

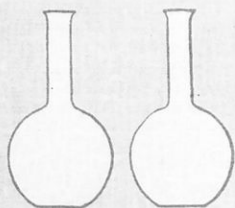
132

Ε 4 ΧΗΜ
Κρέμος (8)

ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ

ΓΕΝΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ - ΕΙΔΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

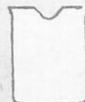
Δ. ΚΡΕΜΟΥ



Εγκριμένον διὰ τῆς ὑπ' ἀριθ. 28/8-8-63
πράξεως τοῦ Ἀνωτάτου Συμβουλίου Ἑ-
κπαιδευτικοῦ προγράμματος (ΑΣΕΠ) τοῦ
ΥΠΟΥΡΓ. ΕΘΝ. ΠΑΙΔΕΙΑΣ



261



ΒΙΒΛΙΟΕΚΔΟΤΙΚΗ - ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ 52

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΑΝΟΡΤΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ

Α' ΓΥΜΝΑΣΙΟΝ ΜΕΡΟΣ

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΝ ΜΕΡΟΣ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΤΕΧΝΗ

ΑΘΗΝΑΙΣ - 1977 - ΑΘΗΝΑΙ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Δ. ΚΡΕΜΟΥ

ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΚΟΛΛΕΓΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ

E 4 ΧΗΜ
Κρίμας (δ)

ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ ΧΗΜΕΙΑ

Α' ΓΕΝΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

Β' ΕΙΔΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ



Βιβλιοεξέδοση
1540

63

ΒΙΒΛΙΟΕΚΔΟΤΙΚΗ

ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ 52 - ΑΘΗΝΑΙ

1 9 6 3

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Arthur P., Smith O.: Semimicro qual. analysis (Mc Graw - London).
- Bachman B.: Organic chemistry (Mc Graw - London).
- Bennet H.: Chem. & techn. dictionary (Chem. Publ. - N. Y.).
- Bertorelle E.: Galvanotecnica (Hoepli - Milano).
- Billing P.: Sctructural Geology (Prentice - Harvard).
- Boll M., Cavinet P. A.: Précis de chimie (G. V. - Paris).
- Booth H.: Inorganic syntheses (Mc Graw - London).
- Brislee F.: Introd. to the study of fuel (Van Nostrand - N.Y.).
- Cameron A.: Radiochemistry (I. Dent - London).
- Charlot G.: Méthodes modernes d'analyse quantitative minerale (Masson - Paris).
- Charlot G.: Théorie et méthodes nouvelles d'analyse qualitative (Masson - Paris).
- Cheronis N.: Semimicro & macro - organic chemistry (Crowell - N.Y.).
- Cheronis N.: Semimicro qualitative analysis (Crowell - N.Y.).
- Chovin P.: Le potentiel d'oxydoréduction (G. V. - Paris).
- Conant J., Blatt A.: The chemistry of organic compounds (Mc Mill - N.Y.).
- Corney T.: Lab. fract. distillation (Mc Mill - N.Y.).
- Coryell C.: Radiochemical studies (Mc Graw - London).
- Currier A., Rose A.: General & appl. chemistry (Mc Graw - London).
- Daniels F.: Experim. Physical Chemistry (Mc Graw - London).
- De Broglie: Ondes et corpuscules (Michel - Paris).
- Dee Snell F.: Colorimetric methods of analysis (Van Nostrand - London)
- Delacourt A.: Mesures physiques (Dunod - Paris).
- Desha L.: Organic chemistry (Mc Graw - London).
- Eastman E., Rollefson G.: Physical chemistry (Mc Graw - London).
- Engelder C.: Semimicro qual. analysis (J. Wiley - N.Y.).
- Findlay A.: Practical Physical Chemistry (Longmans - London).
- Flagg J.: Organic reagents (Interscience - London).
- Gamow G.: Atomic energy (U. P. - Cambridge).
- Garrett A., Sisler H.: Essential of chemistry (Ginn - N.Y.).
- Glasstone S.: The theory of rate processes (Mc Graw - London).
- Grignard V.: Traité de chimie organique (Masson - Paris).
- Hanser E.: Colloidal phenomena (Mc Graw - London).
- Helsop R. B.: Inorganic chemistry (Elsevier - Amsterdam).
- Hildebrand J.: Principles of chemistry (Mc Mill - N. Y.).
- Hodgman C.: Handbook of chemistry (Chem. Rubber - Ohio).
- Holmes C.: Qualitative analysis (Mc Mill - N.Y.).
- Horrow B.: Texbook of biochemistry (Sounders - London).
- Isard W., Whitney V.: Atomic power (Blakiston - Toronto).

- Jaffe B.: The story of chemistry (Schuster - N.Y.).
Jarlan H.: L'eau (Hachette - Paris).
Jorgensen H.: Théorie, mesures etc du PH (Dunod - Paris).
Jost W.: Explosion & comb. processes in gases (Mc Graw - N.Y.).
Katz J., Rabinovitch E.: The chemistry of uranium (Mc Graw - N.Y.).
Kingzett: Chemical Encyclopaedia (Van Nostrand - N.Y.).
Lange N.: Hanbook of chemistry (H. Publ. - Ohio).
Leighou R.: Chemistry of engineering materials (Mc Graw - London).
Mac Alpine R.: Qualit. chemical analysis (Van Nostrand - N. Y.).
Mac Kenzie C.: Exper. organic chemistry (Prentice - N.Y.).
Mac Pherson W.: Chemistry for today (Ginn - N.Y.).
Mac Pherson W.: Exercices in chemistry (Ginn - N.Y.).
Mellon M.: Qualitative analysis (Mc Mill - N.Y.).
Meyer L.: Introductory chemistry (Mc Mill - N.Y.).
Millard E.: Physical chemistry (Mc Graw - London).
Mitchell P.: Textbook of Biochemistry (Mc Graw - London).
Moore F.: A history of chemistry (Mc Graw - London).
Morton A.: The chemistry of heterocyclic compounds (Mc Graw - London).
Nachtrieb N.: Spectrochem. analysis (Mc Graw - London).
Pascal P.: Chimie générale (Masson - Paris).
Perrin J.: Les atomes (P.U.F. - Paris).
Pigman W., Goepf R.: Chemistry of carbohydrates (Academic press - N.Y.).
Quagliano V.: Chemistry (Prentice - N.Y.).
Remick A.: Electronic interpr. of organic chemistry (Wiley - N.Y.).
Rice F., Teller E.: The structure of matter (Wiley - N.Y.).
Rosin J.: Reagent standards (Van Nostrand - N.Y.).
Shriner R.: Identification of organic compounds (Wiley - N.Y.).
Steiner L.: Chem. thermodynamics (Mc Graw - London).
Suttle J.: Comprehensive inorg. chemistry (Van Nostrand - N.Y.).
Swarts F.: Cours de chimie (Herman - Paris).
Swietoslowsky N.: Thermochimie (P.U.F. - Paris).
Thorpe E.: Dictionary of appl. chemistry (Longman - London).
Timm B.: General chemistry (Mc Graw - N.Y.).
Treadwell: Chimie analytique (Dunod - Paris).
Wahlstrom E.: Optical crystallography (J. Chem. - P. A.).
Wearer E.: Lab. introduction to chemistry (Mc Graw - N.Y.).
Weeks M.: Discovery of elements (Mc Graw - N.Y.).
Welcher W.: Organic anal. reagents (Van Nostrand - N. Y.).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΓΕΝΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μόρια καὶ ἄτομα 17. Φυσικά, χημικά καὶ πυρηνικά φαινόμενα 18. Μᾶζα καὶ ἐνέργεια 20. Στοιχεῖα καὶ χημικαὶ ἐνώσεις 25. Μίγματα 28. Χημικοὶ τύποι 29.

2. ΤΥΠΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

Συμβολισμὸς στοιχείων 30. Συμβολισμὸς χημικῶν ἐνώσεων 31. Μεταλλοξείδια 31. Ἀμεταλλοξείδια 34. Βάσεις 35. Ὄξέα 36. Ἀλατα 38. Ὑπεροξείδια 40. Ὄρθοοξέα 40. Μεταοξέα 40. Πυροοξέα 41. Ὄξινα καὶ βασικὰ ἄλατα 41. Πολλαπλᾶ ἄλατα 42. Ἐνυδροὶ ἐνώσεις 43. Διάφοροι σύνθετοι ἐνώσεις 43.

3. ΓΕΝΙΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Σημασία τῶν φυσικῶν ιδιοτήτων 44. Φυσικαὶ ιδιότητες μεταλλοξειδίων καὶ βάσεων 45. Φυσικαὶ ιδιότητες ὀξέων, ἀμεταλλοξειδίων καὶ ἀλάτων 46.

4. ΓΕΝΙΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

Ἀντιδράσεις καὶ ἐξισώσεις 50. Ἀπλᾶ ἀντιδράσεις 52. Ὄξειδώσεις 57. Ἀναγωγαὶ 65.

5. ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΑΙ

Ἴοντισμὸς 69. Ἀντιδράσεις διαλυμάτων, δεῖκται 72. Ἴοντισμὸς ὕδατος, P_H 75. Ὑδρόλυσις ἀλάτων 80. Ἡλεκτρόλυσις 82.

6. ΑΤΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΑ ΒΑΡΗ

Ἀτομικὸν βάρος 87. Μοριακὸν βάρος 88. Χημικὰ ἰσοδύναμα 92.

7. ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ

Πρωτόνια, ἡλεκτρόνια, νετρόνια 98. Ὁ ἀτομικὸς πυρὴν 99. Τὰ πλανητικὰ ἡλεκτρόνια 104. Ἡλεκτρονικὴ θεωρία τοῦ σθένους 110. Περιόδικὸν σύστημα 114. Μεταστοιχειώσεις 118.

8. ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Θεμελιώδης εξίσωσις αερίων 131. Νόμος τοῦ Avogadro 134. Νόμος τοῦ Graham 135. Ἀριθμοὶ τοῦ Avogadro καὶ τοῦ Loschmidt 136. Τέλεια αέρια καὶ ἀτμοὶ 136.

9. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

Περιεκτικότης καὶ διαλυτότης 140. Μοριακὰ καὶ κανονικὰ διαλύματα 143. Ὡσμώσεις 147. Μεταβολαὶ σημείων πήξεως καὶ ζέσεως 148.

10. ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗ ΔΟΜΗ

Ἀμορφα καὶ κρυσταλλικὰ σώματα 150. Κρυσταλλικὰ συστήματα 151.

11. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

Ταχύτης ἀντιδράσεως 161. Ἀμφίδρομοι ἀντιδράσεις 164. Κατάλυσις 168. Θερμοχημεία 171.

12. ΣΥΝΤΑΞΙΣ ΤΩΝ ΜΟΡΙΩΝ

Συντακτικοὶ τύποι 174. Στερεοχημικοὶ τύποι 179. Ἡλεκτρονικοὶ τύποι 180.

13. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΒΑΡΩΝ

Διαχωρισμὸς μιγμάτων 181. Προσδιορισμοὶ μοριακῶν βαρῶν 185. Προσδιορισμοὶ ἀτομικῶν βαρῶν 188.

14. ΓΕΝΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Νόμος τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης (Lavoisier) 190. Νόμος τῶν σταθερῶν λόγων (Proust) 191. Νόμος τῶν ἀπλῶν πολλαπλασίων (Dalton) 192. Νόμος τῶν ἰσοδυνάμων βαρῶν (Richter) 192. Νόμος τῶν ἀπλῶν λόγων ὄγκου (Gay - Lussac) 193.

15. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Παλαιὰ ἐποχὴ 195. Μέση ἐποχὴ 197. Νεωτέρα ἐποχὴ 198.

ΕΙΔΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

16. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΩΝ

Στοιχεῖα 207. Χημικαὶ ἐνώσεις 209.

17. ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ, ΟΞΥΓΟΝΟΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ

Υδρογόνον 212. Ὁξυγόνον 218. Ὄζον 225. Ὑδωρ 227. Ὑπεροξείδιον τοῦ ὑδρογόνου 232.

18. ΑΛΑΤΟΓΟΝΑ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ

Φθόριον 238. Χλώριον 241. Βρώμιον 247. Ἰώδιον 250. Ἀστατον 253. Ὑδραλογόνα 253. Ὑδροφθόριον 255. Ὑδροχλώριον 257. Ὑδροβρώμιον 261. Ὑδροϊώδιον 262. Διάφοροι ἐνώσεις 263. Ψευδαλογόνα 268.

19. ΟΜΑΣ ΘΕΙΟΥ

Θεῖον 270. Θεικόν ὀξύ 275. Ὑδρόθειον 280. Ὁξειδία τοῦ θείου 282. Σελήνιον καὶ τελλούριον 286.

20. ΑΖΩΤΟΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΟΥ

Ἀζωτον 285. Ἀμμωνία 290. Ἀμμωνιακὰ ἅλατα 294. Ὑδρογονοῦχοι ἐνώσεις 295. Νιτρικόν ὀξύ 297. Ὁξυγονοῦχοι ἐνώσεις 301. Ἀτμοσφαιρικός ἀήρ 303.

21. ΟΜΑΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Φωσφόρος 305. Φωσφορικόν ὀξύ 310. Φωσφορῶδες καὶ ὑποφωσφορῶδες ὀξύ 312. Ὁξειδία τοῦ φωσφόρου 314. Ἀρσενικόν 316. Ἀντιμόνιον 319. Βισμύθιον 322.

22. ΑΝΘΡΑΞ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΟΥ

Ἀνθραξ 325. Γαιάνθρακες 328. Ἀδάμας 329. Γραφίτης 330. Τεχνητοὶ ἄνθρακες 330. Μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος 331. Διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος 333. Ἀνθρακικόν ὀξύ 335. Ὑποξείδιον τοῦ ἄνθρακος 335.

23. ΟΜΑΣ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

Πυρίτιον 336. Διοξειδίου τοῦ πυριτίου 338. Πυριτικά ἅλατα 340.
 Ὕαλος 341. Τιτάνιον 342.

24. ΜΕΤΑΛΛΑ

Μεταλλικός χαρακτήρ 344. Ἰδιότητες μετάλλων 345. Προέλευσις με-
 τάλλων 349. Μεταλλουργία 349. Κράματα 351.

25. ΑΛΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ

Νάτριον 353. Κάλι 354. Λοιπὰ ἀλκάλια 356. Χλωριούχα ἅλατα 358.
 Ὁξειδια ἀλκαλίων 359. Βάσεις 360. Ἀνθρακικά ἅλατα 393. Διάφο-
 ροι ἐνώσεις 366.

26. ΑΛΚΑΛΙΚΑΙ ΓΑΙΑΙ

Ἀσβέστιον 568. Λοιπὰ μέταλλα 370. Ἀσβεστος 372. Ἀνθρακικὸν
 ἀσβέστιον 373. Διάφοροι ἐνώσεις 374.

27. ΟΜΑΣ ΓΑΙΩΝ

Ἀργίλλιον 376. Βόριον 378. Στυπτηρία 381. Ἀργίλλοκονιάματα 381.

28. ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

Ψευδάργυρος 382. Χρῶμιον 384. Κασσίτερος 385. Μαγγάνιον 387.
 Σίδηρος 389. Χαλκός 391. Ἀργυρος 394. Μόλυβδος 396. Ὑδράρ-
 γυρος 398. Χρυσός 400. Λοιπὰ μέταλλα 401.

ΑΛΦΑΒΗΤΙΚΟΝ ΕΥΡΕΤΗΡΙΟΝ

- *Αδάμας 329
 *Αδρανής ὕλη 21
 *Αέρια 131
 *Αξωτον 287
 *Ακτίνες α, β 118, 120
 *Ακτίνες γάμμα 119
 *Άλατα 38, 55, 176
 *Αλατογόνα 236
 *Αλκάλια 353
 *Αλκαλικαὶ γαῖται 368
 *Αλκαλικὴ ἀντίδρασις 73
 *Αμωνία 290
 *Άμορφα σώματα 150
 *Αμφίδρομοι ἀντιδράσεις 164
 *Άλλοτροπία 157, 271, 305
 *Άλυσοτὴ ἀντίδρασις 130
 *Άλφα σωματίδια 118
 *Άμεταλλοξείδια 34, 53, 175
 *Άμέταλλα 112
 *Αναγωγή 65
 *Ανθρακασφέστιον 375
 *Ανθραξ 325
 *Ανιόντα 70
 *Ανοδος 82
 *Αντιμόνιον 319
 *Απαγορευτικὴ ἀρχὴ 108
 *Απαριθμητὴς Geiger - Müller 128
 *Αποστακτήρες 29
 *Απόσταξις 182
 *Αργίλλιον 376
 *Αργίλλος 376
 *Αργυρος 394
 *Αριθμὸς τοῦ Avogadro 136
 *Αρσενικὸν 316
 *Αρσέστιον 367
 *Αρσενικός 372
 *Αστατον 253
 *Ατμοσφαιρικός ἀήρ 303
 *Ατομον 16, 98
 *Ατομικὰ βάρη 26, 86, 100, 181
 *Ατομικὴ μᾶζα 89
 *Ατομικὸς ἀντιδραστὴρ 129
 *Ατομικοὶ ἀριθμοὶ 26, 100
 *Ατομικότης 30
 *Ατομόγραμμα 96
 Βάμμα ἡλιοτροπίου 74
 Βάσεις 35, 56, 176
 Βασιζὰ ἄλατα 41
 Βασικὴ ἀντίδρασις 73
 Βηρύλλιον 370
 Βῆτα σωματίδια 120
 Βισμούθειον 322
 Βολταμέτρον 83
 Βόριον 378
 Βροῦτζος 393
 Βρώμιον 247
 Γαϊάνθρακες 328
 Γραμμοάτομον 96
 Γραμμοϊσοδύναμον 97
 Γραμμομόριον 96
 Γραφίτης 330
 Γωνία 21
 Δεῖξται 73
 Διαλύματα 140
 Διαλυτότης 44, 140
 Διανομὴ στοιχείων 210
 Διαχωρισμὸς μιγμάτων 181
 Διοξειδιον τοῦ ἄνθρακος 333
 Διπλὰ ἄλατα 42
 Δραστικὴ ὕλη 21
 *Ενέργεια 20, 23
 *Ελλειμμα μᾶζης 24, 128, 172
 *Ενδόθερμος ἀντίδρασις 172
 *Ενυδροὶ ἐνώσεις 43
 *Εξουδετέρωσις 54, 147
 *Εξώθερμος ἀντίδρασις 172
 Εὐγενὴ ἀέρια 304
 *Ηλεκτρικὴ ἀντίστασις 347
 *Ηλεκτρόλυσις 82
 *Ηλεκτρολύται 69
 *Ηλεκτρόνια σθένους 111
 *Ηλεκτρονικοὶ τύποι 180
 *Ηλεκτρονικοὶ φλοιοὶ 108
 *Ηλεκτρόνιον 99
 *Ηλεκτροχημικὴ σειρά 348
 *Ηλεκτροχημικὸν ἰσοδύναμον 85
 *Ηλιανθίνη 74
 Θερμότης καύσεως 59
 Θεικὸν ὀξύ 275
 Θεῖον 271
 Θερμικὴ ἀγωγιμότης 348
 Θερμοχημεία 171
 *Ίδιοπεριστροφή 106
 *Ίοντισμὸς 69, 168
 *Ίσοδυναμία μᾶζης - ἐνεργείας 23
 *Ίσοδύναμα 85
 *Ίσόθερμος 132
 *Ίώδιον 250
 *Ίσομέρεια 178
 *Ίσότοπα 100
 *Ίστορία τῆς Χημείας 195
 Κάθοδος 82
 Κάλι 354
 Κανονικὰ διαλύματα 143
 Κασσίτερος 385
 Καταλύτης 168
 Κατιόντα 70
 Κανστικὸν κᾶλι 363
 Κανστικὸν νάτριον 360
 Κβαντικοὶ ἀριθμοὶ 104
 Κβάντωσις 107
 Κλίμακες μαζῶν 88
 Κοβάλτιον 401
 Κράματα 350
 Κράματα εὐτηκτα 324
 Κρῖσιμα μεγέθη 137
 Κρυσταλλικὴ δομὴ 150
 K - σύλληψις 320
 Λευκόχρυσος 401
 Λίθιον 356
 Λιθοπόνιον 383
 Μαγγάνιον 387
 Μᾶζα 20, 23
 Μαζικοὶ ἀριθμοὶ 26
 Μέταλλα 112
 Μεταλλικὰ ὕδατα 230
 Μεταλλοξείδια 31, 52, 176
 Μεταοξεία 41
 Μεταστοιχειώσεις 118
 Μεταλλουργία 349
 Μίγματα 28
 Μολυβδαίνιον 401
 Μόλυβδος 396
 Μονάδες δυνάμεως 21
 Μονάδες ἔργου 21, 24
 Μονάδες μήκους 21
 Μονάδες χρόνου 21
 Μονὰς ἀτομ. μᾶζης 88

- Μονατομοζότης 30
Μονοξειδίου τοῦ ἀν-
θρακος 331
Μόρια 16
Μοριακὰ διαλύματα 143
Μοριακὸν βάρος 87, 180
Μοριόγραμμα 96
- Νάτριον 353
Νετρόνιον 99
Νικέλιον 401
Νιτρικὸν ὀξύ 297
Νίτρον 297
Νόμος τοῦ Avogadro
134
Νόμος τοῦ Dalton 134,
192
Νόμος τοῦ Faraday 84
Νόμος τοῦ Gay Lussac
133, 193
Νόμος τοῦ Graham 135
Νόμος τοῦ Lavoisier
190
Νόμος τοῦ Proust 191
Νόμος τοῦ Raoult 149
Νόμος τοῦ Richter 192
- *Οζον 225
Οἰζογένειαι ραδιενερ-
γῶν 121
*Οξεῖα 36, 55, 176
*Οξειδώσεις 57
*Οξείνα ἅλατα 41
*Οξείνος ἀντίδρασις 73
*Οξόνιον 258
*Οξύγονον 218
*Ορεΐχαλκος 394
*Ορθοοξεία 41
Οὐράνιον 402
- Περιεκτικότης 140
Περιοδικὸν σύστημα
114
Πεχά (P_H) 73, 77
Πεχάμετρον 77
Πλανητικὰ ἠλεκτρόνια
104
Πόλλαπλά ἅλατα 42
Πολυμορφία 157
Ποτάσσα 363
Πρωτόνιον 99
- Πυκνότητες μετάλλων
346
Πυρὴν 99
Πυρηνικὰ φαινόμενα 18
Πυρίτιον 336
Πυροοξεία 41
- Ράδιον 402
Ρίζαι 37
- Σημεῖον ζέσεως 149
Σελήνιον 286
Σημεῖον τήξεως 148, 345
Σθῆνη μετάλλων 31
Σθένος 110
Σίδηρος 389
Σκληρότης ὕδατος 230
Σόδα 363
Σπάνιαι γαίαι 115
Σταθερὰ αερίων 131
Σταθερὰ ἰοντισμοῦ 70
Στερεοχημικοὶ τύποι
179
Στοιχεῖα 25, 207
Στρόντιον 372
Στυπτηρία 381
Συλλυψάσματα 389
Σύμβολα στοιχείων 26
Συμπλοκα ἅλατα 269,
359
Συντακτικοὶ τύποι 174
Σχάσις 129
- Τάσις ἀτμῶν 139
Ταχύτης ἀντιδράσεως
161
Τελλούριον 286
Τεχνητὴ μεταστοιχείω-
σις 127
Τεχνητοὶ ἀνθρακες 330
Τιτάνιον 343
- *Υαλός 341
*Υδροαλογόν 253
*Υδράργυρος 398
*Υδρογόνον 212
*Υδρολύσις ὑδατῶν 80,
168
*Υδρόνιον 258
*Υδροοξεία 36
- *Υδροοξείδια 35
*Υδροβρώμιον 261
*Υδροφθειον 280
*Υδροφώδιον 262
*Υδροφθόριον 255
*Υδροχλώριον 257
*Υδροξυλαμίνη 296
*Υδωρ 227
*Υπεροξεία 36
*Υπεροξείδια 40
*Υπεροξειδίου τοῦ ὕδρο-
γόνου 232
*Υπερφωσφορικά ἅλατα
314
- Φαινολογικαὶ ἐνέργειαι 74
Φαινόμενα ἐκπομπῆς 239,
318, 357
Φθόριον 288
Φυσικὰ φαινόμενα 18
Φυσικαὶ ιδιότητες 45
Φυσικὴ κλίμαξ 88
Φωσφόρος 305
- Χαλᾶσις 238
Χαλκός 391
Χάλυψ 390
Χημικὰ φαινόμενα 18
Χημικὰ ἀντιδράσεις 50
Χημικαὶ ἐνώσεις 25, 209
Χημικαὶ ιδιότητες
Χημικὴ ἰσορροπία 165
Χημικὴ κλίμαξ 88
Χημικοὶ τύποι 29
Χημικὸν ἰσοδύναμον 35,
93
Χλώριον 241
Χλωριόγονον νάτριον
263, 338
Χρόνος ἐποδιπλασια-
σμοῦ 122
Χρυσός 400
Χρώμιον 384
Χρωμοχάλυψ 384
Χυτοσίδηρος 390
- Ψευδαλογόνα 268
Ψευδάργυρος 382
- *Ωσμωτικὴ πίεσις 147

ΓΕΝΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΤΟΜΑ

1.1 Πᾶν σῶμα ὑλικόν — στερεόν, ὑγρὸν ἢ ἀέριον — δὲν συνιστᾷ ἐν συνεχῆς, συμπαγὲς σύνολον, ἀλλ' ἀποτελεῖται ἐκ πλήθους λίαν μικρῶν σωματιδίων, διακεκριμένων ἀπ' ἀλλήλων. Τὰ ἀσυνεχοῦς μορφῆς σωματίδια ταῦτα καλοῦνται σήμερον **μόρια** καὶ θεωροῦνται ὡς ἀποτελοῦντα τὸ ἐλάχιστον αὐτοτελὲς τμήμα παντὸς ἐν ἐλευθέρῳ καταστάσει ὑλικοῦ σώματος. Ἡ διαφορὰ μεταξὺ ἐνὸς σώματος καὶ ἄλλου εἶναι οὐσιαστικῶς διαφορὰ εἰς τὴν σύστασιν καὶ τὴν μορφὴν τῶν μορίων τῶν.

Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, ἡ κιμωλία θεωρεῖται — καὶ εἶναι — ὑλικόν σῶμα διάφορον τοῦ ὕδατος καθόσον τὰ μόρια τῆς κιμωλίας — ὅλα ὅμοια μεταξὺ τῶν — εἶναι διαφορετικῆς μορφῆς ἐν σχέσει μὲ τὰ μόρια τοῦ ὕδατος — ὅλα ὅμοια ὁμῶς καὶ αὐτὰ μεταξὺ τῶν.

1.2 Σήμερον εἶναι γνωστὰ περὶ τὰ 1.200.000 διάφορα χημικὰ εἶδη σωματίων, γεγονός τὸ ὁποῖον σημαίνει ὅτι ὑπάρχουν ἀντιστοίχως περὶ τὰ 1.200.000 διάφορα εἶδη μορίων. Ἡ λεπτομερὴς ἐξέτασις τῆς αἰτίας τῆς προκαλούσης τὰς διαφορὰς μεταξὺ μορίων ὠδήγησεν εἰς τὴν θεωρήσιν τοῦ μορίου ὡς συνθέτου σωματιδίου. Σήμερον θεωρεῖται παραδεδεγμένον καὶ ἀποδεδειγμένον ὅτι ἕκαστον μόριον ἀποτελεῖται ἀπὸ σωματίδια εἰσέτι μικρότερα, ἀπὸ τὰ καλούμενα **ἄτομα**.

Ἐκ συνδυασμοῦ ἀτόμων, ὁμοίων ἢ διαφορετικῶν, εἶναι κατὰ κανόνα συγκροτημένα τὰ μόρια ὅλων τῶν ἐλευθέρων σωμάτων — στοιχείων ἢ χημικῶν ἐνώσεων. Ἐν ἀντιθέσει ὁμῶς μὲ τὰ μόρια, τὰ ἄτομα περιορίζονται εἰς πολὺν ὀλίγας ποικιλίας, ἀπὸ ἀπόψεως μεγέθους, σχήματος, μάζης καὶ λοιπῶν ιδιοτήτων. Τὰ ἐν τῇ φύσει ἀπαντῶντα ἄτομα εἶναι ἐν τῷ συνόλῳ τῶν 100 περίπου εἰδῶν μόνον.

1.3 Εἰς τὰ ὑλικά σώματα ἢ κατὰ ποιοτικὸν καὶ ποσοτικὸν τρόπον συγκρότησις τῶν ὀλίγων μορφῶν ἀτόμων δημιουργεῖ τὸ τεράστιον πλῆθος τῶν διαφορῶν ποικιλιῶν μορίων.

Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, ἐκ δύο ἀτόμων ὁμοίων (ἐνὸς εἴδους A καὶ ἐνὸς B), εἶναι δυνατὴ — θεωρητικῶς — ἡ σύνθεσις εἰς ὅσον ποικιλίας μορίων διαφερόντων. Ὁμοίως καὶ ἐκ δύο ἀτόμων διαφορετικῶν (ἐνὸς εἴδους A καὶ ἐνὸς B), εἶναι δυνατὴ ἡ συγκρότησις μορίων περὶ τῶν ἀνὰ πέντε καὶ ἑξήκοντα (56) εἰδῶν. Οὕτω εἶναι δυνατὴ ἡ συγκρότησις μορίων περὶ τῶν ἀνὰ πέντε καὶ ἑξήκοντα (56) εἰδῶν. Ὁμοίως καὶ ἐκ δύο ἀτόμων διαφορετικῶν (ἐνὸς εἴδους A καὶ ἐνὸς B), εἶναι δυνατὴ ἡ συγκρότησις μορίων περὶ τῶν ἀνὰ πέντε καὶ ἑξήκοντα (56) εἰδῶν. Ὁμοίως καὶ ἐκ δύο ἀτόμων διαφορετικῶν (ἐνὸς εἴδους A καὶ ἐνὸς B), εἶναι δυνατὴ ἡ συγκρότησις μορίων περὶ τῶν ἀνὰ πέντε καὶ ἑξήκοντα (56) εἰδῶν.

Ἐκαστον ἐκ τῶν μορίων τούτων (AB , B_2 , AB_2 , ...) θ' ἀντιπροσωπεύῃ ἀνὰ ἓν διαφορετικὸν χημικὸν εἶδος, μὲ πλείους ἢ ὀλίγους ἰδιότητες παρὰ τὴν ποιοτικὴν ποιότητα. Ἐξ αὐτῶν ὁμοίων μορίων τῶν διαφορῶν τοῦ σώματος.

ΑΒ ν' αντιστοιχῇ εἰς σῶμα στερεόν, διαλυτόν, καύσιμον ἐνῶ τὸ μόριον A_2B ν' αντιστοιχῇ εἰς σῶμα ὑγρόν, ἀδιάλυτον καὶ ἄκαυστον. Ὡς συγκεκριμένον παράδειγμα, ὅπου ἡ ποσοτικὴ διαφορὰ εἰς τὰ ἄτομα συνεπάγεται πλήρη ποιοτικὴν διαφορὰν εἰς τὸ ἐκ μορίων σύνθετον σῶμα, δύναται νὰ ληφθῇ ἡ σύγκρισις μεταξὺ σακχάρως καὶ οἰνοπνεύματος. Ἡ σάκχαρις (τὸ κοινὸν σάκχαρον ἢ σακχαρόζη) ἀποτελεῖται ἐκ μορίων συγκεκριμένων ἐκ τριῶν εἰδῶν ἀτόμων, ἥτοι ἀτόμων ἄνθρακος (C), ὀξυγόνου (O) καὶ ὑδρογόνου (H) καὶ μάλιστα εἰς τρόπον ὥστε ἕκαστον μόριον σακχάρως νὰ περιέχῃ ἀνὰ 12 ἄτομα ἄνθρακος, 22 ὑδρογόνου καὶ 11 ὀξυγόνου. Διὰ λόγους ἀπλοποιήσεως τὸ μόριον τῆς κοινῆς σακχάρως γράφεται ὡς $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Ἐκτὸς ὅμως τῆς σακχάρως, καὶ τὸ οἰνόπνευμα — ὕλικὸν ὅλως διάφορον — ἀποτελεῖται καὶ πάλιν ἀπὸ μόρια συγκεκριμένα ἐξ ἀτόμων ἄνθρακος, ὀξυγόνου καὶ ὑδρογόνου κατὰ διάφορον ὅμως πλῆθος καὶ μάλιστα ἀπὸ μόρια μὲ δύο ἄτομα ἄνθρακος, ἐξ ὑδρογόνου καὶ ἐν μόνον ὀξυγόνου, κατὰ τὸν τύπον C_2H_6O .

1.4 Ὡς καθίσταται προφανές ὅλαι αἱ διαφοραὶ εἰς τὰς φυσικὰς καὶ χημικὰς ιδιότητας τῆς σακχάρως, ἀφ' ἑνός, καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος, ἀφ' ἑτέρου, δὲν εἶναι δυνατόν εἰ μὴ νὰ ἔχουν ὡς αἰτίαν τὴν διάφορον ποσοτικὴν σύνθεσιν τῶν μορίων των, παρὰ τὴν ἀπόλυτον ποιοτικὴν ταυτόσιν των ἀπὸ ἀπόψεως εἰδους ἀτόμων.

1.5 Ὅπως τὰ μόρια, ὡς σύνθετα σωματίδια, ἀποτελοῦνται ἐκ μικροτέρων ὕλικῶν συγκροτημάτων — ἐξ ἀτόμων — οὕτω καὶ τὰ ἄτομα αὐτὰ ταῦτα δὲν εἶναι ἀπλᾶ ἀλλὰ σύνθετα. Διὰ μελετῶν καὶ ἐρευνῶν θεωρητικῶν καὶ πειραματικῶν ἐπεβεβαιώθη ἀπολύτως ἡ σύνθετος ὑπόστασις τοῦ ἀτόμου ἐκ μικροτέρων συμπλεγμάτων. Σήμερον γίνεται ὁμοφώνως δεκτὸν ὅτι τὸ ἄτομον ἀποτελεῖται ἐκ τριῶν εἰδῶν μικροτέρων σωματιδίων καὶ δῆ: πρωτονίων, νετρονίων καὶ ἠλεκτρονίων.

1.6. Οὕτω καὶ πάλιν αἱ ποιοτικαὶ διαφοραὶ μεταξὺ ἑκατοντάδος περίπου ἀτόμων ἀνάγονται εἰς ποσοτικὰς διαφορὰς μεταξὺ τριῶν καὶ μόνων συστατικῶν — πρωτονίων, νετρονίων καὶ ἠλεκτρονίων — ὅπως ἀκριβῶς αἱ ποσοτικαὶ διαφοραὶ ἑκατοντάδος μόνον ἀτόμων συνιστοῦν τὰς ποιοτικὰς διαφορὰς εἰς πλῆθος μορίων ἀνώτερον τοῦ ἐνὸς ἑκατομμυρίου εἰδῶν.

ΦΥΣΙΚΑ, ΧΗΜΙΚΑ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

1.7 Πᾶσα ἀλλοίωσις τῆς ὕλης, μόνιμος ἢ παροδική, ριζικὴ ἢ μή, ἐμφανὴς ἢ ἀπαράτητος, εὐρεῖα ἢ περιορισμένη, ὀλική ἢ μερικὴ χαρακτηρίζεται ὡς **φαινόμενον** καὶ δῆ ὡς ὕλικὸν φαινόμενον. Οὕτω ὡς φαινόμενον χαρακτηρίζεται ἡ τῆξις τοῦ πάγου κατὰ τὴν μετατροπὴν του εἰς ὑγρὸν ὕδωρ, ὁμοίως ὡς φαινόμενον χαρακτηρίζεται ἡ κίνησις ἐνὸς σώματος, ἡ ἀλλοίωσις δηλαδὴ τῆς ἐν τῷ χώρῳ θέσεώς του συναρτῆσαι τοῦ χρόνου. Παρεμφερῶς φαινόμενα

είναι ἡ θέρμανσις, ἡ ψῦξις, ἡ παραγωγή καὶ ἡ μετάδοσις τοῦ ἤχου, ἡ ἀνάπτυξις ἡλεκτρικῆς τάσεως, ἡ μαγνήτισις τοῦ σιδήρου κλπ.

