταλλουργία σιδήρου.

Ὡς μέταλλευμα χρησιμοποιοῦνται κυρίως τὰ ὀξείδια ἢ τὰ ἀνθρακικὰ ὀρυ-
κτὰ τοῦ σιδήρου (μετατρεπόμενα πρῶτον εἰς ὀξείδια διὰ πυρώσεως). Τὰ θειού-
χα ὀρυκτὰ χρησιμοποιοῦνται σπανιότερον, ἀφοῦ διὰ φρύξεως μετατραποῦν
εἰς Fe_2O_3 . (Ὁ σιδηροπυρίτης FeS_2 χρησιμοποιεῖται κυρίως πρὸς παρασκευὴν
 H_2SO_4 καὶ δευτερευόντως ὡς μέταλλευμα σιδήρου).

Συνήθως τὰ μεταλλεύματα ὑποβάλλονται ἀρχικῶς εἰς φρύξιν, πρὸς ἀπο-
μάκρυνσιν τῆς ὑγρασίας, καθὼς θείου, ἀρσενικοῦ κλπ. τῶν προσμίξεων καὶ
μετατροπὴν FeO εἰς Fe_2O_3 , καθισταμένου ταυτοχρόνως τοῦ μεταλλεύματος
πορώδους, ὅπερ διευκολύνει τὴν περαιτέρω κατεργασίαν.

Αἱ ὑψικάμενοι (ῥυσοὺς περὶ τὰ 25 - 30 m), κατεσκευασμένοι ἐκ πυρι-
μάχων πλίνθων καὶ ἐξωτερικὴν ἐπένδυσιν ἐκ σιδηρῶν πλακῶν, πληροῦνται
ἐκ τῶν ἄνω μὲ διαδοχικὰ στρώματα **μεταλλεύματος** ἀναμεμιγμένου μὲ **συλ-
λιπάσματα** (συνήθως CaCO_3) καὶ **κώκ**, τὸ ὅποϊον ἀποτελεῖ τὸ θερμαντικόν
καὶ ἀναγωγικὸν ὑλικὸν τῆς ὑψικαμίνου. Ἐκ πλευρικῶν ὀπῶν ἐμφυσᾶται ἐντὸς
τῆς καμίνου, πλησίον τῆς βάσεως, θερμὸς ἀήρ (~900°), καιομένου οὕτω τοῦ

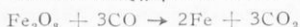
άνθρακος πρὸς CO_2 . Ἡ ἐκλυομένη θερμότης δημιουργεῖ εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς ὑψικαμίνου λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ($\sim 1500^\circ$), ἐνῶ εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα ἡ θερμοκρασία καθίσταται συνεχῶς χαμηλότερα. Τὸ CO_2 , ἀνερχόμενον ἐντὸς τῆς καμίνου, ἀνάγεται ὑπὸ τοῦ διαπύρου ἀνθρακος πρὸς CO :



τὸ ὅποῖον κυρίως ἐπιτελεῖ τὴν ἀναγωγὴν τῶν ὀξειδίων τοῦ σιδήρου. Ἡ λειτουργία τῆς ὑψικαμίνου δύναται νὰ περιγραφῇ διὰ τῆς σχηματικῆς διακρίσεως 4 ζωνῶν ἐντὸς αὐτῆς, διὰ τῶν ὁποίων διέρχονται διαδοχικῶς τὰ ἐκ τῶν ἄνω κατερχόμενα ὕλη:

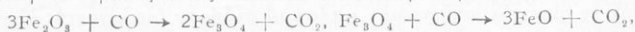
I. Ζώνη προθερμάνσεως (ἕως 400°). Τὸ ἀνώτερον τμήμα τῆς καμίνου.

II. Ζώνη ἀναγωγῆς ($400 - 1000^\circ$). Ἐδῶ κυρίως ἐπιτελεῖται ἡ ἀναγωγή τοῦ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου ὑπὸ τοῦ ἀνερχομένου CO :



Σχ. 22 Διάγ. αμψα ὑψικαμίνου

Εἰς τὴν πραγματικότητα ἐπιτελοῦνται πολλοὶ ἐνδιάμεσοι ἀντιδράσεις, τῶν ὁποίων ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις ἀποτελεῖ ἀποσπαστικὴν παράστασιν:



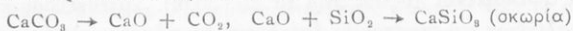
III. Ζώνη ἐνανθρακώσεως ($1000 - 1200^\circ$). Μέρους τοῦ CO διασπᾶται ($2\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$), ὃ δὲ παραγόμενος εἰς λεπτὸν διαμερισμὸν ἀνθραξ σχηματίζει μετὸν κατερχόμενον σπογγώδη σίδηρον εὐτηκτον κράμα.

IV. Ζώνη τήξεως ($1200 - 1500^\circ$). Τὸ κατερχόμενον κράμα σιδήρου-ἀνθρακος τήκεται, συμπληροῦται δὲ ἀπ' εὐθείας ὑπὸ ἀνθρακος ἡ ἀναγωγή ὑπολειφθέντων ποσοτήτων ὀξειδίων τοῦ σιδήρου:



Ἀνάγονται ἐπίσης ὑπὸ ἀνθρακος καὶ ὀξείδια ἄλλων στοιχείων (ὥς τοῦ Mn , P , Si) περιεχομένων εἰς τὸ μετάλλευμα, τὰ δὲ παραγόμενα στοιχεῖα διαλύονται ἐντὸς τοῦ τήγματος.

Ἐπὶ τοῦ τετηγμένου χυτοσιδήρου ἐπιπλέει, ἀφαιρουμένη ὑπὸ εἰδικῆς ἐξόδους, ἡ εὐτηκτος καὶ ἐλαφρὰ **σκωρία**, σχηματισθεῖσα ἐκ τοῦ συλλιπάσματος καὶ τῶν πυριτικών συνήθως (SiO_2) προσμίξεων τοῦ μεταλλεύματος:



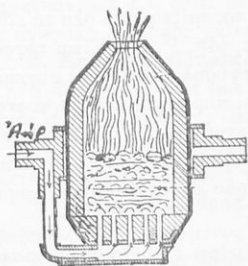
Ἐὰν αἱ προσμίξεις τοῦ μεταλλεύματος εἶναι ἀνθρακικαὶ (CaCO_3 κυρίως), ὡς συλλίπασμα προστίθεται SiO_2 , σχηματιζομένης πάλιν σκωρίας ἐκ CaSiO_3 .

Κατὰ διαστήματα ὁ χυτοσίδηρος ἀφαιρεῖται ἀπὸ εἰδικὸν ἄνοιγμα εἰς τὸν πυθμένα τῆς καμίνου, ἡ ὁποία συμπληροῦται μετὰ πρῶτας ὕλας ἐκ τῶν ἄνω. Τὰ ἐκ τῶν ἄνω ἐξερχόμενα ἀέρια περιέχουν σημαντικὸν ποσοστὸν CO καὶ

χρησιμοποιούνται πρὸς προθέρμανσιν τοῦ ἀέρος. Ἡ λειτουργία τῆς ὑψικαμί-
νου εἶναι συνεχής, διακοπτομένη μόνον εἰς ἀραιὰ διαστήματα πρὸς συντήρη-
σιν καὶ ἐπιδιόρθωσιν βλαβῶν.

Β. Παρασκευὴ μαλακοῦ (σφυρηλάτου) σιδήρου. Ὁ χυτοσίδηρος
τήχεται ἐντὸς ἐιδικῆς καμίνου μετὰ αἱματίτου (Fe_2O_3) καὶ τὸ τήγμα ἀναδεύε-
ται καλῶς. Ὁ περιεχόμενος εἰς τὸν χυτοσίδηρον ἄνθραξ ὀξειδοῦται κατὰ τὸ
μέγιστον ποσοστὸν ὑπὸ τοῦ Fe_2O_3 πρὸς CO τὸ ὁποῖον ἀφίπταται, ἐνῶ αἱ
λοιπὰ προσμίξεις, ὀξειδούμεναι ἐπίσης, ἀπομακρύνονται ὡς σκωρία. (Ἡ ἀνω-
τέρω εἶναι ἡ κυρία μέθοδος).

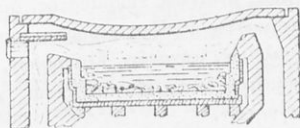
Γ. Παρασκευὴ χάλυβος. 1. Μέθοδος Bessemer. Ὁ χυτοσίδηρος
φέρεται τετηγμένος ἐκ τῆς ὑψικαμίνου εἰς ἐιδικὴν συσκευὴν εἰς σχῆμα ἀπίου
(ἀπίον τοῦ Bessemer, σχ. 23), στρεπτήν περὶ ὀριζόντιον ἄξονα καὶ



Σχ. 23.

ἔχουσιν πυθμένα μετὰ διπλᾷ διάτρητα τοιχώματα. Διὰ τοῦ διατρήτου πυθμένος ἐμφυσᾶται ἐντὸς
τῆς μάζης ἀήρ. Ὁ ἄνθραξ ὀξειδοῦται ὅλος πρὸς
 CO , τὸ ὁποῖον καίεται εἰς τὸ στόμιον τῆς συ-
σκευῆς πρὸς CO_2 . Ὁξειδοῦνται ἐπίσης καὶ αἱ
ἄλλαι προσμίξεις (Si , Mn , P), τὰ δὲ παραγόμενα
ὀξείδια ἀπορροφῶνται ἀπὸ τὴν ἐιδικὴν ἐπένδυ-
σιν τοῦ ἀπίου. Ἡ ἐκ τῶν ἀνωτέρω ὀξειδώσεων
ἐκλυομένη θερμότης ἀνυψώνει τὴν θερμοκρα-
σίαν, οὕτω δὲ διατηρεῖται τετηγμένος ὁ παρα-
γόμενος λίαν δύστηκτος σχεδὸν καθαρὸς σίδη-
ρος. Ὅταν συμπληρωθεῖ ἡ ὀξείδωσις τῶν προ-
σμίξεων, διακόπτεται ἡ διοχέτευσις ἀέρος καὶ ὁ παραχθεὶς σίδηρος μετατρέ-
πεται εἰς χάλυβα τῆς ἐπιθυμητῆς εἰς ἄνθρακα περιεκτικότητος, διὰ προσθή-
κης ὑπολογισθείσης ποσότητος κράματος σιδήρου πλουσίου εἰς ἄνθρακα. Ἡ
ὅλη ἐργασία διαρκεῖ 15·20 λεπτά.

Ἡ ἐπένδυσις τοῦ ἀπίου, ἀναλόγως
τῶν προσμίξεων αἱ ὁποῖα πρέπει νὰ ἀπο-
μακρυνθοῦν, εἶναι εἴτε *δξινος* (πυρρική),
εἴτε *βασικὴ* (CaO καὶ MgO ἐξ ἰσχυρῶς πυ-
ρωθέντος δολομίτου). Τὸ ἐκ τοῦ φωσφόρου
παραγόμενον P_2O_5 σχηματίζει μετὰ τὴν βα-
σικὴν ἐπένδυσιν φωσφορικά ἅλατα, χρη-
σιμοποιούμενα ὡς λίπασμα ὑπὸ τὸ ὄνομα
ἄλευρον τοῦ Thomas.



Σχ. 24.