1.8 Γενικῶς φαινόμενα γεννῶνται ἐφ' ὅσον ἐπὶ ἐνὸς συνόλου μεγεθῶν, διεπόντων μίαν κατάστασιν, ἐπέρχεται μεταβολὴ ἔστω καὶ εἰς μίαν μόνον ιδιότητα ἐνὸς καὶ μόνου μεγέθους. Ἐπὶ παραδείγματι, ἔστω ἐν σύνολον n δυνάμεων ($F_1, F_2, F_3 \dots F_n$) αἰτίνες δρῶσαι ἐπὶ ἐνὸς σώματος δημιουργοῦν κατάστασιν ἰσορροπίας. Ἐάν εἰς τὸ ἰσορροποῦν τοῦτο σύστημα μεταβληθῇ κατ' ἐλάχιστον ἡ διεύθυνσις — καὶ μόνον ἡ διεύθυνσις — μιᾶς ἐκ τῶν n δυνάμεων εἶναι προφανές ὅτι ἡ ἰσορροπία θὰ καταστραφῇ καὶ τὸ σύστημα θὰ κινήθῃ, θὰ δημιουργηθῇ δηλαδὴ ἐν φαινόμενον τὸ ὁποῖον χαρακτηρίζεται ὡς κίνησις.

Ἀναλόγως πρὸς τὴν φύσιν τῶν ἐπερχομένων μεταβολῶν καὶ πρὸς τὸ πλῆθος αὐτῶν τὰ φαινόμενα διακρίνονται εἰς τρεῖς ὁμάδας: *φυσικά, χημικά καὶ πυρηνικά*.

Ἡ διάκρισις εἶναι οὐσιαστικὴ ἀλλ' ἐν πολλοῖς εἶναι ἀπλῶς συμβατικὴ, καθόσον δὲν ὑπάρχουν εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις σαφεῖς διαχωριστικὰ ὅρια μεταξὺ φυσικῶν, χημικῶν καὶ πυρηνικῶν φαινομένων.

1.9 Συμβατικῶς χαρακτηρίζονται ὡς *φυσικά φαινόμενα* ὅσα δὲν συνεπάγονται ἀλλοίωσιν εἰς τὸ μῆκος τῶν ὑποκειμένων εἰς τὴν μεταβολὴν σωματιῶν. Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, ἡ αὔξησις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος διὰ θερμάνσεως χαρακτηρίζεται ὡς φυσικὸν φαινόμενον διότι τὸ ὕδωρ καὶ πρὸ τῆς θερμάνσεως καὶ μετὰ ταύτην ἔχει μῆκος τῆς αὐτῆς μορφῆς ποιητικῶς καὶ ποσοτικῶς. Ἡ θέρμανσις εἶναι ὡς ἐκ τούτου φυσικὸν φαινόμενον, ὡς μὴ ἀλλοιῶνυσα τὰ μῆκος τῆς ὕλης.

1.10 Κατὰ συμβατικὸν ἐπίσης τρόπον χαρακτηρίζονται ὡς *χημικά φαινόμενα* ὅσα συνοδεύονται ἀπὸ ἀλλοίωσιν εἰς τὰ μῆκος τῆς ὕλης, μόνον ὅμως εἰς τὰ μῆκος καὶ οὐχὶ εἰς τὰ ἄτομα. Οὕτω ἡ καύσις τοῦ οἰνοπνεύματος πρὸς διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος καὶ ὕδωρ χαρακτηρίζεται ὡς χημικὸν φαινόμενον καθόσον ἀπὸ τὰ ἀρχικὰ μῆκος τοῦ οἰνοπνεύματος ἀφ' ἐνὸς καὶ τοῦ ὀξυγόνου ἀφ' ἐτέρου προκύπτουν νέα εἶδη μορίων, ὅπως διάφορα καὶ δὴ μῆκος ὕδατος καὶ μῆκος διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Εἶναι ὅμως ἀξιοσημείωτον ὅτι τὰ ἄτομα τὰ συνιστῶντα τὰ ὡς ἀνωτέρω μῆκος εἰς οὐδεμίαν πρακτικῶς ἀλλοίωσιν ὑπόκεινται. Οὕτω τὰ ἄτομα τοῦ ὀξυγόνου τὰ περιεχόμενα εἰς τὰ μῆκος τοῦ οἰνοπνεύματος καὶ τοῦ αερίου ὀξυγόνου εἶναι ὅμοια ἀπολύτως πρὸς τὰ ἄτομα τοῦ ὀξυγόνου τὰ περιεχόμενα εἰς τὰ τελικῶς προκύπτοντα μῆκος ὕδατος καὶ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

1.11 Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ φυσικά καὶ χημικά φαινόμενα, τὰ *πυρηνικά* — ἡ *ἀτομικά* — *φαινόμενα* χαρακτηρίζονται ἀπὸ ἀλλοιώσεις ἐντὸς αὐτοῦ τούτου τοῦ ἀτόμου καὶ ἰδιαίτερος ἐντὸς τοῦ πυρήνος του, τῆς ἐσωτάτης δηλαδὴ περιοχῆς του. Πᾶσα προσθήκη ἢ ἀφαίρεσις πρωτονίων, νετρονίων κλπ. εἰς τὰ ἄτομα δίδει γένεσιν εἰς πυρηνικά φαινόμενα. Οὕτω ἡ μετατροπὴ τοῦ μετάλλου ραδίου

εἰς ἀέρια (ἥλιον καὶ ραδόνιον) χαρακτηρίζεται ὡς πυρηνικὸν φαινόμενον καθόσον συνίσταται εἰς ἀφαίρεσιν πρωτοτονίων καὶ νετρονίων ἀπὸ τὸν πυρῆνα τοῦ ραδίου μὲ δημιουργίαν νέων συνδυασμῶν, νέων δηλαδὴ μορφῶν ἀτόμων.

Τὰ φυσικὰ φαινόμενα ἐν τῷ συνόλῳ των ἐξετάζει ἡ φυσικὴ, τὰ χημικὰ ἡ χημεία καὶ τὰ πυρηνικὰ ἡ νεωτάτη πυρηνικὴ ἐπιστήμη.

Εἶναι αὐτονόητον ὅτι πολλὰ φαινόμενα, εὗρισκόμενα εἰς τὸ μεταίχμιον δύο ἐπὶ μέρους ἐπιστημῶν ἢ ἐνδιαφέροντα ἐμμέσως ἢ ἀμέσως περισσοτέρους τομεῖς, δύνανται νὰ θεωρηθῶν ὡς ταυτοχρόνως ἀνήκοντα εἰς περισσοτέρας περιοχάς. Οὕτω, π.χ., τὸ φαινόμενον τῆς ἡλεκτρολύσεως χαρακτηρίζεται ἐξ ἴσου καλῶς ὡς φυσικὸν φαινόμενον καὶ ἐξ ἴσου ὡς χημικόν. Ὅμοιως ἡ ἀλλαγὴ καταστάσεως τῶν σωμάτων (τῆξις, πῆξις κλπ.) ἀφορᾷ ἐξ ἴσου τὴν φυσικὴν καὶ τὴν χημείαν καίτοι εἶναι φαινόμενον τυπικῶς φυσικόν. Ἀντιστοίχως ἡ καύσις, φαινόμενον τυπικῶς χημικόν, ἀφορᾷ καὶ τὴν φυσικὴν ἀπὸ ἀπόψεως ἰδίως παραγωγῆς θερμότητος.

Κατὰ ἐντελὸς παρεμφερῆ τρόπον εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθῶν ὁρισμένα φαινόμενα ἐξ ἴσου καλῶς ὡς χημικὰ καὶ ὡς πυρηνικὰ.

1.12 Εἰς παλαιότεραν ἐποχὴν ὅλα τὰ φαινόμενα κατετάσσοντο εἰς δύο ομάδας — φυσικὰ, χημικὰ — βάσει τῆς μονίμου ἢ μὴ ἀλλοιώσεως τῶν σωμάτων. Οὕτω π.χ. ἐν φαινόμενον ἐξαρχαριζέτο ὡς φυσικὸν ὅταν δὲν συνωδεύετο ὑπὸ μονίμου ἀλλοιώσεως τῆς ὕλης, ἐνῶ ἐθεωρεῖτο ὡς χημικὸν εἰς τὰς περιπτώσεις ὅπου ἡ ὕλη παρουσίαζε μονίμους καὶ σταθερὰς ἀλλοιώσεις εἰς τὰς θεμελιώδεις ἰδιότητες.

Οὕτω π.χ. ὁ βρασμὸς τοῦ ὕδατος ἐθεωρεῖτο, ὡς καὶ σήμερον, ὡς φυσικὸν φαινόμενον βάσει τῆς παρατηρήσεως ὅτι τὸ ὕδωρ μετατρέπομενον εἰς ἀτμὸν δὲν παύει νὰ εἶναι ὕδωρ, καθόσον εὐκόλως — διὰ ψύξεως — ἐπανέρχεται ἐκ τῆς ἀτμώδους εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν. Ὅμοιως ἡ καύσις τοῦ ἀνθρακος ἐθεωρεῖτο, ὡς καὶ σήμερον, ὡς χημικὸν φαινόμενον βάσει τῆς παρατηρήσεως ὅτι ὁ ἀνθραξ καίμενος παύει πλέον νὰ εἶναι ἀνθραξ καὶ καθίσταται ἀέριον μὲ τελείως διαφόρους ἰδιότητας. Ὁ βρασμὸς εἶναι φυσικὸν φαινόμενον ὄντως, ὅπως καὶ ἡ καύσις εἶναι χημικὸν φαινόμενον, οὐχὶ ὅμως ἔνεκα τῆς μονιμότητος καὶ τῆς οὐκίστικότητος ἢ μὴ τῶν ἀποτελεσμάτων ἀλλὰ ἔνεκα τοῦ γεγονότος ὅτι εἰς μὲν τὸν βρασμὸν δὲν ἐπηρεάζονται τὰ μόρια τῆς ὕλης ἐνῶ εἰς τὴν καυσιν ἀλλοιώνονται τελείως, δημιουργοῦνται δὲ ὅλως διάφοροι νέοι συνδυασμοὶ ἀτόμων.

ΜΑΖΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.13 Ἡ ὕλη γίνεται ὑποκειμενικῶς ἀντιληπτή, ὑποπίπτει δηλαδὴ εἰς τὴν ἀντίληψιν τοῦ ἀνθρώπου, κατὰ δύο διαφόρους τρόπους καὶ συγκεκριμένως ὡς *ἀδρανὴς* ὕλη καὶ ὡς *δραστικὴ* ὕλη.

1.14 Ὡς ἀδρανὴς νοεῖται ἡ ὕλη τοῦ ἀντικειμένου ἐκείνου τὸ ὁποῖον διὰ νὰ προδώσῃ τὴν ὑπαρξίν του ἀπαιτεῖ δυνάμιν τινα, ἔξωθεν ἐφαρμοζομένην,

πρὸς ἐπίτευξιν ἀλλαγῆς εἰς τὴν κινήτικὴν του κατάστασιν. Οὕτω, π.χ., μία σιδηρᾷ σφαίρᾳ θεωρεῖται ὕλκῳς ὑπαρκτὴ ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι ἀπαιτεῖ δύναμιν διὰ νὰ μεταβῇ ἐκ τῆς ἡρεμίας εἰς τὴν κίνησιν.

Ὡς *μέτρον τῆς ἀδρανικοῦς ὕλης* ἐνὸς σώματος καθορίζεται τὸ φυσικὸν ἐκεῖνο μέγεθος τὸ ὁποῖον καλεῖται *μᾶζα*. Ἡ μᾶζα δὲν ὀρίζεται ὡς φυσικὴ ἔννοια, καθόσον εἶναι θεμελειώδους ὕψης, ἀλλῶς καθορίζεται στατικῶς μὲν ὡς τὸ μέτρον τῆς ἀδρανικοῦς ὕλης ἐνὸς σώματος, δυναμικῶς δὲ ὡς τὸ μέτρον τῆς ἀδρανείας ἐνὸς σώματος κατὰ τὴν ἐφαρμογὴν δυνάμεως.

Οὕτω π.χ. κατὰ τὴν σύγκρισιν δύο ὑλίκων ἀντικειμένων (Α καὶ Β) μάζης πεντακοσίων καὶ χιλίων γραμμαρίων ἀντιστοιχῶς ($m_A = 500 \text{ gr}$, $m_B = 1000 \text{ gr}$) νοοῦνται δύο γεγονότα: ἂν ἐνὸς ὅτι τὸ σῶμα Β περιέχει διπλασίαν ἀδρανῆ ὕλην τοῦ σώματος Α, ἂν ἑτέρου ὅτι τὸ Β ἀπαιτεῖ διπλασίας ἐντάσεως δύναμιν διὰ τὴν ἐπίτευξιν τοῦ αὐτοῦ κινήτικου ἀποτελέσματος, τῆς αὐτῆς δηλαδὴ γραμμικῆς ἐπιταχύνσεως.

1.15 Ἐν ὑλίκῳν σῶμα εἶναι ὅμως δυνατόν νὰ προδώσῃ τὴν ὑπαρξίν του οὐχὶ μὲ τὴν ἀδρανείαν του, μὲ τὴν μᾶζαν του δηλαδή, ἀλλὰ μὲ τὰ φαινόμενα τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατόν νὰ προκαλέσῃ εἰς τὸ περιβάλλον του, εἰς τὸν περίεξ δηλαδὴ ἐγγὺς χῶρον. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ ὑλίκῳν σῶμα θεωρεῖται ὡς ἀποτελούμενον ἐκ δραστηκῆς ὕλης. Ἐπὶ παραδείγματι, ὁ ἥλιος προδίδει τὴν ὑλικὴν ὑπαρξίν του, θεωρεῖται δηλαδὴ ὡς ὑλκῳς ὑπαρκτὸν σῶμα, ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι στέλλει φῶς, μετατρεπόμενον ἐν συνεχείᾳ εἰς θερμότητα καὶ εἰς ἄλλας μορφάς, καὶ δημιουργεῖ πεδία δυνάμεως εἰς τὸν περίεξ χῶρον του.

Ὡς *μέτρον τῆς δραστηκῆς ὕλης* ἐνὸς σώματος καθορίζεται τὸ φυσικὸν ἐκεῖνον μέγεθος τὸ ὁποῖον καλεῖται *ἐνέργεια*.

Π Ι Ν Α Ξ Ι — 1

ΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ

ΕΙΣ ΤΑ ΤΕΣΣΑΡΑ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (CGS, MK'S, MKS, MTS)

	C.G.S.	M.K*.S. (Τεχνικόν)	M.K.S. (MKSA)	M.T.S.
Μήκος - Διάστημα	cm	m	m	m
M α ζ α	gr	TMM	kgr	ton
X ρ ό ν ο ς	sec	sec	sec	sec
Δ ύ ν α μ ι ς	dyne	kgr *	Newton	sthène
*Έργον - Ενέργεια	erg	kgr*m	Joule	kJoule
Γ ω ν ί α	rad	rad	rad	rad

“Όπως ή μάζα ούτω και ή ενέργεια δέν όρίζεται ός φυσική έννοια, άλλα δύναται νά καθορισθί ή ός τό μέτρον τής αξίας τών δυναμένων νά προκληθοούν ή προκαλουμένων φαινομένων.

1.16 Παντός σώματος ή ύλη δύναται νά εμφανισθί ή ός μόνον άδρανής, ή ός μόνον δραστική ή ή ός άδρανής και δραστική ταυτοχρόνως. Έπί παραδείγματι έν σώμα στερεόν, ψυχρόν εις τήν θερμοκρασίαν του άπολύτου μηδενός, δύναται νά χαρακτηρισθί ή ός τυπικώς άδρανές, μία φωτεινή άκτις ή ός σώμα τυπικώς δραστικόν, ένω έν διάπυρον στερεόν ή ός σώμα ταυτοχρόνως δραστικόν και άδρανές.

Μεταξύ άδρανούς και δραστικής ύλης — μεταξύ μάζης και ενεργείας — ύπάρχει πάντοτε μία όρισμένη αντίστοιχία. Έστω πρός τοϋτο, ή παράδειγμα, ή θεωρήσις ενός ύλικού σώματος τυπικώς άδρανούς, ενός σώματος παρουσιάζοντος μόνον μάζαν, ή ός συμβαίνει π.χ. με μίαν ψυχράν ύλικήν σιδιράν σφαίραν μάζης ενός χιλιογράμμου ($m = 1000 \text{ gr}$). Με τήν σφαίραν ταύτην θά παρατηρηθί ότι διά τήν άλλαγήν τής κινητικής καταστάσεως της κατά ένα όρισμένον τρόπον θ' απαιτηθί όρισμένη δύναμις F , και διή διά τήν επίτευξιν επιταχύνσεως 1 cm/sec^2 θ' απαιτηθί δύναμις $F = 1000 \text{ dynes}$. Έάν όμως ή άνωτέρω σφαίρα άρχισή εις μίαν όρισμένην στιγμήν νά καθίσταται δραστική δι' οίονδήποτε, έσωτερικόν, λόγον, άρχισή δηλαδή νά εκπέμπη φωτεινήν άκτινοβολίαν καθισταμένη διάπυρος, τότε θά παρατηρηθί ότι διά τήν πρόσδοσιν τής αϋτης επιταχύνσεως του ενός cm/sec^2 θά είναι άρκετή ή εφαρμογή δυνάμεως F' μικροτέρας τής άρχικης ($F' < F$). Έκ τής παρατηρήσεως ταύτης θά προκύψη τό συμπέρασμα ότι ή σφαίρα κατέστη περισσότερον ενδίνητος, όλιγότερον άδρανής, εάν μάλιστα διά τήν αϋτην επιταχύνσιν απαιτηθί δύναμις π.χ. $F' = 999 \text{ dynes}$ έξάγεται τό συμπέρασμα ότι ή μάζα τής σφαίρας δέν είναι πλέον ενός χιλιογράμμου άλλ' άνέρχεται εις $m' = 999 \text{ gr}$ μόνον.

Πάσα συνέχισις τής εκπομπής φωτός, εκ τής συνεχίσεως τής διαπύρου καταστάσεως, θά συνεπάγεται άνάγκην θεωρήσεως τής μάζης ή ός συνεχώς έλαττουμένης.

Τούτο σημαίνει ότι ή σφαίρα θά καθίσταται συνεχώς όλιγότερον άδρανής και κατ' αντίστοιχίαν συνεχώς περισσότερον δραστική, θά καθίσταται συνεχώς έλαφροτέρα — άπό άπόψεως μάζης — άλλα άντ' αϋτου θά επηρεάζη συνεχώς περισσότερον τόν περίξ χώρον, τό έξωτερικόν ύλικόν περιβάλλον.

1.17 Είς τό σημείον τοϋτο πρέπει νά προσεχθί ότι με τό νά *ελαττοῦνται ή μάζα* τής σφαίρας, άπό π.χ. $m = 1000 \text{ gr}$ εις $m' = 999 \text{ gr}$, δέν *έξαφανίζεται ύλη*. Η έλάττωσις τής μάζης και ή άντ' αϋτης αύξισις τής ενεργείας δέν σημαίνει ότι καταστρέφεται ύλη και άντ' αϋτης γεννάται ενεργεια. Η ύλη δέν καταστρέφεται, άπλως αλλάσσει μορφήν. Έπί παραδείγματι, εάν ή ή άνωτέρω σφαίρα περιέχη όλικώς έντός τών μορίων και άτόμων της P πρωτόνια και N νετρόνια, θά περιέχη πάντοτε P πρωτόνια και N νετρόνια και ή ός σφαίρα τών 1000 γραμμαρίων, και ή ός σφαίρα τών 999 γραμμαρίων κ.ο.κ. άκόμη και ή ός σφαίρα με μηδενικήν μάζαν (ή ός όριον τής μετατροπής).

Πράγματι όταν όλη ή ύλη τής σφαίρας καταστή δραστική, καταστή δηλαδή

φωτεινή ακτινοβολία, θα εμφανίζη μάζαν μὲν μηδενικήν, ἐνέργειαν δὲ μεγίστην. Ὡς φῶς θ' ἀποτελῇ πλέον ὑλικὸν σῶμα μὴ ἀντιδρῶν εἰς τὰς ἐξωτερικὰς δυνάμεις, σῶμα δρῶν ὅμως ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ χώρου, ἐπὶ τοῦ περιβάλλοντός του.

Οὕτω εἶναι δυνατόν νὰ διατυπωθῇ ὡς κανὼν τὸ γενικὸν πόρισμα ὅτι ἐν σῶμα ὑλικὸν δύναται νὰ εἶναι *ὑπαρκτὸν ἀλλὰ συγχρόνως ἄυλον* ἀπὸ ἀπόψεως μάζης.

1.18 Ἡ διπλῇ αὕτῃ ὑπόστασις τῆς ὕλης, ὡς μάζης καὶ ὡς ἐνεργείας, παρουσιάζεται εἰς πάντα τὰ σώματα. Πᾶν ὑλικὸν σῶμα ἔχον μάζαν παρουσιάζεται ὡς συνεχῶς ἐλαφρότερον καθὼς ἐκπέμπει φῶς — δηλαδὴ ἐνέργειαν — ἀντιστοιχῶς δὲ καθίσταται συνεχῶς βαρύτερον καθὼς δέχεται φῶς, διὰ μετατροπῆς τῆς μάζης εἰς ἐνέργειαν καί, κατ' ἀντίστροφον τρόπον, τῆς ἐνεργείας εἰς μάζαν.

Τὸ γεγονός ὅτι αἱ μετατροπαὶ αὗται δὲν γίνονται εὐκόλως ἀντιληπτὰ ὀφείλεται εἰς τὴν ποσοτικὴν σχέσιν μεταξὺ τῶν συνήθων μονάδων ἐνεργείας. Συγκεκριμένως ἐν γραμμαρίον μάζης ($m = 1 \text{ gr}$) ἀντιστοιχεῖ εἰς ἐνέργειαν 9 ἑκατομμυρίων τοννοχιλιόμετρων ($E = 9 \cdot 10^6 \text{ ton} \cdot \text{km}$), εἰς ἐνέργειαν δηλαδὴ προκαλοῦσαν ἀνύψωσιν ἑνὸς βάρους 9 ἑκατομμυρίωντόνων εἰς ὕψος ἑνὸς χιλιόμετρον.

1.19 Εἶναι προφανὲς ὡς ἐκ τούτου ὅτι εἰς τὰ συνήθη φυσικὰ καὶ χημικὰ φαινόμενα — ὅπου παράγεται ἢ ἀπορροφᾶται ἐνέργεια ἀπείρως μικρότερα τῶν $9 \cdot 10^6 \text{ ton} \cdot \text{km}$ — δὲν εἶναι δυνατόν νὰ παρατηρηθῇ διαφορὰ εἰς τὴν μάζαν τῆς ὕλης, καθόσον ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι μικρότερα τῆς δυναμένης νὰ προσδιορισθῇ καὶ ὑπὸ τῶν ἀκριβεστέρων ζυγῶν.

Ὡς παράδειγμα δύναται νὰ ληφθῇ ἡ καύσις τοῦ ἀνθρακος. Κατὰ τὴν καύσιν 12 γραμμαρίων ἀνθρακος πρὸς διοξείδιον, παρουσίᾳ τοῦ ἀναγκαιοῦντος ὀξυγόνου, ἀναπτύσσεται αἰσθητὴ ἐνέργεια ὑπὸ τὴν μορφήν θερμότητος καὶ φωτός. Δι' ὑπολογισμοῦ προσδιορίζεται ὅτι ἡ ὅλη αὕτη ἐνέργεια ὀφείλεται εἰς μείωσιν τῆς μάζης κατὰ ἓν μόνον ἑκατομμυριοστὸν τοῦ δισεκατομμυριοστοῦ τοῦ γραμμαρίου ($m = 10^{-15} \text{ gr}$), κατὰ ποσὸν δηλαδὴ τὸ ὅποιον οὐδεὶς ζυγὸς συλλαμβάνει.

1.20 Ἡ μαθηματικὴ σχέσις ἡ συνδέουσα ἐν ποσὸν μάζης (m) μὲ τὸ ἀντίστοιχον ποσὸν ἐνεργείας (E) διετυπώθη, τὸ 1905, ὑπὸ τοῦ Α. Einstein διὰ τῆς συναρτήσεως

$$E = mc^2 \quad (1.20.1)$$

ὅπου ὁ συντελεστὴς c , ἰσοδύναμος ἀπὸ ἀπόψεως τιμῆς μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, ἔχει τιμὴν ἴσην πρὸς $3 \cdot 10^{10} \text{ cm/sec}$. Ἐξ αὐτοῦ προκύπτει ὅτι ἐν γραμμαρίον μάζης ($m = 1 \text{ gr}$) ἰσοδυναμεῖ πρὸς ἐνέργειαν $E = 9 \cdot 10^{20} \text{ erg}$. Διὰ καταλλήλου μετατροπῆς τῶν μονάδων εὐρίσκεται εὐχερῶς ὅτι ἡ ὡς ἀνωτέρω μάζα ($m = 1 \text{ gr}$) ἰσοδυναμεῖ πρὸς 9 ἑκατομμύρια τοννοχιλιόμετρα.

Εἰς τὸ ὅλον θέμα περὶ μάζης καὶ ἐνεργείας, περὶ μορφῆς τῆς ὕλης, ἀξιοσημειώτος εἶναι ἡ γνώσις τῶν συνθηκῶν κάτω ἀπὸ τὰς ὁποίας λαμβάνει χώραν ἡ μετατροπὴ τῆς μάζης εἰς ἐνέργειαν καὶ ἀντίστροφως τῆς ἐνεργείας εἰς μάζαν.

Ἡ εἰς τὸ πρῶτον ζήτημα ἀπάντησις εἶναι ἀπλῆ: *πᾶν φαινόμενον*, φυσικόν, χημικόν ἢ πυρηνικόν, *ὅπου ἐκλύεται ἐνέργεια, συνοδεύεται ἀπὸ ἔλλειμμα μάζης*, ἀπὸ μετατροπὴν δηλαδὴ μάζης εἰς ἐνέργειαν.

1.21 Τὸ ποσοστὸν τῆς μάζης τῆς μετατροπομένης εἰς ἐνέργειαν εἶναι πολὺ μικρὸν εἰς τὰ φυσικὰ φαινόμενα καὶ ὀφείλεται εἰς μετακινήσεις ὁλοκλήρων μορίων, εἶναι μεγαλύτερον εἰς τὰ χημικὰ καὶ ὀφείλεται εἰς μετακινήσεις ἀτόμων καὶ τέλος εἶναι μέγιστον εἰς τὰ πυρηνικὰ καὶ ὀφείλεται εἰς μετακινήσεις τῶν ἐσωτερικῶν συστατικῶν τοῦ ἀτόμου (πρωτονίων κλπ.). Ἐστὼ ὡς παράδειγμα ἡ ἐξέτασις τριῶν στοιχειδῶν φαινομένων, ἑνὸς φυσικοῦ, ἑνὸς χημικοῦ καὶ ἑνὸς πυρηνικοῦ, ἀπὸ ἀπόψεως ἐνεργειακῆς. Ἐὰν ὡς φυσικὸν φαινόμενον ληφθῇ ἡ

Π Ι Ν Α Ξ I — 2
ΜΕΤΑΤΡΟΠΑΙ ΜΟΝΑΔΩΝ ΕΡΓΟΥ (ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)

	erg	Joule	cal	Kgr*m	KJoule	wh	Kcal	Kwh
1 erg	1	10^{-7}	$2,37 \cdot 10^{-8}$	$1,12 \cdot 10^{-8}$	10^{-10}	$2,77 \cdot 10^{-11}$	$2,37 \cdot 10^{-11}$	$2,77 \cdot 10^{-14}$
1 Joule	10^7	1	$2,37 \cdot 10^{-1}$	$1,12 \cdot 10^{-1}$	10^{-3}	$2,77 \cdot 10^{-4}$	$2,37 \cdot 10^{-4}$	$2,77 \cdot 10^{-7}$
1 cal	$4,18 \cdot 10^7$	4,18	1	$4,27 \cdot 10^{-1}$	$4,18 \cdot 10^{-3}$	$1,16 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	$1,16 \cdot 10^{-6}$
1 kgr*m	$9,81 \cdot 10^7$	9,81	2,34	1	$9,81 \cdot 10^{-3}$	$2,73 \cdot 10^{-3}$	$2,34 \cdot 10^{-3}$	$2,73 \cdot 10^{-6}$
1 kJoule	10^{10}	10^3	$2,37 \cdot 10^2$	$1,12 \cdot 10^3$	1	$2,77 \cdot 10^{-1}$	$2,37 \cdot 10^{-1}$	$2,77 \cdot 10^{-4}$
1 wh	$3,6 \cdot 10^{10}$	$3,6 \cdot 10^3$	$8,61 \cdot 10^2$	$3,67 \cdot 10^2$	3,6	1	$8,61 \cdot 10^{-1}$	10^{-3}
1 kcal	$4,18 \cdot 10^{10}$	$4,18 \cdot 10^3$	10^3	$4,27 \cdot 10^2$	4,18	1,16	1	$1,16 \cdot 10^{-3}$
1 kwh	$3,6 \cdot 10^{13}$	$3,6 \cdot 10^6$	$8,61 \cdot 10^5$	$3,67 \cdot 10^5$	$3,6 \cdot 10^3$	10^3	$8,61 \cdot 10^2$	1

μετατροπὴ ἑνὸς γραμμαρίου ὕδατος 0°C εἰς πάγον 0°C παρατηρεῖται ἡ ἔκλυσις ποσοῦ ἐνεργείας ἴσης πρὸς 80 θερμίδας. Τὸ ποσὸν τοῦτο ἰσοδυναμεῖ πρὸς

$$\begin{aligned} \text{ἢτοι} \quad E &= 80,4 \cdot 2,10^7 \text{ erg} \\ E &= 336 \cdot 10^7 \text{ erg} \end{aligned}$$

Κατὰ τὴν ἐξίσωσιν τοῦ Einstein, ἥτις εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν γράφεται

$$336 \cdot 10^7 = 9 \cdot 10^{20} m$$

προκύπτει ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστοίχου μάζης

$$m = 73 \cdot 10^{-13} \text{ gr.}$$

Ἦτοι κατὰ τὴν πῆξιν τοῦ ὕδατος, ἐξ ἑνὸς γραμμαρίου ὕλης ($m_0 = 1 \text{ gr}$) μετετρέπεται εἰς ἐνέργειαν ἐν ἐλάχιστον ποσοστὸν ($m = 73 \cdot 10^{-13} \text{ gr}$), ὅπερ

ἀντιπροσωπεύει ποσοστὸν α (ὅπου $\alpha = m/m_0$) ἴσον πρὸς

$$\alpha = 0,00000000073 \%$$

Κατὰ ἀντίστοιχον τρόπον ἐὰν ὡς χημικὸν φαινόμενον ληφθῇ ἡ καύσις ἐνὸς γραμμαρίου ἀνθρακος, καὶ ᾗ ἦν ἐκλύονται 10.000 θερμίδες περίπου, εὐρίσκεται ποσοστὸν ἐλλείμματος μάζης ἴσον πρὸς

$$\alpha = 0,000000092 \%$$

Τέλος ἐὰν ὡς πυρηνικὸν φαινόμενον ληφθῇ μία ἔκρηξις ἀτομικῆς βόμβας κοινοῦ τύπου εὐρίσκεται ποσοστὸν ἐλλείμματος μάζης πολὺ μεγαλύτερον καὶ δὴ ἴσον πρὸς

$$\alpha = 0,01 \%$$

1.22. Οὕτω φαίνεται σαφῶς, ὅτι ἀπὸ ἐνεργειακῆς ἀπόψεως τὰ φυσικὰ καὶ χημικὰ φαινόμενα εἶναι πολὺ διάφορα τῶν πυρηνικῶν, ὡς μὴ ἐμφανίζοντα αἰσθητὴν καὶ ὑπολογίσιμον μεταβολὴν εἰς τὴν μάζαν τῶν συμμετεχόντων ὑλικῶν σωμάτων.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ

1.23. Ἀπαντα τὰ ὑλικά σώματα τὰ μελετώμενα ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως χωρίζονται εἰς δύο μεγάλας ομάδας, εἰς στοιχεῖα καὶ εἰς χημικὰ ἐνώσεις. Παλαιότερον ἐθεωρεῖτο ὡς στοιχεῖον πᾶν σῶμα μὴ ὑποκείμενον εἰς περαιτέρω διαχωρισμόν, ἐνῶ ἐθεωρεῖτο ὡς χημικὴ ἔνωσις πᾶν σῶμα δυνάμενον νὰ διαχωρισθῇ εἰς ἀπλούστερα συστατικά διὰ χημικῶν μεθόδων. Ὁ τρόπος οὗτος τῆς διακρίσεως τῶν σωμάτων θεωρεῖται σήμερον ἀτελὴς καὶ ἀντ' αὐτοῦ γίνεται ἡ διάκρισις βάσει τῆς συγκροτήσεως τῶν μορίων. Οὕτω ὡς **χημικὰ στοιχεῖα** νοοῦνται ἐκεῖνα τὰ σώματα τῶν ὁποίων τὰ μόρια ἀποτελοῦνται ἢ ἐξ **ἐνὸς μόνον ἀτόμου ἢ ἐκ περισσοτέρων ὁμοίων ἀτόμων**. Π. χ. τὸ ἀέριον ὀξυγόνον εἶναι στοιχεῖον, διότι τὸ μόριόν του ἀποτελεῖται ἐκ δύο ὁμοίων ἀτόμων (ἀτόμων ὀξυγόνου), Στοιχεῖον εἶναι ὁ φωσφόρος μὲ μόρια ἐκ τεσσάρων ὁμοίων ἀτόμων (ἀτόμων φωσφόρου), στοιχεῖον εἶναι καὶ ὁ σίδηρος μὲ μόρια μονατομικά, ἐξ ἐνὸς μόνον ἀτόμου (ἀτόμου σιδήρου). Ἀντιθέτως ὡς **χημικαὶ ἐνώσεις** νοοῦνται ἐκεῖνα τὰ σώματα τῶν ὁποίων τὰ μόρια ἀποτελοῦνται ἀπὸ **δύο ἢ περισσότερα ἄτομα δύο εἰδῶν τοῦλάχιστον**. Π. χ. τὸ ὕδωρ εἶναι χημικὴ ἔνωσις, διότι ἕκαστον μόριον ὕδατος περιέχει τρία ἄτομα, ἐξ ὧν τὰ δύο ἐνὸς εἴδους (ὕδρογόνου) καὶ τὸ τρίτον ἄλλου εἴδους (ὀξυγόνου). Ὁμοίως ὡς χημικὴ ἔνωσις χαρακτηρίζεται τὸ νιτρικὸν ὀξύ, διότι τὸ μόριόν του ἀποτελεῖται ἐκ πέντε ἀτόμων ἐξ ὧν τὸ ἐν ἐνὸς εἴδους (ὕδρογόνου), τὸ δεύτερον ἄλλου εἴδους (ἄζωτου) καὶ τὰ ὑπόλοιπα τρία ἄλλου ἐπίσης εἴδους (ὀξυγόνου).

1.24. Ἐκ τῶν περίπου ἑκατὸν εἰδῶν ἀτόμων ἀντιστοίχων πρὸς ἰσάριθμα στοιχεῖα, εἶναι λίαν ἀξιοσημεῖωτα περὶ τὰ 30 μόνον, αὐτῶν δὲ οἱ συνδυασμοὶ ἀποτελοῦν καὶ πρακτικῶς τὸ σύνολον τῶν σωμάτων τῶν ἐξεταζομένων ὑπὸ τῆς χημείας.

Π Ι Ν Α Κ Σ Π — 1

Σ Τ Ο Ι Χ Ε Ι Α

(Z : ατομικός αριθμός, M : μέση ατομική μάζα, A : μαζικοί αριθμοί κυριωτέρων ισοτόπων).

Z	Όνομασία	Σύμβολον	M	A
1	Ύδρογόνον	H	1,008	1-2
2	Ήλιον	He	4,003	4
3	Λίθιον	Li	6,94	6-7
4	Βηρύλλιον	Be	9,013	9
5	Βόριον	B	10,82	10-11
6	Άνθραξ	C	12,01	12-13
7	Άζωτον	N	14,008	14-15
8	Όξυγόνον	O	16,000	16-18
9	Φθόριον	F	19,000	19
10	Νέον	Ne	20,183	20-22
11	Νάτριον	Na	23,997	23
12	Μαγνήσιον	Mg	24,32	24-25-26
13	Άργίλλιον	Al	26,97	27
14	Πηρίτιον	Si	28,06	28-29-30
15	Φωσφόρος	P	30,98	31
16	Θείον	S	32,07	32-34
17	Χλώριον	Cl	35,46	35-37
18	Άργόν	A	39,94	38-40
19	Κάλι	K	39,1	39-41
20	Άσβέστιον	Ca	40,08	40-44
21	Σκάνδιον	Sc	45,1	45
22	Τιτάνιον	Ti	47,9	46-47-48-49-50
23	Βανάδιον	V	50,95	51
24	Χρώμιον	Cr	52,01	50-52-53-54
25	Μαγγάνιον	Mn	54,93	55
26	Σίδηρος	Fe	55,85	55-56-57
27	Κοβάλτιον	Co	58,94	59
28	Νικέλιον	Ni	58,69	58-60-62
29	Χαλκός	Cu	63,54	63-65
30	Ψευδάργυρος	Zn	65,38	64-66-67-68
31	Γάλλιον	Ga	69,72	69-71
32	Γερμάνιον	Ge	72,6	70-72-74
33	Άρσενικόν	As	74,91	75
34	Σελήνιον	Se	78,96	76-78-80-82
35	Βρώμιον	Br	79,916	79-81
36	Κρυπτόν	Kr	83,7	82-83-84-86
37	Ρουβίδιον	Rb	85,48	85-87
38	Στρώντιον	Sr	87,63	86-87-88
39	Ύττριον	Y	88,92	89

Z	Όνομασία	Σύμβολον	M	A
40	Ζιρκόνιον	Zr	91,22	90-91-92-94
41	Νιόβιον	Nb	92,9	93
42	Μολυβδαίνιον	Mo	95,95	92-95-96-98
43	Τεχνητίον	Tc	(99)	(99)
44	Ρουθήνιον	Ru	101,7	99-101-102-104
45	Ρόδιον	Rh	102,91	103
46	Παλλάδιον	Pd	106,7	105-106-108-110
47	Άργυρος	Ag	107,88	107-109
48	Κάδμιον	Cd	112,41	111-112-113-114
49	Ίνδιον	In	114,76	113-115
50	Κασσίτερος	Sn	118,7	116-118-120
51	Άντιμόνιον	Sb	121,76	121-123
52	Τελλούριον	Te	127,61	126-128-130
53	Ιώδιον	I	126,92	127
54	Ξένον	X	131,3	129-131-132-134
55	Καίσιον	Cs	132,71	133
56	Βάριον	Ba	137,36	135-136-137-138
57	Λανθάνιον	La	138,92	139
58	Διμήτριον	Ce	140,13	140-142
59	Πρασεοδύμιον	Pr	140,92	141
60	Νεοδύμιον	Nd	144,27	142-143-144-146
61	Προμήθειον	Pm	(147)	(147)
62	Σαμάρτιον	Sm	150,43	147-149-152-154
63	Ευρώπιον	Eu	152,0	151-153
64	Γαδολίνιον	Gd	156,9	156-157-158-160
65	Τέρβιον	Tb	159,2	159
66	Δυσπρόσιον	Dy	162,46	151-162-163-164
67	Όλμιον	Ho	164,94	165
68	Έρβιον	Er	167,2	166-167-168
69	Θούλιον	Tm	169,4	169
70	Υπτέρβιον	Yb	173,04	171-172-173-174
71	Λουτήτιον	Lu	174,99	175
72	Άφνιον	Hf	178,6	177-178-179-180
73	Ταντάλιον	Ta	180,88	181
74	Βολφράμιον	W	183,92	182-183-184-186
75	Ρήνιον	Re	186,31	185-187
76	Όσμιον	Os	190,2	188-189-190-192
77	Ίριδιον	Ir	193,1	191-193
78	Λευκόχρυσος	Pt	195,28	194-195-196
79	Χρυσός	Au	197,2	197
80	Υδράργυρος	Hg	200,61	199-200-201-202
81	Θάλλιον	Tl	204,39	203-205
82	Μόλυβδος	Pb	207,21	206-207-208
83	Βισμούθιον	Bi	209,00	209
84	Πολώνιον	Po	210	210

Z	Όνομασία	Σύμβολον	M	A
85	Άστατον	At	(210)	(210)
86	Ραδόνιον	Ru	222	222
87	Φράγκιον	Fr	(223)	(223)
88	Ράδιον	Ra	226,5	226
89	Άκτίνιον	Ac	227	227
90	Θόριον	Th	232,12	232
91	Πρωτακτίνιον	Pa	231	231
92	Ουράνιον	U	238,07	238
93	Νεπούνιον	Np	(237)	(237)
94	Πλουτόνιον	Pu	(239)	(239)
95	Άμερίκιον	Am	(241)	(241)
96	Κιούριον	Cm	(242)	(242)
97	Μπερκέλιον	Bk	(245)	(245)
98	Καλιφόρνιον	Cf	(246)	(246)
99	Άϊνστάϊνιον	E	(253)	(253)
100	Φέρμιον	Fm	(255)	(255)
101	Μεντελέβιον	Mv	(256)	(256)
102	Νομπέλιον	No	(258)	(258)

ΜΙΓΜΑΤΑ

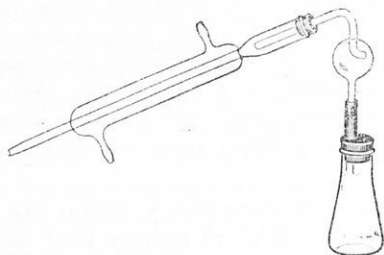
1.25. Εἰς τὴν πρᾶξιν σπανίως ἀνευρίσκονται σώματα συνιστάμενα ἐξ ὁμοίων μορίων, ἥτοι—μὲ ἄλλας λέξεις—στοιχεῖα καὶ χημικὰ ἐνώσεις ἀπολύτου καθαρότητος (καθαρότητος 100 %). Συνηθέστερον τὰ διάφορα στερεὰ, ὑγρά ἢ ἀέρια ἐνυπάρχουν ὑπὸ μορφὴν μιγμάτων, ἥτοι ποικίλων συνδιασμῶν, στοιχείων καὶ χημικῶν ἐνώσεων, ἐν ὁμογενεῖ ἢ μὴ καταστάσει. Οὕτω π. χ. ἀκόμη καὶ τὸ πόσιμον ὕδωρ εἶναι μίγμα ἐκ μορίων ὕδατος, κατὰ τὸ μέγιστον ποσοστόν του, διαφόρων ἀλάτων, ὀξυγόνου κ.λπ., εἰς κατάστασιν πλήρους ὁμογενείας, καθ' ἣν συστατικὰ ἀρχικῶς στερεὰ (ὡς τὰ ἅλατα) καὶ ἀέρια (ὡς τὸ ὀξυγόνον) ἀποτελοῦν ὁμοῦ μὲ τὸ κύριον ὑλικόν, τὸ ὕδωρ, ἐν ἐνιαίῳ ὑγρὸν σῶμα. Ὡς τὸ πόσιμον ὕδωρ, οὕτω καὶ ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ εἶναι μίγμα ἐκ μορίων τοῦ στοιχείου ὀξυγόνου, κατὰ τὸ 1/4 περίπου, ἀζώτου κατὰ τὸ ὑπόλοιπον, μὲ ἐλαφρὰς προσμίξεις διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός, ὕδατος, ἀργοῦ, νέου κ.λπ.

1.26 Τὰ περισσότερα σώματα, εἴτε ὡς φυσικὰ εἴτε ὡς τεχνητὰ προϊόντα, καθ' ὃν τρόπον χρησιμοποιοῦνται ἀπὸ τὸν ἄνθρωπον ὡς *ἐνιαῖα σώματα* εἶναι κατὰ κανόνα *μίγματα*, σπανιότατα καθαρὰ χημικὰ ἐνώσεις ἢ στοιχεῖα.

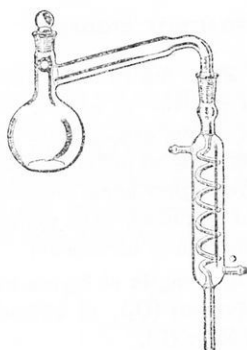
Οὕτω π.χ. μίγμα εἶναι τὸ φωταέριον, ἀποτελούμενον ἀπὸ μεθάνιον, ὕδρογόνον, μονοξειδιον τοῦ ἀνθρακός κ.λπ., ἐπίσης μίγμα εἶναι ἡ βενζίνη, τὸ πετρέλαιον καὶ σχεδὸν ὅλα τὰ εἶδη καυσίμων.

Μίγματα ὁσαύτως εἶναι τὸ ξύλον, τὸ γάλα, τὸ βούτυρον, οἱ λίθοι, τὸ χῶμα, τὰ διάφορα φάρμακα, αἱ πλαστικαὶ ὕλαι κ.λπ.

1.27 Είναι προφανές ότι διὰ τὴν μελέτην ἑνὸς μίγματος πρέπει τοῦτο νὰ διαχωρισθῇ προηγουμένως εἰς τὰ ἀπλᾶ σώματα (στοιχεῖα ἢ χημικὰ ἐνώσεις) ἐξ ὧν ἀποτελεῖται καὶ διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἐφαρμόζονται διάφοροι ἐκάστοτε μέθοδοι ὡς π.χ. ἡ ἀπόσταξις, ἡ κρυστάλλωσις, ἡ καθίζησις κλπ.



Σχ. 1.27. 1α Ἀποστακτική συσκευή συνήθους τύπου διὰ τὸν διαχωρισμὸν ὑγρῶν μιγμάτων.



Σχ. 1.27. 1β Ἀποστακτική συσκευή διὰ τὸν διαχωρισμὸν ὑγρῶν με μεγάλην διαφορὰν πτητικότητος.

ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

1.28 Ἐκάστου στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως τὸ ἀντίστοιχον μόριον ἀποτελεῖ τὴν ἐλαχίστην ἐν ἐλευθέρῳ καταστάσει μονάδα, ὡς ἐκ τούτου ἀντιπροσωπεύει τὸ *χημικὸν εἶδος* εἰς τὸ ὁποῖον ἀνήκει. Πᾶν μόριον συμβολίζεται δι' ἑνὸς ὁρισμένου τύπου, ἐκφράζοντος τὴν ποιοτικὴν καὶ ποσοτικὴν σύστασίν του, ἥτοι δηλοῦντος τὸν ἀριθμὸν καὶ τὸ εἶδος τῶν ἀτόμων ἐξ ὧν συνίσταται. Οὕτω π.χ. τὸ ἀέριον ὀξυγόνον δηλοῦται διὰ τοῦ συμβόλου O_2 , ἐξ οὗ προκύπτει ὅτι τὸ μόριον τοῦ ὀξυγόνου ἀποτελεῖται ἐκ δύο ὁμοίων ἀτόμων (ἀτόμων ὀξυγόνου). Ἀντιστοίχως ἡ ὑγρὰ χημικὴ ἐνώσις ἢ καλουμένη θεικὸν ὀξύ δηλοῦται διὰ τοῦ συμβόλου H_2SO_4 , ἐξ οὗ προκύπτει ὅτι τὸ μόριον τοῦ θεικοῦ ὀξέος ἀποτελεῖται ἐξ ἐπτά ἀτόμων (δύο ὑδρογόνου, ἑνὸς θείου καὶ τεσσάρων ὀξυγόνου).

Γενικῶς πᾶν σύμβολον τῆς μορφῆς



ὑποδηλώνει ἐν καὶ μόνον μόριον περιέχον συνολικῶς n ἄτομα (ὅπου $n = x + y + z + \dots$) ἐξ ὧν τὰ x ἐνὸς εἶδους (A), τὰ y ἄλλου εἶδους (B), τὰ z τρίτου εἶδους (Γ) κ.ο.κ.

1.29 Οἱ συντελεσταὶ οἱ τιθέμενοι πρὸ τοῦ συμβόλου τῶν μορίων δηλώνουν πλῆθος ὁλοκλήρων μορίων τοῦ αὐτοῦ σώματος. Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, ὁ συμβολισμὸς $2H_2SO_4$ δηλώνει δύο ὁλόκληρα μόρια θεικοῦ ὀξέος, ὁ συμβολισμὸς $3H_2O$ δηλώνει τρία μόρια ὕδατος, ὁ συμβολισμὸς $3O_2$ τρία μόρια ὀξυγόνου, ὁ $2O_3$ δύο μόρια ὄζοντος κ.ο.κ.

2. ΤΥΠΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

2.1 Διὰ τὰ συμβολισθῇ διὰ τύπου τὸ μόριον ἑνὸς *στοιχείου* πρέπει νὰ εἶναι γνωστὸν τὸ πλῆθος τῶν ατόμων ἐξ ὧν συνίσταται. Δὲν ὑπάρχει θεωρητικὸς κανὼν, στηριζόμενος ἐπὶ τῶν φυσικῶν ἢ χημικῶν γνωρισμάτων ἑνὸς στοιχείου, ὅστις νὰ ρυθμίῃ τὸν ἀριθμὸν τῶν ατόμων εἰς τὸ μόριόν του. Ἄλλα στοιχεῖα ἔχουν μόρια μονατομικά, δηλ. μόρια περιέχοντα ἓν μόνον ἄτομον, ἄλλα μόρια διατομικά, ἄλλα τριατομικά κλπ. Ὡς συνηθέστεραι περιπτώσεις δύνανται νὰ θεωρηθοῦν αἱ κάτωθι :

α) Στοιχεῖα μὲ διατομικά μόρια εἶναι τὸ ὕδρογόνον (H_2), τὸ ἄζωτον (N_2), τὸ ὀξυγόνον (O_2), τὸ φθόριον (F_2), τὸ χλώριον (Cl_2), τὸ βρώμιον (Br_2) καὶ τὸ ἰώδιον (I_2).

β) Μὲ τριατομικὸν μόριον ἐμφανίζεται πρακτικῶς μόνον τὸ ὄζον (O_3), τὸ ὁποῖον θεωρεῖται ὡς παραλλαγή (ἁλλοτροπικὴ μορφή) τοῦ ὀξυγόνου.

γ) Μόρια ἐκ τεσσάρων ατόμων ἔχουν ὁ φωσφόρος (P_4) καὶ τὸ ἀρσενικὸν (As_4), εἰς τὰ στοιχεῖα ὅμως αὐτὰ τὸ μόριόν των ἀποδίδεται πολλάκις, συμβατικῶς, καὶ ὡς μονατομικὸν (P , As).

δ) Διὰ τὰ λοιπὰ στοιχεῖα θεωρεῖται ὅτι ἀποτελοῦνται ἐκ μορίων μονατομικῶν, μορίων δηλαδή ἐξ ἑνὸς μόνον ατόμου, γεγονὸς τὸ ὁποῖον συνεπάγεται ταύτισιν μορίου καὶ ατόμου. Οὕτω π.χ. τὸ στοιχεῖον θείου συμβολίζεται ὡς S , τοῦτο δὲ ὑποδηλώνει ἓν ἄτομον ἢ ἓν μόριον θείου ἢ — ὀρθώτερον — ἓν μονατομικὸν μόριον.

2.2 Ἡ *μονατομικότης* τῶν περισσοτέρων στοιχείων εἶναι συνήθως *συμβατικὴ* καὶ ἐφαρμόζεται διὰ λόγους ἀπλοποιήσεως. Συγκεκριμένον παράδειγμα ἀποτελεῖ τὸ θεῖον, τοῦ ὁποίου ὑπάρχουν ποικίλα μόρια ἀπὸ διαφορετικοὺς ἀριθμοὺς ατόμων ὡς S_2 , S_6 , S_8 , Αἱ μορφαὶ αὗται εὑσταθοῦν εἰς ὥρισμένας ἐκάστοτε συνθήκας καὶ σπανίως εὐρίσκονται ἐν καθαρᾷ καταστάσει.

Οὕτω τὸ πρισματικὸν θεῖον ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ μόρια τοῦ τύπου S_8 , ἐνῶ οἱ ἄτμοι θείου ἀπὸ μόρια S_2 . Ἡ χρῆσις ποικίλων συμβόλων θὰ ἐδημιούργει δυσχερείας ἄνευ λόγου, ὡς ἐκ τούτου πρὸς δήλωσιν τοῦ θείου λαμβάνεται, ἐφ' ὅσον δὲν ὀρίζεται ἄλλως, τὸ ἀπλοῦν σύμβολον τοῦ μονατομικοῦ μορίου S .

Τοῦτο ἰσχύει διὰ πλεῖστα ὅσα στοιχεῖα, χωρὶς ν' ἀποκλείωνται καὶ αἱ περιπτώσεις ὅπου τὸ μονατομικὸν μόριον ἀντιστοιχεῖ ὄντως, καὶ οὐχὶ συμβατικῶς, εἰς μόριον ἑνὸς μόνον ατόμου.

2.3 Βάσει τῶν ἀνωτέρω διὰ τὰ περισσότερα στοιχεῖα διατηρεῖται ὁ μονατομικὸς συμβολισμὸς, ἀδιάφορον ἂν τοῦτο εἶναι ἀληθὲς ἢ συμβατικόν. Οὕτω

π.χ. τὰ σύμβολα Fe, Zn, Cu, Mn, Mg, C, Si, Hg, δηλοῦν ἀνὰ ἓν μονατομικὸν μόριον σιδήρου, ψευδαργύρου, χαλκοῦ, μαγγανίου, μαγνησίου, ἀνθρακος, πυριτίου, ὑδραργύρου.

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

2.4 Τῶν χημικῶν ἐνώσεων ὁ συμβολισμὸς τοῦ μορίου ρυθμίζεται ὑπὸ ὁρισμένων κανόνων, οἱ ὅποιοι καθορίζουν τὴν ἀναλογίαν ὥς καὶ τὸ πλῆθος τῶν ατόμων ἐκάστου μορίου. Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, ὁ τύπος τοῦ ὕδατος H_2O ἐξάγεται ἐκ κανόνος ἀποκλείοντος τὴν ὑπαρξιν ἄλλου τύπου (ὥς H_3O ἢ H_4O_5 κλπ).

Διὰ τὴν εὐχερεστέραν ἐφαρμογὴν κανόνων πρὸς καθορισμὸν τοῦ τύπου ἐκάστου μορίου καθίσταται ἀπαραίτητος ὁ διαχωρισμὸς τῶν χημικῶν ἐνώσεων εἰς ὁμάδας, ὧν αἱ κυριώτεραι εἶναι: τὰ μεταλλοξειδία, τὰ ἀμεταλλοξειδία, αἱ βάσεις, τὰ ὀξέα καὶ τέλος τὰ ἀπλᾶ ἄλατα.

ΜΕΤΑΛΛΟΞΕΙΔΙΑ

2.5 Ὡς μεταλλοξειδία, ἢ ὀξειδία τῶν μετάλλων, νοοῦνται αἱ χημικαὶ ἐνώσεις αἱ περιέχουσαι εἰς τὸ μόριόν των ἅψ' ἑνὸς ἄτομα ὀξυγόνου (ἐν ἡ περισσό-

ΠΙΝΑΞ II - 2

ΣΥΝΗΘΗ ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΚΥΡΙΑ ΣΘΕΝΗ ΑΥΤΩΝ

Μέταλλον			Σθένος	Μέταλλον			Σθένος
Λίθιον	Li	1		Ἀσβέστιον	Ca	2	
Κάλι	K	1		Ὑδράργυρος	Hg	2, 1	
Νάτριον	Na	1		Χαλκός	Cu	2, 1	
Καίσιον	Cs	1		Ἀργίλλιον	Al	3	
Ἀργυρος	Ag	1		Χρῶμιον	Cr	2, (6)	
Βηρύλλιον	Be	2		Σίδηρος	Fe	3, 2	
Μαγνήσιον	Mg	2		Νικέλιον	Ni	3, 2	
Στρόντιον	Sr	2		Κασσίτερος	Sn	2, 4	
Ψευδάργυρος	Zn	2		Μαγγάνιον	Mn	2, (4)	
Κάδμιον	Cd	2		Μόλυβδος	Pb	2, (4)	
Βάριον	Ba	2		Χρυσός	Au	1, 3	

τερα), ἀφ' ἑτέρου ἄτομα μετάλλου (ἐν ἡ περισσότερα), ὑπὸ τὸν γενικὸν τύπον $Me_x O_y$, ὅπου Me τὸ σύμβολον τοῦ ἐκάστοτε μετάλλου.

Εἰδικῶς ὡς **μέταλλα** νοοῦνται ὠρισμένα ἐκ τῶν στοιχείων μὲ χαρακτηριστικὰς ιδιότητας, ὡς εἶναι ἡ καλὴ θερμικὴ καὶ ἡλεκτρικὴ ἀγωγιμότης, τὸ μέγα σχετικῶς εἰδικὸν βάρος, ἡ χαρακτηριστικὴ λάμψις, ἡ ἐλατότης τῶν κλπ.

Διὰ τὴν προεισαγωγικὴν μελέτην τῶν χημικῶν ἐνώσεων ἀπὸ τυτικῆς ἀπόψεως δὲν ἔχει τόσον σημασίαν ἡ θεωρητικὴ μελέτη τῶν μετάλλων, ὅσον ἡ γνῶσις ὠρισμένου ἀριθμοῦ αὐτῶν κατ' ὄνομα καὶ σύμβολον (βλ. πίνακα II-2). Οὕτω π.χ. ἐφ' ὅσον εἶναι γνωστὸν ὅτι τὰ στοιχεῖα K , Cu , Mg καὶ Al εἶναι μέταλλα, ἔπεται ὅτι αἱ μετ' ὁξυγόνου ἐνώσεις αὐτῶν K_2O , CuO , Cu_2O , MgO , Al_2O_3 εἶναι μεταλλοξείδια, ἐκτὸς ἐὰν ὑπάρξῃ ἄλλος κανὼν ἀποκλείων ταῦτα. Τὸ πλῆθος τῶν ἐντὸς τῶν μορίων ἀτόμων (δηλ. οἱ συντελεσταὶ x καὶ y εἰς τὸν γενικὸν τύπον $Me_x O_y$) καθορίζεται ἐμπειρικῶς κατὰ τὸν λεγόμενον κανόνα τοῦ σθένους.

2.6 Ἀπὸ πρακτικῆς πλευρᾶς (βλ. § 7.22) τὸ σθένος δηλώνει ἓνα ἀριθμὸν ἰσοδυναμίας μεταξὺ ἀτόμων, μὲ αὐθαίρετον — πρὸς τὸ παρὸν — θεωρήσιν τοῦ σθένους τοῦ ὁξυγόνου ὡς ἴσου πρὸς 2.

2.7 Οὕτω εἰς τὸν γενικὸν τύπον $Me_x O_y$ ὡς x θὰ τεθῇ τὸ σθένος τοῦ ὁξυγόνου καὶ ὡς y τὸ τοῦ μετάλλου, ἐπιβαλλομένης πάσης δυνατῆς ἀπλοποιήσεως.

Οὕτω, π.χ., ἐκ τῶν μονοσθενῶν μετάλλων προκύπτουν τὰ ὀξείδια :

ὀξείδιον τοῦ νατρίου	Na_2O
ὀξείδιον τοῦ καλίου	K_2O
ὀξείδιον τοῦ λιθίου	Li_2O
ὀξείδιον τοῦ ἀργύρου	Ag_2O

Ἀντιστοίχως ἐκ τῶν δισθενῶν μετάλλων εὐρίσκονται οἱ τύποι τῶν ἀντιστοιχῶν ὀξειδίων :

ὀξείδιον τοῦ ἄσβεστιου	CaO
ὀξείδιον τοῦ μαγνησίου	MgO
ὀξείδιον τοῦ μαγγανίου	MnO
ὀξείδιον τοῦ ψευδαργύρου	ZnO
ὀξείδιον τοῦ βαρίου	BaO
ὀξείδιον τοῦ μολύβδου	PbO

Κατὰ παρεμφερῆ τρόπον εὐρίσκονται τὰ ὀξείδια τρισθενῶν μετάλλων ὡς π.χ.

ὀξείδιον τοῦ χρωμίου	Cr_2O_3
ὀξείδιον τοῦ ἀργιλίου	Al_2O_3

2.8 Μερικὰ μέταλλα — τὰ μέταλλα διτιτοῦ σθένους — ἔχουν δύο κύρια σθένη, δηλαδὴ ἐμφανίζονται μὲ ἴσην σχεδὸν πιθανότητα καὶ μὲ ἓν καὶ μὲ ἕτερον διάφορον σθένος. Ταῦτα σχηματίζουν τότε δύο διάφορα ὀξείδια, καθόσον εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθοῦν ὡς δύο μέταλλα διάφορα — διάφορα ἀπὸ ἀπόψεως σθέ-

νους — με κοινὰς πολλὰς ἐκ τῶν λοιπῶν ιδιοτήτων. Ἡ διαφορὰ εἰς τὸ σθένος διακρίνεται διὰ παραλλαγῆς τοῦ ὀνόματος τοῦ μετάλλου (π.χ. σιδήρου, ὑποσιδήρου). Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, προκύπτουν τὰ ὀξειδία πολλῶν μετάλλων διττοῦ σθένους :

ὀξείδιον τοῦ ὑποχαλκοῦ	Cu_2O
ὀξείδιον τοῦ χαλκοῦ	CuO
ὀξείδιον τοῦ ὑφυδροργύρου	Hg_2O
ὀξείδιον τοῦ ὑδροργύρου	HgO
ὀξείδιον τοῦ ὑποσιδήρου	FeO
ὀξείδιον τοῦ σιδήρου	Fe_2O_3



Εἰδικῶς διὰ τὰ μέταλλα Au , Sn , ἡ παραλλαγή καθορίζεται περιφραστικῶς καὶ οὐχὶ μὲ τὴν πρόθεσιν ὑπο-, ὅπερ δὲν ἀποκλείεται ἀφ' ἐτέρου καὶ διὰ πᾶν ἄλλο μέταλλον. Οὕτω π.χ. προκύπτουν τὰ ὀξειδία :

ὀξείδιον μονοσθενοῦς χρυσοῦ	Au_2O
ὀξείδιον τρισθενοῦς χρυσοῦ	Au_2O_3
ὀξείδιον τοῦ κασσιτέρου	SnO
διοξείδιον τοῦ κασσιτέρου	SnO_2

2.9 Διαφοραὶ εἰς τὴν ὁρολογίαν παρατηροῦνται πολλάκις, ἂν καὶ πρέπει κατὰ τὸ δυνατόν ν' ἀποφεύγωνται. Γενικῶς ἡ ὀρθότερα ὀνοματολογία εἶναι ἡ διὰ τῆς χρησιμοποίησεως τοῦ ὅρου *ὀξείδιον* μὲ προσδιοριστικὸν τὸ ὄνομα τοῦ μετάλλου, ἀδιαφόρως πρὸς τὸ πλῆθος τῶν ἀτόμων τοῦ μορίου.

Οὕτω π.χ. δὲν εἶναι ἐπιστημονικῶς ὀρθὸς ὁ ὅρος τριοξείδιον τοῦ σιδήρου διὰ τὴν ἔνωσιν Fe_2O_3 , οὔτε ὁ ὅρος ὑποξείδιον τοῦ χαλκοῦ διὰ τὴν Cu_2O .

2.10 Παλαιότερον ἡ διάκρισις τοῦ σθένους εἰς τὰ μέταλλα διττοῦ σθένους ἐγίνετο διὰ τῶν εὐφωνικῶν φωνηέντων ὅμικρον (διὰ τὸ κατώτερον σθένος) καὶ ῥωτα (διὰ τὸ ἀνώτερον). Οὕτω διὰ τὰ ὡς ἀνωτέρω ἀναφερθέντα ὀξειδία μετάλλων διττοῦ σθένους ἐχρησιμοποιεῖτο ἡ ὁρολογία :

χαλκοξείδιον	Cu_2O
χαλκιοξείδιον	CuO
ὑδροργυροξείδιον	Hg_2O
ὑδροργυριοξείδιον	HgO
σιδηροξείδιον	FeO
σιδηριοξείδιον	Fe_2O_3

2.11 Εἰς πολλὰ μέταλλα ἀναφέρονται καὶ ἄλλα *σθένη*, ἐνίοτε δὲ καὶ *περισσότερα τῶν δύο*, τοῦτο ὅμως εἶναι κατὰ κανόνα φαινομενικὸν καθόσον πρόκειται περὶ σθενῶν οὐχὶ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου ἀλλ' ἀπλῶς τοῦ αὐτοῦ στοιχείου, δηλαδὴ τοῦ αὐτοῦ στοιχείου ἄνευ μεταλλικῶν ιδιοτήτων. Οὕτω π.χ. τὸ χρώμιον

ἀναγράφεται καὶ ὡς ἑξασιθενές, πλὴν ὅμως μὲ σθένος 6 τὸ χρώμιον δὲν συμπεριφέρεται πλέον ὡς μέταλλον ἀλλ' ὡς ἀμέταλλον. Ὅντως τὸ ὀξειδίου CrO_3 (ὁ χρωμικός ἀνυδρίτης) δὲν εἶναι μεταλλοξείδιον ἀπὸ ἀπόψεως χημικῶν ιδιοτήτων.

ΑΜΕΤΑΛΛΟΞΕΙΔΙΑ

2.12 Τὰ ἀμεταλλοξείδια εἶναι ενώσεις τῶν ὁποίων τὸ μόριον συνίσταται ἐξ ἀτόμων δευτέρου ἀφ' ἐνὸς καὶ **ἀμετάλλου στοιχείου** ἀφ' ἑτέρου. Ὁρισμένα ἐκ τῶν στοιχείων, καὶ δὴ τῶν πολὺ κοινῶν, χαρακτηρίζονται ὡς ἀμέταλλα ὡς παρουσιάζοντα ἰδιαζούσας ιδιότητες, φυσικὰς καὶ χημικὰς, διαφόρους τῶν ιδιοτήτων τῶν μετάλλων καί, πολλάκις, ὅλως ἀντιθέτους. Οὕτω τὰ ἀμέταλλα εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἀέρια ἢ ἐλαφρὰ στερεὰ σώματα, μὴ ἄγοντα καλῶς τὸν ἡλεκτρικὸν καὶ τὴν θερμότητα, στερούμενα λάμπσεως, ἐλατότητας κλπ.

2.13 Ἡ γνῶσις ὁρισμένων ἀμετάλλων κατ' ὄνομα καὶ τύπον εἶναι ἀπαραίτητος διὰ πᾶσαν περαιτέρω ἐργασίαν. Ἐνῶ ὅμως εἰς πᾶν μέταλλον ἀντιστοιχεῖ πάντοτε ἓν τοῦλάχιστον ὁρισμένον μεταλλοξείδιον, ἀντιθέτως εἰς τὰ ἀμέταλλα δὲν συμβαίνει τοῦτο. Ὁρισμένα μέταλλα δὲν σχηματίζουν ὀξείδια, ἄλλα πάλιν σχηματίζουν περισσότερα τοῦ ἐνός, κατὰ κανόνα δὲ τὸ σθένος δὲν ἀποτελεῖ ρυθμιστικὸν παράγοντα πρακτικῶς ὑπολογίσιμον διὰ τὴν εὔρεσιν τοῦ τύπου.

ΠΙΝΑΞ II — 3

ΣΥΝΗΘΗ ΑΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΚΥΡΙΑ ΣΘΕΝΗ ΑΥΤΩΝ

Ἀμέταλλον		Σθένος	Ἀμέταλλον		Σθένος
Φθόριον	F	1	Σελήνιον	Se	2
Χλώριον	Cl	1	Ἀζωτον	N	3, 5
Βρώμιον	Br	1	Φωσφόρος	P	3, 5
Ἰώδιον	I	1	Ἀνθραξ	C	4
Θεϊόν	S	2	Πυρίτιον	Si	4

Οὕτω π.χ. τοῦ χλωρίου οὐδὲν ὀξείδιον εὑσταθεῖ, τοῦ ἀνθρακος πάλιν (τετρασθενοῦς ὄντος) ὑπάρχει τὸ προβλεπόμενον ὀξείδιον CO_2 εἶναι ὅμως ἐξ ἴσου ὑπαρκτὸν καὶ τὸ ὀξείδιον CO τὸ τελείως παρὰ τὸν κανόνα τοῦ σθένους σχηματιζόμενον. Παρὰλλήλως τὸ θεϊόν, τὸ ὁποῖον φέρεται συνήθως ὡς δισθενές, οὐδὲν ὀξείδιον τοῦ τύπου SO σχηματίζει, ἐνῶ δίδει γένεσιν εἰς τὰ λίαν σημαντικὰ ὀξείδια SO_2 καὶ SO_3 .

2.14 Ὅλα ταῦτα καθιστοῦν ἀπαραίτητον τὴν πρακτικὴν γνῶσιν τῶν τύ-

πων τῶν κυριωτέρων ἀμεταλλοξειδίων, ἐξ ὧν λίαν σημαντικά εἶναι τὰ κάτωθι ἑπτά :

μονοξειδίου	τοῦ ἀνθρακος	CO
διοξειδίου	τοῦ ἀνθρακος	CO ₂
διοξειδίου	τοῦ πυριτίου	SiO ₂
διοξειδίου	τοῦ θείου	SO ₂
τριοξειδίου	τοῦ θείου	SO ₃
τριοξειδίου	τοῦ φωσφόρου	P ₂ O ₃
πεντοξειδίου	τοῦ φωσφόρου	P ₂ O ₅

Προσέτι ἰδιαίτερον ἐνδιαφέρον παρουσιάζουν τὰ πέντε διάφορα ὀξεῖδια τοῦ ἁζώτου :

ὑποξειδίου	τοῦ ἁζώτου	N ₂ O
ὀξειδίου	τοῦ ἁζώτου	N ₂ O ₂
τριοξειδίου	τοῦ ἁζώτου	N ₂ O ₃
ὑπεροξειδίου	τοῦ ἁζώτου	N ₂ O ₄
πεντοξειδίου	τοῦ ἁζώτου	N ₂ O ₅

2.15 Ἐξ αὐτῶν ιδιότητος τυπικῶς ἀμεταλλοξειδίων ἔχουν μόνον τὰ N₂O₃ καὶ N₂O₅, παρεμφερῇ πρὸς τὰ ἀντίστοιχα τοῦ φωσφόρου (P₂O₃ καὶ P₂O₅).

Τὰ N₂O₂ καὶ N₂O₄ γράφονται πολλὰκις, ἂν καὶ οὐχὶ ἀπολύτως ὀρθῶς, ὑπὸ τὴν ἀπλοποιημένην μορφήν NO καὶ NO₂ ἀντιστοίχως.

2.16 Ἐκτὸς τῶν κυρίως ἀμεταλλοξειδίων, εἰς τὴν ὁμάδα ταύτην δύνανται νὰ ὑπαχθῶν καὶ ὀρισμένα ὀξεῖδια στοιχείων, τὰ ὁποῖα ἐνῶ συμπεριφέρονται συνήθως ὡς μέταλλα παρουσιάζουν, εἰς περιορισμένας περιπτώσεις, καὶ ἀμεταλλικὰς ιδιότητας. Μεταξὺ τῶν σημαντικωτέρων εἶναι ἄξια προσοχῆς τὰ κάτωθι :

διοξειδίου	τοῦ μολύβδου	PbO ₂
διοξειδίου	τοῦ μαγγανίου	MnO ₂
πεντοξειδίου	τοῦ μαγγανίου	Mn ₂ O ₅
ἑπτοξειδίου	τοῦ μαγγανίου	Mn ₂ O ₇
χρωμικὸς	ἀνυδρίτης	CrO ₃

ΒΑΣΕΙΣ

2.17 Αἱ βάσεις, ἡ ὑδροξείδια, εἶναι ἐνώσεις τῶν ὁποίων τὸ μόριον συνίσταται ἐξ ἐνὸς ἀτόμου **μετάλλου** καὶ μιᾶς ἡ περισσοτέρων μονοσθενῶν ὁμᾶδων (ριζῶν) τοῦ τύπου OH. Ἡ ὁμὰς αὕτη, καλουμένη **ὑδροξύλιον**, ἀνευρίσκεται ἐντὸς τοῦ μορίου τῶν βάσεων εἰς ἀριθμὸν ἴσον πρὸς τὸν τοῦ σθένους τοῦ μετάλλου, οὕτω δὲ αἱ βάσεις τῶν μονοσθενῶν μετάλλων περιέχουν ἐν ὑδροξύλιον, αἱ τῶν δισθενῶν δύο κ.ο.κ.

Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, ἐκ τῶν μονοσθενῶν μετάλλων προκύπτουν αἱ βάσεις :

ὑδροξειδίου	τοῦ καλίου	KOH
ὑδροξειδίου	τοῦ νατρίου	NaOH
ὑδροξειδίου	τοῦ ἀργύρου	AgOH

Ἀντιστοίχως προκύπτουν καὶ βάσεις ἐκ τῶν δισθενῶν, τρισθενῶν καὶ διττοῦ σθένους μετάλλων κατὰ μηχανισμόν ὅμοιον πρὸς τὸν τῶν μεταλλοξειδίων, ὡς ἐπὶ παραδείγματι :

ὕδροξείδιον τοῦ ψευδαργύρου	$\text{Zn}(\text{OH})_2$
ὕδροξείδιον τοῦ ἀσβεστίου	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
ὕδροξείδιον τοῦ βαρίου	$\text{Ba}(\text{OH})_2$
ὕδροξείδιον τοῦ μαγνησίου	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
ὕδροξείδιον τοῦ μαγγανίου	$\text{Mn}(\text{OH})_2$
ὕδροξείδιον τοῦ χρωμίου	$\text{Cr}(\text{OH})_3$
ὕδροξείδιον τοῦ ἀργιλίου	$\text{Al}(\text{OH})_3$
ὕδροξείδιον τοῦ ὑποχαλοῦ	CuOH
ὕδροξείδιον τοῦ χαλοῦ	$\text{Cu}(\text{OH})_2$
ὕδροξείδιον τοῦ ὑποσιδήρου	$\text{Fe}(\text{OH})_2$
ὕδροξείδιον τοῦ σιδήρου	$\text{Fe}(\text{OH})_3$

2.18 Ἰδιαιτέραν σημασίαν, ἀπὸ πρακτικῆς ἀπόψεως, ἔχει καὶ μία βᾶσις ὅπου τὴν θέσιν μετάλλου τὴν κατέχει μονοσθενὴ ρίζα. Ἡ βᾶσις αὕτη, καλονμένη **καυστικὸν ἀμμώνιον**, ἔχει τύπον NH_4OH καὶ θεωρεῖται ὡς ὕδροξείδιον τοῦ συμπλέγματος NH_4 , χαρακτηριζομένου ὡς μονοσθενοῦς, μὴ ὑπαρκτοῦ ὅμως ἐν ἐλευθέρῃ καταστάσει, μετάλλου.