2. Μέθοδος Siemens - Martin (σχ. 24). Ἐντὸς φλογοβόλου καμίνου,
θερμαινομένης διὰ καύσεως ἄνθρακαερίου, τήχεται μίγμα χυτοσίδηρου, ἀπορ-
ριμάτων σιδήρου καὶ αἱματίτου. Διὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ Fe_2O_3 ὀξειδοῦνται
αἱ προσμίξεις καὶ μέρος μόνον τοῦ ἄνθρακος. Αἱ ἀντιδράσεις ἐπιτελοῦνται
βραδέως, ἡ δὲ ἐργασία διαρκεῖ 8-10 ὥρας, διακοπτομένη ὅταν ἡ περιεκτι-
κότης εἰς ἄνθρακα φθάσει τὰ ἐπιθυμητὰ ὅρια. Τὰ ἐκ τῶν προσμίξεων σχη-
ματιζόμενα ὀξείδια ἀπορροφῶνται ἀπὸ τὴν κατάλληλον ἐπένδυσιν τῆς καμίνου.

Σύγκρισις τῶν δύο μεθόδων. α) Μέθοδος Bessemer. Πλεονεκτήματα: Ἡ ταχύτης τῆς παρασκευῆς καὶ ἡ μὴ χρησιμοποιοῦν καυσίμων. Μειονεκτήματα: Ἡ ἀναγκαστικὴ λειτουργία μόνον πλησίον ὀψικαμίνων — ἐπειδὴ ἀπαιτεῖται τεταγμένος χυτοσίδηρος — αἱ σημαντικαὶ ἀπώλειαι σιδήρου καὶ ἡ σχετικῶς κατωτέρα ποιότης χάλυβος.

β) Μέθοδος Siemens — Martin. Πλεονεκτήματα: Ἡ ἀνεξαρτησία ἀπὸ τὰς ὀψικαμίνους, ἡ ἀξιοποιοῦν ἀπορριμάτων καὶ μεταλλεύματος σιδήρου, αἱ μικρότερα ἀπώλειαι καὶ ἡ καλλίτερα ποιότης τοῦ χάλυβος. Μειονεκτήματα: Ἡ κατανάλωσις καυσίμων καὶ ἡ μακρὰ διάρκειά τῆς ἐργασίας.

3. Ἡλεκτρικὴ μέθοδος. Εἰς εἰδικὰς ἡλεκτρικὰς καμίνους παρασκευάζεται χάλυψ ἐξαιρετικῆς ποιότητος ἢ χαλυβοκράματα με Ni , Cr , V κ.λ.π. (εἰδικοὶ ἢ εὐγενεῖς χάλυβες).

4. Εἶδη σιδήρου - Φυσικαὶ ιδιότητες - Χρήσεις

1. **Χυτοσίδηρος.** Περιέχει τὰς περισσοτέρας προσμίξεις ἀπὸ ὅλα τὰ εἶδη σιδήρου (2,2-5 % C καὶ σημαντικὸν ποσοστὸν Si , Mn , P , S). Εἶναι τεφρόχρους, σκληρὸς καὶ εὐθραυστος, δὲν δύναται νὰ σφυρηλατηθῇ ἢ νὰ συγκολληθῇ. Εἶναι σχετικῶς εὐτήκτος (σ.τ. 1050 - 1200°), παρέχει δὲ λεπτόρρευστον τήγμα, δυνάμενον νὰ χυθῇ εἰς τύπους πρὸς παρασκευὴν χυτῶν ἀντικειμένων. Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν θερμοαστῶν, σωλήνων, σιδηροτροχιῶν κλπ., τὸ μέγιστον μέρος ὅμως τῆς παραγωγῆς χυτοσιδήρου μετατρέπεται εἰς σφυρήλατον σίδηρον καὶ κυρίως εἰς χάλυβα.

Ὁ ἄνθραξ περιέχεται εἰς τὸν χυτοσίδηρον ἐν μέρει ἐλεύθερος ὡς γραφίτης καὶ ἐν μέρει ἠνωμένος ὡς σεμεντίτης Fe_3C . Χυτοσίδηρος περιέχων τὸν C κυρίως ὡς σεμεντίτην, με ὀλίγον Si καὶ σημαντικὸν ποσὸν Mn εἶναι ὁ λευκὸς χυτοσίδηρος, σκληρότατος καὶ μὴ δυνάμενος νὰ χυθῇ εἰς τύπους, διότι ουστέλλεται κατὰ τὴν πῆξιν.

2. **Χάλυψ.** Περιέχει 0,5 - 1,5 % C. Αἱ ιδιότητες τοῦ χάλυβος ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς περιεκτικότητος εἰς ἄνθρακα καὶ τῆς θερμοκρῆς κατεργασίας αὐτοῦ (βαφὴ καὶ ἀνόπτησις). Γενικῶς εἶναι σκληρός, ἐλατὸς καὶ ὀλκιμος, ἐλαστικός, σχετικῶς εὐθραυστος, δύναται νὰ χυθῇ εἰς τύπους. Ἀποτελεῖ τὸ σημαντικώτερον εἶδος σιδήρου, χρησιμοποιούμενος εὐρύτατα πρὸς κατασκευὴν ἐργαλείων, μηχανῶν, ἐλατηρίων, ἐλασμάτων, ξυριστικῶν λεπίδων, μαχαίρων, συρμάτων κλπ. Μαγνητίζεται, χρησιμοποιούμενος εἰς κατασκευὴν μονίμων μαγνητῶν.

Ἡ βαφὴ τοῦ χάλυβος συνίσταται εἰς πύρωσιν καὶ ἀπότομον ψύξιν δι' ἐμβάπτισιν εἰς ψυχρὸν ὕδωρ (ἢ ὀρυκτέλαιον). Καθίσταται οὕτω σκληρότατος καὶ λίαν εὐθραυστος. Ἐν συνεχείᾳ συνεχῶς θερμαίνεται ἡπιώτερον καὶ ἀφήνεται πρὸς βραδείαν ψύξιν (ἀνόπτησις), ὅποτε ἐλαττοῦται τὸ εὐθραυστον αὐτοῦ, ἐνῶ ἡ σκληρότης ἐλάχιστα ἐπηρεάζεται.

3. **Εἰδικοὶ ἢ εὐγενεῖς χάλυβες.** Εἶναι χαλυβοκράματα περιέχοντα ποικίλα ποσὰ ἄλλων μετάλλων καὶ παρουσιάζουν εἰδικὰς ἑκαστος βελτιωμένας ιδιότητας, αἱ ὁποῖαι τοὺς καθιστοῦν καταλλήλους διὰ διαφορωτάτας χρήσεις. (Κατασκευὴ μηχανῶν, ἐργαλείων, ἀξόνων τροχῶν, θωράκων πλοίων, ἐξαρτημάτων αὐτοκινήτων, ἐλατηρίων, ἐλίκων κ.λ.π.) Σπουδαιότερα εἶδη:

Νικελιοχάλυβες, μεγάλης σκληρότητας (ό χάλυψ **Invar**, με 35 % Ni έχει ελάχιστον συντελεστήν διαστολής), **χρωμιοχάλυβες**, σκληροί και μεγάλης άντοχής (πολλοί χάλυβες Cr ή Cr-Ni είναι άνοξειδωτοί) **μαγγανιοχάλυβες**, μεγάλης άντοχής, **πυριτιοχάλυβες**, μεγάλης ελαστικότητας, **βολφραμιοχάλυβες**, **βαναδιοχάλυβες** κλπ.

4. Σφυρήλατος ή μαλακός σίδηρος. Είναι το καθαρότερον βιομηχανικόν είδος σιδήρου (περιέχει ολιγώτερον του 0,5 % C). Είναι ελατὸς καὶ ὀλκιμος, ἀνθεκτικὸς καὶ ελαστικὸς. Είναι λίαν δύστηκτος (σ.τ. 1450 - 1500°), ἀκατάλληλος διὰ χυτὰ ἀντικείμενα. Είναι μαλακὸς καὶ θερμαινόμενος καθίσταται εὐπλαστος, δυνάμενος νὰ σφυρηλατηθῇ. Μαγνητίζεται παροδικῶς. Δὲν δύναται νὰ ὑποστῇ βαρὴν. Παλαιότερον ἐχρησιμοποιεῖτο εὐρῶς, σήμερον ὅμως αἱ χρήσεις του εἶναι περιορισμέναι (κατασκευὴ πετῶν, ἀλυσίδων, συρμάτων κ.λ.π.), διότι ἀντικαθίσταται ἀπὸ χάλυβα μικρᾶς περιεκτικότητος εἰς ἀνθρακα (μαλακὸς χάλυψ).

5. Καθαρὸς σίδηρος. Είναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, μαλακόν, βαρὺ (ε.β. 7,86), δύστηκτον (σ.τ. 1535°). Μαγνητίζεται παροδικῶς ὡς καὶ ὁ μαλακὸς σίδηρος, πρὸς τὸν ὁποῖον ὁμοιάζει γενικῶς. Είναι ἀνευ ἐμπορικῆς ἀξίας.

5. Χημικαὶ ιδιότητες σιδήρου. Είναι λίαν δραστικὸν μέταλλον, ἐμφανίζεται δὲ εἰς τὰς ἐνώσεις του ὡς δισθενὲς καὶ τρισθενές.

1. Ἐπίδρασις ἀέρος. Εἰς ξηρὸν ἀέρα δὲν προσβάλλεται εἰς συνήθη θερμοκρασίαν. Θερμαινόμενος εἰς τὸν ἀέρα ἢ καθαρὸν O₂ καίεται πρὸς Fe₃O₄.

Εἰς ὑγρὸν ἀέρα ὑφίσταται **σκωρίασιν**, καλυπτόμενος ὑπὸ στρώματος καστανεύδρου **σκωρίας** (συνήθους συστάσεως 2Fe₂O₃ · 3H₂O). Τὸ στρώμα τοῦτο εἶναι πορώδες καὶ ἀποσπᾶται εὐκόλως, οὕτω δὲ ἡ σκωρίασις προχωρεῖ εἰς βάθος (**διάβρωσις σιδήρου**).

Πρὸς προστασίαν ἀπὸ τὴν σκωρίασιν ὁ σίδηρος καλύπτεται μὲ διάφορα προστατευτικὰ ἐπιστρώματα, κυρίως δέ: α) Διὰ βαφῆς, συνήθως μὲ μίνιον (Pb₃O₄). β) Δι' ἐπιμεταλλώσεως, συνήθως μὲ κασσίτερον (λευκοσίδηρος), ψευδάργυρον (γαλβανισμένος σίδηρος, κ. λαμαρίνα) ὡς καὶ ἄλλα μέταλλα σταθερὰ εἰς τὸν ἀέρα (Cr, Ni, κ. α.). γ) Δι' ἐπιδράσεως ὑδρατμῶν ἐπὶ τοῦ διαπύρου μετάλλου, ὅτε σχηματίζεται προστατευτικὸν ἐπίστρωμα Fe₃O₄ κ.λ.π.

2. Ἐπίδρασις ἀμετάλλων. Ἐνοῦται μὲ ἀλογόνα (FeX₃), θεῖον (FeS), ἀνθρακα εἰς λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν (Fe₃C, **σεμεντίτης**), πυρίτιον κ.α.

3. Ἐπίδρασις ὕδατος. Διάπυρος σίδηρος διασπᾷ τοὺς ὑδρατμούς, παρέρχων Fe₃O₄ καὶ H₂ (παρ. H₂): $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$.