Πλὴν τοῦ χαρακτηρισμοῦ τῶν βάσεων ὡς **ὕδροξειδίων**, διὰ τὰς KOH , NaOH καὶ NH_4OH χρησιμοποιοῦνται καὶ αἱ ὀνομασίαι **καυστικὸν κάλι**, **καυστικὸν νάτριον** καὶ **καυστικὸν ἀμμώνιον** ἀντιστοίχως.

Ο Ε Ε Α

2.19 Τὰ ὀξέα εἶναι ἐνώσεις χαρακτηριζόμεναι ἐκ τῆς ὑπάρξεως **ὕδρογόνου** εἰς τὸ μόριόν των. Δύνανται νὰ ὑποδιαιρεθοῦν εἰς δύο ομάδας, τὴν τῶν ὕδρογονικῶν καὶ τὴν τῶν ὀξυγονικῶν καλουμένων ὀξέων.

2.20 Τὰ ὕδρογονικά ὀξέα, τοῦ γενικοῦ τύπου $\text{H}_x \text{A}_m$, περιέχουν εἰς τὸ μόριόν των ἓν ἄτομον ἀμετάλλου καὶ ἓν ἢ περισσότερα ἄτομα ὕδρογόνου. Ὄνομάζονται διὰ τῆς λέξεως **ὕδρο-**, τιθεμένης πρὸ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἀμετάλλου (π.χ. ὕδροχλώριον) ἢ καὶ περιφραστικώτερον πάντοτε ὅμως μὲ ὡς πρῶθεν τὴν λέξιν ὕδρο-. Τὰ κυριώτερα, ἢ ὀρθότερον τὰ μόνα ἐν τῇ πράξει ἐνδιαφέροντα, ὀξέα τῆς ομάδος ταύτης εἶναι τὰ ἀκόλουθα :

ὕδροφθόριον ἢ ὕδροφθορικὸν ὀξὺ	HF
ὕδροχλώριον ἢ ὕδροχλωρικὸν ὀξὺ	HCl
ὕδροβρώμιον ἢ ὕδροβρωμικὸν ὀξὺ	HBr
ὕδροϊώδιον ἢ ὕδροϊωδικὸν ὀξὺ	HI
ὕδροθειον ἢ ὕδροθεικὸν ὀξὺ	H_2S

Προτιμητέα εἶναι ἡ ἀπλὴ ὀνομασία (π.χ. ὕδροφθόριον), ἡ δὲ περιφραστικὴ τοιαύτη (π.χ. ὕδροφθορικὸν ὀξὺ) συνηθίζεται κυρίως πρὸς δήλωσιν τῶν ὕδατικῶν διαλυμάτων.

2.21 Εἰς τὴν δευτέραν ὁμάδα, τὴν τῶν ὀξυγονικῶν γενικοῦ τύπου $H_x R$, ὑπάρχοντα ὀξέα περιέχοντα εἰς τὸ μόριόν των ἓν ἢ περισσότερα ἄτομα ὕδρογόνου καὶ μίαν δλόκληρον ρίζαν (R) συνισταμένην ἐξ ατόμων ἀμετάλλου καὶ ὀξυγόνου.

Τὰ ὀξέα ταῦτα χαρακτηρίζονται ἀπὸ ἀπόψεως ὀνοματολογίας μὲ τὴν κατάληξιν **-ικόν**, ἄνευ τῆς λέξεως ὕδρο- ὡς προθέσεως.

Δέκα εἶναι ἐν τῷ συνόλῳ τὰ σπουδαιότερα ὀξέα τῆς ὁμάδος ταύτης καὶ δὴ :

I) Τέσσαρα τοῦ τύπου $HAuO_3$

χλωρικὸν ὀξύ	$HClO_3$
βρωμικὸν ὀξύ	$HBrO_3$
ιωδικὸν ὀξύ	HIO_3
νιτρικὸν ὀξύ	HNO_3

II) Δύο τοῦ τύπου H_2AuO_3

ἀνθρακικὸν ὀξύ	H_2CO_3
πυριτικὸν ὀξύ	H_2SiO_3

III) Δύο τοῦ τύπου H_2AuO_4

θεικὸν ὀξύ	H_2SO_4
χρῶμικὸν ὀξύ	H_2CrO_4

IV) Δύο τοῦ τύπου H_3AuO_4

φωσφορικὸν ὀξύ	H_3PO_4
ἀρσενικικὸν ὀξύ	H_3AsO_4

Εἰς τὰ ὀξέα ταῦτα τοῦ γενικοῦ τύπου $H_x R$ πρέπει νὰ προστειοῦν καὶ ὥρισμα ἀκόμη, παράγωγα, διαφέροντα κατὰ τὸ πλῆθος τῶν ατόμων τοῦ ὀξυγόνου τῆς ρίζης R.

2.22 Ἐξ ἐκάστου τῶν ὡς ἀνωτέρω δέκα προκύπτει ἀνὰ ἓν ὀξύ μὲ ἓν ἄτομον ὀξυγόνου ἐπὶ πλέον. Τὰ ὀξέα ταῦτα χαρακτηρίζονται διὰ τῆς λέξεως **ὀπερ-** ὡς προθέσεως καὶ καταλήξεως **-ικόν**. Π.χ.

ὑπερχλωρικὸν ὀξύ	$HClO_4$
ὑπερθεικὸν ὀξύ	H_2SO_5
ὑπερφωσφορικὸν ὀξύ	H_3PO_5

2.23 Ἀντιστοίχως, δι' ἀφαιρέσεως ἑνὸς ατόμου ὀξυγόνου προκύπτουν ὀξέα χαρακτηριζόμενα διὰ τῆς καταλήξεως **-ῶδες**, ὡς π.χ.

χλωριῶδες ὀξύ	$HClO_2$
θειῶδες ὀξύ	H_2SO_3
φωσφορῶδες ὀξύ	H_3PO_3

2.24 Ἀκόμη ὑπάρχουν καὶ ὀξέα μὲ δύο ἄτομα ὀξυγόνου ἐπὶ ἕλαττον τῶν ἀντιστοιχῶν ὀξυγονικῶν, χαρακτηριζόμενα διὰ τῆς λέξεως *ὑπο-* ὡς προθέσεως καὶ καταλήξεως *-ῶδες*, ὡς ἐπὶ παραδείγματι :

ὑποχλωριῶδες	ὀξὺ	HClO
ὑποθειῶδες	ὀξὺ	H ₂ SO ₂
ὑποφωσφορῶδες	ὀξὺ	H ₃ PO ₂

2.25 Εἰς ἕκαστον ἐκ τῶν κυρίων ὀξυγονικῶν ὀξέων τοῦ τύπου H_x R δὲν ἀντιστοιχοῦν πάντοτε ὅλαι αἱ μορφαὶ αἱ διαφέρουσαι κατὰ τὸ πλῆθος τῶν ἀτόμων τοῦ ὀξυγόνου τῆς ρίζης. Οὕτω π.χ. ὑπερνιτρικὸν ὀξὺ (HNO₄) δὲν ὑπάρχει, ὑπονιτρῶδες ὀξὺ (HNO) ὑπάρχει μόνον εἰς τὴν διμοριακὴν μορφήν του (H₂N₂O₂) εἶναι δὲ ἀσταθέςτατον καὶ ἐκρηγνυται μὲ ἐλαφρὰν θέρμανσιν. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ δι' ἄλλα παράγωγα ὀξέα.

Α Λ Α Τ Α

2.26 Τὰ ἄλατα εἶναι χημικαὶ ἐνώσεις σπουδαιόταται, ὡς ἐκ τοῦ ὅτι ἀποτελοῦν τὸ μέγιστον μέρος τῶν ἐν τῇ ἀνοργάνῳ χημείᾳ ἀπαντώντων σωμάτων.

Τὰ ἀπλᾶ ἄλατα δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς *ὀξέα εἰς τὰ ὁποῖα τὸ ὕδρογονον ἀντικατεστάθῃ ὑπὸ ἐνὸς μετάλλου*, συμφώνως πρὸς τὸν κανόνα τοῦ σθένους. Οὕτω ἐξ ἑκάστου ὀξέος δύνανται νὰ προκύψουν πλεῖστα ἄλατα, τὰ ὁποῖα εἶναι κατὰ κανόνα σχεδὸν πάντοτε ὑπαρκτά. *Ἡ ὀνομασία τῶν ἀλάτων εἶναι γενικῶς ἀντίστοιχος πρὸς τὴν τοῦ ὀξέος* ἐκ τοῦ ὁποίου προέρχονται. Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, τὰ ἐκ τοῦ θειικοῦ ὀξέος προερχόμενα ἄλατα χαρακτηρίζονται ὡς θειικά, τὰ ἐκ τοῦ φωσφορικοῦ ὡς φωσφορικά, τὰ ἐκ τοῦ ὑποχλωριώδους ὡς ὑποχλωριώδη κ.ο.κ.

2.27 Διὰ νὰ ἐφαρμοσθῇ ὁ κανὼν τοῦ σθένους πρέπει νὰ ληρθῇ ὑπ' ὄψιν ὅτι πᾶν ὀξὺ θεωρεῖται συγκείμενον *ἐξ ἀμετάλλου ἢ ρίζης ὡς ἐνιαίου συμπλέγματος*, ὅπου τὸ σθένος τοῦ ἀμετάλλου (διὰ τὰ ὕδρογονικά ὀξέα) ὡς καὶ τὸ τῆς ρίζης (διὰ τὰ ὀξυγονικά καὶ τὰ παράγωγά των) ἰσοῦται πρὸς τὸ πλῆθος τῶν ἐν τῷ μορίῳ ἀτόμων ὕδρογόνου.

Τὸ S τοῦ ὕδροθειοῦ (H₂S), ἐπὶ παραδείγματι, εἶναι δισθενές, ἢ θεικὴ ρίζα SO₄ τοῦ θειικοῦ ὀξέος (H₂SO₄) εἶναι ὁμοίως δισθενής, ἢ φωσφορικὴ ρίζα PO₄ τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος (H₃PO₄) τρισθενής κλπ.

Οὕτω τὰ θεικὰ ἄλατα θὰ περιέχουν μέταλλον καὶ θεικὴν ρίζαν κατὰ τὸν γενικὸν τύπον Me₂(SO₄)_x ὅπου x τὸ σθένος τοῦ μετάλλου, τὰ φωσφορικά κατὰ τὸν τύπον Me₃(PO₄)_x κλπ, ὡς ἐπὶ παραδείγματι :

2.28 Ἀπὸ τὸ θεικὸν ὀξὺ (H₂SO₄) προκύπτουν τὰ ἄλατα :

θεικὸν	κάλι	K ₂ SO ₄
θεικὸν	νάτριον	Na ₂ SO ₄
θεικὸν	ἀσβέστιον	CaSO ₄

θεικόν μαγνήσιον	MgSO_4
θεικόν αργίλλιον	$\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$
θεικόν χρώμιον	$\text{Cr}_2 (\text{SO}_4)_3$

2.29 Ἀπὸ τὸ φωσφορικόν ὀξύ (H_3PO_4) προκύπτουν τὰ ἅλατα

φωσφορικόν κάλι	K_3PO_4
φωσφορικόν νάτριον	Na_3PO_4
φωσφορικόν ἀσβέστιον	$\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$
φωσφορικόν μαγνήσιον	$\text{Mg}_3 (\text{PO}_4)_2$
φωσφορικόν αργίλλιον	AlPO_4
φωσφορικόν χρώμιον	$\text{Cr}_2 (\text{SO}_4)_3$

2.30 Ἀπὸ τὸ θειῶδες ὀξύ (H_2SO_3) προκύπτουν τὰ ἅλατα

θειῶδες κάλι	K_2SO_3
θειῶδες νάτριον	Na_2SO_3
θειῶδες ἀσβέστιον	CaSO_3
θειῶδες μαγνήσιον	MgSO_3
θειῶδες αργίλλιον	$\text{Al}_2 (\text{SO}_3)_3$
θειῶδες χρώμιον	$\text{Cr}_2 (\text{SO}_3)_3$

2.31 Εἰς τὰ ἅλατα τὰ προκύπτοντα ἐκ τῶν ὑδρογονικῶν ὀξέων παρουν-
σιάζεται διαφορὰ ὡς πρὸς τὸ ὄνομα τοῦ ἀντιστοίχου ὀξέος, καθόσον διὰ τὰ
ἅλατα ταῦτα τίθεται ἡ εἰδικὴ κατάληξις - οὔχος (- οὔχον), ὡς ἐπὶ παραδείγματι :

Ἀπὸ τὸ ὑδροχλωρίον (HCl) προκύπτουν τὰ ἅλατα

χλωριούχον νάτριον	NaCl
χλωριούχον κάλι	KCl
χλωριούχον ἀμμώνιον	NH_4Cl
χλωριούχος ψευδάργυρος	ZnCl_2
χλωριούχον βάριον	BaCl_2
χλωριούχος ὑποσίδηρος	FeCl_2
χλωριούχος σίδηρος	FeCl_3
χλωριούχον αργίλλιον	AlCl_3
χλωριούχον χρώμιον	CrCl_3

Ἀπὸ τὸ ὑδρόθειον (H_2S) προκύπτουν τὰ ἅλατα

θειούχον νάτριον	Na_2S
θειούχον κάλι	K_2S
θειούχον ἀμμώνιον	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$
θειούχος ψευδάργυρος	Zn S
θειούχον βάριον	Ba S
θειούχος ὑποσίδηρος	Fe S
θειούχος σίδηρος	$\text{Fe}_2 \text{S}_3$
θειούχον αργίλλιον	$\text{Al}_2 \text{S}_3$
θειούχον χρώμιον	$\text{Cr}_2 \text{S}_3$

ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΑ

2.32 Ὑπάρχουν ὀρισμένα ὀξειδία, καὶ δὴ μεταλλοξείδια, περιέχοντα ὀξυγόνον περισσότερον τοῦ ὑπὸ τοῦ σθένους προβλεπομένου. Ταῦτα εἶναι ἀσταθῆ σώματα παρουσιάζοντα ἰδιότητας ριζικῶς διαφόρους τῶν ἰδιοτήτων τῶν συνήθων μεταλλοξειδίων, ἀντιστοιχοῦν δὲ εἰς μερικὰ μόνον μέταλλα.

Μεταξὺ τῶν σπουδαιότερων ἐνώσεων τῆς ὁμάδος ὀξιοσημείωτοι εἶναι αἱ κάτωθι :

ὑπεροξείδιον τοῦ νατρίου	Na_2O_2
ὑπεροξείδιον τοῦ καλίου	K_2O_2
ὑπεροξείδιον τοῦ ἀργύρου	Ag_2O_2
ὑπεροξείδιον τοῦ βαρίου	BaO_2
ὑπεροξείδιον τοῦ ασβεστίου	CaO_2
ὑπεροξείδιον τοῦ μαγνησίου	MgO_2

2.32 Προσέτι ὑπεροξείδιον σχηματίζει καὶ τὸ ὕδρογόνον :

ὑπεροξείδιον τοῦ ὕδρογόνου	H_2O_2
----------------------------	------------------------

ἐνῶσιν προφανῶς διάφορον τοῦ ὕδατος.

2.34 Πολλάκις εἰς τὰ ὑπεροξείδια ὑπάγονται, ἀπὸ ἀπόψεως ἰδίως χημικῶν ἰδιοτήτων, καὶ αἱ κάτωθι δύο ἐνώσεις

ὑπεροξείδιον τοῦ μαγγανίου	MnO_2
ὑπεροξείδιον τοῦ μολύβδου	PbO_2

Εἰς τὴν πραγματικότητα ὅμως αἱ ἐνώσεις αὗται δὲν εἶναι ὑπεροξείδια καθόσον δὲν περιέχουν ὀξυγόνον περισσότερον τοῦ προβλεπομένου ὑπὸ τοῦ σθένους. Εἶναι ἐνώσεις τετρασθενοῦς μαγγανίου καὶ τετρασθενοῦς μολύβδου ἀντιστοίχως, καὶ μάλιστα μαγγανίου καὶ μολύβδου μὲ ἀμεταλλικὴν συμπεριφορὰν, γεγονὸς τὸ ὅποῖον συνηγορεῖ ὑπὲρ τοῦ χαρακτηρισμοῦ τῶν ὡς διοξειδίων.

ΟΡΘΟ - ΟΞΕΑ

2.35 Μερικὰ ὀξέα, ἐκ τῶν ὀξυγονικῶν καὶ τῶν παραγῶγων τῶν, *δύνανται νὰ προσλάβουν ἐν μόριον ὕδατος* καθιστάμενα πλουσιώτερα οὕτω κατὰ δύο ἄτομα ὕδρογόνου καὶ ἐν ἄτομον ὀξυγόνου. Ἡ προκύπτουσα κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ρίζα τοῦ νέου ὀρθο-ὀξέος ἔχει σθένος μεγαλύτερον τοῦ ἀρχικοῦ κατὰ δύο μονάδας. Οὕτω π.χ. ἀπὸ τὰς ἐνώσεις HNO_3 , H_2CO_3 , H_2SO_4 προκύπτουν αἱ :

ὀρθονιτρικὸν ὀξύ	H_3NO_4
ὀρθοανθρακικὸν ὀξύ	H_4CO_4
ὀρθοθεικὸν ὀξύ	H_4SO_5

ΜΕΤΑ - ΟΞΕΑ

2.36 Παρεμφερῆ πρὸς τὰ ὀρθο-ὀξέα εἶναι τὰ λεγόμενα μετα-ὀξέα τὰ ὅποια προκύπτουν ἀπὸ τὰ ὀξυγονικὰ καὶ τὰ παράγωγά των *δι' ἀφαιρέσεως ἐνὸς μορίου ὕδατος*. Εἶναι προφανές ὅτι τὰ ὀξέα τὰ ὑποκείμενα εἰς τὸν μετα-

σχηματισμὸν τοῦτον πρέπει νὰ περιέχουν τρία τουλάχιστον άτομα ὑδρογόνου ὥστε καὶ μετὴν ἀφαίρεσιν ἑνὸς μορίου ὕδατος (H_2O) νὰ παραμείνῃ καὶ πάλιν ὑδρογόνον. Οὕτω π. χ. ἀπὸ τὰ ἐνώσεις H_3PO_4 , H_3PO_3 , H_3AsO_4 προκύπτουν αἱ :

μεταφωσφορικὸν ὀξύ	HPO_3
μεταφωσφορῶδες ὀξύ	HPO_2
μεταρσενικικὸν ὀξύ	HAsO_3

ΠΥΡΟ - ΟΞΕΑ

2.37 Ὁρισμένα ὀξέα, ὅπως τὸ θεικόν, τὸ χρωμικὸν καὶ τὸ φωσφορικόν, σχηματίζουν μίαν μορφήν ὀξέος προκύπτουσαν δι' ἀφαίρεσιν ἡμίσεως μορίου ὕδατος ἀπὸ ἑνὸς μορίου ὀξέος. Ὁ τύπος τοῦ νέου ὀξέος, πυρο - ὀξέος, προκύπτει διὰ διπλασιασμοῦ τοῦ ἀρχικοῦ μορίου καὶ ἀφαίρεσιν ἑνὸς μορίου ὕδατος. Οὕτω π. χ. πρὸς εὐρεσιν τοῦ τύπου τοῦ πυροθεικοῦ ὀξέος λαμβάνεται ὁ τύπος τοῦ θεικοῦ ὀξέος (H_2SO_4), διπλασιάζεται ($\text{H}_4\text{S}_2\text{O}_8$) καὶ ὑπόκειται εἰς ἀφαίρεσιν δύο ἀτόμων ὑδρογόνου καὶ ἑνὸς ὀξυγόνου, ὁπότε προκύπτει ὁ ζητούμενος τύπος ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$). Ὡς παράδειγμα, ἀπὸ τὰ H_2SO_3 , H_3PO_4 , H_3AsO_4 , προκύπτουν αἱ ἐνώσεις :

πυροθειῶδες ὀξύ	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$
πυροφωσφορικὸν ὀξύ	$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$
πυροαρσενικικὸν ὀξύ	$\text{H}_4\text{As}_2\text{O}_7$

ΟΞΙΝΑ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΑ ΑΛΑΤΑ

2.38 Πολλὰ ἄλατα, ἰδίως ἀνθρακικά, φωσφορικά ἢ θεικὰ, μετὰ μέταλλα K, Na ἢ Ca, σχηματίζονται διὰ μερικῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ ὑδρογόνου. Οὕτω π. χ. τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ (H_2CO_3) ἀντὶ νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀποτελούμενον ἀπὸ δύο άτομα ὑδρογόνου καὶ μίαν δισθενῆ ρίζαν (ὡς H_2 καὶ CO_3) εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀποτελούμενον ἀπὸ ἑνὸς ἀτομον ὑδρογόνου καὶ μίαν μονοσθενῆ ρίζαν (ὡς H καὶ HCO_3). Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον παραλλήλως πρὸς τὰ ἄλατα τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὴν κανονικὴν ρίζαν CO_3 (οὐδέτερα ἄλατα) προκύπτουν καὶ ἄλατα ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὴν ὀξινον ρίζαν HCO_3 (ὀξείνα ἄλατα). Οὕτω ἐκτὸς ἀπὸ τὸ θεικὸν κάλι ἢ οὐδέτερον θεικὸν κάλι (K_2SO_4) ὑπάρχει καὶ τὸ ὀξινον θεικὸν κάλι (KHSO_4), ἐκτὸς ἀπὸ τὸ Na_2CO_3 ὑπάρχει καὶ τὸ NaHCO_3 κ.ο.κ.

2.39 Ἀπὸ τυλικῆς ἀπόψεως ὁμοίως εἶναι προτιμώτερον τὰ ἄλατα ταῦτα νὰ θεωρηθοῦν ὡς σύνθετα σώματα, τῶν ὁποίων τὸ μόριον σύγκεται ἀπὸ ἐπὶ μέρους μόρια ἀπλοῦ ἄλατος καὶ ὀξέος. Οὕτω π. χ. ἀπὸ ἑνὸς μορίου Na_2CO_3 καὶ ἑνὸς μορίου H_2CO_3 προκύπτει τὸ ὀξινον ἀνθρακικὸν νάτριον, τὸ ὁποῖον γράφεται ὡς $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{CO}_3$ καὶ ἀπλοποιεῖται εἰς τὴν μορφήν $\text{Na}_2\text{H}_2(\text{CO}_3)_2$ καὶ τελικῶς εἰς τὴν NaHCO_3 . Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον προκύπτουν αἱ ἐνώσεις :

ὀξινον θεικὸν κάλι	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$
καὶ ἀπλούστερον	KHSO_4

ὄξινον θεικὸν ἀσβέστιον καὶ ἀπλούστερον	$\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{SO}_5$ $\text{Ca}(\text{HSO}_4)_2$
μονοόξινον φωσφορικὸν καὶ καὶ ἀπλούστερον	$2\text{K}_3\text{PO}_4 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$ K_2HPO_4
δισόξινον φωσφορικὸν καὶ καὶ ἀπλούστερον	$\text{K}_3\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_3\text{PO}_4$ KH_2PO_4

2.40 Μὲ τὴν αὐτὴν τυπικὴν αὐθαιρεσίαν ἐξημενεύονται καὶ τὰ λεγόμενα **βασικὰ ἄλατα**, τῶν ὁποίων τὸ μόνιον θεωρεῖται ὅτι σύγκειται ἀπὸ ἐπὶ μέρους μόρια ἀπλοῦ ἁλατος καὶ ἀντιστοιχοῦν βάσεως. Βασικὰ ἄλατα εἶναι πολλὰ ἀνθρακικά ἢ νιτρικά μὲ βαρέα ἰδίως μέταλλα. Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ ὄξινα, εἰς τὴν περίπτωσηί τῶν βασικῶν ἁλάτων δὲν ἐνδείκνυται ἀπλοποιήσις τοῦ συνθέτου τύπου, ὡς εἰς τὰ κάτωθι παραδείγματα :

βασικὸς ἀνθρακικὸς χαλκὸς	$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
βασικὸς νιτρικὸς μόλυβδος	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$
βασικὸν ἀνθρακικὸν νικέλιον	$2\text{NiCO}_3 \cdot 3\text{Ni}(\text{OH})_2$

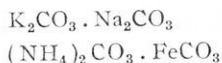
Π Ο Λ Λ Α Π Λ Α Ἀ Λ Α Τ Α

2.41 Πολλάκις μόρια δύο ἢ περισσοτέρων ἀπλῶν ἁλάτων, τοῦ αὐτοῦ ὁμως ὀξέος, συντίθενται πρὸς σχηματισμὸν τῶν καλουμένων **διπλῶν, συνθέτων** καὶ γενικώτερον **πολλαπλῶν** ἁλάτων. Ἀπὸ τυπικῆς ἀπόψεως εἶναι ἀδιάφορον ἂν ἐν ἄλλας εἶναι πραγματικῶς σύνθετον, δηλαδὴ εἶναι συγκρυστάλλωμα διαφόρων μορίων, ἢ εἶναι διπλοῦν, δηλαδὴ ἀπλῇ ἔνωσης μονομοριακῇ μὲ μερικὴν ἀντικατάστασιν τοῦ ὕδρογόνου ὑπὸ ἐνὸς μετάλλου καὶ μερικὴν ὑπὸ ἄλλου. Ἐπὶ παραδείγματι τὸ θεικὸν καλιαργίλλιον, τὸ ὁποῖον γράφεται ὡς $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ἢ ἀπλούστερον ὡς $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ εἶναι σύνθετον ἄλλας, δηλαδὴ τὸ μόνιον του σύγκειται ἀπὸ ἐν ἐπὶ μέρους μόνιον K_2SO_4 καὶ ἐν $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, γεγονὸς τὸ ὁποῖον συνηγορεῖ ὑπὲρ τῆς παραδοχῆς τοῦ ἀρχικοῦ μὴ ἀπλοποιημένου τύπου. Ἀντιθέτως τὸ ἀνθρακικὸν καλιονάτριον, τὸ ὁποῖον γράφεται ὡς $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$ ἢ ἀπλούστερον ὡς KNaCO_3 εἶναι διπλοῦν ἄλλας, δηλαδὴ τὸ μόνιον του εἶναι ἀπλοῦν συγκείμενον ἀπὸ μίαν ρίζαν CO_3 , ἐν ἄτομον K καὶ ἐν Na , γεγονὸς τὸ ὁποῖον συνηγορεῖ ὑπὲρ τῆς παραδοχῆς τοῦ τελευταίου ἀπλοποιημένου τύπου KNaCO_3 .

2.42 Παρ' ὅλα ταῦτα ἀπὸ τυπικῆς ἀπόψεως ἡ διάκρισις αὕτη εἶναι ἀδιάφορος καὶ τὰ ὡς ἄνω ἄλατα θεωροῦνται ἐξ ἴσου ὁρθῶς ἢ ὡς $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}(\text{SO}_4)_3$ καὶ $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$ ἢ ὡς $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ καὶ KNaCO_3 . Μεταξὺ τῶν ἁλάτων τῆς ὁμάδος ταύτης ἀξιοσημεῖωτα εἶναι ὠρισμένα θεικὰ καὶ ἀνθρακικά ὡς :

θεικὸν	νατριοαργίλλιον	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
θεικὸν	ἀμμωνιοαργίλλιον	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
θεικὸς	ἀμμωνιοσιδηρός	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

άνθρακικόν καλιονάτριον
 άνθρακικός άμμωνιοσίδηρος



ΕΝΥΔΡΟΙ ΕΝΩΣΕΙΣ

2.43 Ἀρκετὰ ἐνώσεις, ἰδίως ἅλατα, συντίθενται πρὸς μεγαλύτερα μόρια μεθ' ἐνὸς ἢ περισσοτέρων μορίων ὕδατος. Τοιαῦτα ἐνώσεις, περιέχουσαι ὠρισμένον ἐκάστοτε ἀριθμὸν μορίων ὕδατος (κρυσταλλικοῦ ὕδατος) καλοῦνται ἔνυδροι, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς ἀντιστοιχοῦς ὁπωσδήποτε ὑπαρχούσας ἄνευ ὕδατος (ἀνύδρους). Πολλὰκις εἰς μίαν καὶ τὴν αὐτὴν ἄνυδρον ἐνῶσιν ἀντιστοιχοῦν περισσότεραι τῆς μιᾶς ἔνυδροι.

Πλὴν τῶν ἁλμάτων σχηματίζουν ἐνύδρους ἐνώσεις καὶ μερικαὶ βάσεις, καὶ ὀξέα καὶ ἄλλαι ἐνώσεις, ὥς ἐπὶ παραδείγματι :

ἐνυδρος θεικὸς	χαλκὸς	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
ἐνυδρον θεικὸν	ἁσβέστιον	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
ἐνυδρος θεικὸς	σίδηρος	$\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
ἐνυδρος θεικὸς	σίδηρος	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
ἐνυδρον χλωριούχον	ἁσβέστιον	$\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
ἐνυδρον χλωριούχον	ἁσβέστιον	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
ἐνυδρον χλωριούχον	ἁσβέστιον	$\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
ἐνυδρον ὑδροξειδίου	ὑποσιδήρου	$\text{Fe}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
ἐνυδρον ὀξειδίου	βισμούθιου	$\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
ἐνυδρον θεικὸν	ὄξυ	$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
ἐνυδρον θεικὸν	ὄξυ	$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
ἐνυδρον θεικὸν	ὄξυ	$\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΣΥΝΘΕΤΟΙ ΕΝΩΣΕΙΣ

2.44 Εἰς ὠρισμένας περιπτώσεις δύνανται ν' ἀποτελέσουν σύνθετα μόρια ὀξείδια μεταξύ των, ὀξείδια μὲ βάσεις κλπ. Ὑπὸ τοιαύτην μορφήν φέρονται μερικὰ ἐμπειρικῶς γνωστὰ σώματα. Οὕτω π.χ. τὸ λεγόμενον μαγνητικὸν ὀξείδιον τοῦ σιδήρου Fe_3O_4 δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς σύνθετος ἐνῶσις τοῦ τύπου $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$. Καθ' ὅμοιον τρόπον τὸ μίνιον Pb_3O_4 θεωρεῖται ὡς σύνθετον ἀπὸ ὀξείδιον καὶ ὑπεροξειδίου τοῦ μολύβδου κατὰ τὸν τύπον $\text{PbO}_2 \cdot 2\text{PbO}$, ἐπίσης τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου NO_2 θεωρεῖται καὶ ὡς σύνθετον ἐξ ἀπλοποιήσεως τῆς μορφῆς $\text{N}_2\text{O}_3 \cdot \text{N}_2\text{O}_5$.

3. ΓΕΝΙΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ

3.1 Ὡς φυσικαὶ ιδιότητες στοιχείων ἢ χημικῶν ενώσεων νοοῦνται τὰ γνωρίσματα ἐκεῖνα τῶν ὁποίων ἡ παρατήρησις δὲν συνεπάγεται ἀλλοίωσιν τῆς χημικῆς συνθέσεως, τουλάχιστον ὑπὸ τὴν συνήθως νοουμένην ἄποψιν. Οὕτω, π.χ., ἡ ιδιότης τοῦ ὕδατος νὰ ζέῃ εἰς τοὺς 100°C , ὑπὸ πίεσιν ἀτμοσφαιρικῇν, ἀποτελεῖ φυσικὴν ιδιότητά του, καθότι τόσον τὸ ὑγρὸν ὕδωρ ὅσον καὶ τὸ ὑπὸ μορφὴν ἀτμῶν ἀέριον ὕδωρ ἀποδίδονται εἰς τὴν κλασσικὴν χημεῖαν διὰ τοῦ αὐτοῦ συμβόλου μορίου (H_2O). Ὁμοίως ἡ ιδιότης τοῦ σιδήρου νὰ ἄγῃ τὸν ἡλεκτρισμὸν ἀποτελεῖ φυσικὴν ιδιότητά του, καθόσον ἡ διέλευσις τοῦ ρεύματος, τουλάχιστον κατὰ πρώτην προσέγγισιν, δὲν προκαλεῖ ἀλλοίωσιν εἰς τὰ μόρια τοῦ σιδήρου.

Ὡς κύριαι φυσικαὶ ιδιότητες τῶν σωμάτων δύναται νὰ θεωρηθοῦν : ἡ φυσικὴ κατάσταση, ἡ ἐντὸς ὕδατος διαλυτότης καὶ τὸ χρῶμα.

3.2 Ὡς *φυσικὴ κατάσταση* ἐνὸς σώματος θεωρεῖται τὸ εἶναι στερεόν, ὑγρὸν ἢ ἀέριον ὑπὸ συνήθεις συνθήκας. Οὕτω ὁ σίδηρος θεωρεῖται ὡς στερεὸν σῶμα οὐχὶ ἐπειδὴ δὲν εἶναι ὑγρὸν ἢ ἀέριον, ἀλλ' ἀπλῶς ἐπειδὴ εἶναι στερεὸν ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας. Πράγματι ὁ σίδηρος εἶναι καὶ ὑγρὸς, μεταξὺ 1530°C καὶ 3000°C , καὶ ἀέριον ὑπὸ θερμοκρασίαν ἄνω τῶν 3000°C . Ἐπειδὴ αἱ συνήθεις συνθήκαι ἀποτελοῦν ἐν σχετικῶς εὐρὺ πεδίον, πολλάκις διάφορα σώματα ἀναφέρονται ἄλλοτε ὡς στερεὰ καὶ ὑγρά, ἄλλοτε ὡς ὑγρά καὶ ἀέρια. Ἐπὶ παραδείγματι, τὸ στοιχεῖον γάλλιον (Ga) ἀναφέρεται ἀπὸ πολλοὺς ὡς στερεὸν σῶμα, ἀπὸ ἄλλους πάλιν ὡς ὑγρὸν. Ὅντως ὅμως τὸ γάλλιον ἔχει σημεῖον τήξεως 30°C καὶ ὡς ἐκ τούτου ἐν καιρῷ θέρους ἢ διὰ μίαν τροπικὴν χώραν εἶναι ὑγρὸν σῶμα, ἐνῶ ἐν καιρῷ χειμῶνος ἢ διὰ μίαν βορείαν χώραν εἶναι σῶμα στερεόν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει μὲ τὸ τριοξειδίου τοῦ θείου SO_3 , τὸ ὁποῖον ἀναφέρεται καὶ ὡς στερεὸν καὶ ὡς ὑγρὸν καὶ ὡς ἀέριον καὶ τοῦτο διότι τόσον τὸ σημεῖον τήξεως - πήξεώς του ($16,83^{\circ}\text{C}$) ὅσον καὶ τὸ σημεῖον ζέσεώς του ($44,8^{\circ}\text{C}$) εὐρίσκονται ἐντὸς τῆς εὐρείας περιοχῆς τῶν συνήθων συνθηκῶν.

3.3 Ὡς *διαλυτότης ἐντὸς ὕδατος* νοεῖται κατ' ἀρχὴν τὸ εἶναι ἐν δεδομένον σῶμα διαλύεται ἢ ὄχι ἐντὸς ὕδατος καὶ ὑπὸ ποίαν συνήθως ἀναλογίαν.

Ἡ ιδιότης τοῦ χρώματος εἶναι σημαντικὴ καθόσον εἶναι πολλάκις χαρακτηριστικὴ καὶ ἀποτελεῖ ἀσφαλῆ τρόπον ἀνιχνεύσεως καὶ ἀναλύσεως τῶν διαφόρων σωμάτων.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὰς θεμελιώδεις ιδιότητας εἰς ὁρισμένας περιπτώσεις ἔχουν ἰδιαίτεραν σημασίαν καὶ ἄλλαι φυσικαὶ ιδιότητες, ὡς π.χ. τὰ σημεῖα τήξεως

καὶ ἐξαερίωσης ἢ θερμικῇ ἀγωγιμότης, ἢ ἡλεκτρικῇ ἀγωγιμότης, τὸ εἶδικόν βάρος, ἢ κρυσταλλικῇ δομῇ κλπ.

ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΛΛΟΞΕΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΒΑΣΕΩΝ

3.4 Ὅλα τὰ μεταλλοξειδία ὡς καὶ αἱ ἀντίστοιχοι βάσεις εἶναι σώματα στερεά, κρυσταλλικῆς μορφῆς. Ἐξάίρεσιν ἀποτελεῖ μόνον ἡ βάση τῆς ἀμμωνίας,

Π Ι Ν Α Ξ Ι Ι Ι — 1

ΓΕΝΙΚΑΙ ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΒΑΣΕΩΝ

Βάσεις		Φυσικὴ κατάστ.	Χρῶμα	Διαλυτότης εἰς H_2O (εἰς gr ἀνά 100 gr ὕδατος)
Καυστικὸν κάλι	KOH	στερεόν	λευκόν	εὐδιάλυτον (100)
Καυστικὸν νάτριον	NaOH	στερεόν	λευκόν	εὐδιάλυτον (100)
Ὑδροξείδιον τοῦ μαγνησίου	Mg (OH) ₂	στερεόν	λευκόν	δυσδιάλυτον (0,002)
Ὑδροξείδιον τοῦ ασβεστίου	Ca (OH) ₂	στερεόν	λευκόν	δυσδιάλυτον (0,1)
Ὑδροξείδιον τοῦ βαρίου	Ba (OH) ₂	στερεόν	λευκόν	διαλυτόν (50)
Ὑδροξείδιον τοῦ ὑποχαλκοῦ	CuOH	στερεόν	κίτρινον	ἀδιάλυτον
Ὑδροξείδιον τοῦ χαλκοῦ	Cu (OH) ₂	στερεόν	κυανοῦν	ἀδιάλυτον
Ὑδροξείδιον τοῦ ἀργιλίου	Al (OH) ₃	στερεόν	λευκόν	ἀδιάλυτον
Ὑδροξείδιον τοῦ χρωμίου	Cr (OH) ₃	στερεόν	πράσινον	ἀδιάλυτον
Ὑδροξείδιον τοῦ ὑποσιδήρου	Fe (OH) ₂	στερεόν	πράσινον	δυσδιάλυτον (0,0007)
Ὑδροξείδιον τοῦ σιδήρου	Fe (OH) ₃	στερεόν	καστανόν	ἀδιάλυτον
Ὑδροξείδιον τοῦ νικελίου	Ni (OH) ₂	στερεόν	πράσινον	δυσδιάλυτον (0,0013)
Ὑδροξείδιον τοῦ τρισθ. νικελίου	Ni (OH) ₃	στερεόν	μέλαν	ἀδιάλυτον
Ὑδροξείδιον τοῦ κασσιτέρου	Sn (OH) ₂	στερεόν	λευκοκίτρ.	ἀδιάλυτον
Ὑδροξείδιον τοῦ μαγγανίου	Mn (OH) ₂	στερεόν	ἰώδες	δυσδιάλυτον (0,0002)
Ὑδροξείδιον τοῦ μολύβδου	Pb (OH) ₂	στερεόν	λευκόν	δυσδιάλυτον (0,015)
Ὑδροξείδιον τοῦ χρυσοῦ	AuOH	στερεόν	ἰώδες	διαλυτόν
Ὑδροξείδιον τοῦ τρισθ. χρυσοῦ	Au (OH) ₃	στερεόν	καστανόν	ἀδιάλυτον
Ὑδροξείδιον τοῦ ἀμμωνίου	NH ₄ OH	(διάλυμα)	ἄχρουν	εὐδιάλυτον

νίας, δηλαδή τὸ ὑδροξείδιον ἀμμωνίου NH_4OH , σῶμα ὑπαρκτὸν μόνον ἐν ὑγρῇ καταστάσει ὡς ὕδατιζὸν διάλυμα. Πλὴν τῶν ὀξειδίων καὶ βάσεων τοῦ K, τοῦ

Να καὶ προφανῶς τοῦ ἀμμωνίου, ὅλαι αἱ λοιπαὶ ἐνώσεις εἶναι ἀδιάλυτοι εἰς τὸ ὕδωρ. Ἀπὸ ἀπόψεως χρώματος δὲν ἀκολουθοῦν γενικὸν τινα κανόνα, αἱ περισσότεραι ὅμως εἶναι λευκαὶ ἢ ἄχρσοι, ἐκτὸς τῶν ἐνώσεων τῶν βαρέων μετάλλων. Οὕτω ἐπὶ παραδείγματι τὰ ὀξειδία Hg_2O , CuO , FeO , PbO εἶναι μέλανος χρώματος, τὸ Cu_2O εἶναι χρώματος ἐρυθροῦ, τὸ Fe_2O_3 καστανέρυθρον κ.ο.κ.

ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΞΕΩΝ

3.5 Τὰ ὕδρογονικά ὀξέα εἶναι ἅπαντα ἀέρια σώματα (HF , HCl κλπ.), ἀντιθέτως τὰ ὀξυγονικά ὀξέα (HClO_3 , H_2SO_4 κλπ.) ὡς καὶ τὰ παράγωγά των εἶναι ὑγρά, ἐκτὸς τοῦ πυρρικοῦ ὀξέος (H_2SiO_3) τὸ ὁποῖον εὐσταθεῖ ὡς στερεὸν ἔνυδρον ὀξειδίου $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Ἐπὶ πλέον τὰ ὀξέα τῶν ἀλαταγόνων (HF , HCl , HBr , HI) ἔχουν χαρακτηριστικὴν δυσάρεστον ἐρεθιστικὴν ὁσμὴν, τὸ ὑδρόθειον (H_2S) ἔχει ἐπίσης χαρακτηριστικὴν δυσάρεστον ὁσμὴν οὐχὶ ὅμως ἐρεθιστικὴν, ἐνῶ, ἀντιθέτως, τὰ ὀξυγονικά ὀξέα εἶναι ἄοσμα. Τὸ HNO_3 εἶναι αὐτὸ καθ' ἑαυτὸ ἄοσμον ἀλλὰ ἐμφανίζει χαρακτηριστικὴν ἐρεθιστικὴν ὁσμὴν ὡς ἐκ τῶν ἐκλυομένων, ἔνεκα ἀποσυνθέσεως, ὀξειδίων τοῦ ἀζώτου.

Τὰ ὀξέα εἶναι, ἐν καθαρῇ καταστάσει, ἄχρσοι εἴτε τὰ τῆς μορφῆς $\text{H}_x \text{Am}$ (ὡς τὰ HF , HCl κλπ.) εἴτε τὰ τῆς μορφῆς $\text{H}_x \text{R}$ (ὡς τὰ H_2SO_4 , H_2SO_3 , HCl_3 κλπ.). Ἐξαίρεσιν ἀποτελοῦν τὸ χρωμικὸν ὀξύ H_2CrO_4 , τὸ ὁποῖον ἔχει χρῶμα πορτοκαλλοκίτρινον, καὶ τὸ νιτρικὸν HNO_3 τὸ ὁποῖον πολλάκις παρουσιάζει κιτρινωπὴν χροιάν ἔνεκα καὶ πάλιν ἀποσυνθέσεως, ὁπότε παράγονται ἔγχρωμα ὀξειδία τοῦ ἀζώτου.

3.6 Ὅλα τὰ ὀξέα εἶναι διαλυτὰ ἐντὸς ὕδατος, περισσότερον τὰ $\text{H}_x \text{R}$ ὀλιγότερον τὰ $\text{H}_x \text{Am}$, πολλὰ μάλιστα εὐσταθοῦν μόνον ἐν διαλύματι, ὡς π.χ. τὸ ἀνθρακικὸν H_2CO_3 , διὰ τὸν λόγον δὲ τοῦτον εἰς τὴν πρᾶξιν ἕκαστον ὀξύ συνήθως ταυτίζεται μὲ τὸ διάλυμά του.

ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΜΕΤΑΛΛΟΞΕΙΔΙΩΝ

3.7 Ἀπὸ γενικῆς ἀπόψεως τὰ μεταλλοξείδια εἶναι στερεὰ σώματα, πλὴν τῶν CO , CO_2 , SO_2 , N_2O , τὰ ὁποῖα εἶναι ἀέρια ὑπὸ συνήθους συνθήκας, εἶναι ἄχρσοι, ἐξαίρουμένων ὁρισμένων ἐνίοτε ὀξειδίων τοῦ ἀζώτου. Ἐκτὸς τοῦ διοξειδίου τοῦ πυρρικοῦ, SiO_2 , εἶναι σώματα λίαν διαλυτὰ ἐντὸς ὕδατος.

ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΛΑΤΩΝ

3.8 Τὰ ἄλατα εἶναι σώματα στερεὰ καὶ κατὰ κανόνα κρυσταλλικά. Τόσον τὸ χρῶμα των ὅσον καὶ ἡ διαλυτότης των ἐξαρτῶνται καὶ ἀπὸ τὸ περιεχόμενον μέταλλον καὶ ἀπὸ τὸ ὅξύ τοῦ ὁποῖου θεωροῦνται παράγωγα. Πρακτικῶς ἄνευ ἐξαίρεσεων διαλυτὰ εἶναι ὅλα τὰ ἄλατα τοῦ νατρίου, τοῦ καλίου καὶ τοῦ ἀμμο-

ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΜΕΤΑΛΛΟΞΕΙΔΙΩΝ

		Φυσική κατάστασιν	Χρῶμα	Πυκνότης (gr/cm ³)	Σημείον τήξεως (°C)	Σημείον πυρώσεως (°C)	Διαλυτότης εἰς ὕδωρ
*Αργιλίου	Al ₂ O ₃	στερ. κρυσταλλ.	λευκόν	3,6	2050	2250	ἀδιάλυτον
*Αργύρου	Ag ₂ O	στερ. κρυσταλλ.	καστανομέλ.	7,14	300	ἀποσύνθ.	ἀδιάλυτον
*Ασβεστίου	CaO	στερ. κρυσταλλ.	λευκόν	3,40	2572	2850	δυσδιάλυτ.
Βαρίου	BaO	στερ. κρυσταλλ.	λευκόν	5,72	1923	2000	διαλυτόν
Βαρίου (ὑπερ-)	BaO ₂	στερ. κρυσταλλ.	τεφρόλευκον	4,96	450	ἀποσύνθ.	διαλυτόν
Καλίου	K ₂ O	στερ. κρυσταλλ.	τεφρόλευκον	2,32	1200	1200	εὐδιάλυτον
Καλίου (ὑπερ-)	K ₂ O ₂	στερ. κρυσταλλ.	λευκόν	2,28	490	ἀποσύνθ.	εὐδιάλυτον
Κασσιτέρου	SnO	στερ. κρυσταλλ.	μέλαν	6,45	700	ἀποσύνθ.	ἀδιάλυτον
Κασσιτέρου (δι-)	SnO ₂	στερ. κρυσταλλ.	λευκόν	6,95	1127	ἀποσύνθ.	ἀδιάλυτον
Μαγγανίου	MnO	στερ. κρυσταλλ.	πράσινον	5,45	1650	—	ἀδιάλυτον
Μαγγανίου (δι-)	MnO ₂	στερ. κρυσταλλ.	μέλαν	5,03	535	ἀποσύνθ.	ἀδιάλυτον
Μαγνησίου	MgO	στερ. κρυσταλλ.	λευκόν	3,70	2800	—	δυσδιάλυτ.
Μολύβδου	PbO	στερ. κρυσταλλ.	ζίτρινον	9,53	888	—	δυσδιάλυτ.
Μολύβδου (δι-)	PbO ₂	στερ. κρυσταλλ.	καστανομέλ.	9,37	290	ἀποσύνθ.	ἀδιάλυτον
Νατρίου	Na ₂ O	στερ. ἄμορφον	τεφρόλευκον	2,27	1250	1250	εὐδιάλυτον
Νατρίου (ὑπερ-)	Na ₂ O ₂	στερ. ἄμορφον	λευκοζίτρινον	2,80	460	ἀποσύνθ.	εὐδιάλυτον
Νικελίου	NiO	στερ. κρυσταλλ.	πρασινομέλαν	7,45	2090	ἀποσύνθ.	ἀδιάλυτον
Νικελίου (τρισθ.)	Ni ₂ O ₃	στερ. ἄμορφον	τεφρομέλαν	4,83	600	ἀποσύνθ.	ἀδιάλυτον
Οὐρανίου	UO ₂	στερ. κρυσταλλ.	καστανομέλαν	10,9	2177	—	ἀδιάλυτον
Σιδήρου	Fe ₂ O ₃	στερ. κρυσταλλ.	καστανόν	5,24	1565	—	ἀδιάλυτον
Σιδήρου (ὑπο-)	FeO	στερ. ἄμορφον	μέλαν	5,7	1420	—	ἀδιάλυτον
*Υδραργύρου	HgO	στερ. κρυσταλλ.	ζίτρ. - ἔρυθρ.	11,14	500	ἀποσύνθ.	δυσδιάλυτ.
*Υδραργύρου (ὑπο-)	Hg ₂ O	στερ. ἄμορφον	καστανομέλαν	9,8	100	ἀποσύνθ.	δυσδιάλυτ.
Χαλκοῦ	CuO	στερ. κρυσταλλ.	μέλαν	6,40	1026	ἀποσύνθ.	ἀδιάλυτον
Χαλκοῦ (ὑπο-)	Cu ₂ O	στερ. κρυσταλλ.	ἐρυθρόν	6,1	1235	1800	ἀδιάλυτον
Χρυσοῦ	Au ₂ O	στερ. ἄμορφον	ἰώδες	3,6	205	ἀποσύνθ.	ἀδιάλυτον
Χρυσοῦ (τρισθ.)	Au ₂ O ₃	στερ. ἄμορφον	καστανομέλαν	—	160	ἀποσύνθ.	ἀδιάλυτον
Χρ. ομίον	Cr ₂ O ₃	στερ. κρυσταλλ.	πράσινον	5,21	1990	—	ἀδιάλυτον
Ψευδαργύρου	ZnO	στερ. ἄμορφον	λευκόν	5,5	1880	—	δυσδιάλυτ.

νίου, ανεξαρτήτως τοῦ ὀξέος ἐξ οὗ προέρχονται, π.χ. NaCl , K_2CO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ κλπ. Ἐπίσης διαλυτὰ εἶναι ὅλα τὰ νιτρικά ἄλατα ἀνεξαρτήτως μετάλλου, π.χ. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ κλπ.

Τὰ χλωριούχα εἶναι διαλυτὰ κατὰ τὸ πλεῖστον, ἐξαίρεσει τριῶν ἁλμάτων καὶ δὴ χλωριούχου μολύβδου PbCl_2 , χλωριούχου ἀργύρου AgCl καὶ χλωριούχου ὑφδροαργύρου HgCl .

Τὰ θεικὰ ἄλατα εἶναι πρακτικῶς ὅλα διαλυτὰ πλὴν τοῦ θεικοῦ βαρίου BaSO_4 , τὸ ὁποῖον θεωρεῖται ὡς ἐν ἓκ τῶν κατ' ἐξοχὴν ἀδιαλύτων σωμάτων.

Ἐκ τῶν ἀδιαλύτων ἢ δυσδιαλύτων ἁλμάτων ἀξιοσημεῖωτα εἶναι τὰ θειούχα, τὰ ἀνθρακικά, τὰ φωσφορικά καὶ τὰ πυριτικά. Ὅλα δηλαδή τὰ ἄλατα τῶν ὀξέων H_2S , H_2CO_3 , H_3PO_4 καὶ H_2SiO_3 δύνανται νὰ θεωρηθῶν ὡς ἀδιάλυτα, τῇ ἐξαιρέσει, προφανῶς, τῶν τοῦ Na , K καὶ ἀμμωνίων.

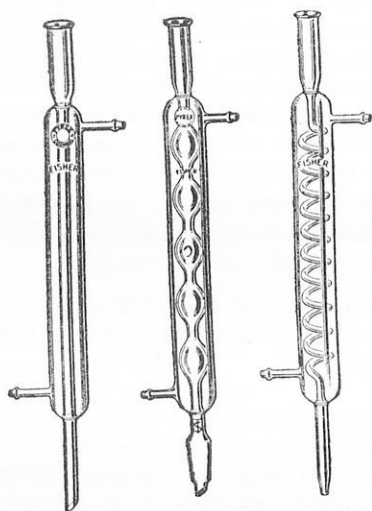
Π Ι Ν Α Ξ Ι Ι Ι - 3

ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΑΜΕΤΑΛΛΟΞΕΙΔΙΩΝ

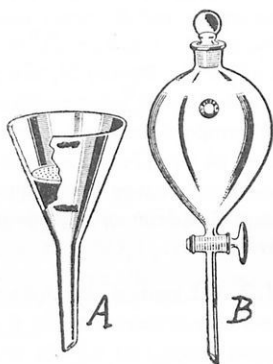
		Φυσικὴ κατάστασις	Χρῶμα	Διαλυτότης
Μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος	CO	ἀέριον	ἄχρουν	ἀδιάλυτον
Διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος	CO_2	ἀέριον	ἄχρουν	διαλυτὸν
Διοξειδίου τοῦ πυριτίου	SiO_2	στερεόν	λευκόν	ἀδιάλυτον
Διοξειδίου τοῦ θείου	SO_2	ἀέριον	ἄχρουν	διαλυτὸν
Τριοξειδίου τοῦ θείου	SO_3	στερεόν	ἄχρουν	διαλυτὸν
Τριοξειδίου τοῦ φωσφόρου	P_2O_3	στερεόν	λευκόν	διαλυτὸν
Πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου	P_2O_5	στερεόν	λευκόν	διαλυτὸν
Ὑποξειδίου τοῦ ἀζώτου	N_2O	ἀέριον	ἄχρουν	διαλυτὸν
Ὄξειδιον τοῦ ἀζώτου	N_2O_2	ἀέριον	ἄχρουν	δυσδιάλυτον
Τριοξειδίου τοῦ ἀζώτου	N_2O_3	ἀέριον	ἐρυθρόν	διαλυτὸν
Ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου	N_2O_4	ὑγρὸν	καστανοκίτρ.	διαλυτὸν
Πεντοξειδίου τοῦ ἀζώτου	N_2O_5	στερεόν	λευκόν	διαλυτὸν

3.9 Ἀπὸ ἀπόψεως χρώματος τὰ ἄλατα εἶναι κατὰ κανόνα ἐγγχρωμα ἐφ' ὅσον περιέχουν ὀρισμένα μέταλλα καὶ ὀρισμένας ρίζας, ἄλλως εἶναι ἄχρνα ἢ λευκά. Μεταξὺ τῶν ἐγγχρῶμων ἀξιοσημεῖωτα εἶναι τὰ τοῦ τρισθενοῦς σιδήρου, τοῦ νικελίου καὶ τοῦ χαλκοῦ. Οὕτω π.χ. τὰ ἄλατα FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ εἶναι χρώματος μεταξὺ κιτρίνου καὶ καστανοῦ ὡς συμβαίνει μὲ τὰ περισσότερα ἄλατα τοῦ τρισθενοῦς σιδήρου. Ἀντιθέτως τὰ ἄλατα τοῦ νικελίου, ὡς τὰ NiCl_2 , NiSO_4 , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ εἶναι χρώματος ἐντόνως πρασίνου, ἐνῶ τὰ τοῦ χαλκοῦ, ὡς

τὰ CuCl_2 , CuSO_4 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ εἶναι κυανὰ μετ' ἀπόχρωσιν πρὸς τὸ πράσινον. Ἐκ τῶν ἐγχρωμῶν ριζῶν ἀξιοσημείωτοι εἶναι ἡ χρωμικὴ ρίζα (CrO_4 ἐκ τοῦ χρωμικοῦ ὀξέος H_2CrO_4) ἡ ὁποία ἐμφανίζεται ὡς κιτρίνη. Οὕτω τὰ περισσότερα χρωμικὰ ἄλατα, ὡς τὰ K_2CrO_4 , Na_2CrO_4 , PbCrO_4 , CaCrO_4 , MgCrO_4 , εἶναι χρώματος μεταξὺ τοῦ ἀνοικτοῦ κιτρίνου καὶ τοῦ πορτοκαλλοκιτρίνου. Ἄλλη ἀξιοσημείωτος ἐγχρωμος ρίζα εἶναι ἡ ὑπερμαγγανικὴ (MnO_4 ἐκ τοῦ ὑπερμαγγανικοῦ ὀξέος HMnO_4) χρώματος ἐντόνως ἰώδους. Ὅλα τὰ ὑπερμαγγανικὰ ἄλατα ὡς τὰ KMnO_4 , NaMnO_4 κλπ. παρουσιάζουν χροιάν λίαν χαρακτηριστικὴν ἰώδη πρὸς ἰωδέρυθρον.



Σχ. 127. 1γ Διάφοροι τύποι ψυκτήρων.



Σχ. 127. 2 (Α) Χωνίον μετ' ἀντρεπτόν βαλάντιον διὰ τὸν διαχωρισμὸν στερεοῦ ἰζήματος διὰ διηθήσεως.

(Β) Διαχωριστικὴ χωνία δι' ὑγρά μὴ μίγνυόμενα.

3.10 Ἀπὸ τῆς ἀπόψεως τοῦ χρώματος μόνον τὰ θειοῦχα ἄλατα δὲν ἐμπίπτουν εἰς γενικοὺς κανόνας. Εἶναι ἐγχρωμα ἢ ἄχρσα ἀνεξαρκῆτως τοῦ περιεχομένου μετάλλου. Οὕτω π.χ. ἐνῷ τὰ ἄλατα τοῦ νικελίου εἶναι χρώματος μεταξὺ πρασίνου καὶ κυανοῦ, τὸ θειοῦχον νικέλιον NiS εἶναι μέλαν. Μέλας ἐπίσης εἶναι καὶ ὁ θειοῦχος ὑποσίδηρος FeS , ἐνῷ τὰ περισσότερα ἄλατα τοῦ ὑποσιδήρου παρουσιάζουν μίαν ἐλαφρὰν μόνον ἀπόχρωσιν πρὸς τὸ πράσινον. Ἀντιστοίχως ἐνῷ τὰ ἄλατα τοῦ ὑδραργύρου εἶναι ἄχρσα καὶ λευκά, ὁ θειοῦχος ὑδράργυρος HgS εἶναι ἐρυθροῦ χρώματος (κιννάβαρι) ὅταν κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ ἐξαγωνικὸν σύστημα, μέλανος χρώματος ὅταν κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα.

4. ΓΕΝΙΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

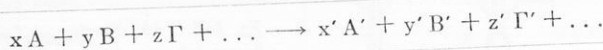
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

4.1 Ὡς χημικὴ ἀντίδρασις νοεῖται πᾶσα μεταβολὴ εἰς τὸ μόριον στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως, μεταβολὴ οἰασδήποτε μορφῆς προκαλοῦσα ποσοτικὴν ἢ ποιοτικὴν ἀλλοίωσιν εἰς τὴν σύνθεσιν προϋπαρχόντων μορίων.

Οὕτω π.χ. ὡς ἀντίδρασις χαρακτηρίζεται ἡ εἰς τὸ μόριον τοῦ ὕδατος H_2O ἀντικατάστασις τοῦ ὀξυγόνου ὑπὸ θείου, εἰς τρόπον ὥστε νὰ προκύψῃ ἓν μόριον ὕδροθειοῦ H_2S . Ὁμοίως ὡς ἀντίδρασις χαρακτηρίζεται ἡ προσθήκη ὀξυγόνου εἰς τὰ μόρια τοῦ ἀζώτου N_2 πρὸς παραγωγὴν ὀξειδίου τοῦ ἀζώτου N_2O_2 .

Ὡς ἀντίδρασις χαρακτηρίζεται *οὐχὶ μόνον ἡ ποιοτικὴ ἀλλὰ καὶ ἡ ποσοτικὴ* μεταβολὴ καὶ ὅταν ἀκόμη δὲν ἐμφανίζεται ποιοτικὴ ἀλλοίωσις, ὅπως συμβαίνει μὲ τὴν μετατροπὴν τοῦ ὀξειδίου τοῦ ἀζώτου N_2O_2 εἰς ὑπεροξείδιον N_2O_4 . Τὸ φαινόμενον θεωρεῖται ὡς χημικὴ ἀντίδρασις παρ' ὅλον ὅτι ἡ ποιοτικὴ σύνθεσις, ἐξ ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου, εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ εἰς τὸ ἀρχικὸν καὶ εἰς τὸ τελικὸν ὀξείδιον.

4.2 Αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις ἀποδίδονται συμβολικῶς δι' ἐξισώσεων διὰ τῶν ὁποίων καθίσταται σαφὴς ἡ ποιοτικὴ καὶ ἡ ποσοτικὴ ἀλλαγὴ. Γενικῶς πᾶσα ἀντίδρασις ἐκφράζεται διὰ τῆς γενικῆς μορφῆς



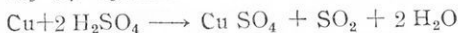
ὅπου τὰ σύμβολα $A, B, \Gamma, \dots$ ἐκφράζουν μόρια στοιχείων ἢ χημικῶν ἐνώσεων πρὸ τῆς ἀλλαγῆς, τὰ σύμβολα $A', B', \Gamma', \dots$ μόρια στοιχείων ἢ χημικῶν ἐνώσεων μετὰ τὴν ἀλλαγὴν. Οἱ συντελεσταὶ $x, y, z, \dots, x', y', z', \dots$ ὑποδηλώνουν τὸ ἐλάχιστον πλῆθος μορίων, κατ' ἀναλογίαν, δι' ἕκαστον εἶδος μορίων. Οὕτω π.χ. ἡ ἐξίσωσις



δηλώνει ὅτι ἐξ ἐνὸς μίγματος καυστικοῦ καλίου καὶ ἰωδίου (ὡς ἀρχικῶν ὑλικῶν) εἶναι δυνατόν, ὑπὸ ὥρισμένας συνθήκας, νὰ προκύψῃ ἓν μίγμα ἰωδικοῦ καλίου, ἰωδιούχου καλίου καὶ ὕδατος. Ἀκόμη, ἡ ἐξίσωσις αὕτη, δι' ἧς ἐμφαίνεται ὅτι λαμβάνει χώραν χημικὴ ἀντίδρασις μετὰξὺ ἰωδίου καὶ καυστικοῦ καλίου, δηλώνει ὅτι δι' ἓν ἕκαστον μόριον ἰωδίου ἀπαιτοῦνται δύο μόρια βάσεως, καὶ ὅτι ἀπαιτοῦνται τρία τουλάχιστον μόρια ἰωδίου διὰ νὰ προκύψῃ ἓν μόριον ἰωδικοῦ ἁλματος.

4.3 Πᾶσα ἐξίσωσις ὑποδηλώνουσα χημικὴν ἀντίδρασιν πρέπει νὰ ἐκφράζῃ ὡς ἰσχύουσαν τὴν *ἀρχὴν τῆς διατηρήσεως τῆς ὕλης*, πρέπει δηλαδὴ νὰ περιέχῃ εἰς ἕκαστον μέλος τῆς ἴσον πλῆθος ἀτόμων δι' ἕκαστον χημικὸν εἶδος.

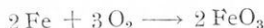
Οὕτω π. χ. εἰς τὴν ἐξίσωσιν



τὰ ἄτομα τοῦ χαλκοῦ τοῦ πρώτου μέλους εἶναι τόσα ὅσα καὶ τὰ τοῦ δευτέρου μέλους ($1 = 1$), ὁμοίως τὰ ἄτομα τοῦ ὑδρογόνου εἶναι 4 συνολικῶς εἰς τὸ πρῶτον μέλος, 4 ὅμως εἶναι καὶ εἰς τὸ δεύτερον μέλος. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει διὰ τὰ ἄτομα τοῦ θείου ($2 = 2$) ὥς καὶ διὰ τὰ τοῦ ὀξυγόνου ($8 = 8$).

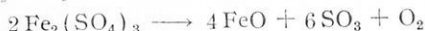
4.4 Μία ἐξίσωσις διὰ νὰ ἐκφράξῃ χημικὴν ἀντίδρασιν δὲν εἶναι ἀρκετὸν νὰ εἶναι ποσοτικῶς ὀρθή, πρέπει καὶ *νὰ πραγματοποιεῖται ὑπαρκτὰς ἐνώσεις* καὶ νὰ ἀντιπροσωπεύῃ *δυνατὰς μεταβολάς*.

Οὕτω π. χ. ἡ ἐξίσωσις



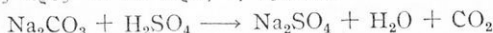
δὲν ἀντιπροσωπεύει χημικὴν ἀντίδρασιν, παρ' ὅλον ὅτι εἶναι ποσοτικῶς ὀρθή, καὶ τοῦτο διότι *δὲν ὑπάρχει χημικὴ ἐνώσις* τοῦ τύπου FeO_3 .

Ὁμοίως ἡ ἐξίσωσις



δὲν ἀντιπροσωπεύει χημικὴν ἀντίδρασιν παρ' ὅλον ὅτι εἶναι ποσοτικῶς ὀρθή καὶ πραγματοποιεῖται ὑπαρκτὰ εἶδη μορίων (SO_3 , O_2 κλπ.). Ὁ λόγος ἔγκειται εἰς τὸ γεγονός ὅτι *δὲν εἶναι δυνατὸν* ἀπὸ τὸ ἅλως $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ νὰ ληφθοῦν, τουλάχιστον κατὰ ὑπολογισμόν τρόπον, τὰ ἀναφερόμενα εἰς τὸ δεύτερον μέλος σώματα.

Ἀντιθέτως πρὸς τὰ ἀνωτέρω, ἡ ἐξίσωσις



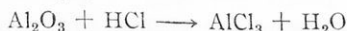
ἀντιπροσωπεύει *πραγματικὴν χημικὴν ἀντίδρασιν* καθόσον εἶναι *ποσοτικῶς ὀρθή*, πραγματοποιεῖται *ὑπαρκτὰ σώματα* καὶ ὑποδηλώνει φαινόμενον *δυνάμενον νὰ συμβῇ* ἐν τῇ πράξει.

4.5 Πρὸς εὕρεσιν τῆς χημικῆς ἐξισώσεως μιᾶς ἀντιδράσεως πρέπει κατ' ἀρχὰς νὰ προσδιορισθῇ, βάσει ὠρισμένων κανόνων, ἡ ποιοτικὴ μορφή της. Οὕτω π. χ. διὰ νὰ προσδιορισθῇ ἡ χημικὴ ἀντίδρασις μεταξὺ ὀξειδίου τοῦ ἀργιλίου Al_2O_3 καὶ ὑδροχλωρίου HCl πρέπει νὰ εἶναι γνωστὸν ὅτι θὰ προκύψῃ ἐν ἅλως τοῦ ἀργιλίου (AlCl_3) καὶ ὕδωρ. Ἡ προσεργασία αὕτη ἀποτελεῖ τὴν ποιοτικὴν λύσιν τῆς τιθεμένης ἀντιδράσεως, λύσιν ἣτις ἀνευρίσκεται ἐκ τῶν χημικῶν ιδιοτήτων τῶν διαφόρων σωμάτων.

Οὕτω, κατ' ἀρχὰς, εἰς τὴν ἐρώτησιν

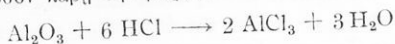


δίδεται ἡ ποιοτικὴ ἀπάντησις



ἀπάντησις δηλαδὴ καθ' ἣν *δὲν ἰσχύει ἀκόμη ἰσότης ποσοτικὴ* μεταξὺ πρώτου καὶ δευτέρου μέλους. Πράγματι εἰς τὸ πρῶτον μέλος ἐμφαίνονται δύο ἄτομα ἀργιλίου, ἐνῶ εἰς τὸ δεύτερον ἓν, εἰς τὸ πρῶτον τρία ἄτομα ὀξυγόνου ἐνῶ εἰς τὸ δεύτερον ἓν κλπ.

Ἡ ποσοτικὴ ἰσότης ἀποκαθίσταται διὰ συντελεστῶν τιθεμένων πρὸ τῶν συμβόλων τῶν μορίων, οὕτω δὲ ἢ ὡς ἀνωτέρω ποιοτικὴ μορφή καθίσταται ποσοτικῶς ὁρθὴ ἐφ' ὅσον λάβῃ τὴν μορφήν

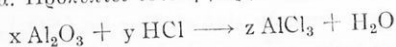


Οἱ τεθέντες *συντελεσταὶ* (1, 6, 2, 3) *ἀποκαθιστοῦν τὴν ἰσχὺν τοῦ νόμου διατηρήσεως τῆς ὕλης.*

4.6 Μετὰ τὴν εὗρεσιν τῆς ποιοτικῆς μορφῆς μιᾶς ἀντιδράσεως εἶναι δυνατὴ ἡ εὗρεσις τῶν συντελεστῶν εἴτε ἐμπειρικῶς, διὰ ποικίλων μεθόδων καὶ τεχνασμάτων, εἴτε ἀλγεβρικῶς. Διὰ τὴν ἀλγεβρικὴν λύσιν τίθενται ὡς ἀγνωστοὶ οἱ συντελεσταὶ (x, y, z, φ...) ὅλων τῶν μορίων πλὴν ἑνός, αὐθαίρετως ἐκλεγομένου, ὅπου τίθεται ὡς συντελεστὴς ἡ μονάς. Κατόπιν τούτου ἐξισώνεται ἀλγεβρικῶς τὸ πλῆθος ἐκάστου εἵδους ἀτόμων, ὁπότε προκύπτει ἐπιλύσιμον σύστημα π ἐξισώσεων μὲ π ἀγνωστώ. Οὕτω π.χ. εἰς τὴν ποιοτικὴν ἀντίδρασιν



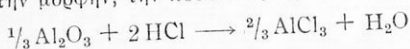
δύνανται νὰ τεθοῦν ἡ μονὰς ὡς συντελεστὴς εἰς τὸ ὕδωρ καὶ τὰ μεγέθη x, y, ... εἰς τὰ λοιπὰ σώματα. Προκύπτει τότε ἡ μορφή



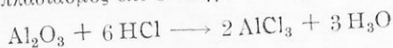
Κατὰ τὴν ἐξίσωσιν ταύτην τὰ ἄτομα τοῦ ἀργιλίου εἶναι 2x εἰς τὸ πρῶτον μέλος, εἶναι ὅμως z εἰς τὸ δεύτερον, γεγονός τὸ ὁποῖον θέτει ὡς ἀπαιτήσιν τὴν ἐξίσωσιν $2x = z$. Κατὰ παρόμοιον τρόπον, δι' ἐξισώσεως δηλαδὴ τῶν ἀτόμων τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ὕδρογόνου, προκύπτει τὸ σύστημα τῶν ἐξισώσεων

$$2x = z, \quad 3x = 1, \quad y = 2$$

ἐξ οὗ εὐρίσκονται τελικῶς αἱ τιμαὶ $x = \frac{1}{3}$, $y = 2$ καὶ $z = \frac{2}{3}$. Αἱ τιμαὶ αὗται ὁδηγοῦν εἰς τὴν μορφήν, τὴν ποσοτικῶς ὁρθὴν



Ἐπειδὴ ὁμως, κατ' ἔθιμον, εἰς τὰς ἐξισώσεις ἀναγράφεται ἀκέραιον πλῆθος μορίων, ἐπιβάλλεται πολλάκις ὁ πολλαπλασιασμός ὁλοκλήρου τῆς ἐξισώσεως ἐπὶ ἀριθμὸν τινα πρὸς ἀπαλοιφὴν τῶν κλασματικῶν συντελεστῶν. Εἰς τὸ ὡς ἄνω παράδειγμα ὁ πολλαπλασιασμός ἐπὶ 3 ὁδηγεῖ εἰς τὴν τελικὴν ὁρθὴν μορφήν

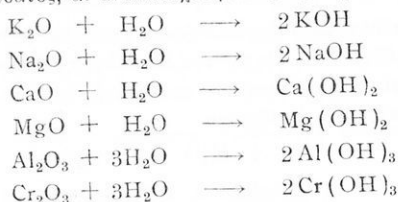


ΑΠΛΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

4.7 Ἡ ἀπλουστερά περίπτωση χημικῆς ἀντιδράσεως εἶναι ἡ μεταξὺ μεταλλοξειδίων καὶ ὕδατος. Ἐκαστον *μεταλλοξείδιον* ἀντιδρᾷ, κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον εὐκόλως, *μεθ' ὕδατος* καὶ δίδει τὴν ἀντίστοιχον *βάσιν* κατὰ τὸν γενικὸν τύπον



Οὕτω ἐκ τῶν ὀξειδίων τῶν μονοθενῶν, δισθενῶν κ.λ.π. μετάλλων προκύπτουν, τῇ προσθήκῃ ὕδατος, αἱ ἀντίστοιχοι βάσεις ὡς π.χ.



Ἐκ τῶν ὀξειδίων μετάλλων μὲ δύο ἢ περισσότερα σθένη προκύπτουν ἀντιστοιχῶς βάσεις διάφοροι δι' ἕκαστον σθένος. Οὕτω π.χ. ἐκ τοῦ ὀξειδίου τοῦ ὑποσιδήρου προκύπτει τὸ ὑδροξείδιον τοῦ ὑποσιδήρου



Ἐκ παραλλήλου ὁμοῦ ἀπὸ τὸ ὀξείδιον τοῦ σιδήρου (τοῦ τρισθενοῦς) προκύπτει τὸ ὑδροξείδιον τοῦ σιδήρου

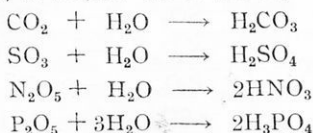


4.8 Ὅπως τὰ μεταλλοξείδια δίδουν βάσεις, οὕτω τὰ *ἀμεταλλοξείδια* ἀντιδρῶν *μεθ' ὕδατος* καὶ δίδουν *ὀξέα* κατὰ τὸν γενικὸν τύπον



Τὸ πολυπλοκώτερον τῆς γενικῆς ταύτης μορφῆς, ἐν σχέσει πρὸς τὴν μεταξὺ μεταλλοξειδίων καὶ ὕδατος ἀντίδρασιν, ἔγκειται εἰς τὸ γεγονὸς ὅτι εἰς ἕκαστον ἀμέταλλον ἀντιστοιχοῦν πολλὰ περισσότερα τοῦ ἑνὸς ὀξέα. Οὕτω ἐνῶ εἰς τὸ ἀσβέστιον Ca ἀντιστοιχεῖ μία καὶ μόνον βάση, ἡ $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ἀντιθέτως εἰς τὸ θειὸν S ἀντιστοιχοῦν τέσσαρα τοῦλάχιστον κύρια ὀξέα, τὸ θεικὸν H_2SO_4 , τὸ θειῶδες H_2SO_3 , τὸ υποθειῶδες H_2SO_2 καὶ τὸ υπερθεικὸν H_2SO_5 , εἰς τὰ ὅποια πρέπει νὰ προστεθοῦν καὶ μερικαὶ ἀκόμη πυρομορφαὶ ὡς εἶναι τὸ πυροθεικὸν $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ καὶ τὸ πυροὑποθειῶδες $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Κατὰ κανόνα ἐκ τῶν δύο ὑπαρχόντων συνήθως ἀμεταλλοξειδίων τοῦ αὐτοῦ ἀμετάλλου (π.χ. SO_2 καὶ SO_3 , P_2O_3 καὶ P_2O_5) τὸ *πτωχότερον εἰς ὀξυγόνον* ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν μορφήν *-ῶδες* τὸ δὲ πλουσιώτερον εἰς τὴν μορφήν *-ικόν*. Οὕτω π.χ. ἀπὸ τὰ CO_2 , SO_3 , N_2O_5 καὶ P_2O_5 προκύπτουν ἀντιστοιχῶς τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ, τὸ θεικόν, τὸ νιτρικόν καὶ τὸ φωσφορικόν κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



Ἀντιστοιχῶς ἀπὸ τὰ ὀξείδια SO_2 , N_2O_3 καὶ P_2O_3 προκύπτουν τὸ θειῶδες ὀξύ, τὸ νιτρῶδες καὶ τὸ φωσφορῶδες κατὰ τὰς ἀντιδράσεις

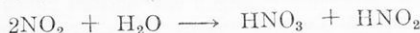




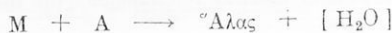
Ἐκ τῶν λοιπῶν κοινῶν ἀμεταλλοξειδίων τὸ μονοξειδίον τοῦ ἀνθρακος CO δὲν ἀντιδρᾷ μεθ' ὕδατος, ὥς ἐκ τούτου δὲν δίδει τὸ θεωρητικῶς προβλεπόμενον ἀνθρακῶδες ὀξύ, τὸ δὲ διοξειδίον τοῦ πυριτίου SiO_2 δίδει πυριτικὸν ὀξύ, ἀσταθές, κατὰ τὴν θεωρητικὴν ἀντίδρασιν



Ἀξιοσημεῖωτος εἶναι ἡ ἀντίδρασις τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου καθ' ἣν παράγεται συνήθως μίγμα νιτρικοῦ καὶ νιτρώδους ὀξέος κατὰ τὴν ἐξίσωσιν

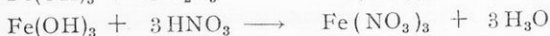
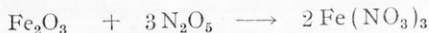


4.9 Μεταξὺ τῶν ἀπλῶν ἀντιδράσεων ἀξιοσημεῖωτοι εἶναι αἱ *ἐξουδετερώσεις*, αἱ ὁποῖαι δύνανται ν' ἀποδοθοῦν διὰ τοῦ γενικοῦ τύπου

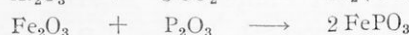
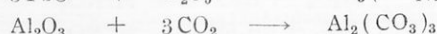
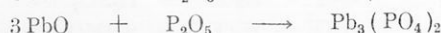


Διὰ τοῦ συμβόλου M ἀποδίδεται ἐν μεταλλοξειδίον ἢ ἡ ἀντίστοιχος βάσις του καὶ διὰ τοῦ A ἐν ἀμεταλλοξειδίον ἢ τὸ ἀντίστοιχον ὀξύ του. Κατὰ τὴν ἀντίδρασιν ταύτην *σχηματίζεται πάντοτε ἐν ἄλας*, τὸ ὁποῖον ἰσοδυναμεῖ πρὸς τὸ ὀξύ ἢ τὸ ἀμεταλλοξειδίον τοῦ πρώτου μέλους, μὲ μέταλλον τὸ τοῦ ὀξειδίου ἢ τῆς βάσεως. Συμπαράγεται κατὰ κανόνα καὶ ὕδωρ, πλὴν τῆς περιπτώσεως ἀλληλοεπιδράσεως ὀξειδίων.

Ἐπὶ παραδείγματι, ἀπὸ ὀξειδίον τοῦ σιδήρου Fe_2O_3 ἢ ὑδροξειδίον τοῦ σιδήρου $\text{Fe}(\text{OH})_3$, ἀφ' ἑνός, καὶ πεντοξειδίον τοῦ ἀζώτου N_2O_5 ἢ νιτρικὸν ὀξύ, ἀφ' ἑτέρου, παράγεται ὁ νιτρικὸς σίδηρος $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, ἄλας ἀντίστοιχον πρὸς τὸ HNO_3 ἢ N_2O_5 , κατὰ τὰς ἀντιδράσεις

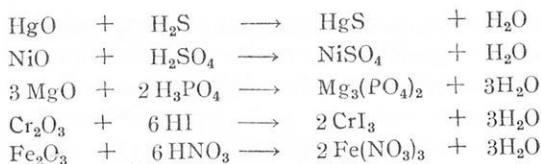


Οὕτω, ἄλατα προκύπτουν κατὰ τὴν δρᾶσιν μεταλλοξειδίων ἐπὶ ἀμεταλλοξειδίων, ὥς π. χ.

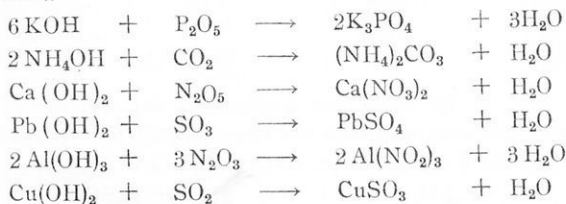


Ὅμοιως, ἄλατα προκύπτουν ἀπὸ μεταλλοξειδία καὶ ὀξέα, ὥς π. χ.

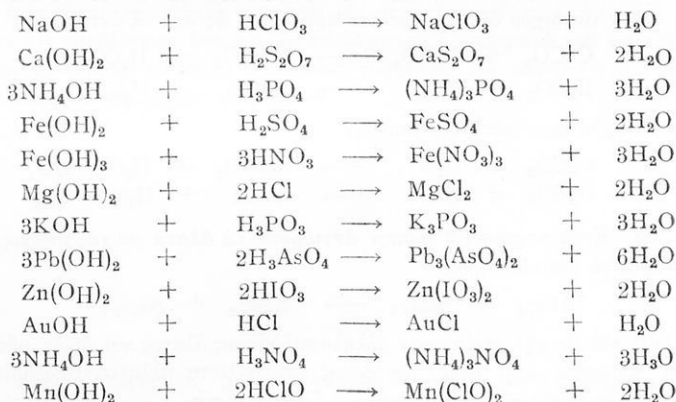




Ἀλλὰ καὶ βάσεις, καὶ δὴ εὐχερέστερον, δύνανται ν' ἀντιδράσουν μὲ ἀμεταλλοξειδία, ὡς π. χ.



Μεταξὺ τῶν τεσσάρων ἐπὶ μέρους περιπτώσεων ἡ σημαντικωτέρα εἶναι ἡ **ἀλληλεπίδρασις βάσεως καὶ ὀξέος**, ἡ ὁποία καὶ χαρακτηρίζεται καὶ ὡς **κατ' ἐξοχὴν ἐξουδετέρωσις**, ὡς ἐπὶ παραδείγματι



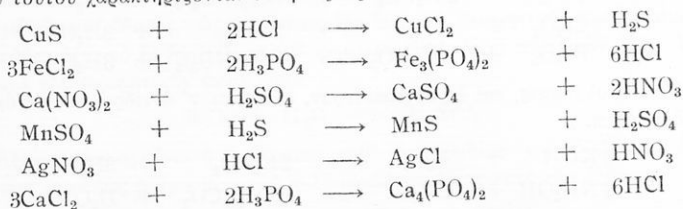
4.10 Κατὰ κανόνα αἱ δράσεις μεταλλοξειδίων ἢ ἀμεταλλοξειδίων μεθ' ὕδατος ὡς καὶ αἱ ἐξουδετερώσεις εἶναι πάντοτε δυναταί.

Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰς ἀντιδράσεις ταύτας ὑπάρχουν καὶ τρεῖς ἀκόμη μορφαὶ ἀπλῶν ἀντιδράσεων αἱ ὁποῖοι παρουσιάζονται κάτω ἀπὸ ὠρισμένας μόνον συνθήκας. Αἱ ἀντιδράσεις αὗται ἀφοροῦν τὴν ἐπίδρασιν μεταξὺ ἁλατος, ἀφ' ἑνός, καὶ ὀξέος ἢ βάσεως ἢ ἄλλου ἁλατος ἀφ' ἑτέρου.

4.11 Τὰ ἅλατα ἀντιδρῶν μὲ ὀξέα δίδοντα ἅλατα καὶ ὀξέα διάφορα τῶν ἀρχικῶν κατὰ τὸν γενικὸν κανόνα



Ἡ ἀντίδρασις ἔγκειται εἰς ἀντικατάστασιν τοῦ ὑδρογόνου τοῦ ἀρχικοῦ ὀξέος ὑπὸ μεταλλοῦ τοῦ ἀρχικοῦ ἁλατος, διὰ τὸν λόγον δὲ αὐτὸν αἱ ἀντιδράσεις τοῦ τύπου τούτου χαρακτηρίζονται συνήθως ὡς ἀντικαταστάσεις, ὡς π.χ.



4.12 Διὰ τὴν ἐπίτευξιν μιᾶς ἀντιδράσεως ἀντικαταστάσεως τοῦ τύπου τούτου πρέπει, κατὰ κανόνα, μεταξὺ τῶν τελικῶν προϊόντων νὰ ἐνυπάρχουν ἀδιάλυτα στερεὰ ἱζήματα ἢ ἀέρια σώματα. Οὕτω ἡ κάτωθι ἀντίδρασις

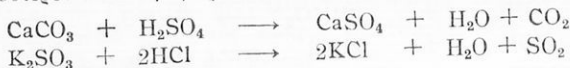


δὲν εἶναι πρακτικῶς ἐπιτεύξιμος, παρ' ὅλον ὅτι εἶναι θεωρητικῶς δυνατή.

Εἰδικῶς πρέπει νὰ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὅτι ὅταν εἰς τὸ δεύτερον μέλος παραγεται ὡς ὀξὺ τὸ ἀνθρακικὸν ἢ τὸ θειῶδες (H_2CO_3 ἢ H_2SO_3) προτιμᾶται ἡ γραφή τοῦ ἀντιστοίχου ὀξειδίου ὡς σταθερωτέρου, ὡς π.χ. αἱ ἀντιδράσεις



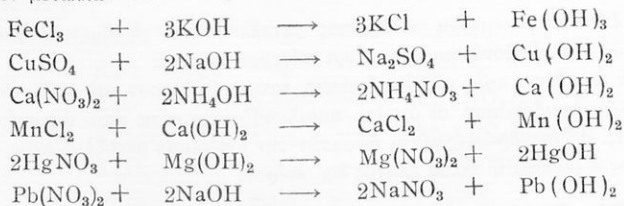
γράφονται ὁρθότερον κατὰ τὴν μορφήν



4.13 Κατὰ παρεμφερῆ τρόπον ἀντιδρῶν τὰ ἅλατα μὲ τὰς βάσεις, συμφώνως πρὸς τὸ γενικὸν σχῆμα



Ὅπως καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν ἀλληλοεπιδράσεως ἁλατος καὶ ὀξέος, οὕτω καὶ ἐνταῦθα πρόκειται περὶ ἀντικαταστάσεως καὶ μάλιστα ἀλληλοαντικαταστάσεως μεταξὺ τῶν μετάλλων τοῦ ἁλατος καὶ τοῦ ὀξέος, ὡς π.χ.

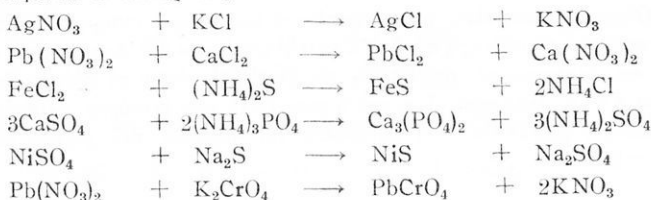


Διὰ τὴν ὑπολογίσιμον ἀντίδρασιν ἀπαιτεῖται καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ παραγωγή ἀδιαλύτου ἱζήματος ἢ ἀερίου σώματος μεταξὺ τῶν τελικῶν προϊόντων.

4.14 Ἡ τελευταία μορφή ἀπλῶν ἀντιδράσεων ἀντικαταστάσεως, μὲ ἄλατα εἰς τὰ πρῶτα μέλη εἶναι ἡ **ἀλληλεπίδρασις δύο ἀλάτων** κατὰ τὸ σχῆμα

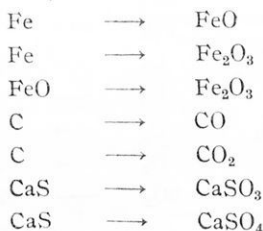


Κατὰ τὰς ἀντιδράσεις ταύτας, ὅπου καὶ πάλιν ἀπαιτεῖται ὁ σχηματισμὸς ἀδιαλύτου ἰζήματος, γίνεται ἀλληλοαντικατάστασις τῶν μετάλλων δύο ἀλάτων προερχομένων ἐκ διαφόρων ὀξέων. Οὕτω ἐπὶ παραδείγματι εἰς τὴν περιπτώσιν ταύτην ὑπάρχοντι αἱ ἀντιδράσεις

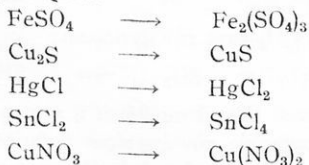


ΟΞΕΙΔΩΣΕΙΣ

4.15 Ἀπὸ τυπικῆς ἀπόψεως ὡς ὀξειδώσεως νοεῖται πᾶσα ἀντίδρασις ἀμέσου ἢ ἐμμέσου προσθήκης ὀξυγόνου εἰς στοιχεῖον ἢ ἔνωσην, ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι προβλέπεται θεωρητικῶς τουλάχιστον ἡ παραγωγή τοῦ τελικοῦ ὀξειδωμένου προϊόντος. Οὕτω ὡς ὀξειδώσεως νοοῦνται, ἐπὶ παραδείγματι, αἱ κάτωθι ποιοτικῶς ἐκπεφρασμένα μετατροπαὶ



4.16 Ἐκτὸς τῶν μορφῶν τούτων ὡς ὀξειδώσεως νοοῦνται καὶ πᾶσαι αἱ μετατροπαὶ ἀλάτων μετάλλων κατωτέρου σθένους εἰς ἄλατα μετάλλων μὲ ἀνώτερον σθένος, ὡς π.χ. αἱ μετατροπαὶ



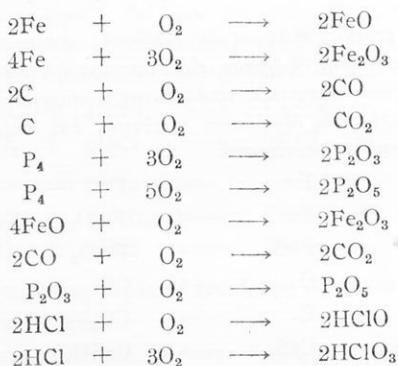
4.17 Θεωρητικῶς δὲν ὀπάρχει διαφορὰ μεταξὺ τῶν ὀξειδώσεων τοῦ πρώτου καὶ τοῦ δευτέρου τύπου. Ἡ διάκρισις εἶναι καθαρῶς συμβατική καθόσον

συμφέρει ἀπὸ ἀπόψεως πράξεων πρὸς προσδιορισμὸν τῆς ὅλης ἀντιδράσεως. Οὕτω αἱ τυπικαὶ ὀξειδώσεις, ὡς εἶναι ἡ μετατροπὴ τοῦ FeO εἰς Fe_2O_3 , διαφέρουν τῶν λεγομένων ὀξειδώσεων σθένους, ὡς εἶναι ἡ μετατροπὴ τοῦ FeCl_2 εἰς FeCl_3 , μόνον φαινομενικῶς, καθόσον εἰς ἀμφοτέρους τελικῶς τὸ φαινόμενον ἀνάγεται εἰς τὴν μετατροπὴν τοῦ σιδήρου ἀπὸ δισθενοῦς εἰς τρισθενῆ.

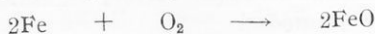
Οὕτως, ἐπισήμως, ὡς ὀξειδώσεις νοεῖται ἐν καὶ μόνον φαινόμενον τὸ τῆς αὐξήσεως τοῦ θετικοῦ σθένους στοιχείου.

Οὕτω ὀξειδώσεις εἶναι ἡ μετατροπὴ τοῦ μεταλλικοῦ σιδήρου Fe εἰς ὀξειδιον FeO καθόσον τὸ σθένος (x) ἀπὸ $x=0$ γίνεται $x=2$. Ἀντιστοίχως ὀξειδώσεις εἶναι καὶ ἡ μετατροπὴ τοῦ FeSO_4 εἰς $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ὅπου τὸ σθένος ἀπὸ $x=2$ γίνεται $x=3$, ὀξειδώσεις εἶναι καὶ ἡ μετατροπὴ τοῦ θειούχου ὑποχαλκοῦ Cu_2S εἰς θειοῦχον χαλκὸν CuS διὰ μεταβολῆς τοῦ σθένους τοῦ χαλκοῦ ἀπὸ $x=1$ εἰς $x=2$.

4.18 Αἱ τυπικαὶ ὀξειδώσεις ἐπιτυγχάνονται διὰ προσθήκης αερίου ὀξυγόνου, ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας ὡς π.χ.



Ἐφ' ὅσον ὑπάρχουν δύο ἢ περισσότεραι βαθμίδες εἶναι ὅλοι θεωρητικῶς δυναταί. Οὕτω π.χ. κατὰ τὴν προσθήκην ὀξυγόνου εἰς Fe εἶναι δυνατὸς καὶ ὁ σχηματισμὸς τοῦ FeO κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



καὶ ὁ σχηματισμὸς τοῦ Fe_2O_3 κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Ἐφόσον δὲν ὀρίζονται εἰδικαί συνθήκαι ἡ περιορισμοὶ θεωρεῖται ἐπικρατεστέρα μορφὴ ἡ ἀντίστοιχος εἰς τὴν ἀνωτέραν βαθμίδα ὀξειδώσεως. Οὕτω π.χ. ὀξειδώσεις τοῦ ἀνθρακος νοεῖται κυρίως ἡ ἀντίδρασις

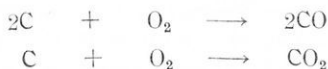


χωρὶς ν' ἀποκλείεται καὶ ἡ $2\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}$, ἀντιθέτως ὅμως ὡς με-

ρική ή ατελής ὀξειδῶσις τοῦ ἀνθρακος νοεῖται μόνον ἡ παραγωγή τοῦ μονοξειδίου, δηλαδή ἡ



Εἶναι αὐτονόητον ὅτι αἱ ἀντιδράσεις δὲν ὑπόκεινται εἰς πρόσθεσιν κατὰ μέλη ὡς μὴ ὑπάρχοντος ὕρου ρυθμίζοντος τὴν ἀπλοποίησιν. Οὕτω π.χ. μία ὀξειδῶσις τοῦ ἀνθρακος πρὸς μίγμα ἐκ μονοξειδίου καὶ διοξειδίου θὰ γραφῇ διὰ τοῦ συστήματος



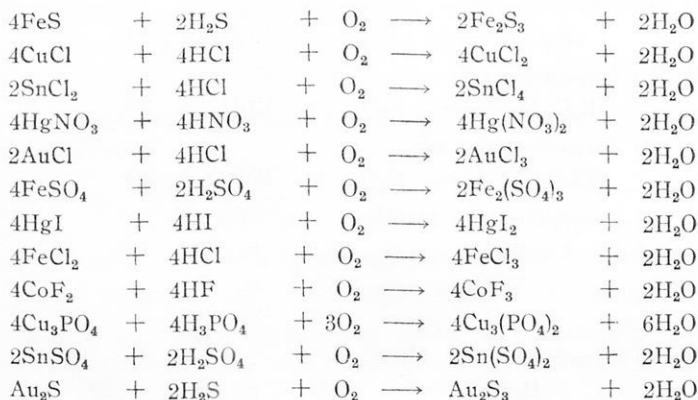
καὶ οὐχὶ διὰ τῆς δι' ἀθροίσεως κατὰ μέλη προκυπτούσης ἑξισώσεως



4.19 Αἱ ὀξειδώσεις εἶναι κατὰ κανόνα ἀντιδράσεις ἐξώθερμοι, ἥτοι ἀντιδράσεις συνοδευόμεναι ἀπὸ ἔκλυσιν θερμότητος καὶ συνεπαγόμεναι σχηματισμὸν σταθερῶν προϊόντων. Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ ὁποῖον παράγεται κατὰ μίαν ὀξειδῶσιν καλεῖται συνήθως *θερμότης καύσεως*, δεδομένου ὅτι ἡ ὀξειδῶσις, ἰδίως ἡ ταχεῖα τοιαύτη, ὀνομάζεται συνήθως καὶ καύσις.

4.20 Ὅπως αἱ τυπικαὶ οὕτω καὶ αἱ ὀξειδώσεις σθένους ἐπιτυγχάνονται μὲ ἀέριον ὀξυγόνον, ἀπαιτεῖται ὅμως ἡ συνύπαρξις τοῦ ἀντιστοίχου ὀξέος. Οὕτω διὰ νὰ ὀξειδωθῇ ὁ χλωριοῦχος ὑποχαλκὸς CuCl ἀπαιτεῖται καὶ ὀξυγόνον O_2 καὶ ὕδροχλωρίον HCl , ὁμοίως διὰ τὴν ὀξειδῶσιν τοῦ θεικοῦ ὑποσιδήρου FeSO_4 ἀπαιτεῖται καὶ ὀξυγόνον O_2 καὶ θεικὸν ὀξὺ H_2SO_4 .

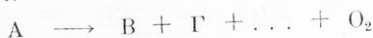
Πλὴν τοῦ παραγομένου ἄλατος τοῦ μετάλλου μὲ ἀνώτερον σθένος παράγεται καὶ ὕδωρ ὡς π.χ.



4.21 Αἱ ὀξειδώσεις σθένους εἶναι κατὰ κανόνα πάντοτε ἐπιτεύξιμοι, πολ-
λάκις δὲ παρουσιάζονται καὶ ἐκ τῆς ἀπλῆς μόνον ἐπιδράσεως τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ
ἀέρος. Οὕτω π.χ. ὁ γλωριούχος ὑποχλωρὸς CuCl , ὁ ὁποῖος οὐδέποτε εἶναι τε-
λείως ἀπηλλαγμένος ὑδροχλωρίου ὡς προσμίξεως, μεταβάλλεται βαθμιαίως εἰς
ἄλλας δισθενεὺς χαλκοῦ τῇ ἐπιδράσει τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ὀξυγόνου.

4.22 Τόσον αἱ τυπικαὶ ὀξειδώσεις, ὅσον καὶ αἱ ὀξειδώσεις σθένους εἶναι
δυνατὸν νὰ ἐπιτευχθοῦν καὶ χωρὶς τὴν ἐπίδρασιν αερίου ὀξυγόνου (O_2) ἀλλὰ
ἐμμέσως καὶ δι' ὠρισμένων σωμάτων τὰ ὁποῖα παράγουν ὀξυγόνο.

Τὰ σώματα ταῦτα, καλούμενα ὀξειδωτικά, ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ δίδουν
ὀξυγόνο κυρίως ὅταν εὗρεθῶν εἰς περιβάλλον ὅπου εἶναι δυνατὴ μία ὀξειδωσις.
Οὕτω π.χ. ἐν δεδομένον σῶμα (A) εἶναι ὀξειδωτικὸν ἐφ' ὅσον ὑπόκειται εἰς
τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν

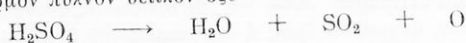


καὶ θὰ ὑπόκειται εἰς τὴν ἀντίδρασιν ταύτην ἂν ἀναμιχθῇ μὲ σώματα δυνάμενα
νὰ ὑποστοῦν ὀξειδωσιν.

Τὰ ὀξειδωτικά σώματα δὲν ἀποτελοῦν ἰδιαίτεραν κατηγορίαν ἀπὸ τυπικῆς
ἀπόψεως, δίδουν δὲ ὀξυγόνο κατὰ ἓνα ὠρισμένον τρόπον σπανίως κατὰ περισ-
σοτέρους τοῦ ἑνός.

Μεταξὺ τῶν κυριωτέρων ἀξιοσημεῖωτα εἶναι τὰ ἑξῆς :

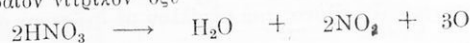
- 1) Τὸ θερμὸν πυκνὸν θεικὸν ὀξύ



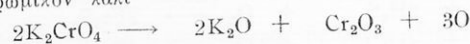
- 2) Τὸ πυκνὸν νιτρικὸν ὀξύ



- 3) Τὸ ἀραιὸν νιτρικὸν ὀξύ



- 4) Τὸ χρωμικὸν κάλι



- 5) Τὸ διχρωμικὸν κάλι



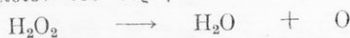
- 6) Τὸ ὑπερμαγγανικὸν κάλι



- 7) Τὰ ὑπεροξειδία τῶν μετάλλων



- 8) Τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου



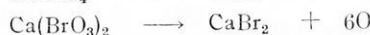
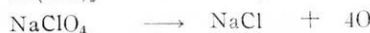
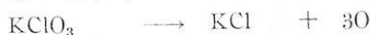
9) Ώρισμα δξειδια στοιχειων ανωτερου σθενους



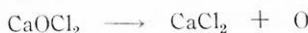
10) Τα αλατογονα ως ξιμεσα δεξειδωτικα τη επιδρασει υδατος



11) Τα αλατα των δεξων HClO_3 , HBrO_3 , HIO_3 και των παραγωγων των (HClO_2 , HClO , HClO_4 κλπ.) με μεταλλα K, Na, Ca η Mg, π.χ.



12) Η χλωρασβεστος



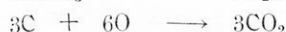
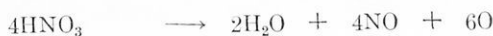
13) Το αεριο οζον ως αλλοτροπικη μορφη του δευγονου



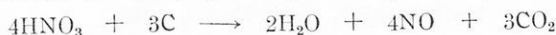
4.23 Προς ευρεσιν μις αντιδρασεως δεξειδωσης, τυπικης η σθενους, με δεξειδωτικα ειναι δυνατον να τηρηθη η πορεία της κατα μελη προσθεσεως των εξισωσεων δεξειδωσης και δρασεως του δεξειδωτικοϋ. Ουτω π.χ. προς γραφήν της εξισωσεως δεξειδωσης του ανθρακος προς διοξειδιον τη επιδρασει, ως δεξειδωτικοϋ, αρατου νιτρικου δεξος γραφονται κατ' αρχην αι δυο εξισωσεις



Ακολουθως πολλαπλασιζεται η πρωτη επι 2 η δε δευτερα επι 3, ινα απαλοιφη το δευγονον

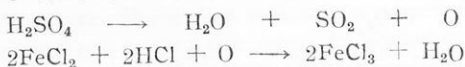


και τελος εκτελειται κατα μελη προσθεσις, οποτε προκυπτει η τελικη μορφη



Ομοιως προς ευρεσιν της εξισωσεως δεξειδωσης του χλωριουχου υποσιδηρου FeCl_2 , παρουσια HCl , προς χλωριουχον σιδηρον τρισθενη τη επιδρασει

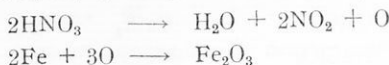
πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος, ὡς ὀξειδωτικοῦ, γράφονται κατ' ἀρχὴν αἱ δύο ἐξισώσεις



καὶ ἀπ' εὐθείας προστίθενται κατὰ μέλη, δεδομένου ὅτι τὸ ὀξυγόνον καὶ εἰς τὴν πρώτην καὶ εἰς τὴν δευτέραν ἀντίδρασιν εὐρίσκεται ὑπὸ τὸ αὐτὸ πλῆθος ἀτόμων. Οὕτω προκύπτει τελικῶς ἡ ἀντίδρασις



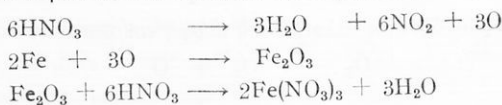
4.24 Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν ὀξειδωτικῶν ἐπὶ σωμάτων ὑποκειμένων εἰς ὀξείδωσιν πρέπει πάντοτε νὰ δεσμεύονται, διὰ καταλλήλου ὀξέος, τὰ τυχόν παραγόμενα μεταλλοξείδια, εἴτε ταῦτα προκύπτουν ἐκ τοῦ ὀξειδωτικοῦ εἴτε ὡς προϊόντα ὀξειδώσεως. Οὕτω π.χ. κατὰ τὴν ὀξείδωσιν τοῦ σιδήρου πρὸς Fe_2O_3 ὑπὸ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος πρέπει εἰς τὰς ἐξισώσεις



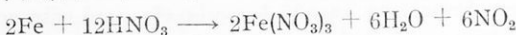
νὰ προστεθῇ καί, ὡς τρίτη, ἡ ἐξίσωσις



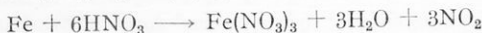
ἡ ἐξίσωσις δηλαδὴ δεσμεύσεως τοῦ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου πρὸς ἄλλας. Οὕτω τελικῶς τὸ διὰ καταλλήλου πολλαπλασιασμοῦ πρὸς ἀπλοποιήσιν προκύπτων σύστημα



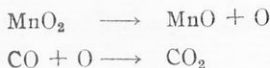
δίδει ὡς πλήρη μορφήν τὴν ἐκ προσθέσεως κατὰ μέλη ἀντίδρασιν



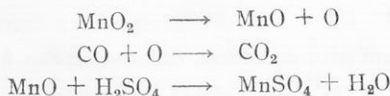
ἡ ὁποία, ἀπλοποιουμένη περαιτέρω, γράφεται



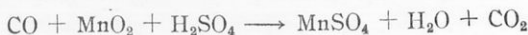
Ἀντιστοίχως ἡ ὀξείδωσις τοῦ CO πρὸς διοξείδιον ὑπὸ διοξειδίου τοῦ μαγνήτιου δὲν ἀποδίδεται διὰ τοῦ συστήματος



ἀλλὰ διὰ τοῦ



τὸ ὁποῖον τελικῶς ἀπλοποιεῖται εἰς τὴν μορφήν



4.25 Θεωρητικῶς κατὰ τὴν χρῆσιν τῶν ὀξειδωτικῶν λαμβάνουν χώραν ὅλαι αἱ δυναταὶ ὀξειδώσεις, ἐπικρατοῦν δὲ αἱ ἀνωτέρας πάντοτε βαθμίδος. Ὡς παραδείγματα ὀξειδώσεων ἔστωσαν τὰ κάτωθι:

1) Μὲ πυκνὸν θερμὸν θεικὸν ὀξύ



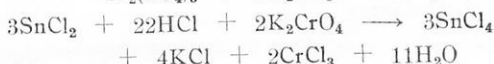
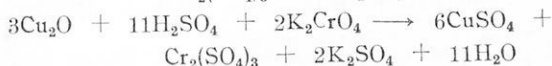
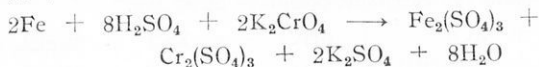
2) Μὲ πυκνὸν νιτρικὸν ὀξύ



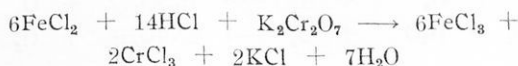
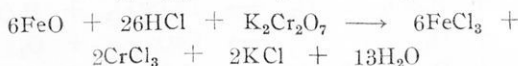
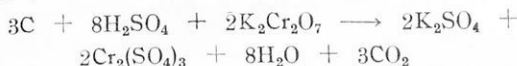
3) Μὲ ἀραιὸν νιτρικὸν ὀξύ



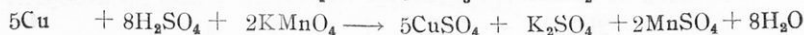
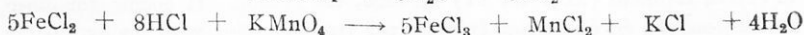
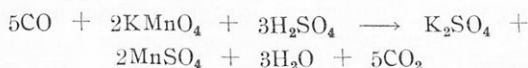
4) Μὲ χρωμικὸν κάλι



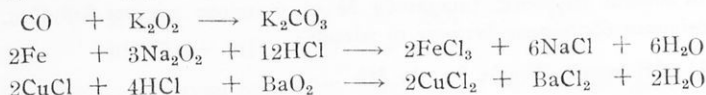
5) Μὲ διχρωμικὸν κάλι



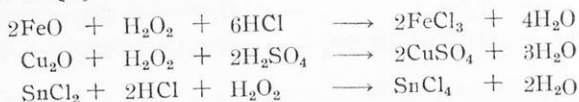
6) Μὲ ὑπερμαγγανικὸν κάλι



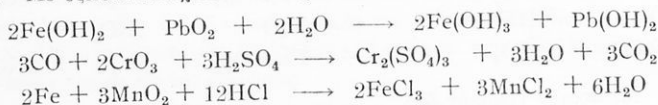
7) Μὲ ὑπεροξειδία μετάλλων



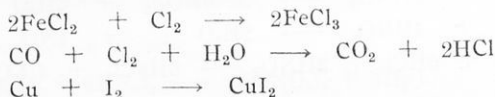
8) Μὲ ὑπεροξειδίου τοῦ ὕδρογόνου



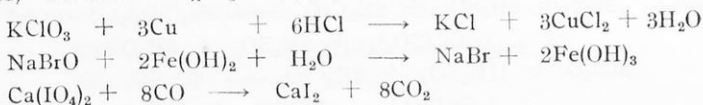
9) Μὲ ὀξειδία στοιχείων ἀνωτέρου σθένους



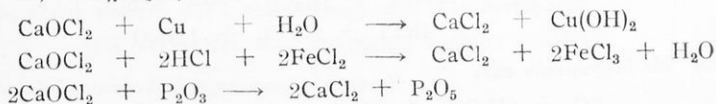
10) Μὲ ἁλατογόνα



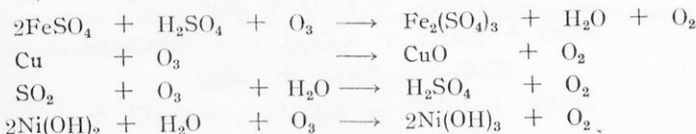
11) Μὲ ἅλατα τοῦ χλωρικοῦ, βρωμικοῦ ὀξέος κλπ.