4. Ἐπίδρασις ὀξέων. Διαλύεται εὐκόλως εἰς ἀραιὰ ὀξέα (HCl, H₂SO₄):
 $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$, $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$

Ὑπὸ πυκνοῦ H₂SO₄ ἐν ψυχρῇ δὲν προσβάλλεται, ἀνάγει ὅμως τὸ πυκνὸν - θερμὸν H₂SO₄: $2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

Ὑπὸ πυκνοῦ HNO₃ μεταπίπτει εἰς **παθητικὴν κατὰστασιν**, ἐνῶ ἀνάγει τὸ ἀραιὸν HNO₃: $\text{Fe} + 4\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{θερ.}} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$

$4\text{Fe} + 10\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{ψυχρ.}} 4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

6. Σημασία τοῦ σιδήρου (χρήσεις). Ὁ σίδηρος, διὰ προσμίξεως μικρῶν ποσοτήτων ἄλλων μετάλλων ὥς καὶ ἀμετάλλων τινῶν (κυρίως ἄνθρακος, ἀλλὰ καὶ Si, κ.α.) ἢ διὰ καταλλήλου θερμικῆς κατεργασίας, δύναται νὰ ἀποκτήσῃ, ὥς εἶδομεν, διαφορωτάτας ιδιότητας, προσαρμολογούμενας εἰς τὰς πλέον ποικίλας τεχνικὰς ἐφαρμογὰς. Διὰ τοῦτο ἀποτελεῖ τὸ εὐρύτερον χρησιμοποιούμενον μέταλλον, ἡ δὲ σημασία του διὰ τὴν παγκόσμιον οἰκονομίαν εἶναι τεραστία. Ἀπὸ ἀπόψεως ποσότητος καὶ ἀντιπροσωπευομένης τιμῆς, ἡ παραγωγή σιδήρου ὑπερβαίνει τὸ σύνολον τῆς παραγωγῆς ὅλων τῶν ἄλλων μετάλλων, δύναται δὲ νὰ λεχθῇ ὅτι ἡ κατανάλωσις σιδήρου ἀποτελεῖ μέτρον τῆς τεχνικῆς ἀναπτύξεως μιᾶς χώρας. Μερικαὶ ἀπὸ τὰς χρήσεις σιδήρου ἀνεφέρθησαν προηγουμένως.

2. ΝΙΚΕΛΙΟΝ

Σύμβολον: Ni. **Ἀτ. Ἀρ:** 28. **AB:** 58,71. **Σθένος** +2 (+3, +4).

1. Προέλευσις. Αὐτοφύεις ἀπαντᾷ εἰς μετεωρίτας. Σπουδαιότερα ὄρυκτά: **νικελίτης** NiAs, **μιλλερίτης** (ἢ νικελιοπυρίτης) NiS, **γαρνιερίτης** (Ni, Mg) SiO₃. H₂O. Ἐν Ἑλλάδι ἀπαντοῦν σημαντικὰ κοιτάσματα νικελίου-χου σιδηρομεταλλεύματα (Fe₂O₃ μετὰ NiO, Cr₂O₃ κ.λ.π.) εἰς Λάρυμναν.

2. Μεταλλουργία Τὰ μεγαλύτερα ποσὰ Ni λαμβάνονται ἀπὸ νικελιοῦ-χα σιδηρομεταλλεύματα, εἰς τὰ ὅποια τὸ Ni περιέχεται ὑπὸ μορφὴν **πειτανδίου** (Fe, Ni)S, ὁμοῦ μετὰ χαλκοπυρίτου (Καναδάς). Ταῦτα, μετὰ ἐμπλουτισμὸν καὶ μερικὴν φρύξιν, θερμαίνονται ἀρχικῶς ἐντὸς καμίνων μὲ ἄνθρακα καὶ συλλιπάσματα, ἐν συνεχείᾳ δὲ ἐντὸς συσκευῆς ἀναλόγου τοῦ ἀπίου Bessemer. Οὕτω ὀξειδούται καὶ διαχωρίζεται ὡς σκωρία τὸ μέγιστον μέρος τοῦ σιδήρου, λαμβάνεται δὲ τελικῶς ὁ **νικελιόλιθος** (μίγμα κυρίως Cu₂S καὶ NiS). Ἐκ τοῦ νικελιόλιθου, δι' ἐντόνου φρύξεως καὶ ἀναγωγῆς τῶν σχηματιζομένων ὀξειδίων μὲ ἄνθρακα, λαμβάνεται τὸ **κράμα Monel** (Ni, Cu, μὲ ὀλίγον Fe καὶ Mn), προσομοιάζον εἰς τὸ χροῖμα καὶ τὰς μηχανικὰς ιδιότητας μὲ καθαρὸν Ni.

Ἐκ τοῦ νικελιόλιθου καθαρὸν Ni λαμβάνεται: α) **Διὰ συντήξεως μὲ κώκ καὶ Na₂SO₄.** Τοῦτο ἀνάγεται εἰς Na₂S, εἰς τὸ ὅποιον διαλύεται τὸ μέγιστον μέρος τοῦ Cu₂S καὶ διαχωρίζεται. Τὸ ὑπόλοιπον (κυρίως NiS) φρύσσεται καὶ τὰ λαμβανόμενα ὀξείδια (κυρίως NiO) ἀνάγονται δι' ἄνθρακος. Λαμβάνεται οὕτω ἀκάθαρτον Ni, καθαριζόμενον ἡλεκτρολυτικῶς ἢ διὰ CO, ὡς εἰς τὴν μέθοδον Mond.

β) **Μέθοδος Mond.** Ὁ νικελιόλιθος φρύσσεται ἰσχυρῶς, ἐν συνεχείᾳ δὲ διὰ κατεργασίας μὲ ἀραιὸν H₂SO₄ ἀπομακρύνεται τὸ CuO, διαλυόμενον πρὸς CuSO₄. Τὸ ὑπόλοιπον (κυρίως NiO) ἀνάγεται μὲ τὸ H₂ ὑδραερίου περὶ τοὺς 300 - 350°. Ἐν συνεχείᾳ διαβιβάζεται ὑπεράνω τῆς μάζης CO περὶ τοὺς 60°, ὅτε μόνον τὸ Ni σχηματίζει πτητικὴν ἔνωσιν, τὸ τετρακαρβονυλικὸν νικέλιον Ni(CO)₄. Τοῦτο, διαβιβαζόμενον εἰς πύργους θερμαινόμενους περὶ τοὺς 150 - 180° διασπᾶται, παρέχον καθαρὸν Ni.

Έν Ἑλλάδι εἰς Λάρυμναν, ἐκ τῶν νικελιούχων σιδηρομεταλλευμάτων τῆς περιοχῆς, λαμβάνεται σιδηρονικέλιον λίαν ἐμπλουτισμένον εἰς Νί διὰ τῆς μεθόδου Α. Μουσούλου. Ἀρχικῶς τὸ θρυμματισθὲν μετάλλευμα θερμαίνεται μὲ ἄνθρακα ἐντὸς περιστρεφομένης καμίνου, ὅτε ὅλο σχεδὸν τὸ ΝίΟ ἀνάγεται πρὸς Νί, ἐνῶ μέρος τοῦ Fe_2O_3 (~40 %) ἀνάγεται πρὸς Fe καὶ μέρος πρὸς FeO . Ἐν συνεχείᾳ τὸ προϊόν, μετὰ νέας ποσότητος μεταλλεύματος, φέρεται εἰς ἡλεκτρικὴν κάμινον, ὅπου τὸ ΝίΟ τοῦ μεταλλεύματος ἀνάγεται ὑπὸ μεταλλικοῦ σιδήρου ($\text{Fe} + \text{NiO} \rightarrow \text{Ni} + \text{FeO}$), τελικῶς δὲ εἰς τὸ μεταλλικὸν τῆγμα διαβιβάζεται ὀξυγόνον. Διὰ τῶν ἀνωτέρω κατεργασιῶν τὸ μέγιστον μέρος τοῦ σιδήρου τῶν μεταλλευμάτων μεταφέρεται εἰς τὴν σκωρίαν, χρησιμοποιουμένην περαιτέρω πρὸς παραγωγὴν σιδήρου. Τὸ λαμβανόμενον *σιδηρονικέλιον* περιέχει ~25 % Νί (μετὰ Co).

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, ἰσχυρᾶς μεταλλικῆς λάμψεως, σκληρόν, ἐλατὸν καὶ ὀλκιμον, βαρὺ (ε.β. 8,9) καὶ δύστηκτον (σ.τ. 1452°), μαγνητικὸν (κάτω τῶν 356°). Εἰς λεπτὸν διαμερισμὸν ἀπορροφᾷ μέγαν ὄγκον ἀερίων (κυρίως H_2), χρησιμοποιούμενον ὡς καταλύτης εἰς ὕδρογονώσεις.

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μετρίως δραστικὸν μέταλλον, συνήθως διασθενές.

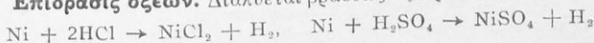
1. **Ἐπίδρασις ἀέρος.** Συμπαγὲς Νί εἶναι σταθερὸν εἰς τὸν ἀέρα εἰς συνήθη θερμοκρασίαν. Δι' ἐντόνου θερμάνσεως καίεται πρὸς ΝίΟ (εὐκολώτερον εἰς καθαρὸν O_2).

2. **Ἐπίδρασις ἀμετάλλων.** Ἐνοῦται μὲ ἀλογόνα (NiX_2), θείον (NiS) κ.λ.π.

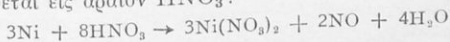
3. **Ἐπίδρασις ὕδατος.** Διάπυρον διασπᾷ τοὺς ὑδρατμούς:



4. **Ἐπίδρασις ὀξέων.** Διαλύεται βραδέως εἰς ἀραιὰ ὀξέα (HCl , H_2SO_4):



Εὐκόλως διαλύεται εἰς ἀραιὸν HNO_3 :



Ὑπὸ πυκνοῦ HNO_3 μεταπίπτει εἰς *παθητικὴν κατάστασιν*. Διαλύεται ἐπίσης εἰς πυκνὸν - θερμὸν H_2SO_4 ($\text{Ni} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NiSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$) καὶ βασιλικὸν ὕδωρ.

5. Χρήσεις - Κράματα. Χρησιμοποιεῖται εὐρέως δι' ἐπινικελιώσεις, λόγῳ τῆς σταθερότητός του εἰς τὸν ἀέρα. Εὐρύτατα χρησιμοποιοῦνται τὰ κράματα τοῦ Νί, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι οἱ διάφοροι *νικελιοχάλυβες*. Οἱ *ἀνοξειδωτοὶ χάλυβες* εἶναι πλούσιοι εἰς Νί καὶ Cr χάλυβες. Ὁ *χάλυψ Invar* (~35 % Νί) ἔχει ἐλάχιστον συντελεστὴν διαστολῆς. Ἄλλα σημαντικὰ κράματα Νί εἶναι: Ὁ *νεόργυρος* ($\text{Cu} - \text{Zn} - \text{Ni}$), τὸ κράμα *Monel* Ni , Cu , ὀλίγος Fe καὶ Mn), *Nichrom* ($\text{Ni} - \text{Fe} - \text{Cr}$), *Constantan* ($\text{Cu} - \text{Ni}$) κ.α.

3. ΚΟΒΑΛΤΙΟΝ

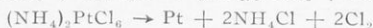
Σύμβολον: Co. **Ἄτ.** Ἀρ. 27. **ΑΒ:** 58,94. **Σθένος:** +2 (+3, +4)

1. **Προέλευσις.** Σπουδαιότερα ὄρυκτά: *σμαλτίνης* CoAs₂, *κοβαλτίνης* CoAsS.
2. **Μεταλλουργία.** Ἐκ τῶν ὄρυκτῶν Co, διὰ πολυπλόκου ἐπεξεργασίας, λαμβάνεται CoO, ἀναγόμενον δι' ἄνθρακος ἢ H₂ ἢ ἀργιλιθερμικῶς.
3. **Ἰδιότητες.** Φυσικῶς καὶ χημικῶς εἶναι ἀνάλογον τοῦ νικελίου.
4. **Χρήσεις.** Δι' ἐπικοβαλτιώσεις καὶ παρασκευὴν κραμάτων (*κοβαλτιοχάλυβες*).