12) Μὲ χλωράσβεστον



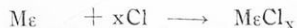
13) Μὲ ἀέριον ὄζον



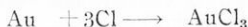
4.26 Ἰδιάζον ὀξειδωτικὸν εἶναι τὸ λεγόμενον **βασικὸν ὕδωρ**. Τοῦτο εἶναι μίγμα νιτρικοῦ καὶ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος εἰς ἀναλογίαν μορίων 1/3 (δηλαδή 1 HNO_3 /3 HCl). Τὸ μίγμα τοῦτο ἀποτελεῖ ὀξειδωτικὸν διὰ τὰ μέταλλα καὶ δὴ τὰ εὐγενῆ λεγόμενα (πλὴν τοῦ Pt) καὶ ἰδίως τοῦ χρυσοῦ. Ἡ δρᾶσις του δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ὀξειδωτικὴ ἐνέργεια τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



μέ τὸ HCl ὡς ἔμμεσον ὑλικὸν πρὸς παραγωγὴν χλωρίου καὶ μετατροπὴν τοῦ μετάλλου εἰς ἄλλας χλωριοῦχον κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



Οὕτω π.χ. ἡ δρασὶς τοῦ βασιλικοῦ ὕδατος ἐπὶ χρυσοῦ ἀποδίδεται διὰ τῶν ἐξισώσεων :



ἐκ τῶν ὁποίων, διὰ καταλλήλου πολλαπλασιασμοῦ καὶ προσθέσεως κατὰ μέλη, προκύπτει ἡ ἀντίδρασις



Κατὰ παρεμφερῆ τρόπον τὸ βασιλικὸν ὕδωρ διαλύει, δι' ὀξειδώσεως, τὰ περισσότερα μέταλλα ὡς, ἐπὶ παραδείγματι, κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



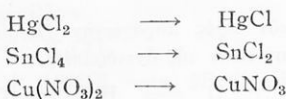
ΑΝΑΓΩΓΑΙ

4.27 Ἀπὸ τυπικῆς ἀπόψεως ἡ ἀναγωγὴ εἶναι ἀντίδρασις ἀντίστροφος τῆς ὀξειδώσεως, καθόσον συνίσταται εἰς ἔμμεσον ἢ ἄμμεσον ἀφαίρεσιν ὀξυγόνου ἀπὸ ἔνωσης. Οὕτω ὡς ἀναγωγαὶ νοοῦνται αἱ κάτωθι ποιοτικῶς ἐκπεφρασμέναι μετατροπαὶ



4.28 Ἡ ἀναγωγὴ εἶναι ἀντίστροφος τῆς ὀξειδώσεως καὶ εἰς τὴν περιπίπτουν τῶν ἀντιδράσεων σθένους. Πράγματι ὡς ἀναγωγὴ νοεῖται καὶ πᾶσα μετατροπὴ ἁλματος μετάλλου ἀνωτέρου σθένους εἰς ἄλλας μετάλλου με κατώτερον σθένος, ὡς π.χ.





4.29 Ὡς καὶ εἰς τὰς ὀξειδώσεις οὕτω καὶ εἰς τὰς ἀναγωγὰς δὲν ὑπάρχει οὐσιαστικὴ διαφορὰ μεταξὺ τῶν τυπικῶν ἀναγωγῶν καὶ τῶν ἀναγωγῶν σθένους. Παρεμφερὲς εἶναι καὶ ὁ μηχανισμὸς τῶν ἀντιδράσεων αἱ ὁποῖαι ἐπιτυγχάνονται μὲ τὴν χρῆσιν καταλλήλων ἀναγωγικῶν μέσων, σωμάτων δηλαδὴ τὰ ὁποῖα ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ προσλαμβάνουν ὀξυγόνον κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν.

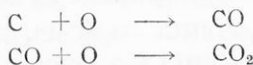


Ἐκ τῶν ἀναγωγικῶν ἀξιοσημεῖωτα εἶναι τὰ ἑξῆς :

1) Τὸ ὕδρογόνον



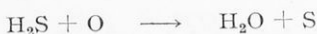
2) Ὁ ἄνθραξ καὶ τὸ μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος



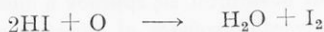
3) Διάφορα μέταλλα ὥς π. γ.



4) Τὸ ὑδροθειν



5) Τὸ ὑδροϊώδιον



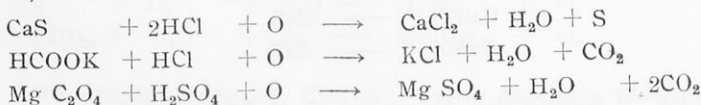
6) Τὸ μυρμηκικὸν ὄξύ



7) Τὸ δξαλικὸν ὄξύ



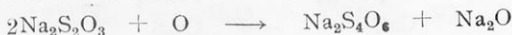
8) Τὰ ἄλατα τῶν ἀναγωγικῶν ὀξέων παρουσίᾳ HCl ἢ H_2SO_4 ὥς π. γ.



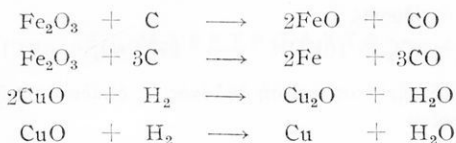
9) Ὁ δισθενὴς χλωριούχος κασσίτερος



10) Τὸ ὑποθειῶδες (ἢ θειοθεικὸν) νάτριον

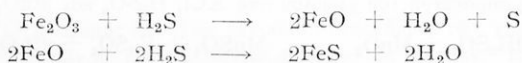


4.30 Μὲ ὥς ἀναγωγικά τὰ μέταλλα, τὸ H_2 , τὸν C ἢ τὸ CO εἶναι δυνατὴ πᾶσα τυπικὴ ἀναγωγή ὥς π.χ.



Ἀντιθέτως, μὲ τὰ ὑπόλοιπα ἀναγωγικά, τὰ ὁποῖα ἀπαιτοῦν καὶ ὀξέα δεσμευτικά τῶν τυχόν παραγομένων μεταλλοξειδίων, δὲν εἶναι δυνατὰ αἱ τυπικαὶ ἀναγωγαὶ μέχρι στοιχείου, ἀλλὰ μόνον μέχρι κατωτέρου ὀξειδίου, ἐφόσον ὑπάρχει.

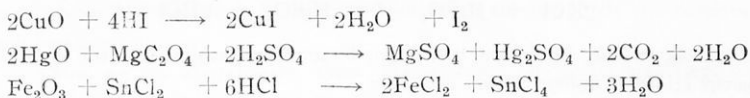
Οὕτω π.χ. ἐνῶ μὲ τὸν C ἀνάγεται τὸ ὀξείδιον Fe_2O_3 καὶ πρὸς FeO καὶ πρὸς μεταλλικὸν σίδηρον Fe , ἀντιθέτως μὲ τὸ H_2S ἢ ἀναγωγή εἶναι δυνατὴ μόνον μέχρις FeO καὶ οὐχὶ μέχρι μεταλλικοῦ σιδήρου, οὕτω δὲ ἐκ τῶν ἐξισώσεων



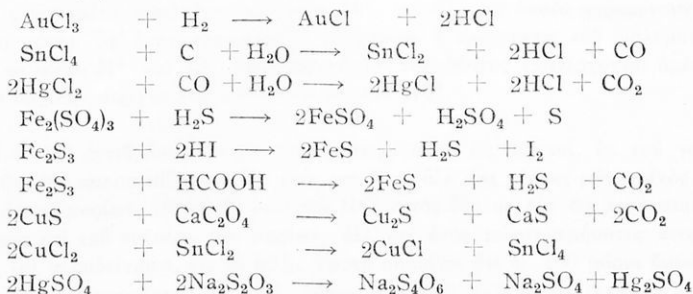
προκύπτει ἡ ἀντίδρασις



Παραμφερεῖς εἶναι καὶ αἱ κάτωθι τυπικαὶ ἀναγωγαὶ



4.31 Αἱ ἀναγωγαὶ σθένους εἶναι θεωρητικῶς πάντοτε δυνατὰ παρούσῃ οἰουδήποτε ἀναγωγικοῦ μεσου, ὥς π.χ.



4.32 Αἱ ἀντιδράσεις μεταξὺ ὀξειδίων καὶ ὕδατος, αἱ ἐξουδετερώσεις, αἱ ἀντικαταστάσεις ἁλῶν, αἱ ὀξειδώσεις καὶ αἱ ἀναγωγαὶ χαρακτηρίζονται ὥς αἱ θεμελιώδεις μορφαὶ τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων. Εἰς τὰς μορφὰς ταύτας δύνανται

ν' αναχθῶν αἱ πλέον σύνθετοι καὶ περιέργοι μορφαὶ ἀντιδράσεων, ἀρκεῖ νὰ προσδιορισθῇ ἡ θεμελιώδεις μεταβολὴ τὴν ὁποίαν ἀντιπροσωπεύουν.

Οὕτω π.χ. ἡ ἀντίδρασις



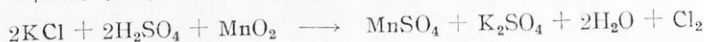
δύναται νὰ θεωρηθῇ σύνθετος, καὶ δὴ ἀφ' ἐνὸς ὡς ὀξειδωσις τοῦ $\text{Cr}(\text{OH})_3$ πρὸς CrO_3 ὑπὸ τοῦ χλωρίου



καί, ἐν συνεχείᾳ, ὡς δέσμευσις τῶν παραγομένων CrO_3 καὶ HCl πρὸς ἄλατα μὲ KOH ὡς δεσμεύουσιν βᾶσιν



Ὅμοίως ἡ παρασκευὴ τοῦ χλωρίου ἀπὸ KCl , H_2SO_4 καὶ MnO_2



δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀντίδρασις σύνθετος ἐκ μιᾶς παρασκευῆς ὀξυγόνου



ἐκ μιᾶς παρασκευῆς ὑδροχλωρίου



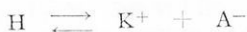
καὶ τελικῶς ἐκ μιᾶς ὀξειδώσεως τοῦ παραχθέντος ὑδροχλωρίου ὑπὸ τοῦ κατὰ τὴν πρώτην ἐξίσωσιν προκύπτοντος ὀξυγόνου



5. ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΑΙ

ΙΟΝΤΙΣΜΟΣ

5.1 Ὡς ἰοντισμός, ἡ ἠλεκτρολυτικὴ διάσπασις, χαρακτηρίζεται πᾶν φαινόμενον, κατὰ τὸ ὁποῖον μία *χημικὴ ἔνωση* (H) *διαχωρίζεται μερικῶς καὶ παροδικῶς εἰς φορτισμένα σωματίδια* (ἰόντα) τὰ μὲν θετικῶς (κατιόντα, K^+), τὰ δὲ ἀρνητικῶς (ἀνιόντα, A^-). Πᾶσα ἀντίδρασις ἰοντισμοῦ ἀποδίδεται συμβολικῶς διὰ τῆς ἐξισώσεως



5.2 Ὁ ἰοντισμός δὲν εἶναι γενικὴ ιδιότης ὅλων τῶν χημικῶν ἐνώσεων, ἀλλ' ὥρισμένων μόνον καὶ δὴ ὀξέων, βάσεων καὶ ἀλάτων. Ἔνεκα τῆς κοινῆς ταύτης ιδιότητος τὰ ὀξέα, αἱ βάσεις καὶ τὰ ἄλατα θεωροῦνται ὡς σώματα ὑπαγόμενα εἰς γενικωτέραν ὁμάδα, τὴν τῶν ἠλεκτρολυτῶν.

Ὡς ἐμφαίνεται ἐκ τοῦ ὁρισμοῦ, ὁ ἰοντισμός εἶναι ἀντίδρασις παροδική, δηλαδὴ ἀντίδρασις παρουσιαζομένη ὡς ἀμφίδρομος καὶ ὡς δυναμικὴ ἰσορροπία, ἐμφανιζομένη ὑπὸ ὥρισμένης εἰδικῆς συνθήκας κατὰ κανόνα δὲ εἰς τὴν κατάστασιν τοῦ διαλύματος.

Οὕτω π.χ. τὸ ὕδροχλωρίον εἶναι ἠλεκτρολύτης, διότι ἐν διαλύματι ἐντὸς ὕδατος διίσταται εἰς ἰόντα κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Τοῦτο ὅμως σημαίνει ὅτι δὲν παράγονται ἐλεύθερα ἄτομα H ἢ Cl ἀλλ' ἀπλῶς φορτισμένα συμπλέγματα, ἰόντα H^+ καὶ Cl^- , τὰ ὁποῖα παραμένουν ὡς τοιαῦτα μόνον ἕρ' ὅσον ἐξακολουθεῖ ὑπάρχονσα ἡ κατάσταση τοῦ διαλύματος. Μόλις τὰ ἰόντα H^+ καὶ Cl^- ἀπομακρυνθοῦν τοῦ ὕδατος ἐπανέρχονται ἀμέσως εἰς τὴν ἀρχικὴν μορφήν τοῦ οὐδέτερου μορίου HCl.

5.3 Αἱ ἀντίδρασεις ἰοντισμοῦ χαρακτηρίζονται ὡς μερικαί, ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι δὲν παρουσιάζονται ἐπὶ ἐνὸς συνόλου, ἀλλ' ἐπὶ μέρους μόνον ἐνὸς ἀρχικοῦ ποσοῦ μορίων. Οὕτω, ἂν διαλυθῇ HCl ἐντὸς ὕδατος δὲν θὰ παρουσιασθῇ ἰοντισμός ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν μορίων, ἀλλ' ἐπὶ ἐνὸς μόνον τμήματος ἀνερχομένου, ἐπὶ παραδείγματι, εἰς τὰ 80 %. Τοῦτο σημαίνει ὅτι δι' 100 μόρια διαλελυμένου HCl παρουσιάζεται ἰοντισμός μόνον εἰς τὰ 80, ἐνῶ τὰ ὑπόλοιπα 20 παραμένουν οὐδέτερα καὶ μὴ διασπείμενα.

5.4 Τὸ συμβατικὸν φορτίον ἐκάστου ἰόντος ἰσοῦται πρὸς τὸ σθένος τοῦ ἐκάστοτε ἀτόμου ἢ τῆς ἐκάστοτε ρίζης. Οὕτω εἰς τὸν ἰοντισμὸν τοῦ HCl τὸ

φορτίον του Cl είναι ίσον προς την μονάδα, δεδομένου ότι το χλώριο, ως και το υδρογόνο, είναι μονοθενή



Αντιστοίχως εις τον ιοντισμόν του H_2S το άρνητικόν φορτίον του ανιόντος θείου, ως δισθενούς, άνέρχεται εις δύο μονάδας



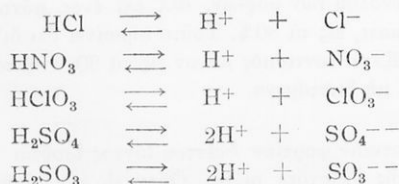
ένω το φορτίον της φωσφορικής ρίζης, ως φωσφορικού ανιόντος, φθάνει τας τρεις άκεραίας μονάδας.

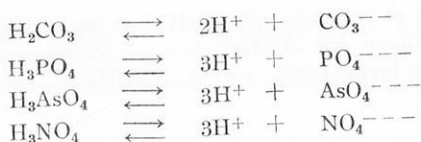


Π Ι Ν Α Ξ V - 1
ΣΤΑΘΕΡΑΙ ΙΟΝΤΙΣΜΟΥ ΟΞΕΩΝ ΤΙΝΩΝ

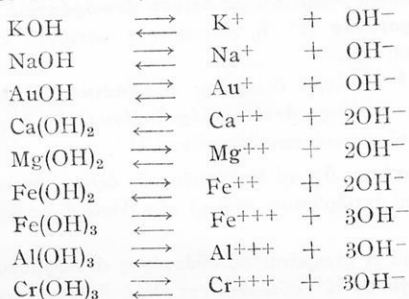
Ό ξ έ α	Ι ό ν τ α	K
*Ανθρακικόν	$\text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$	$3,5 \cdot 10^{-7}$
*Ανθρακικόν	$2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{--}$	$4,4 \cdot 10^{-11}$
*Αρσενικικόν	$\text{H}^+ + \text{H}_2\text{AsO}_4^-$	$5,1 \cdot 10^{-3}$
*Αρσενικικόν	$2\text{H}^+ + \text{HASO}_4^{--}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$
*Αρσενικικόν	$3\text{H}^+ + \text{AsO}_4^{---}$	$6,1 \cdot 10^{-10}$
Βορικόν	$\text{H}^+ + \text{H}_2\text{BO}_3^-$	$6,4 \cdot 10^{-10}$
*Ιωδικόν	$\text{H}^+ + \text{IO}_3^-$	$1,9 \cdot 10^{-1}$
Νιτρῶδες	$\text{H}^+ + \text{NO}_2^-$	$4,1 \cdot 10^{-4}$
*Υδροθειον	$\text{H}^+ + \text{HS}^-$	$9,1 \cdot 10^{-8}$
*Υδροθειον	$2\text{H}^+ + \text{S}^{--}$	$1,2 \cdot 10^{-15}$
*Υποχλωριῶδες	$\text{H}^+ + \text{ClO}^-$	$3,7 \cdot 10^{-8}$

5.5 Τα όξεά δίδουν πάντοτε υδρογόνον ως κατιόν και άμέταλλον, ή ρίζαν, ως ανιόν, Π.χ.

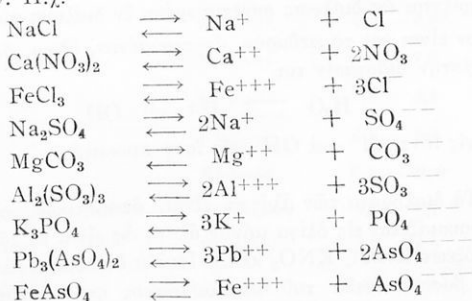




5.6 Αί βάσεις κατά τὸν ἰοντισμὸν τῶν δίδουν πάντοτε τὸ μονοσθενὲς ὕδροξύλιον ὡς κοινὸν ἀνιὸν OH^- , μὲ κατιὸν τὸ ἀντίστοιχον μέταλλον τῶν. Π.χ.



5.7 Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ ὀξέα καὶ τὰς βάσεις ὅπου παρουσιάζεται ἐν κοινὸν ἰόν, καὶ μάλιστα τὸ ὑδρογόνον H^+ εἰς τὰ ὀξέα καὶ τὸ ὕδροξύλιον OH^- εἰς τὰς βάσεις, τὰ ἄλατα δὲν χαρακτηρίζονται ὑπὸ κοινοῦ ἰόντος. Πᾶν ἄλλας, κατὰ τὴν ἐντὸς ὕδατος διάλυσίν του, ἰοντίζεται εἰς κατιὸν μέταλλον καὶ εἰς ἀνιὸν ἀμέταλλον, ἢ ρίζαν. Π.χ.



5.8 Ὡς μέτρον τῆς ἰσχύος ἐνὸς ἡλεκτρολύτου λαμβάνεται τὸ ποσοστὸν ἰοντισμοῦ του ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας συγκρίσεως. Οὕτω π.χ. ἂν ἐν ὀξὺ (α) ἰοντίζεται κατὰ 60% καὶ ἐν ἄλλο (β) ἰοντίζεται, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, κατὰ 70%, τότε τὸ β θεωρεῖται ὡς ἰσχυρότερον τοῦ α.

Διὰ τὸν λόγον τοῦτο διακρίνονται τὰ ὀξέα καὶ αἱ βάσεις, ἐνίοτε δὲ καὶ τὰ ἄλατα, εἰς ἀσθενῆ, μέσα καὶ ἰσχυρά, ὡς π.χ. τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ εἶναι ἀσθενές, διότι ἰοντίζεται κατὰ 0,2% περίπου, ἐνῶ τὸ νιτρικὸν εἶναι ἰσχυρὸν διότι, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, ἰοντίζεται κατὰ 82%.

Ἀντιστοίχως τὸ καυστικὸν κάλι KOH εἶναι ἰσχυρὰ βάσις, καθόσον ἰοντίζεται κατὰ 80% περίπου, ἐνῶ τὸ ὕδροξείδιον τοῦ βαρίου, μὲ ἰοντισμὸν 60% ὑπάγεται εἰς τὰς μέσης ἰσχύος βάσεις καὶ τὸ NH_4OH μὲ ἰοντισμὸν 0,4% εἰς τὰς ἀσθενεῖς.

ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ - ΔΕΙΚΤΑΙ

5.9 Ἐν διάλυμα θεωρεῖται ὡς *ὀξίνου ἀντιδράσεως* ὅταν περιέχει ἐλεύθερα *κατιόντα ὕδρογόνου* H^+ ἢ, γενικώτερον, κατιόντα H^+ περισσότερα τῶν ἀνιόντων ὕδροξυλίου OH^- .

Ἀντιστοίχως ἔν διάλυμα θεωρεῖται ὡς *βασικῆς, ἢ ἀλκαλικῆς ἀντιδράσεως*, ὅταν περιέχει ἐλεύθερα *ἀνιόντα ὕδροξυλίου* OH^- ἢ, γενικώτερον, ἀνιόντα OH^- περισσότερα τῶν κατιόντων ὕδρογόνου H^+ .

Ἐξ αὐτοῦ προκύπτει ὅτι τὰ διαλύματα τῶν ὀξέων χαρακτηρίζονται πάντοτε ὡς διαλύματα ὀξίνου ἀντιδράσεως, ἐνῶ τὰ τῶν βάσεων ὡς βασικῆς, ἢ ἀλκαλικῆς.

5.10 Διάλυμά τι θεωρεῖται ὡς *οὐδέτερας ἀντιδράσεως* ὅταν δὲν περιέχει οὔτε κατιόντα ὕδρογόνου H^+ οὔτε ἀνιόντα OH^- ἢ ὅταν περιέχει ἕξ ἀμφοτέρων εἰς τὸ αὐτὸ ποσοστὸν.

Οὐδέτερα εἶναι τὰ διαλύματα τῶν περισσοτέρων ὀργανικῶν ἐνώσεων, αἵτινες δὲν ἰοντίζονται. Οὕτω π.χ. κατὰ τὴν διάλυσιν σακχάρου $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ἐντὸς ὕδατος τὰ μόριά του διασπείρονται χωρὶς νὰ ἰοντισθοῦν ἀλλὰ διατηροῦνται ἐπὶ τὴν ὁρυκτὴν μορφήν τῶν ὡς $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Ἡ ἄνευ ἠλεκτρολυτικῆς διασάσεως διασπορὰ αὕτη χαρακτηρίζεται ὡς διάλυσις συνεπαγομένη ἐν διάλυμα οὐδέτερον.

Οὐδέτερον εἶναι καὶ τὸ καθαρόν, ἀπεσταγμένον, ὕδωρ, διότι παρ' ὅλην τὴν ἔστω καὶ ἐλαχίστην διάστασίν του



δίδει γένεσιν εἰς ἰόντα H^+ καὶ OH^- εἰς ἴσον ποσοστὸν.

5.11 Τὰ διαλύματα τῶν ἀλάτων εἶναι, θεωρητικῶς, οὐδέτερα παρ' ὅλον ὅτι τοῦτο παρουσιάζεται εἰς ὀλίγα μόνον ἄλλα ὡς εἶναι τὰ τῶν ἰσχυρῶν βάσεων μετ' ἰσχυρῶν ὀξέων (NaCl , KNO_3 κλπ.). Πολλὰ διαλύματα ἀλάτων ἐμφανίζονται ὡς ὀξίνα ἢ βασικά ἔνεκα τοῦ μεσολαβοῦντος φαινομένου τῆς ὑδρολύσεως (βλ. § 5.26).

5.12 Ἡ ἀντίδρασις ἐνὸς διαλύματος, ὀξίνος, βασικῆς ἢ οὐδέτερα, εἶναι δυνατόν ν' ἀνιχνευθῇ διὰ τῆς γεύσεως ἢ διὰ τῶν δεικτῶν.

Διὰ τῆς γεύσεως τὰ ὀξίνα διαλύματα προδίδονται συνήθως ὡς ὀξίνα, ἐκ τούτου δὲ προήλθε καὶ ἡ ὀνομασία τῶν διαλυμάτων τῶν περιεχόντων ἐλεύθερα κατιόντα ὕδρογόνου H^+ .

Τὰ βασικά διαλύματα γίνονται ἀντιληπτά διὰ τῆς γεύσεως ὡς γλυφὰ ἢ καυστικά, ἐκ τῆς τελευταίας δὲ ταύτης ιδιότητος προέρχεται καὶ ἡ ἐμπειρικὴ ὀνομα-

σία ώρισμένων ισχυρών βάσεων (ὡς τοῦ καυστικοῦ καλίου ΚΟΗ καὶ τοῦ καυστικοῦ νατρίου).

Τὰ οὐδέτερα διαλύματα δὲν γίνονται ἰδιαζόντως ἀντιληπτά διὰ τῆς γεύσεως.

Π Ι Ν Α Ξ V - 2

ΔΕΙΚΤΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ P_H

Δεῖκται	P_H ἀλλαγῆς χρώματος		
Ίωδες τοῦ μεθυλίου	Κίτρινον	0,1 — 1,5	Κυανοῦν
Κυανοῦν τῆς θυμόλης	Ἐρυθρὸν	1,2 — 2,8	Κίτρινον
Τροπαιολίνη ΟΟ	Ἐρυθρὸν	1,3 — 3,0	Κίτρινον
Ίωδες τοῦ μεθυλίου	Κυανοῦν	1,5 — 3,2	Ίωδες
Κυανοῦν βρομοφαινόλης	Κίτρινον	2,9 — 4,5	Κυανοῦν
Ἐρυθρὸν τοῦ Κογζό	Κυανοῦν	3,0 — 5,2	Ἐρυθρὸν
Ἑλιανθίνη (πορτ. μεθυλίου)	Ἐρυθρὸν	3,0 — 4,4	Κίτρινον
Πράσινον βρομοκρεσόλης	Κίτρινον	3,8 — 5,4	Κυανοῦν
Ἐρυθρὸν τοῦ μεθυλίου	Ἐρυθρὸν	4,2 — 6,2	Κίτρινον
Αἱματοξυλίνη	Κίτρινον	5,0 — 6,0	Ίωδες
Παρανιτροφαινόλη	Ἀχρουν	5,0 — 7,6	Κίτρινον
Ἀλιζαρίνη	Κίτρινον	5,5 — 6,8	Ἐρυθρὸν
Κυανοῦν βρομοθυμόλης	Κίτρινον	6,0 — 7,6	Κυανοῦν
Ἐρυθρὸν φαινόλης	Κίτρινον	6,8 — 8,4	Ἐρυθρὸν
Ἐρυθρὸν κρεσόλης	Κίτρινον	7,1 — 8,8	Ἐρυθρὸν
Ἑλιοτρόπιον	Κυανοῦν	7,1 — 8,9	Ἐρυθρὸν
α - Ναφθολοφθαλεΐνη	Ροδόχρουν	7,3 — 8,7	Πράσινον
Τροπαιολίνη ΟΟΟ	Κίτρινον	7,6 — 8,9	Ἐρυθρὸν
Φαινολοφθαλεΐνη	Ἀχρουν	8,2 — 10,0	Ἐρυθρὸν
Θυμοφθαλεΐνη	Ἀχρουν	9,3 — 10,5	Κυανοῦν
Κίτρινον ἀλιζαρίνης GG	Κίτρινον	10,0 — 12,0	Ίωδες
Τροπαιολίνη Ο	Κίτρινον	11,0 — 13,0	Πορτοκαλλ.
Συμμετρ. Τρινιτροβενζόλιον	Ἀχρουν	11,6 — 14,0	Πορτοκαλλ.

5.13 Ἡ γεῦσις, ὡς ἀνιχνευτικὸν μέσον τῆς ἀντιδράσεως τῶν διαλυμάτων, ἀποτελεῖ τρόπον ἐλέγχου πολὺ ἀσφατέον καὶ ἔν τινι μέτρῳ ἀόριστον.

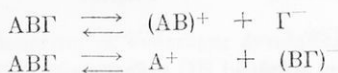
Ἐν διάλυμα πολὺ ὀξινον ἢ πολὺ ὀλίγον ὀξινον δὲν προδίδεται διὰ τῆς γεύσεως. Τὸ αὐτὸ ἰσχύει καὶ δι' ἓν διάλυμα πολὺ ὀλίγον ἢ πολὺ βασικόν.

Με περισσοτέραν ἀκριβείαν καὶ βεβαιότητα ἢ ὀξινος, βασικὴ ἢ οὐδετέρα ἀντιδράσεις προσδιορίζονται μὲ τοὺς καλουμένους δείκτας.

Ὡς *δείκτης* νοεῖται, ἐξ ὁρισμοῦ, πᾶν σῶμα τὸ ὁποῖον λαμβάνει *διάφορον* *χρῶσιν ἐντὸς ὀξίνου καὶ διάφορον ἐντὸς βασικῆς* ἀντιδράσεως διαλυμάτων.

Οὕτω π.χ. τὸ *βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου*, μίγματος ὁργανικῶν ἐνώσεων ἐξαγομένων ἀπὸ τοὺς σπόρους τοῦ ἀνθους ἡλιοτροπίου, εἶναι δείκτης, καθ' ὅσον ἀποκτῇ κυανοῦν χρῶμα ἐντὸς τῶν βασικῶν διαλυμάτων καὶ ἐρυθρὸν ἐντὸς τῶν ὀξίνων.

5.14 Πλεῖστοι ὅσαι ἐνώσεις, ἰδίως ὁργανικαί, συμπεριφέρονται ὡς δείκται. Τοῦτο ἐξηγνεῖται εὐκόλως διὰ τῆς θεωρίας τοῦ διτιοῦ ἰοντισμοῦ. Κατὰ τὴν θεωρίαν ταύτην μία ἔνωσης τοῦ γενικοῦ τύπου $AB\Gamma$ δύναται νὰ ἰοντισθῇ κατὰ δύο τρόπους



Κατὰ τοὺς δυνατοὺς τούτους ἰοντισμοὺς δὲν ἀποκλείεται τὰ ἰόντα τῆς πρώτης μορφῆς (AB^+ καὶ Γ^-) νὰ εἶναι διαφορετικοῦ χρώματος ἀπὸ τὰ ἰόντα τῆς ἄλλης μορφῆς (A^+ καὶ $B\Gamma^-$).

Ἐὰν τοῦτο εἶναι δυνατόν νὰ συμβῇ, τότε ἡ ὀξινος ἢ βασικὴ ἀντίδρασις ἐνὸς διαλύματος εἶναι δυνατόν νὰ διευκολύνῃ τὴν μίαν ἢ τὴν ἄλλην ἀντίδρασιν μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ἐμφάνισιν μιᾶς ἢ ἄλλης χρώσεως.

Ἐκτὸς τοῦ βάμματος τοῦ ἡλιοτροπίου μεγάλην σημασίαν ὡς δείκτης ἔχουν ἀκόμη ἡ *ἡλιανθίνη* καὶ ἡ *φαινολοφθαλεῖνη*.

Ἡ ἡλιανθίνη, ἣ πορτοκαλλόχρουν τοῦ μεθυλίου, εἶναι κόνις διαλυτὴ ἐντὸς ὕδατος καὶ ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ χρωματίζεται ἐρυθρὰ εἰς τὴν ὀξινον ἀντίδρασιν καὶ πορτοκαλλοκίτρινη εἰς τὴν βασικήν.

Ἡ φαινολοφθαλεῖνη εἶναι ἐπίσης στερεὸν σῶμα ὑπὸ μορφὴν κόνεως, διαλύεται ὅμως εἰς τὸ οἶνόπνευμα καὶ ὡς οἶνόπνευματικὸν διάλυμα (ὡς βάμμα φαινολοφθαλεῖνης) χρωματίζεται ἐρυθρὸν εἰς τὰς βασικὰς ἀντιδράσεις, ἐνῶ παραμένει ἄχρουν εἰς τὰς ὀξίνους.

5.15 Κατὰ τὴν χρῆσιν τῶν δεικτῶν ἢ οὐδετέρα ἀντίδρασις προσδιορίζεται δ' ἀποκλείσεως τῆς ὀξίνου καὶ τῆς βασικῆς τοιαύτης.

Οὕτω π.χ. ἡ προσθήκη ἐρυθρᾶς φαινολοφθαλεῖνης ἐντὸς οὐδετέρου διαλύματος συνεπάγεται διατήρησιν τοῦ ἐρυθροῦ χρώματος, τοῦτο δὲ ἀποκλείει τὴν ὑπαρξιν ὀξίνου διαλύματος. Ἡ ἐν συνεχείᾳ προσθήκη, εἰς ἕτερον τμήμα τοῦ δείγματος, ἀχρόου φαινολοφθαλεῖνης συνεπάγεται διατήρησιν τοῦ διαλύματος ὡς ἀχρόου, τοῦτο δὲ ἀποκλείει τὸ βασικὸν τῆς ἀντιδράσεως. Δι' ἀποκλείσεως οὕτω καὶ τῆς ὀξίνου καὶ τῆς βασικῆς ἀντιδράσεως ἐξάγεται τὸ συμπέρασμα περὶ οὐδετέρας ἀντιδράσεως τοῦ ὑπὸ ἐξέτασιν διαλύματος.

5.16 Τὸ ὕδωρ εἶναι δυνατόν νὰ θεωρηθῇ ὡς ηλεκτρολύτης διαστάμενος εἰς ἰόντα ὑδρογόνου καὶ ὑδροξυλίου κατὰ τὴν ἐξίσωσιν



Ἡ ὑπαρξὶς τοῦ ἰοντισμοῦ τούτου διεπιστώθη ποικιλοτρόπως, ἰδίως ἐκ τῆς ὑπάρξεως ηλεκτρικῆς ἀγωγιμότητος εἰς τὸ καθαρὸν ἀπεσταγμένον ὕδωρ.

Ἐκ γενομένων μετρήσεων εὐρέθη ὅτι *ἐκ 10 ἑκατομμυρίων μορίων ὕδατος ἰοντίζεται ἐν μόνον μόριον*, ἥτοι ἐξ ἑνός, κατ' ἀναλογίαν, μορίου ὕδατος προκύπτουν ἰόντα ὑδρογόνου 10^{-7} καὶ προφανῶς ἰόντα ὑδροξυλίου 10^{-7} .

Τὸ ποσὸν τῶν ἰόντων ὑδρογόνου (H^+) τὸ προκύπτει ἐξ ἑνός μορίου ὕδατος χαρακτηρίζεται ὡς συγκέντρωσις τῶν κατιόντων ὑδρογόνου (C_H), ἀντιστοίχως δὲ ὡς συγκέντρωσις τῶν ἰόντων ὑδροξυλίου (C_OH) χαρακτηρίζεται τὸ ποσὸν τῶν ἀνιόντων ὑδροξυλίου (OH^-) τὸ προκύπτει ἐξ ἑνός μορίου ὕδατος.

Ἐξ αὐτῶν ἔπεται ὅτι ἡ ηλεκτρολυτικὴ διάστασις τοῦ καθαροῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος δύναιται ν' ἀποδοθῇ διὰ τοῦ συστήματος



$$\text{C}_\text{H} = 10^{-7}$$

$$\text{C}_\text{OH} = 10^{-7}$$

Κατὰ τὴν διάλυσιν ἑνός ηλεκτρολύτου, ἀποδίδοντας ἐμμέσως ἢ ἀμέσως ἰόντα OH^- ἢ H^+ , εἶναι προφανές ὅτι διαταράσσεται ἡ συγκέντρωσις τῶν ἰόντων τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος. Οὕτω, ἂν ἐντὸς ὕδατος διαλυθῇ ἐν ὀξυῖ, τὸ ὁποῖον ἀποδίδει κατιόντα ὑδρογόνου, ἐπέρχεται αὔξησις τῆς ὑπαρχούσης συγκεντρώσεως τῶν ἀρχικῶς ὑπαρχόντων H^+ με ἀποτέλεσμα νὰ προκύψῃ

$$\text{C} > 10^{-7}$$

Ἀντιστοίχως ἡ διάλυσις μιᾶς βάσεως προκαλεῖ αὔξησιν τῶν ἀνιόντων ὑδροξυλίου εἰς τρόπον ὥστε νὰ προκύψῃ

$$\text{C}_\text{OH} > 10^{-7}$$

5.17 Πᾶσα διατάραξις ὁμως τῶν κατιόντων ὑδρογόνου δὲν ἀφίνει ἀνέπαφον τὴν συγκέντρωσιν τῶν ἀνιόντων ὑδροξυλίου, οὕτω δὲ κατὰ τὴν διάλυσιν ἑνός ὀξέος οὐχὶ μόνον μεταβάλλεται ἡ συγκέντρωσις τῶν H^+ καθισταμένη $\text{C}_\text{H} > 10^{-7}$, ἀλλὰ μεταβάλλεται καὶ ἡ συγκέντρωσις τῶν ὑδροξυλίων

Παρομοίως πᾶσα προσθήκη βάσεως οὐχὶ μόνον αἰξάνει τὴν συγκέντρωσιν τῶν ἀνιόντων ὑδροξυλίου, αἰξάνουσα ταύτην ὥστε $\text{C}_\text{OH} > 10^{-7}$, ἀλλὰ ἐπιδρᾷ καὶ ἐπὶ τῆς φαινομενικῶς μὴ ἐπηρεαζομένης συγκεντρώσεως τῶν κατιόντων ὑδρογόνου.