4. ΛΕΥΚΟΧΡΥΣΟΣ

Σύμβολον: Pt. **Ἄτ.** Ἀρ. 78. **ΑΒ:** 195,09. **Σθένη:** +2, +4.

1. **Προέλευσις.** Ἀπαντᾷ αὐτοφύε, ὁμοῦ μὲ τὰ ἄλλα μέταλλα τῆς ομάδος λευκοχρύσου (ρουθίνιον Ru, ρόδιον Rh, παλλάδιον Pd, ὁσμιον Os, ἱρίδιον Ir).
2. **Μεταλλουργία.** Ἀρχικῶς ἐκ τοῦ ἐμπλουτισθέντος μεταλλεύματος διαχωρίζεται ὁ συνυπάρχων χρυσὸς δι' ἀμαλγαμώσεις. Ἐν συνεχείᾳ διὰ κατεργασίας μὲ βασιλικὸν ὕδωρ παραμένει ἀδιάλυτον τὸ ὁσμιρίδιον (φυσικὸν κράμα Os — Ir). Τὸ διάλυμα ἐξατμίζεται καὶ τὸ ὑπόλειμμα θερμαίνεται εἰς 125°. Διὰ κατεργασίας ἐν συνεχείᾳ μὲ ὕδωρ διαλύεται ὁ PtCl₄, μετατρέπόμενος διὰ προσθήκης HCl εἰς *χλωριολευκοχρυσικὸν* ὁξὺ H₂PtCl₆, ἐκ τοῦ ὁποίου διὰ NH₄Cl καταβυθίζεται τὸ λίαν δυσδιάλυτον χλωριολευκοχρυσικὸν ἀμμώνιον. Τοῦτο πυρούμενον διασπᾶται, λαμβανομένου τοῦ λευκοχρύσου (μὲ ὀλίγον Ir).



3. **Φυσικαὶ ἰδιότητες.** Ὁ λευκοχρυσός (κ. πλατίνη) εἶναι μέταλλον λευκόν, ἰσχυρᾶς μεταλλικῆς λάμψεως, λίαν βαρὺ (ε.β. 21,45) καὶ δύστηκτον (σ.τ. 1769°), ἐξαιρετικῶς ἐλατὸν καὶ ὀλκιμον. Ὁ *σπογγώδης λευκοχρυσός* ἔχει τὴν ἱκανότητά νὰ ἀπορροφᾷ μεγάλους ὄγκους ἀερίων, χρησιμοποιούμενος ὡς καταλύτης εἰς ἀντιδράσεις ἀερίων.

4. **Χημικαὶ ἰδιότητες.** Εἶναι *μέταλλον εὐγενές*, σταθερὸν εἰς τὸν ἀέρα, μὴ ἐνούμενον μὲ τὸ O₂ εἰς οἰανδήποτε θερμοκρασίαν.

ὑπὸ τῶν ὁξέων γενικῶς δὲν προσβάλλεται, διαλυόμενος μόνον εἰς *βασιλικὸν ὕδωρ* ἐν θερμῷ (μὲ περίσσειαν HCl σχηματίζεται H₂PtCl₆). Προσβάλλεται ἐν θερμῷ ὑπὸ F₂ καὶ Cl₂ ὡς καὶ ὑπὸ τηγμάτων καυστικῶν ἢ θειούχων ἀλκαλίων, κυανιούχων, νιτρικῶν ἀλάτων, Na₂O₂. Ἐν ἐρυθροπυρώσει προσβάλλεται ὑπὸ θείου, φωσφόρου, ἄνθρακος, καθιστάμενος εὐθραυστος.

5. **Χρήσεις.** Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν κοσμημάτων, ἐπιστημονικῶν ὀργάνων (καψῶν, χωνευτηρίων, ἤλεκτροδίων κλπ.), εἰς τὴν ὀδοντιατρικὴν, ὡς καταλύτης (π.χ. διὰ τὴν ὁξείδωσιν SO₂ ἢ NH₃, πρὸς παρασκευὴν H₂SO₄ καὶ HNO₃). Συχνὰ χρησιμοποιεῖται κράμα αὐτοῦ μὲ 10% Ir, ὡς σκληρότερον, ἀνθεκτικώτερον καὶ πλέον δύστηκτον (ἐξ αὐτοῦ κατασκευάσθησαν τὰ *πρότυπα* μέτρα καὶ σταθμά).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'

ΧΡΩΜΙΟΝ — ΜΑΓΓΑΝΙΟΝ

1. ΧΡΩΜΙΟΝ

Σύμβολον: Cr. **Ἀτ. Ἀρ:** 24. **ΑΒ:** 52,01. **Σθένη:** +3 (+2, +6).

1. Προέλευσις. Δὲν ἀπαντᾷ αὐτοφυῆς. Τὸ κύριον ὄρυκτόν χρωμίου εἶναι ὁ *χρωμίτης* $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, δευτερεύοντα δὲ ὁ *κροκοῖτης* PbCrO_4 , ἡ *ὄχρα χρωμίου* Cr_2O_3 κ.α. Ἐν Ἑλλάδι ἀπαντοῦν σημαντικά κοιτάσματα χρωμίτου εἰς Λομοκόν, Φάρσαλα, Χαλκιδικήν, Νιγρίταν, Κοζάνην κ.α. Χρωμιονικελιοῦχα σιδηρομεταλλεύματα ἀπαντοῦν εἰς Λάρυμναν (Λοκρίδος) ὡς καὶ εἰς Εὐβοίαν.

2. Μεταλλουργία. 1. Τὸ χρώμιον παρασκευάζεται ἐκ τοῦ ὀξειδίου (Cr_2O_3), κυρίως διὰ τῆς *ἀργιλιοθερμικῆς μεθόδου* (σελ. 227):



Ὁ ἄνθραξ δὲν χρησιμοποιεῖται, διότι σχηματίζει μὲ τὸ χρώμιον καρβίδια. Καθαρὸν χρώμιον λαμβάνεται δι' ἠλεκτρολύσεως διαλύματος CrCl_3 μὲ κάθοδον Hg καὶ ἀποστάξεως τοῦ Hg ἀπὸ τὸ σχηματιζόμενον ἀμάλγαμα.

2. Δι' ἀναγωγῆς τοῦ χρωμίτου μὲ ἄνθρακα λαμβάνεται τὸ *σιδηροχρόμιον* (γράμα Cr — Fe — C), χρησιμοποιούμενον πρὸς παρασκευὴν *χρωμιοχαλύβων*.

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μέταλλον λευκοκραινίζον ἰσχυρᾶς μεταλλικῆς λάμψεως, βαρὺ (ε.β. 7,3) σκληρὸν καὶ εὐθραστον, λίαν δύστηκτον (σ.τ. 1840°).

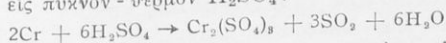
4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι δραστικὸν μέταλλον, συνηθέστερον τρισθενές.

1. **Εἰς τὸν ἀέρα καὶ τὸ ὕδωρ** εἶναι σταθερὸν εἰς συνήθεις συνθήκας. Θερμαινόμενον ὀξειδοῦται ἐπιφανειακῶς πρὸς Cr_2O_3 (εἰς καθαρὸν O_2 , εἰς 2000° καίεται ζωηρῶς).

2. Ἐνοῦται ἐν θερμῷ μὲ ἀλογόνα (CrX_3), θεῖον (Cr_2S_3) κ.λ.π.

3. **Ἐπίδρασις ὀξέων.** Διαλύεται εἰς ἀραιὰ ὀξέα (HCl , H_2SO_4) βραδέως ἐν ψυχρῷ, ταχύτερον ἐν θερμῷ, πρὸς ἅλατα Cr^{++} τὰ ὁποῖα κατὰ τὴν παραμονὴν εἰς τὸν ἀέρα ὀξειδοῦνται πρὸς ἅλατα Cr^{+++} .

Διαλύεται εἰς πυκνὸν - θερμὸν H_2SO_4 :



Ἀραιὸν HNO_3 δὲν ἐπιδραῖ, ἐνῶ μὲ πυκνὸν μεταπίπτει εἰς παθητικὴν κατάσταση.

5. Χρήσεις — Κράματα. Χρησιμοποιεῖται δι' *ἐπιχρωμιώσεις*, λόγφ τῆς μεγάλης σταθερότητός του εἰς τὸν ἀέρα καὶ τὸ ὕδωρ, κυρίως ὅμως πρὸς παρασκευὴν τῶν διαφόρων *χρωμιοχαλύβων* (οἱ ἀνοξείδωτοι χάλυβες εἶναι

συνήθως χάλυβες πλούσιοι εις Cr και Ni). 'Ο *χρωμιονικελίνης* (κράμα Cr—Ni) χρησιμοποιείται πρὸς κατασκευὴν ἡλεκτρικῶν ἀντιστάσεων.

2. ΜΑΓΓΑΝΙΟΝ

Σύμβολον: Mn. **Ἄτ.** Ἀρ: 25. **ΑΒ:** 54,93. **Σθένη:** +2 (+3, +4, +6, +7).

1. Προέλευσις. Δὲν ἀπαντᾷ αὐτοφνές. Τὸ κύριον ὄρυκτὸν μαγγανίου εἶναι ὁ *πυρολουσίτης* MnO_2 . Ἄλλα ὄρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι ὁ *βραουνίτης* Mn_2O_3 , ὁ *μαγγανίτης* $Mn_2O_3 \cdot H_2O$, ὁ *δουσμανίτης* (Mn_3O_4), ὁ *ροδοχρωσίτης* $MnCO_3$, ὁ *ψιλομέλας* (Mn, Ba)O. $2MnO_2$ κ.α. Ἐν Ἑλλάδι ἀπαντοῦν σημαντικὰ κοιτάσματα ὄρυκτων Mn, κυρίως πυρολουσίτης εἰς Κυκλάδας (Μήλον, Ἀντίπαρον, Ἀνδρόν, Κίμωλον), Δράμιαν, Εὐβοίαν, Λαμίαν κ.α.

2. Μεταλλουργία. 1. Παρασκευάζεται ἐκ τοῦ ἐμπλουτισθέντος πυρολουσίτου *ἀργιλιθερμικῶς*, ἀφοῦ πρῶτον διὰ θερμάνσεως μετατραπῇ εἰς Mn_3O_4 : $3MnO_2 \rightarrow Mn_3O_4 + O_2$, $3Mn_3O_4 + 8Al \rightarrow 4Al_2O_3 + 9Mn$

Καθαρὸν Mn λαμβάνεται δι' ἡλεκτρολύσεως διαλύματος $MnCl_2$ μετὰ ἄνοδον Hg καὶ ἀποστάξεως τοῦ Hg ἐκ τοῦ σχηματιζομένου ἀμαλγάματος.

2. Κυρίως παρασκευάζονται τὰ σημαντικὰ κράματα αὐτοῦ μετὰ Fe, *κατοπτρικὸς σίδηρος* (9-20 % Mn) καὶ *σιδηρομαγγάνιον* (25-90 % Mn), δι' ἀναγωγῆς μετὰ ἀνθρακα μίγματος ὄρυκτων (ὀξειδίων) τοῦ σιδήρου καὶ μαγγανίου.

3. Φυσικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μέταλλον τεφρόλευκον, σκληρὸν καὶ εὐθραυστον (ε.β. 7,4, σ.τ. 1260°).

4. Χημικαὶ ιδιότητες. Εἶναι μέταλλον δραστικόν, συνηθέστερον διασθενές.

1. **Εἰς τὸν ἀέρα** ὀξειδοῦται βραδέως μόνον ἐπιφανειακῶς εἰς συνήθεις συνθήκας, θερμαινόμενον ὅμως εἰς λεπτὸν διαμερισμὸν καίεται πρὸς Mn_3O_4 .

2. Εὐοῦται μετὰ ἀλογόνα, S, N_2 , C κ.λ.π., εἰς καταλλήλους συνθήκας.

3. Τὸ συνήθες μὴ καθαρὸν Mn *διασπᾷ τὸ ὕδωρ* ἐν ψυχρῷ, παρέχον $Mn(OH)_2$ καὶ H_2 .

4. **Ἐπίδρασις ὀξέων.** Μετὰ ἀραιὰ ὀξεᾶ παρέχει ἅλατα Mn^{++} καὶ H_2 (καὶ μετὰ ἀραιὸν HNO_3 ἐν ψυχρῷ). Μετὰ πυκνὸν H_2SO_4 παρέχει $MnSO_4$ καὶ SO_2 .

5. Χρήσεις. Χρησιμοποιεῖται κυρίως πρὸς παρασκευὴν κραμάτων, σπουδαιότερα τῶν ὁποίων εἶναι οἱ *μαγγανιοχάλυβες* (παρασκευαζόμενοι ἀπὸ τὸν κατοπτρικὸν σίδηρον ἢ τὸ σιδηρομαγγάνιον), λίαν σκληροὶ καὶ ἀνθεκτικοί. Ἄλλα κράματα αὐτοῦ εἶναι τὸ *Manganin* (Cu—Mn—Ni), χρησιμοποιούμενον διὰ κατασκευὴν ἡλεκτρικῶν ἀντιστάσεων, ὁ *βροῦντζος μαγγανίου* (Cu—Mn—Zn) κ.α.



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'

ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ — ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

1. Ραδιενέργεια (φυσική) — Ραδιενεργά στοιχεία. Πρώτος ὁ Γάλλος φυσικὸς Becquerel παρατήρησεν (1896) ὅτι τὰ ὀρυκτὰ καὶ τὰ ἅλα τοῦ οὐρανίου ἐκπέμπουν συνεχῶς, ἄνευ ἐξωτερικῆς ἐπιδράσεως, μὴ ὁρατὴν ἀκτινοβολίαν, ἣ ὁποία προσβάλλει τὰς φωτογραφικὰς πλάκας εἰς τὸ σκότος, ἐκφορτίζει τὸ ἠλεκτροσκόπιον, ἰονίζει τὸν ἀέρα κλπ. Ἐν συνεχείᾳ ἀνάλογα παρατηρήθησαν εἰς τὰς ἐνώσεις τοῦ θορίου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐκλήθη **ραδιενέργεια**. Τὸ 1898 τὸ ζεῦγος Pierre καὶ Marie Curie ἀπεμόνωσεν ἐκ τῶν ὀρυκτῶν τοῦ οὐρανίου ἓν νέον στοιχεῖον, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζει ραδιενέργειαν πολὺ ἐντονωτέραν τοῦ οὐρανίου καὶ τὸ ὁποῖον ὀνομάσθη **ράδιον** (Ra), ἐν συνεχείᾳ δὲ καὶ ἕτερον, ὀνομασθὲν **πολώνιον** (Po).

Ἡ ραδιενέργεια ἀπεδείχθη ὅτι εἶναι πυρηνικὸν φαινόμενον, ὀφειλόμενον εἰς ἀστάθειαν τοῦ πυρήνος ὁρισμένων στοιχείων. Ἀποτελεῖ ἐπομένως ἰδιότητα τοῦ πυρήνος καὶ εἶναι ἀνεξάρτητος ἀπὸ τὸν χημικὸν χαρακτῆρα τῶν στοιχείων καὶ τὴν ἐπίδρασιν ἐξωτερικῶν παραγόντων.

Στοιχεῖα ἐμφανίζοντα τὸ φαινόμενον τῆς ραδιενέργειας καλοῦνται **ραδιενεργὰ στοιχεία**. Ἐκ τῶν φυσικῶν στοιχείων ραδιενεργὰ εἶναι γενικῶς τὰ ἔχοντα ἀτομικοὺς ἀριθμοὺς (σελ. 46) μεγαλυτέρους τοῦ 82 (πλὴν ${}_{83}\text{Bi}^{209}$).

Ραδιενεργὰ εἶναι καὶ ὁρισμένα **ισότοπα** (σελ. 46) μὲ ἀτομικοὺς ἀριθμοὺς 81 καὶ 82, ὡς καὶ μερικά σπάνια μὲ μικροτέρους.

2. Σύστασις ἀκτινοβολίας τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων — Ἀκτίνες α, β, γ. Ἡ ἀκτινοβολία τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων εὐρέθη ὅτι συνίσταται ἀπὸ τρία εἶδη ἀκτίνων, τὰς α, β, γ, ἐκ τῶν ὁποίων αἱ α καὶ β εἶναι σωματιδιακῆς καὶ ἡ γ ἠλεκτρομαγνητικῆς φύσεως.

α) Ἀκτίνες α. Συνίστανται ἀπὸ θετικῶς φορτισμένα σωματίδια, καλούμενα **σωμάτια α**. Τὸ **σωμάτιον α** εἶναι **συγκρότημα δύο πρωτονίων καὶ δύο νετρονίων, δηλ. πυρὴν τοῦ ατόμου τοῦ ἡλίου (${}^4_2\text{He}$, φορτίον $+2e$)**. Αἱ ἀκτίνες α (ταχύτης 15000 — 25000 Km/sec) ἔχουν εἰς τὸν ἀέρα ἐμβέλειαν (μεγίστην διαδρομὴν) μερικῶν cm, ἀπορροφῶνται δὲ ἀπὸ λεπτὰ μεταλλικὰ φύλλα.

β) Ἀκτίνες β. Συνίστανται ἀπὸ ἀρνητικῶς φορτισμένα σωματίδια, καλούμενα **σωμάτια β**. Τὰ **σωμάτια β** (φορτίον $-1e$) εἶναι **ἠλεκτρόνια (${}^0_{-1}e$)**, πολὺ μεγάλῃς ταχύτητος (ἕως 290000 Km/sec). Αἱ ἀκτίνες β ἔχουν εἰς τὸν ἀέρα ἐμβέλειαν ἀρκετῶν δεκάδων μέτρων, διέρχονται δὲ μέσῳ λεπτῶν μεταλλικῶν φύλλων.

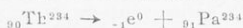
γ) Ἀκτίνες γ. Εἶναι ἠλεκτρομαγνητικῆς φύσεως (φωτόνια γ), ὡς τὸ φῶς καὶ αἱ ἀκτίνες Röntgen, ἀλλὰ πολὺ μικροῦ μήκους κύματος. Ἐχουν μεγάλην διεισδυτικὴν ἱκανότητα, διαπερῶσαι μεταλλικά στρώματα ἀρκετοῦ πάχους. Αἱ ἀκτινοβολία, ἰδίως δὲ αἱ ἀκτίνες γ, δύνανται νὰ καταστρέψουν ἱστούς τῶν ζωϊκῶν ὁργανισμῶν (χρησιμοποιοῦσι εἰς καρκινοθεραπείαν).

3. Μεταστοιχείωσις (φυσική). Αἱ ἀκτίνες α, β, γ, ἐκπέμπονται, ὡς εἶδομεν, ἀπὸ τοὺς ἀσταθεῖς πυρήνας τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Διὰ τῆς ἐκπομπῆς ὅμως σωματίων α ἢ β — τὰ ὁποῖα ἔχουν ἠλεκτρικὸν φορτίον, τὰ δὲ σωματῖα α καὶ σημαντικὴν μᾶζαν — ὁ ἀρχικὸς, **μητρικὸς πυρῆν** μετατρέπεται εἰς πυρῆνα διαφορετικόν, τὸν **θυγατρικὸν πυρῆνα**. Ἐπομένως, ἡ ραδιενέργεια συνεχάζεται τὴν μετατροπὴν τοῦ ἐκπέμποντος πυρῆνος εἰς πυρῆνα διαφορετικοῦ στοιχείου, ἡ δὲ μετατροπὴ αὕτη καλεῖται **μεταστοιχείωσις** (φυσική), ἥτοι μετατροπὴ τοῦ ἀρχικοῦ στοιχείου εἰς ἕτερον.

α) Μεταστοιχείωσις δι' ἐκπομπῆς σωματίου α (${}_2\text{He}^4$). Ὁ προκύπτων θυγατρικὸς πυρῆν ἔχει ἀτομικὸν ἀριθμὸν κατὰ 2 μονάδας μικρότερον καὶ μαζικὸν ἀριθμὸν (σελ. 46) κατὰ 4 μονάδας μικρότερον τοῦ μητρικοῦ πυρῆνος. Οὕτω, π.χ., τὸ ράδιον (${}_{88}\text{Ra}^{226}$) μεταστοιχειοῦται εἰς ραδόνιον (${}_{86}\text{Rn}^{222}$):



β) Μεταστοιχείωσις δι' ἐκπομπῆς σωματίου β (${}_{-1}\text{e}^0$). Ὁ προκύπτων θυγατρικὸς πυρῆν ἔχει ἀτομικὸν ἀριθμὸν κατὰ μίαν μονάδα μεγαλύτερον τοῦ μητρικοῦ, ἐνῶ ὁ μαζικὸς ἀριθμὸς παραμένει ὁ αὐτός. Οὕτω, π.χ., τὸ θόριον (${}_{90}\text{Th}^{234}$) μεταστοιχειοῦται εἰς πρωτακτίνιον (${}_{91}\text{Pa}^{234}$):



Διὰ τῆς συνεχοῦς μεταστοιχειώσεως ἐπέρχεται συνεχὴς ἐλάττωσις τῆς μάζης τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Ἐκαστον ραδιενεργὸν στοιχεῖον ἔχει ὁρισμένην, χαρακτηριστικὴν δι' αὐτό, ταχύτητα μεταστοιχειώσεως, ἡ ὁποία δὲν δύναται νὰ ἐπηρεασθῇ με ἐξωτερικὰ μέσα.

Χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ ἢ ἡμιπερίοδος ζωῆς ραδιενεργοῦ στοιχείου (ἀκριβέστερον ὁρισμένου ἱσοτόπου) καλεῖται ὁ χρόνος ἐντὸς τοῦ ὁποίου μεταστοιχειοῦται τὸ ἥμισυ μιᾶς ἀρχικῆς μάζης αὐτοῦ. Ὁ χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ κυμαίνεται εὐρύτατα εἰς τὰ διάφορα ραδιενεργὰ στοιχεῖα. Οὕτω διὰ τὸ οὐράνιον (${}_{92}\text{U}^{238}$) εἶναι περίπου 4,5 δισεκατομύρια ἔτη, διὰ τὸ ράδιον (${}_{88}\text{Ra}^{226}$) 1600 ἔτη, διὰ τὸ ραδόνιον (${}_{86}\text{Rn}^{222}$) 3,8 ἡμέραι κ.ο.κ.

4. Σειραὶ (οἰκογένειαι) φυσικῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Ἐκ τῆς μεταστοιχειώσεως ἐνὸς φυσικοῦ ραδιενεργοῦ στοιχείου προκύπτει στοιχεῖον ἐπίσης ραδιενεργόν, τὸ ὁποῖον μεταστοιχειοῦται περαιτέρω εἰς ἕτερον κ.ο.κ., μέχρις ὅτου τελικῶς προκύβηαι σταθερὸν στοιχεῖον.

Διὰ τοῦ ὁρου **στοιχεῖον** εἰς τὰ ἀνωτέρω νοεῖται ἐκάστοτε ὁρισμένον **ἰσότοπον**. Εἶναι δυνατόν ἐν ραδιενεργῶν ἰσότοπον νὰ μεταστοιχειωθῇ ἐν μέρει πρὸς ἰσότοπον Α καὶ ἐν μέρει πρὸς ἰσότοπον Β, τὰ ὁποῖα περαιτέρω μεταστοιχειοῦνται ἀμφότερα πρὸς κοινὸν ἰσότοπον Γ κ.ο.κ. (διακλαδιζομένη μεταστοιχείωσις).

Βάσει τῆς σειρᾶς τῶν ραδιενεργῶν μεταστοιχειώσεων, τὰ φυσικὰ ραδιε-

νεργά στοιχεία ταξινομούνται *εις τρεῖς σειρὰς ἢ οἰκογενείας, τοῦ θορίου*· τοῦ *οὐρανίου* καὶ τοῦ *ἀκτινίου* (αἱ ὁποῖα περιλαμβάνουν ἰσότοπα μὲ ἀτομικοὺς ἀριθμοὺς ἀπὸ 81 καὶ ἄνω). Ἐκάστη τούτων ἀρχεται ἀπὸ ἓν λίαν μακροβίον ἰσότοπον, καταλήγουν δὲ ὅλαι, διὰ διαδοχικῶν ἢ διακλαδιζομένων μεταστοιχειώσεων, εἰς σταθερὸν ἰσότοπον τοῦ μολύβδου (ἀτομικὸς ἀριθμὸς 82).

α) Σειρὰ θορίου. Ἀρχεται ἀπὸ τὸ ἰσότοπον 232 τοῦ θορίου (${}_{90}\text{Th}^{232}$) καὶ καταλήγει εἰς τὸ σταθερὸν ἰσότοπον 208 τοῦ μολύβδου (${}_{82}\text{Pb}^{208}$). Τὰ περιλαμβανόμενα εἰς αὐτὴν ἰσότοπα ἔχουν μαζικοὺς ἀριθμοὺς ἀποδιδομένους διὰ τοῦ τύπου $A = 4n$, ἔνθα n ἀκέραιος ἀριθμὸς, ἀπὸ 52 ἕως 58.

β) Σειρὰ οὐρανίου. Ἀρχεται ἀπὸ τὸ ἰσότοπον 238 τοῦ οὐρανίου (${}_{92}\text{U}^{238}$) καὶ καταλήγει εἰς τὸ σταθερὸν ἰσότοπον 206 τοῦ μολύβδου (${}_{82}\text{Pb}^{206}$). Οἱ μαζικοὶ ἀριθμοὶ τῶν μελῶν αὐτῆς δίδονται ὑπὸ τοῦ τύπου $A = 4n + 2$, ἔνθα n ἀκέραιος ἀριθμὸς, ἀπὸ 51 ἕως 59.

γ) Σειρὰ ἀκτινίου (ἢ ἀκτινουρανίου). Ἀρχεται ἀπὸ τὸ ἰσότοπον 235 τοῦ οὐρανίου (${}_{92}\text{U}^{235}$, ἀκτινουράνιον) καὶ καταλήγει εἰς τὸ σταθερὸν ἰσότοπον 207 τοῦ μολύβδου (${}_{82}\text{Pb}^{207}$). Μαζικοὶ ἀριθμοὶ μελῶν $A = 4n + 3$, ἔνθα n ἀκέραιος, ἀπὸ 51 ἕως 58.

5. Τεχνητὴ μεταστοιχειώσις. Ἡ φυσικὴ μεταστοιχειώσις ὀφείλεται εἰς τὴν ἀσάφειαν τῶν πυρῆων τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων. Ἀλλὰ καὶ οἱ σταθεροὶ πυρῆνες ἄλλων στοιχείων δύνανται νὰ μεταστοιχειωθοῦν διὰ βομβαρδισμοῦ μὲ κατάλληλα σωματία (βλήματα). Τοῦτο ἐπέτυχεν πρῶτος ὁ Rutherford (1920), διὰ βομβαρδισμοῦ αὐτοῦ μὲ σωματία α :



Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *τεχνητὴ μεταστοιχειώσις*.

Ἀλλὰ χρησιμοποιηθέντα βλήματα εἶναι πρωτόνια, νετρόνια κ.λ.π., ὡς καὶ φωτόνια γ . Ἐνίοτε κατὰ τὰς τεχνητὰς μεταστοιχειώσεις προκύπτουν ἀσταθεῖς πυρῆνες, οἱ ὁποῖοι ἐν συνεχείᾳ διασπῶνται, ὅπως οἱ φυσικοὶ ραδιενεργοὶ πυρῆνες. Τὰ παραγόμενα οὕτω τεχνητὰ ραδιενεργὰ στοιχεῖα εἶναι ἰσότοπα σταθερῶν στοιχείων καὶ καλοῦνται *ραδιενεργὰ ἰσότοπα ἢ ραδιοϊσότοπα*, τὸ δὲ φαινόμενον τῆς διασπάσεως αὐτῶν καλεῖται *τεχνητὴ ραδιενέργεια*. Τὰ ραδιοϊσότοπα εὐρίσκουν σήμερον εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τὴν ἱατρικὴν, τὴν βιολογίαν, τὴν βιομηχανίαν κ.α.

6. Σχάσις — Σύντηξις ἀτόμων. 1. **Σχάσις ἀτόμων** — Ἀτομικὴ ἐνέργεια. Αἱ περιγραφεῖσαι πυρηνικαὶ ἀντιδράσεις εἶναι διασπάσεις πυρῆων, ἐκ τῶν ὁποίων προκύπτει εἰς νέος πυρῆν, μάζης ὀλίγον μικροτέρας τῆς ἀρχικῆς καὶ ἐν τούλῃσιν στοιχειώδεις σωματίον (σωμάτιον α , β , νετρόνιον, πρωτόνιον, ποζιτρόνιον κ.λ.π.). Κατὰ τὸν βομβαρδισμόν ὅμως τοῦ ${}_{92}\text{U}^{235}$ μὲ βραδέα νετρόνια, ἐπέρχεται θραύσις τοῦ πυρῆνος εἰς δύο ἄλλους πυρῆνας ἴσης περίπου μάζης. Συγχρόνως ἐπέρχεται μικρὰ ἀπώλεια μάζης καὶ ἐμφάνις μεγάλου ποσοῦ ἐνεργείας (μετατροπὴ μάζης εἰς ἐνέργειαν), ἡ ὁποία καλεῖται *ἀτομικὴ ἐνέργεια*. Τὸ φαινόμενον καλεῖται *σχάσις τοῦ ἀτόμου*, (δηλ. τοῦ πυρῆνος), ἐπε-

ΠΕΡΙΛΗΠΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΩΡΙΣΜΕΝΩΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ
ΠΙΝΑΞ 18. ΟΡΥΚΤΑ — ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ

	Προέλευσις 'Ορυκτά	Μεταλλουργία
Al	Τὸ πλέον διαδεδομένον μέταλλον. Βωξίτης $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ Κορούνδιον Al_2O_3 "Αργίλος $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ Κρυόλιθος $AlF_3 \cdot 3NaF$	A. 'Αρχικῶς ἐκ τοῦ βωξίτου παρασκευάζεται καθαρὸν Al_2O_3 . $Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow H_2O + 2NaAlO_2$ (εὐδιάλ, διήθησις). $NaAlO_2 + 2H_2O \rightarrow NaOH + Al(OH)_3 \downarrow$, $2Al(OH)_3 \xrightarrow{\text{πυρ.}} Al_2O_3 + 3H_2O$ B. Τὸ Al_2O_3 ἠλεκτρολύεται εἰς τήγμα (900°) ἐντός κρυολίθου καὶ CaF_2 .
Cu	Χαλκοπυρίτης $CuFeS_2$ Χαλκοσίνης Cu_2S Κυπρίτης Cu_2O 'Αζουρίτης, μαλαχίτης	A. 'Εκ τῶν ὀξειδίων (ἢ ἀνθρακικῶν ὀρυκτῶν μετὰ πύρωσιν) δι' ἀναγωγῆς μὲ C. B) 'Εκ τῶν θειούχων ὀρυκτῶν κυρίως. Διὰ μερικῆς φρύξεως (παρ. SiO_2) λαμβάνεται ὁ χαλκόλιθος. 'Εν συνεχείᾳ: 1) Πλήρης φρύξις (παρ. SiO_2) καὶ ἀναγωγή μὲ C. 2) Μερικὴ φρύξις καὶ ἀντίδρασις: $2Cu_2S + 3O_2 \rightarrow 2Cu_2O + 2SO_2$ $2Cu_2O + Cu_2S \rightarrow 6Cu + SO_2$
Ag	'Απαντᾷ καὶ αὐτοφυῆς. 'Αργυρίτης Ag_2S συνοδεύει γαληνίτην κ.λ.π.	A. 'Εκ τοῦ ἀργυρομιγοῦς Pb διὰ κυπελλώσεως B. Διὰ NaCN , σχηματ. εὐδιάλυτον $Na[Ag(CN)_2]$. 'Εν συνεχείᾳ: $2Na[Ag(CN)_2] + Zn \rightarrow Na_2[Zn(CN)_4] + 2Ag$
Au	Αὐτοφυῆς	A. Δι' ἀμαλγαμώσεως καὶ ἀποστάξεως τοῦ Hg. B. Διὰ NaCN σχηματίζεται εὐδιάλυτον $Na[Au(CN)_2]$ καὶ προστίθεται Zn (βλ. Ag).
Pb	Γαληνίτης PbS Κερουσίτης $PbCO_3$ Κροκοίτης $PbCrO_4$	A. 'Εκ τοῦ γαληνίτου διὰ πλήρους φρύξεως καὶ ἀναγωγῆς μὲ C. B. Διὰ μερικῆς φρύξεως καὶ ἀντιδράσεως: $PbS + 2O_2 \rightarrow PbSO_4$, $2PbS + 3O_2 \rightarrow 2PbO + 2SO_2$ $PbS \rightarrow PbSO_4 \rightarrow 2Pb + 2SO_2$, $PbS + 2PbO \rightarrow 3Pb + SO_2$
Zn	Σφαλερίτης ZnS Καλαμίνα $ZnCO_3$ κ. α.	Διὰ φρύξεως σφαλερίτου (ἢ πυρώσεως $ZnCO_3$) καὶ ἀναγωγῆς μὲ C: $2ZnS + 3O_2 \rightarrow 2ZnO + 2SO_2$ $ZnO + C \rightarrow \uparrow Zn + CO$
Fe	Τὸ 2ον διαδεδομένον μέταλλον. Αἰματίτης Fe_2O_3 , Λειμωνίτης $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ Μαγνητίτης Fe_3O_4 Σιδηρίτης $FeCO_3$ Σιδηροπυρίτης FeS_2	A. Παρασκευὴ χυτοσιδήρου ἐντός ὕψικαμίνων, διὰ συνθερμάνσεως ὀξειδίων Fe, κῶκ καὶ συλλιπασμάτων. Κυρία ἀντίδρασις: $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2Fe + 3CO_2$ B. Παρασκευὴ χάλυβος . (Μεθ. Bessemer. Μεθ. Siemens — Martin). Γ. Παρασκευὴ σφυρηλάτου σιδήρου.
Ni	Νικελίτης NiAs Μιλλερίτης NiS	'Εκ τῶν ὀρυκτῶν λαμβάνεται, διὰ πολυπλόκου ἐπεξεργασίας, εἴτε κρᾶμα Monel , εἴτε νικέλιον. 'Εν 'Ελλάδι εἰς Λάρυμναν παρασκευάζεται σιδηρονικέλιον.
Cr	Χρωμίτης $FeO \cdot Cr_2O_3$	A. 'Αργίλιοθερμικῶς: $Cr_2O_3 + 2Al \rightarrow Al_2O_3 + 2Cr$ B. Διὰ ἀναγωγῆς χρωμίτου μὲ ἄνθρακα λαμβάνεται σιδηροχρῶμιν.
Mn	Πυρολουσίτης MnO_2 κ. α.	A. $3MnO_2 \xrightarrow{\text{πυρ.}} Mn_3O_4 + O_2$ $3Mn_3O_4 + 8Al \rightarrow 4Al_2O_3 + 9Mn$ B. Δι' ἀναγωγῆς μίγματος ὀξειδίων Mn καὶ Fe μὲ ἄνθρακα λαμβάνεται σιδηρομαγνήτιον.

ΠΙΝΑΞ 19.— ΧΗΜΙΚΑ Ι Ι Ο Ι Τ Η Τ Ε Σ

	Α ή ρ		H ₂ O	'Αραιά όξέα (HCl, H ₂ SO ₄)	'Οξειδωτικά όξέα			NaOH(KOH)
	Ψυχρός	Θερμός			π-θ. H ₂ SO ₄	όρ. HNO ₃	π. HNO ₃	
Al	'Επιφαν. προστατευτικόν σπρώμα : Al ₂ O ₃	Είς σύρμα ή κόνιν καίεται : Al ₂ O ₃	'Εν ψυχρῷ προσβάλλεται παρ. HgCl ₂ ή MgCl ₂ Διάτπυρον : Al ₂ O ₃ + H ₂	AlCl ₃ + H ₂ πρὸς H ₂ SO ₄ προσβάλλεται ελάχιστα	Al ₂ (SO ₄) ₃ + SO ₂	×	Παθητική κατάστα- σις	NaAlO ₂ ή Na ₂ AlO ₃ + H ₂
Cu	Είς ύγρόν, έπιφαν. προστατευτικόν σπρώμα βασικοῦ άλατος	Cu ₂ O CuO	Δέν προσβάλλεται	Δέν προσβάλλεται	CuSO ₄ + SO ₂	Cu(NO ₃) ₂ + NO	Cu(NO ₃) ₂ + NO ₂	Δέν προσβάλλεται
Ag	'Αμυροῦται έπιφαν. πρὸς H ₂ S άέρος (Ag ₂ S)	Δέν προσ- βάλλεται	Δέν προσβάλλεται	Δέν προσβάλλεται	Ag ₂ SO ₄ + SO ₂	AgNO ₃ + NO	AgNO ₃ + NO ₂	Δέν προσβάλλεται
Zn	Είς ύγρόν, έπιφαν. βασικός άνθρακικός Zn	Καίεται : ZnO	'Εν θερμῷ : ZnO + H ₂	ZnCl ₂ ZnSO ₄ + H ₂	ZnSO ₄ + SO ₂ (H ₂ S, S)	Zn(NO ₃) ₂ + NO(N ₂ O, N ₂ , NH ₃)	Zn(NO ₃) ₂ + NO ₂	Na ₂ ZnO ₂ + H ₂
Pb	Είς ύγρόν έπιφαν. βασικός άνθρακικός Pb	PbO	Είς άπεσταγμένον ύδωρ, περιέχον άέρα : Pb (OH) ₂	Πρακτικῶς δέν προσβάλλεται (έπιφ. άδιαλ. PbCl ₂ , PbSO ₄)	PbSO ₄ + SO ₂	Pb(NO ₃) ₂ + NO	Pb(NO ₃) ₂ + NO ₂	Na ₂ PbO ₂ + H ₂
Fe	Είς ύγρόν, ύφι- στατα σκωρίασιν (σκωρία = ένυδρον Fe ₂ O ₃)	Fe ₂ O ₄	Διάτπυρος + ύδρατμοί : Fe ₃ O ₄ + H ₂	FeCl ₂ FeSO ₄ + H ₂	Fe ₂ (SO ₄) ₃ + SO ₂	Fe(NO ₃) ₃ + NO ή Fe(NO ₃) ₂ + NH ₄ NO ₃	Παθητική κατάστα- σις	Δέν προσβάλλεται

Ni	Δέν προσβάλλεται	Δι' ισοχυρᾶς θερμ. : NiO	Διάπυρον + υδρατμοί : NiO + H ₂	Βραδέως : NiCl ₂ , NiSO ₄ + H ₂	NiSO ₄ + SO ₂	Ni(NO ₃) ₂ + NO	Παθητική κατάστα- σις	»
Cr	Δέν προσβάλλεται	Cr ₂ O ₃ (κυρίως εις καθαρόν O ₂)	×	CrCl ₂ , CrSO ₄ + H ₂	Cr ₂ (SO ₄) ₃ + SO ₂	×	Παθητική κατάστα- σις	»
Mn	Προσβάλλεται επιφάν.	Εις κόνιν : Mn ₂ O ₄	Mn(OH) ₂ + H ₂	MnCl ₂ , MnSO ₄ + H ₂	MnSO ₄ + SO ₂	×	×	»
Au	Έκ των ανωτέρω προσβάλλεται μόνον από τήγματα βάσεων. Ένοῦται μέ ελογόνα (AuCl ₃) και διαλύεται εις βασιλικόν ὕδωρ (AuCl ₃).							

ΥΛΗ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ ΑΠΟΛΥΤΗΡΙΟΥ

(Δι' ἄστερίσκων τύποι Α και Β. Ὑπόλοιπα μόνον τύπος Β).

ΓΕΝΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ. Κεφ. Γ' [παρ. 1, 2, 4, 7, 8] Κεφ. Δ' *. Κεφ. Ε' *. Κεφ. ΣΤ' * [παρ. 1*, 2*, 3* (1, 2), 3* (2, 3)]. Κεφ. Ζ' * [πλην παρ. 6]. Κεφ. Θ' * [1*, 2*, 3*, 4* (1)]. Κεφ. ΙΑ' *, Κεφ. ΙΒ' [παρ. 1, 2]. Κεφ. ΙΓ' [παρ. 1*, 2*, 3*, 4*, 5*, 7*, 9*, 10 (1ον), 11*, 12]. Κεφ. ΙΔ' *. Κεφ. ΙΕ' [4*, 5*, 6*, 8*]

ΕΙΔΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ * [παρ. 1*]. **ΑΜΕΤΑΛΛΑ.** Κεφ. Α' * [παρ. 1*]. Κεφ. Β' [παρ. 1*, 2], Κεφ. Γ' [παρ. 1, 2, 5, 6]. Κεφ. Δ' [παρ. 2*, 3*, 4, 6*]. Κεφ. Ε' [παρ. 2, 5, 6]. Κεφ. ΣΤ' [παρ. 2, 3, 4, 5].

ΜΕΤΑΛΛΑ. Κεφ. Α' *, Κεφ. Γ', Κεφ. Δ' [παρ. 1].

Εις τὸ βιβλίον γενικῶς ἡ ὕλη με μικρὰ γράμματα εἶναι συμπληρωματική.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

- Α. Ὑλη — Ἑνέργεια — Φαινόμενα — Ἰδιότητες σ. 11—14.
 Β'. Μορφαὶ ὕλης: Στοιχεῖα — Χημικαὶ ἐνώσεις — Μίγματα σ. 15—20.
 Γ'. Νόμοι Χημείας σ. 21—26.
 Δ'. Ἀτομικὴ καὶ μοριακὴ θεωρία — Ἐξήγησις νόμων χημείας σ. 28—36.
 Ε'. Χημικὸς συμβολισμὸς σ. 37—42.
 ΣΤ'. Σύγχρονος ἀτομικὴ θεωρία — Δομὴ τῆς ὕλης σ. 44—56.
 Ζ'. Σθένος — Χημικὴ συγγένεια — Περιοδικὸν σύστημα σ. 59—71.
 Η'. Γραφὴ τύπων — Χημικὴ Ὀνοματολογία σ. 74—78.
 Θ'. Χημικαὶ ἀντιδράσεις σ. 79—84.
 Ι'. Φυσικαὶ καταστάσεις — Διαλύματα σ. 86—94.
 ΙΑ'. Εὐρεσις μοριακῶν βαρῶν — Ἀτομικῶν βαρῶν — Χημικῶν τύπων — Χημικοὶ ὑπολογισμοὶ σ. 96—104.
 ΙΒ'. Ἡλεκτρολύται — Ἡλεκτρόλυσις σ. 107—113.
 ΙΓ'. Ὄξεα — Βάσεις — Ἀλατα σ. 114—139.
 ΙΔ'. Ὄξειδωσις — Ἀναγωγὴ σ. 142—150.

ΕΙΔΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

Ι. ΑΜΕΤΑΛΛΑ

- Α'. Ὁξυγόνον — Ὄζον σ. 155—159.
 Β'. Ὑδρογόνον — Ὑδωρ — Ὑπεροξειδίου ὕδρογόνου σ. 160—167.
 Γ'. Ὁμὰς ἀλογόνων — Ὑδραλογόνα σ. 168—179.
 Δ'. Θεῖον — Ἑνώσεις θείου σ. 180—189.
 Ε'. Ὁμὰς ἀζώτου καὶ ἐνώσεις — Ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ — Εὐγενὴ ἀέρια σ. 190—206.
 ΣΤ'. Ἀνθράξ — Πυρίτιον καὶ ἐνώσεις σ. 208—220.

ΙΙ. ΜΕΤΑΛΛΑ

- Α'. Γενικά περὶ μετάλλων σ. 225—230.
 Β'. Ὁμὰς τῶν ἀλκαλίων καὶ ἀλκαλικῶν γαιῶν — Ἑνώσεις νατρίου — ἀσβεστίου σ. 231—237.
 Γ'. Ἀργίλιον σ. 238—240.
 Δ'. Χαλκὸς — Ἀργυρὸς — Χρυσὸς — Ἑνώσεις σ. 241—246.
 Ε'. Φευδάργυρος — Ὑδράργυρος — Μόλυβδος — Κασσίτερος σ. 247—250.
 ΣΤ'. Σίδηρος — Νικέλιον — Κοβάλτιον — Λευκόχρυσος σ. 251—258.
 Ζ'. Χρῶμιον — Μαγγάνιον σ. 259—260.
 Η'. Πυρηνικά φαινόμενα — Ραδιενεργὰ στοιχεῖα σ. 261—264.

ΑΛΦΑΒΗΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΞ

Α					
*Αδάμας	210	*Ασβέστιον	234	*Εξισώσεις θερμοχημικαί	80
*Αέρια	88	» άνθρακικόν	236	» Εξισώσεις χημικαί	79
*Αζωτον	190	*Ασβεστίον οξειδίου	234	*Εξουδετέρωσις	128
*Αζώτου κύκλος	192	» υδροξειδίου	234	*Επιτεταρτοξείδια	138
Αιθάλη	212	*Ασβεστόλιθος	236	Ευγενή αέρια	195
Αίματίτης	251	*Ατμοσφαιρικός αήρ	192	Ζ	
*Ακτίνες α,β,γ	261	*Ατομα	28	Ζεεσοσκοπία	94
*Αλατα	130	*Ατομικά βάρη	31,98	Ζωϊκός άνθρωπ	212
» βασικά	130	*Ατομική θεωρία	28	Η	
» διπλά	132	» σύγχρονος	44	*Ηλεκτραρνητικά στοιχεία	62
» μικτά	132	*Ατομικότης	30	*Ηλεκτροθετικά	62
» οξείνα	130	*Ατομικός αριθμός	46	*Ηλεκτρολύσις	107
» ουδέτερα	130	Β		*Ηλεκτρολύται	107
» σύμπλοκα	132	Βαρυ ύδωρ	166	*Ηλεκτρολυτική διάστασις	108
*Αλκάλια	231	Βάσεις	122	*Ηλεκτρόνια	44
*Αλκαλικά γαίαι	233	Βασιλικόν ύδωρ	176	*Ηλεκτρονική στιβάς	51
*Αλοτροπικά στοιχεία	16	Βρώμιον	176	*Ηλεκτρονικοί τύποι	40
*Αλογόνα	168	Βωξίτης	238	*Ηλιον	195
*Αμαλγάματα	229	Γ		*Ημπερίοδος ζωής	262
*Αμέταλλα	155	Γαϊάνθρακες	211	Θ	
*Αμμος	218	Γαλβανοπλαστική	112	Θεικόν οξύ	185
*Αμμωνία	195	Γαληνίτης	248	Θείον	180
*Αμμωνιακά άλατα	198	Γή διατόμων	218	Θείου διοξειδίου	183
*Αμορφα σώματα	87	Γραμμοάτομον	32	» τριοξειδίου	185
*Αναγωγή	142	Γραμμοϊσοδύναμον	24	Θερμοπυρηνικά άντιδράσεις	264
*Αναγωγικά μέσα	144	» αναγωγικοῦ	150	Θεωρία Arrhenius	108
*Ανθρακικά άλατα	216	» οξειδωτικοῦ	150	» Bohr	50
*Ανθρακικόν οξύ	216	Γραμμομοριακός όγκος	33	» Sommerfeld	53
*Ανθρακίτης	211	Γραμμομόριον	32	Ι	
*Ανθρακος διοξειδίου	214	Γραφίτης	211	*Ιόντα	108
*Ανθρακος μονοξειδίου	213	Γύψος	234	*Ισομέρεια	40
*Ανθραξ	208	Δ		*Ισότοπα	46
*Αντιδράσεις χημικαί	79	Δείκται	115	*Ισχύς βάσεων, όξέων	126
» αμφίδρομοι	82	Δεσμός έτεροπολικός	63	*Ιώδιον	178
» ένδόθερμοι	80	» ήμιπολικός	65	Κ	
» έξώθερμοι	80	» όμοιοπολικός	64	Καθωρισμένα σώματα	17
*Ανυδρίται βάσεων	125	Διαλύματα	90	Κάλιον	231
» όξέων	120	» κανονικά	136		
*Αργίλιοθερμική μέθοδος	227	Διαλυτότης	91		
*Αργίλιον	238	Δομή πυρήνος	45		
*Αργίλος	238	Δομή ύλης	44		
*Αργόν	195	Ε			
*Αργυρος	243	*Εμπειρικοί τύποι	38,90		
*Αριθμός Loschmidt	33				

Καρβίδια	209	Νικέλιον	256	Συλλιπλάσματα	227
Κασσίτερος	250	Νιτρίδια	191	Σύμβολα	37
Καταλύται	81	Νιτρικόν ὄξύ	198	Συμβολισμός χημικός	37
Καταστάσεις τῆς ὕλης	86	Νίτρον Χάλης	199	Συντακτικοὶ τύποι	39
Καταστατικὴ ἐξίσωσις	89	Νόμοι ἀερίων	25	Σφαλερίτης	247
Κβαντικοὶ ἀριθμοὶ	54	» ἠλεκτρολύσεως	112	Σχάσις πυρηνος	263
Κιννάβαρι	247	» χημείας	21	T	
Κοβάλτιον	258	Νόμος δράσεως μαζῶν	84	Τσιμέντον	236
Κονιάματα	235	Ξ		Τύρφη	212
Κράματα	229	Ξένον	195	Y	
Κρυοσκοπία	94	Ξυλάνθραξ	212	Υαλός	219
Κρυπτόν	195	O		Υδραέριον	214
Κρυσταλλικὰ συστή- ματα	87	Όζον	158	Υδραλογόνα	170
» σώματα	87	Όνοματολογία χημική	76	Υδράργυρος	247
Κρυσταλλικὸν ὕδωρ	134	Όξεα	114	Υδρίδια	162
Κυπέλλωσις	243	» μονοβασικά	118	Υδροβρώμιον	177
Κώκ	212	» ὀρθο-πυρο-μετα	121	Υδρογόνον	160
		» πολυβασικά	118	Υδροθέτιον	182
A		Όξειδια	137	Υδροτόδιον	179
Λειμωνίτης	251	» ἐπαμφοτερίζοντα	125	Υδρόλυσις	135
Λευκοσίδηρος	250	Όξειδωσις	143	Υδροφθόριον	171
Λευκόχρυσος	258	Όξειδωτικά μέσα	144	Υδροχλωρίον	174
Λιγνίτης	211	Όξυγόνον	155	Υδρο	162
Λιθάνθραξ	211	Όξύτης ενεργός PH	126	Υπεροξειδία	137
Λιπάσματα	192	Ούράνιον	264	Υπεροξειδιον τοῦ ὕ- δρογόνου	166
M		Π		Υπόθεσις Avogadro	30
Μαγγάνιον	260	Περιεκτικότης	19	Υποξειδία	137
Μαγνήσιον	234	Περιοδικὸν σύστημα	69	Φ	
Μαγνητίτης	251	Πολυμέρεια	40	Φθόριον	171
Μαζικός ἀριθμὸς	46	Ποτάσσα	233	Φωσφόρος	201
Μάρμαρον	234	Πρωτόνιον	45	Φωσφόρον ἐνώσεις	204
Μέταλλα	152, 225	Πυρεΐα	204	Φωτοσύνθεσις	216
Μεταλλεύματα	225	Πυρίτιον	217	X	
Μεταλλουργία	225	Πυριτίου διοξειδιον	218	Χαλαζίας	218
Μεταστοιχειώσεις	262	Πυρολουσίτης	260	Χαλκός	241
Μίγματα	16	P		» θεϊκός	243
Μίνιον	250	Ραδιενεργὰ στοιχεΐα	261	Χάλυψ	254
Μόλυβδος	248	Ραδιενέργεια	261	Χημικαὶ ἐνώσεις	16
Μόρια	30	Ρίζαι	75	Χημικὴ ἰσορροπία	82
Μοριακὰ βάρη	32,97	Σ		» συγγένεια	38
Μοριακὴ θεωρία	29	Σθένος	59	Χημικὸν ἰσodύναμον	24
Μοριακοὶ τύποι	39,100	Σιδηροπυρίτης	251	Χλώριον	172
Μοριακὸς ὄγκος	33	Σίδηρος	251	Χρυσός	245
N		» μαλακός	255	Χρώμιον	259
Νάτριον	231	Σκληρότης ὕδατος	163	Χυτοσίδηρος	254
» καυστικόν	232	Σόδα	233	Ψ	
» ἀνθρακικόν	233	Σταθερά Faraday	112	Ψευδάργυρος	247
» χλωριοῦχον	231	Σταθεροχημικοὶ τύποι	40	Ω	
Νέον	195	Στοιχεΐα	15	Ωσμωσις	93
Νετρόνια	46	Στυπτηρία	132	Ωμωτική πίεσις	93

Όνομα	Σύμβολον	*Ατομ. Αριθμός	*Ατομ. βάρος	Όνομα	Σύμβολον	*Ατομ. Αριθμός	*Ατομ. βάρος
*Αζωτον	N	7	14,008	Μολυβδαίνιον	Mo	42	95,95
*Ανθραξ	C	6	12,011	Μόλυβδος	Pb	82	207,21
*Αντιμόνιον	Sb	51	121,76	Νάτριον	Na	11	22,99
*Αργίλιον	Al	13	26,98	Νεοδύμιον	Nd	60	144,27
*Αργόν	A	18	39,944	Νέον	Ne	10	20,183
*Αργυρος	Ag	47	107,88	Νικέλιον	Ni	28	58,71
*Αρσενικόν	As	33	74,91	Νιόβιον	Nb	41	92,91
*Ασβέστιον	Ca	20	40,08	Ξένον	Xe	54	131,3
*Αφνιον	Hf	72	178,5	*Ολμιον	Ho	67	164,94
Βανάδιον	V	23	50,95	*Οξυγόνον	O	8	16,00
Βάριον	Ba	56	137,36	*Οσμιον	Os	76	190,2
Βηρύλλιον	Be	4	9,013	Ουράνιον	U	92	238,07
Βισμούθιον	Bi	83	209,00	Παλλάδιον	Pd	49	114,82
Βιολιφράμιον	W	74	183,86	Πρασινοδύμιον	Pr	59	140,92
Βόριον	B	5	10,82	Προμυθειον	Pm	61	147
Βρώμιον	Br	35	79,916	Πρωτακτίνιον	Pa	91	231
Γαδολίνιον	Gd	64	157,26		Si	14	28,09
Γάλλιον	Ga	31	69,72	Πυρίτιον	Ra	88	226,05
Γερμάνιον	Ge	32	72,60	Ράδιον	Rn	86	222
Δημήτριον	Ce	58	140,13	Ραδόνιον	Re	75	186,22
Δυσπρόσιον	Dy	66	162,51	Ρόδιον	Rh	45	102,91
*Ερβιον	Er	68	167,27	Ρουβίδιον	Rb	37	85,48
Ευρώπιον	Eu	63	152,0	Ρουθήνιον	Ru	44	101,1
Ζιρκόνιον	Zr	40	91,22	Σαμάριον	Sm	62	150,35
*Ηλιν	He	2	4,003	Σελήνιον	Se	34	78,96
Θάλιον	Tl	81	204,39	Σίδηρος	Fe	26	55,85
Θειον	S	16	32,066	Σκάνδιον	Sc	21	44,96
Θόριον	Th	90	232,05	Στρόντιον	Sr	38	87,63
Θούλιον	Tm	69	168,94	Ταντάλιον	Ta	73	180,95
*Ινδιον	In	49	114,82	Τελλούριον	Te	52	127,61
*Ιρίδιον	Ir	77	192,2	Τέρβιον	Tb	65	158,93
*Ιώδιον	I	53	126,91	Τιτάνιον	Ti	22	47,90
Κάδμιον	Cd	48	112,41	*Υδράργυρος	Hg	80	200,61
Καίσιον	Cs	55	132,91		H	1	1,008
Κάλιον	K	19	39,100	*Υδρογόνον	Yb	70	173,04
Κασσιόπειον	Lu	71	174,99	*Υττέρβιον	Y	39	88,92
Κασσίτερος	Sn	50	118,70	Υττριον	F	9	19,00
Κοβαλτιον	Co	27	58,94	Φθόριον	P	15	30,975
Κρυπτόν	Kr	36	83,80	Φωσφόρος	Cu	29	63,54
Λανθάνιον	La	57	138,92	Χαλκός	Cl	17	35,457
Λευκόχρυσος	Pt	78	195,09	Χλώριον	Au	79	197,0
Λίθιον	Li	3	6,94	Χρυσός	Cr	24	52,01
Μαγγάνιον	Mn	25	54,93	Χρώμιον	Zn	30	65,38
Μαγγήσιον	Mg	12	24,32	Ψευδάργυρος			

Τὰ ἀνωτέρω AB βασίζονται εἰς τὴν κοινὴν χημικὴν κλίμακα (AB.O = 16. Σελ. 32, 48). Εἰς τὴν φυσικὴν κλίμακα ὡς μονὰς ατομικῆς μᾶξης λαμβάνεται τὸ 1/16 τοῦ ἰσοτόπου O¹⁶ (σελ. 48). Σήμερον χρησιμοποιεῖται ἐνιαία κλίμαξ, με βά- σιν τὸ ἰσότοπον C¹² (Μονὰς τὸ 1/12 C¹²). Βάσει τῆς νέας κλίμακος, τὰ AB εἶνα^ε μικρότερα τῶν ἀναφερομένων κατὰ 0,0043 %.



0020637637

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