Μεταξὺ C_H καὶ C_OH ὑπάρχει πάντοτε ὁρισμένη σχέσις, τόσον εἰς τὸ καθαρὸν ἀπεσταγμένον ὕδωρ ὅσον καὶ ἐντὸς παντὸς διαλύματος, καὶ ἣν ἡ αὔξησις τῆς μιᾶς συγκεντρώσεως συνεπάγεται μείωσιν τῆς ἄλλης καὶ ἀντιστρόφως, συμφῶνως πρὸς τὴν συνάρτησιν

$$\text{C}_\text{H} \cdot \text{C}_\text{OH} = 10^{-14}$$

5.18 Ούτω π.χ. ἂν κατὰ τὴν προσθήκην ὀξέος τὰ ἰόντα τοῦ H^+ αὐξηθοῦν εἰς $\text{C}_\text{H} = 10^{-6}$, θὰ ἐλαττωθοῦν, προφανῶς, τὰ ἰόντα τοῦ OH^- εἰς $\text{C}_\text{OH} = 10^{-8}$, εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἰσχύῃ ἡ σχέσις

$$10^{-6} \cdot 10^{-8} = 10^{-14}$$

Ἐὰν πάλιν κατὰ τὴν προσθήκην βάσεως τὰ ἰόντα τοῦ OH^- αὐξηθοῦν π.χ. εἰς $\text{C}_\text{OH} = 10^{-5}$, θὰ ἐλαττωθοῦν ἀντιστοίχως τὰ ἰόντα τοῦ H^+ εἰς $\text{C}_\text{H} = 10^{-9}$, εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἰσχύῃ καὶ πάλιν ἡ σχέσις

$$10^{-9} \cdot 10^{-5} = 10^{-14}$$

5.19 Ἡ συγκέντρωσις τῶν κατιόντων ὕδρογόνου (C_H) λαμβάνεται ὡς μέτρον τῆς ὀξύτητος τῶν διαλυμάτων ὀξίνου ἀντιδράσεως, ἡ δὲ συγκέντρωσις τῶν ἀνιόντων ὑδροξυλίου (C_OH) ὡς μέτρον τῆς βασικότητος τῶν διαλυμάτων βασικῆς ἀντιδράσεως.

Οὔτω π.χ. ἐν διάλυμα μὲ $\text{C}_\text{H} = 10^{-4}$ εἶναι περισσότερον ὀξινον ἐνὸς ἄλλου μὲ $\text{C}_\text{H} = 10^{-5}$, ἐν διάλυμα μὲ $\text{C}_\text{OH} = 10^{-3}$ εἶναι περισσότερον βασικὸν ἐνὸς ἄλλου μὲ $\text{C}_\text{OH} = 10^{-3.5}$ κ.ο.κ.

5.20 Ἡ ὑπαρξίς ὁμοῦ τῆς σχέσεως

$$\text{C}_\text{H} \cdot \text{C}_\text{OH} = k$$

ὅταν $k = 10^{-14}$, ἐπιτρέπει τὴν χρησιμοποίησιν μιᾶς μόνον συγκεντρώσεως (π.χ. τῆς τῶν ὕδρογόνων C_H) ὡς μέτρον καὶ τῆς ὀξύτητος καὶ τῆς βασικότητος τόσον τῶν ὀξίνων ὅσον καὶ τῶν βασικῶν διαλυμάτων.

Πράγματι τὸ βασικὸν διάλυμα μὲ $\text{C}_\text{OH} = 10^{-3}$ δύναται ν' ἀποδοθῇ ὡς διάλυμα μὲ $\text{C}_\text{H} = 10^{-11}$, ὁμοίως τὸ διάλυμα μὲ $\text{C}_\text{OH} = 10^{-3.5}$ ὡς διάλυμα μὲ $\text{C}_\text{H} = 10^{-10.5}$ κ.ο.κ.

Οὔτω προκύπτει τὸ πόρισμα: **Πᾶν διάλυμα, ὀξινον, οὐδέτερον ἢ βασικόν, δύναται νὰ ἀποδοθῇ, ἀπὸ ἀπόψεως ἡλεκτρολυτικῆς ἰσχύος, διὰ τῆς συγκεντρώσεως τῶν ἰόντων τοῦ ὕδρογόνου καὶ μόνον (C_H).**

Συμφώνως πρὸς τ' ἀνωτέρω ἔπεται ὅτι ἐν οὐδέτερον διάλυμα ὁρίζεται ὡς διάλυμα μὲ

$$\text{C}_\text{H} = 10^{-7}$$

ἐν ὀξινον διάλυμα ὁρίζεται ὡς διάλυμα μὲ

$$\text{C}_\text{H} > 10^{-7}$$

ἐν βασικὸν διάλυμα ὡς

$$\text{C}_\text{H} < 10^{-7}$$

Ἐννοεῖται ὅτι, θεωρητικῶς, τὸ περισσότερον ὀξινον διάλυμα θὰ εἶναι τὸ ἀντίστοιχον πρὸς $\text{C}_\text{H} = 10^0$ (δηλ. $\text{C}_\text{H} = 1$), τὸ ὁποῖον ἀντιπροσωπεύει περίπτωσιν ὅπου ἔξ ἐνὸς μορίου ὕδατος προκύπτει ἓν ἰὸν H^+ . Ὁμοίως τὸ περισσότερον βασικὸν διάλυμα εἶναι τὸ ἀντίστοιχον πρὸς $\text{C}_\text{H} = 10^{-14}$ (δηλ. $\text{C}_\text{OH} = 10^0$, $\text{C}_\text{OH} = 1$), ὅπου ἔξ ἐνὸς μορίου ὕδατος προκύπτει ἓν ἰὸν OH^- .

5.21 Ἡ συγκέντρωσις C_H , ὡς μικροτέρα τῆς μονάδος, ἀποδίδεται πάντοτε ὡς δύναμις τοῦ 10 μὲ ἀρνητικὸν ἐκθέτην. Ἐπειδὴ τοῦτο συμβαίνει πάντοτε, εἶναι δυνατόν νὰ ὑπονοῇται, πρὸς ἀπλοποιήσιν, καὶ ἡ βάσις 10 καὶ τὸ ἀρνητικὸν σημεῖον τοῦ ἐκθέτου. Οὕτω π.χ. ἐν διάλυμα ὤξινον μὲ $C_H = 10^{-3}$ δύναται ν' ἀποδοθῇ μόνον διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 3, ὡς διάλυμα π.χ. 3 βαθμῶν, ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν βεβαίως ὅτι ὁ ὅρος «βαθμὸς» ὑπονοεῖ εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν τὴν βάσιν 10 καὶ τὸ ἀρνητικὸν σημεῖον τοῦ ἐκθέτου.

Ἡ ἀπλοποιήσις αὕτη χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα εἰς τὴν πράξιν. Παραλείπεται ἡ βάσις 10, παραλείπεται τὸ ἀρνητικὸν σημεῖον καὶ διατηρεῖται μόνον ὁ ἐκθέτης, ὡς θετικὸς ἀριθμὸς, ὁ ὁποῖος καλεῖται **Πεχά** (P_H).

Οὕτω ἐν διάλυμα ὤξινον μὲ $C_H = 10^{-4}$ ἀποδίδεται ὡς διάλυμα μὲ $P_H = 4$, ἐν διάλυμα βασικὸν μὲ $C_H = 10^{-9}$ ὡς διάλυμα μὲ $P_H = 9$ καὶ τέλος ἐν διάλυμα οὐδέτερον ὡς διάλυμα μὲ $P_H = 7$.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω τεθείσης ἀνθαιρεσίας ἔπεται ἡ σχέσις.

$$C_H = 10^{-P_H}$$

Διὰ λογαριθμίσσεως, κατὰ τὸ σύστημα τῶν δεκαδικῶν λογαρίθμων, ἔπεται

$$\log C_H = -P_H \cdot \log 10$$

$$\log C_H = -P_H$$

$$P_H = -\log C_H$$

Ἐκ τῆς τελευταίας ταύτης μορφῆς προκύπτει ὁ ὁρισμὸς τοῦ P_H ὡς ἀντιπροσωπεύοντος τὸν ἀρνητικὸν δεκαδικὸν λογάριθμον τῆς συγκεντρώσεως τῶν κατιόντων ὑδρογόνου.

5.22 Κατ' ἀκολουθίαν προκύπτουν, βάσει τοῦ P_H , καὶ οἱ ὁρισμοὶ τοῦ οὐδετέρου, τοῦ ὠξίνου καὶ τοῦ βασικοῦ διαλύματος. Οὕτω δέ, καλεῖται οὐδέτερον πᾶν διάλυμα ὅπου $P_H = 7$, ὠξίνον πᾶν διάλυμα μὲ $P_H < 7$ (μέχρι $P_H = 0$) καὶ βασικὸν πᾶν διάλυμα μὲ $P_H > 7$ (μέχρι $P_H = 14$).

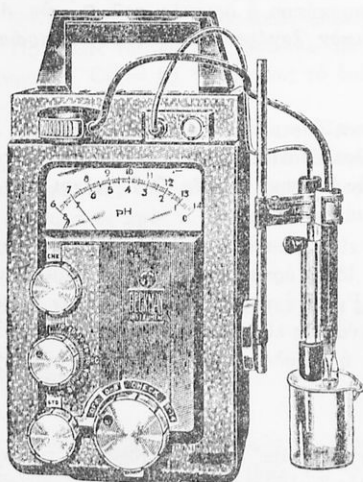
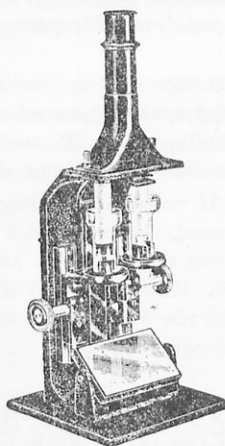
Ἡ γνῶσις τοῦ P_H ἐνὸς διαλύματος εἶναι ἀπαραίτητος εἰς πλείστας ὅσας περιπτώσεις, καθόσον πολλὰ ἀντιδράσεις, ἰδίως ὀργανικαὶ καὶ βιοχημικαί, ἐπιτυγχάνονται εἰς ὀρισμένην μόνον τιμὴν P_H ἢ ἐντὸς ὀρισμένης μόνον περιοχῆς τιμῶν. Ἡ μέτρησις τοῦ P_H ἐνὸς διαλύματος εἶναι δυνατὴ διὰ πολλῶν τρόπων μεταξὺ τῶν ὁποίων εἶναι ἀξιοσημείωτος ἡ μέθοδος τοῦ Πεχαμέτρου καὶ ἡ χρωματομετρικὴ τοιαύτη.

5.23 Τὸ **Πεχάμετρον** εἶναι ὄργανον ἀπ' εὐθείας ἐνδείξεως τὸ ὁποῖον στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ὅτι, μεταξὺ ἐνὸς διαλύματος καὶ ἐνὸς δεδομένου συστήματος ἡλεκτροδίων ἀναπτύσσεται ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἀνάλογος περίπου τοῦ P_H τοῦ διαλύματος.

Π Ι Ν Α Ξ V — 3

ΤΙΜΑΙ P_H ΔΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΟΞΕΩΝ ΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΛΑΤΩΝ

Δ ι α λ ύ μ α τ α	P_H	Δ ι α λ ύ μ α τ α	P_H
*Υδροχλωρικών δξὺν (HCl) $N/1$	0,1	*Οξινον ἀνθρακικὸν νάτριον $N/10$	8,4
*Υδροχλωρικών δξὺν HCl $N/10$	1,1	Τετραβορικών νάτρ. (Βόραξ) $N/10$	9,2
Θεικόν δξὺν H_2SO_4 $N/1$	0,3	*Υδροξείδιον τοῦ μαγνησίου	10,5
Θεικόν δξὺν H_2SO_4 $N/10$	1,2	*Αμμωνία (NH ₄ OH) $N/100$	10,
Θειῶδες δξὺν H_2SO_3 $N/10$	1,5	*Αμμωνία (NH ₄ OH) $N/10$	11,1
Κιτρικόν δξὺν $N/10$	2,2	*Αμμωνία (NH ₄ OH) $N/1$	11,6
Μυρμηρικόν δξὺν $N/10$	2,3	*Ανθρακικόν νάτριον (Na ₂ CO ₃) $N/10$	11,8
*Ανθρακικόν δξὺν H_2CO_3	3,8	Κανστικόν ζάλι (KOH) $N/10$	13,0
*Υδροθειον H_2S $N/10$	4,1	Κανστικόν νάτριον (NaOH) $N/10$	13,0
Βορικόν δξὺν H_3BO_3 $N/10$	5,2	Κανστικόν νάτριον (NaOH) $N/1$	13,9

Σχ. 5.23.1 *Ηλεκτρικὴ συσκευή διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ P_H (Πεχάμετρον φορητὸν τύπου Beckman).Σχ. 5.24.1 Χρωματόμετρον διὰ τὸν ὑπολογισμόν τοῦ P_H .

5.24 Ἡ χρωματομετρικὴ μέθοδος βασίζεται εἰς τὸ γεγονὸς ὅτι ἕκαστος δείκτης ἀλλάσσει χρῶμα εἰς ὥρισμένην περιοχὴν Ρ_H. Οὕτω π.χ. ἡ Ἡλιανθίνη (Πορτοκαλλόχρουν τοῦ μεθυλίου) ἀλλάσσει χρῶμα εἰς Ρ_H μεταξύ 3 καὶ 4 καθι-
σταμένη κιτρίνη διὰ Ρ_H > 4 καὶ ἐρυθρὰ διὰ Ρ_H < 4. Ἡ φαινολοφθαλεΐνη ἀλλάσσει χρῶμα εἰς Ρ_H μεταξύ 8 καὶ 10 καθισταμένη ἐρυθρὰ διὰ Ρ_H > 10 καὶ ἄχρους διὰ Ρ_H < 8.

Ἐπὶ παραδείγματι, ἂν ἐν διάλυμα δοκιμασθῇ μὲ ἡλιανθίνην καὶ χρωσθῇ κίτρινον ἐξάγεται τὸ συμπέρασμα ὅτι πρόκειται περὶ διαλύματος μὲ Ρ_H > 4. Ἄν πάλιν τὸ αὐτὸ διάλυμα δοκιμασθῇ μὲ φαινολοφθαλεΐνην καὶ παραμένει ἄχρουν ἐξάγεται τὸ συμπέρασμα ὅτι πρόκειται περὶ διαλύματος μὲ Ρ_H < 8. Ἐκ τῶν δύο τούτων δοκιμῶν ἔπεται προφανῶς ὅτι τὸ ἐξεταζόμενον διάλυμα ἔχει Ρ_H μεταξύ 4 καὶ 8 (δηλ. 8 > Ρ_H > 4).

Ἡ χρῆσις περισσοτέρων τῶν δύο δεικτῶν περιορίζει τὰς τιμὰς καὶ ἐντοπίζει τὸ ζητούμενον Ρ_H ἐντὸς στενωτέρων ὁρίων.

Π Ι Ν Α Ξ V - 4
ΤΙΜΑΙ Ρ_H ΔΙΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΥΛΙΚΑ

Ὑ λ ι κ ᾶ	Ρ _H	Ὑ λ ι κ ᾶ	Ρ _H
Βιολογικὰ ὑλικά :		Ζυθός	4,0 — 5,1
Αἷμα (ἀνθρ.)	7,3 — 7,5	Καρόττα	4,9 — 5,3
Γαστρικὸν ὑγρὸν	1,0 — 3,0	Λεμόνια	2,2 — 2,4
Γάλα (ἀνθρ.)	6,6 — 7,6	Μπανάνες	4,5 — 4,7
Χολή	6,8 — 7,0	Οἶνος	2,8 — 3,8
		Ὅξος	2,4 — 3,4
Τρόφιμα :		Πορτοκάλια	3,0 — 4,0
Ἄρτος καὶ ζυμαρικά	5,0 — 6,0	Σταφυλαί	3,5 — 4,5
Βερύκοκα	3,6 — 4,0	Τομάται	4,0 — 4,4
Βούτυρον ἀγελάδος	6,1 — 6,4	Τυρός	4,8 — 6,4
Γαϊόμηλα	5,6 — 6,0	Ὑδωρ πόσιμον	6,5 — 7,8
Γάλα νοπὸν	6,3 — 6,6	Φασόλοι	5,0 — 6,0
Ἑλαῖαι	3,6 — 3,8	Ῥά (λεύκωμα)	7,6 — 8,0

5.25 Διὰ τὸν ταχὺν προσδιορισμὸν τοῦ Ρ_H χρησιμοποιοῦνται πολλάκις μίγματα δεικτῶν λαμβάνοντα ὥρισμένον χρῶμα εἰς ὥρισμένην περιοχὴν τοῦ Ρ_H. Μεταξὺ τῶν μιγμάτων τούτων εἶναι ἀξιοσημείωτος ὁ λεγόμενος δείκτης τοῦ

Yamada, ὁ ὁποῖος λαμβάνει κατὰ σειρὰν τὰ χρώματα τῆς ἱριδος διὰ διαφορικούς τιμὰς τοῦ P_H , ἀποτελεῖται δὲ ἀπὸ μίγμα 0,1 gr φαινόλοφθαλείνης, 0,2 gr ἐρυθροῦ τοῦ μεθυλίου, 0,3 gr διμεθυλαμινοαζωβενζολίου, 0,4 gr κυανοῦ τῆς βρώμοθυμόλης καὶ 0,5 gr κυανοῦ τῆς θυμόλης. Τὸ μίγμα τοῦτο φέρεται ὡς διάλυμα ἐντὸς 500 cm^3 ἀπολύτου ἀλκοόλης.

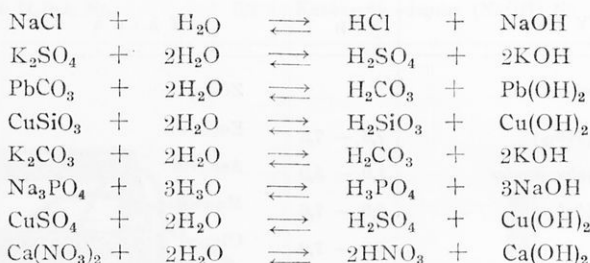
Ὁ οὕτω παρασκευαζόμενος δείκτης καθίσταται ἐρυθρὸς εἰς $P_H = 2$, πορτοκαλλόχρους εἰς $P_H = 4$, κίτρινος εἰς $P_H = 6$, πράσινος εἰς $P_H = 8$ καὶ κυανοῦ εἰς $P_H = 10$ καὶ ἄνω.

ΥΔΡΟΛΥΣΙΣ ΑΛΑΤΩΝ

5.26 Κατὰ τὴν ἐντὸς ὕδατος διάλυσίν των *τὰ ἄλατα*, ὑπόκεινται κατὰ κανόνα εἰς ὑδρόλυσιν, ἥτοι *ἀντιδρῶν μεθ' ὕδατος με σχηματισμὸν τοῦ ἀντιστοίχου ὀξέος καὶ τῆς ἀντιστοίχου βάσεως*, συμφώνως πρὸς τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι:



5.27 Ἡ ὑδρόλυσις εἶναι ἀντίδρασις *μερικὴ καὶ παροδική*, ὥς καὶ ὁ ἰοντισμός, ἥτοι παρουσιάζεται ἐπὶ μέρους μόνον τῶν ἐν διαλύσει μορίων καὶ ἐφόσον διατηρεῖται ἡ κατάστασις τοῦ διαλύματος.

Ἐπίσης ἡ ὑδρόλυσις εἶναι ἀνεξάρτητος καὶ ἀσχετος πρὸς τὸν ἀνυπάρχοντα ἰοντισμόν.

Οὕτω π.χ. ἐὰν ἐν ἄλας ἰοντίζεται κατὰ 10% εἶναι δυνατόν νὰ ὑδρολύεται κατὰ 0% μέχρι 90% δὲν εἶναι ὅμως δυνατόν νὰ εὑρεθῇ τὸ ποσοστὸν τῆς ὑδρόλύσεως ἐκ τοῦ ποσοστοῦ τῆς διαστάσεως καὶ ἀντιστροφῶς.

Ἐπίσης ἐὰν ἐν ἄλας (α) ἰοντίζεται κατὰ 5% καὶ ὑδρολύεται κατὰ 60% δὲν ἀποκλείεται ἐν ἑτερον ἄλας (β) νὰ ἰοντίζεται καὶ πάλιν κατὰ 5% καὶ νὰ ὑδρολύεται κατὰ 20%.

Γενικῶς ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν μορίων ἐνὸς διαλελυμένου ἁλατος ἐν μέρος ὑπόκειται εἰς διάστασιν, ἐν μέρος εἰς ὑδρόλυσιν καὶ ἐν ὑπόλοιπον παραμένει πάντοτε ἐν οὐδετέρῳ καταστάσει ἀναλλοιώτων μορίων.

5.28 Ἡ σημασία τῆς ὑδρολύσεως ἔγκειται εἰς τὸ γεγονός ὅτι τὸ δξύ καὶ ἡ βάσις, ὡς τελικὰ προϊόντα, ὑπόκεινται εἰς ἰοντισμὸν κατὰ δευτερογενῆ τρόπον καὶ δίδουν γένεσιν εἰς ἰόντα H^+ καὶ OH^- .

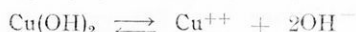
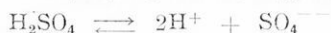
Οὕτω, π. χ., κατὰ τὴν διάλυσιν θειικοῦ χαλκοῦ ἐντὸς ὕδατος ἐπέρχεται ἰοντισμὸς τοῦ ἁλατος



ἐπὶ ἐνὸς ἄλλου μέρους ἐπέρχεται ὑδρόλυσις



καὶ τέλος ἐκ τῶν προϊόντων, H_2SO_4 καὶ $Cu(OH)_2$, νέος ἰοντισμὸς

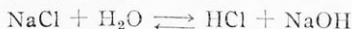


Οὕτω ἐν διάλυμα θειικοῦ χαλκοῦ περιέχει ἐν τῇ συνόλῳ του μόρια H_2O , μόρια $CuSO_4$, μόρια $Cu(OH)_2$, μόρια H_2SO_4 , ἰόντα Cu^{++} , ἰόντα SO_4^{--} , ἰόντα H^+ καὶ ἰόντα OH^- .

Ἔνεκα τῆς διαφόρου ἰσχύος βάσεως καὶ ὀξέος ἔπεται ὅτι ἐν διάλυμα ἁλατος δὲν θὰ περιέχῃ τὴν αὐτὴν ποσότητα κατιόντων H^+ καὶ ἀνιόντων OH^- . Εἰς τὸ παράδειγμα τοῦ $CuSO_4$ τὸ θεικὸν δξύ, ὡς ἰσχυρόν, δίδει πολὺν περισσότερα κατιόντα H^+ ἀπὸ τὰ ἀνιόντα OH^- τὰ προκύπτοντα ἐκ τῆς ἀσθενοῦς βάσεως τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ χαλκοῦ. Οὕτω τὸ διάλυμα τοῦ ἁλατος $CuSO_4$, διάλυμα φαινομενικῶς οὐδέτερον, παρουσιάζει περίσσειαν ὑδρογονιόντων H^+ ὡς πρὸς τὰ ὑδροξυλίοντα OH^- καὶ ἐμφανίζεται ἐξ ὑδρολύσεως ἰσχυρῶς ὀξινον, ἥτοι ἐμφανίζεται ὡς διάλυμα μὲ $p_H < 7$.

Ἡ σημασία τῆς ὑδρολύσεως ἔγκειται ἀκριβῶς εἰς τὸ γεγονός ὅτι καθορίζει τὴν ἀντίδρασιν ἐνὸς ἁλατος, ἥτις δύναται νὰ εἶναι ὀξινος, οὐδέτερος ἢ βασικὴ, ἀναλόγως πρὸς τὴν ἰσχὴν τῶν προϊόντων τῆς ὑδρολύσεως, καὶ ἀσχετος πρὸς τὴν ἀρχικὴν τυπικὴν μορφήν τοῦ μορίου.

5.29 Οὕτω π. χ. τὸ $NaCl$ εἶναι ἄλας καὶ τυπικῶς καὶ ἐξ ὑδρολύσεως οὐδέτερον, καθόσον ἡ ὑδρόλυσις



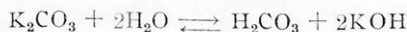
δίδει ἰσχυρὸν δξύ καὶ ἰσχυρὰν βάσιν.

Ὁ $PbCO_3$ εἶναι ἐπίσης ἄλας καὶ τυπικῶς καὶ ἐξ ὑδρολύσεως οὐδέτερον, καθόσον ἡ ὑδρόλυσις



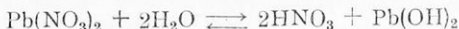
δίδει ἀσθενὲς δξύ καὶ ἀσθενῆ βάσιν.

Τὸ ἀνθρακικόν κάλι K_2CO_3 εἶναι ἄλας οὐδέτερον μὲν τυπικῶς βασικὸν δμως ἐξ ὑδρολύσεως, καθόσον ἡ ὑδρόλυσις



δίδει ἀσθενὲς δξύ καὶ ἰσχυρὰν βάσιν.

Ἀντιστοίχως ὁ νιτρικὸς μόλυβδος $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ εἶναι ἄλλας οὐδέτερον μὲν τυπικῶς ὀξινον ὅμως ἐξ ὑδρολύσεως, καθόσον ἡ ὑδρολύσις



δίδει ἰσχυρὸν ὀξύ καὶ ἀσθενῆ βάσιν.

Ὅμοιως ὁ βασικὸς νιτρικὸς μόλυβδος PbNO_3OH , ἄλλας τυπικῶς βασικόν, εἶναι λίαν ὀξίνου ἀντιδράσεως, εἶναι δηλαδή ἄλλας ὀξινον ἐξ ὑδρολύσεως, διότι κατὰ τὴν ἀντίδρασιν ὑδρολύσεώς του



προκύπτει μίγμα ἐξ ἰσχυροῦ ὀξέος καὶ ἀσθενοῦς βάσεως.

5.30 Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ἐνῶ τὸ ὀξινον θεικὸν κάλι KHSO_4 εἶναι ἐλαφρῶς ὀξινον (σχεδὸν οὐδέτερον), ἀντιθέτως τὸ ὀξινον ἀνθρακικὸν κάλι KHCO_3 εἶναι ἰσχυρῶς βασικὸν ὅσον σχεδὸν καὶ τὸ οὐδέτερον ἀνθρακικὸν κάλι K_2CO_3 .

ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΙΣ

5.31 Τὰ διαλύματα τῶν *ηλεκτρολυτῶν (ὀξέων, βάσεων καὶ ἀλάτων)* εἶναι *καλοὶ ἀγωγοὶ* τοῦ ηλεκτρισμοῦ ὡς ἐκ τῶν περιεχομένων ἰόντων. Ἐνεκα τῆς καλῆς ἀγωγιμότητος πᾶσα ἐφαρμογὴ τάσεως (U) εἰς τὰ ἄκρα ἐνὸς διαλύματος ηλεκτρολύτου συνεπάγεται ἐμφάνισιν ηλεκτρικοῦ ρεύματος, ἐντάσεως I, συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν

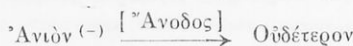
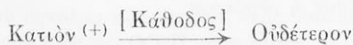
$$I = \frac{U}{R}$$

ὅπου R ἡ ἀντίστασις τοῦ διαλύματος.

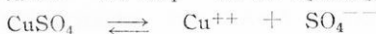
Ἡ διέλευσις τοῦ ρεύματος διὰ τῶν διαλυμάτων τούτων συνεπάγεται σειρὰν χημικῶν ἀλλοιώσεων, αἵτινες ἐν τῷ συνόλῳ τῶν συνιστοῦν τὸ φαινόμενον τῆς ηλεκτρολύσεως.

Κατ' ἀρχὴν ἡ ἐφαρμογὴ τῆς τάσεως U ἐπιτυγχάνεται μέσῳ δύο ηλεκτροδίων (k καὶ a), ἐκ τῶν ὁποίων τὸ ἐν (a), τὸ συνδεδεμένον μὲ τὸν θετικὸν πόλον τῆς τροφοδοτοῦσης πηγῆς, χαρακτηρίζεται ὡς *ἀνοδος* καὶ τὸ ἕτερον (k) ὡς *κάθοδος*.

Ἄμα τῇ ἐφαρμογῇ τῆς ηλεκτρικῆς τάσεως νὰ ἰόντα ὀδηγοῦνται, ἔνεκα τοῦ δημιουργουμένου πεδίου, πρὸς τὰ ἀντίστοιχα ηλεκτροδία καὶ διὰ τὰ *κατιόντα* (+) *πρὸς τὴν κάθοδον* (—) *καὶ τὰ ἀνιόντα* (—) *πρὸς τὴν ἄνοδον* (+), ἀκολουθῶς δὲ χάνουν τὸ φορτίον των ἐξουδετερούμενα ὑπὸ τῶν ἀντιστοίχων ηλεκτροδίων καὶ μετατρέπονται εἰς οὐδέτερα ἄτομα ἢ ρίζας κατὰ τὸ σχῆμα



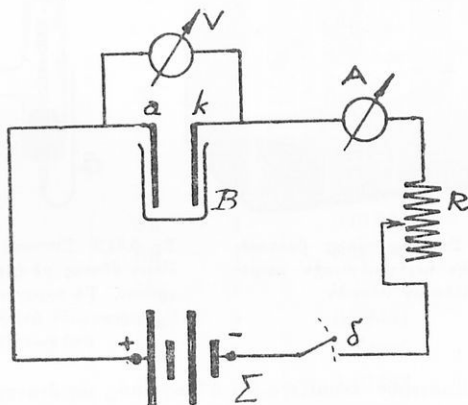
Ούτω π.χ. κατά την εφαρμογήν τάσεως εἰς διάλυμα θειικοῦ χαλκοῦ CuSO_4 , ὅπου περιέχονται ἰόντα Cu^{++} καὶ SO_4^{--} ἐκ τοῦ προϋπάρχοντος ἰοντισμοῦ



ὁδηγοῦνται τὰ μὲν κατιόντα εἰς τὴν κάθοδον, ὅπου δίδουν γένεσιν εἰς οὐδέτερα ἄτομα χαλκοῦ



τὰ δὲ ἀνιόντα εἰς τὴν ἄνοδον, ὅπου δίδουν κατ' ἀρχὴν γένεσιν εἰς οὐδέτερας θεικῆς ρίζας



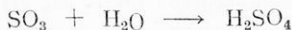
Σχ. 5.31.1 Σχηματική παράστασις ηλεκτρολύσεως διαλύματος. (Σ) Τροφοδοτοῦσα πηγή. (B) Βολτάμετρον. (a, k) Ἄνοδος καὶ κάθοδος βολταμέτρον. (R) Ρυθμιστικὴ ἀντίστασις. (A, V) Ἀμπερόμετρον καὶ βολτόμετρον.

5.32 Τὰ οὐδέτερα σωματίδια, τὰ προκύπτοντα ἀπὸ τὴν ὁδήγησιν καὶ τὴν ἐξουδετέρωσιν τῶν ἰόντων, εἶναι δυνατόν νὰ παραμείνουν ὥς ἔχουν ἢ νὰ ὑποστοῦν καὶ περαιτέρω δευτερογενεῖς ἀντιδράσεις, συμφώνως πρὸς τὰς ἐκάστοτε χημικὰς ιδιότητάς των.

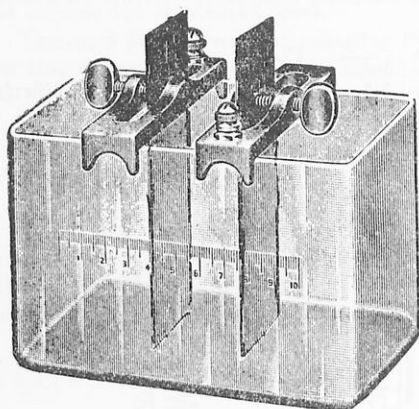
Οὕτω, εἰς τὸ παράδειγμα τοῦ CuSO_4 ὁ χαλκός, ὁ προκύπτων εἰς τὴν κάθοδον, παραμένει ὥς ἔχει καὶ καλύπτει τὸ ηλεκτρόδιον ἐν εἶδει λεπτοῦ μεταλλικοῦ στρώματος εἰς τρόπον ὥστε νὰ προκαλεῖται ἐπιχάλκωσις. Ἡ θεικὴ ρίζα ὅμως δὲν παραμένει, ὥς ἀσταθὴς, ἀλλὰ κατ' ἀρχὰς μετατρέπεται εἰς τριοξειδίον τοῦ θείου καὶ δευγόνον



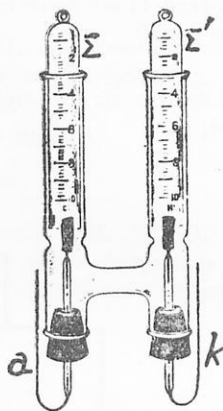
ἐν συνεχείᾳ δὲ δίδει γένεσιν εἰς θεικὸν ὀξύ



τὸ ὁποῖον, ἐμφιστάμενον ὁμοίως ἠλεκτρολύσειν, δίδει ὡς τελικὰ προϊόντα ὕδρo-γόνον καὶ ὀξυγόνον.



Σχ. 5.31.2 Συνήθης τύπος βολταμέ-
τρου διὰ τὴν ἠλεκτρολυτικὴν ἐπιμε-
τάλλωσιν πλακῶν.



Σχ. 5.31.3 Συσκευή διὰ τὴν ἠλεκτρο-
λύσειν ὕδατος με ἠλεκτροδία ἐκ λευκο-
χρύσου. Τὰ παραγόμενα ἀέρια (H_2 καὶ
 O_2) προκαλοῦν ἀνέμφωσιν τῶν κινητῶν
σολήνων Σ καὶ Σ'.

5.33 Παλαιότερον ἐνομίζετο ὅτι ὁ ἰοντισμός, ὡς ἀναγκαία συνθήκη διὰ τὴν ἐπίτευξιν τῆς ἠλεκτρολύσεως, εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἐφαρμογῆς τῆς τάσεως (U). Σήμερον ὅμως εἶναι γνωστόν, ὡς τὸ πρῶτον ἀπέδειξεν ὁ Arrhenius, ὅτι *ὁ ἰοντισμός εἶναι ιδιότης τοῦ ἠλεκτρολύτου αὐτοῦ τοῦτου, ἄσχετος καὶ ἀνεξάρητος τῆς ἐφαρμογῆς ἢ μὴ ἠλεκτρικῆς τάσεως (U)*.

5.34 Κατὰ πᾶσαν ἠλεκτρολύσειν ὑπάρχει ποσοτικὴ σχέσις συνδέουσα τὰ καθαρῶς ἠλεκτρικὰ μεγέθη, ὡς εἶναι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος (I), με τὰ καθα-
ρῶς χημικὰ, ὡς εἶναι τὰ βάρη, τὰ ἀτομικὰ βάρη κλπ. Ἡ σχέσις αὕτη, γνωστὴ ὡς ἐξίσωσις τοῦ Faraday ἔχει μορφήν

$$m = \frac{\alpha \cdot I \cdot t}{\sigma \cdot F}$$

ὅπου α τὸ ἀτομικὸν βᾶρος τοῦ ἠλεκτρολυομένου ἰόντος, σ τὸ σθένος του, I ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος (εἰς Ampère), t ὁ χρόνος διελεύσεως τοῦ ρεύματος (εἰς sec) καὶ m ἡ μᾶζα τοῦ ἐλευθερουμένου ἰόντος (εἰς gr). Ἡ σταθερὰ F (σταθερὰ τοῦ Faraday) ἔχει τιμὴν ἐξαχτωμένην ἐκ τοῦ ἐφαρμοζομένου συστήματος μονά-

Π Ι Ν Α Ξ V — 5
ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Στοιχεία	Σύμβολον καὶ Σθένος	Ἡλεκτροχημικὰ ἰσοδύναμα	
		mgr/Cb	gr/A.h
Ἀργύλλιον	Al, + 3	0,09316	0,3354
Ἀργυρος	Ag, + 1	1,11793	4,0245
Ἀσβέστιον	Ca, + 2	0,20767	0,7476
Βάριον	Ba, + 2	0,71171	2,5622
Βρώμιον	Br, — 1	0,82815	2,9813
Θεῖον	S, — 2	0,16611	0,5980
Ἰώδιον	I, — 1	1,31523	4,7348
Κάλι	K, + 1	0,40514	1,4585
Κασσίτερος	Sn, + 2	0,61503	2,2141
Κασσίτερος	Sn, + 4	0,30751	1,1070
Μαγνήσιον	Mg, + 2	0,12601	0,4536
Μαγγάνιον	Mn, + 2	0,28461	1,0246
Μαγγάνιον	Mn, + 4	0,14230	0,5123
Μόλυβδος	Pb, + 2	1,07363	3,8651
Νάτριον	Na, + 1	0,23831	0,8579
Ὄξυγόνον	O, — 2	0,08290	0,2985
Σίδηρος	Fe, + 2	0,28938	1,0418
Σίδηρος	Fe, + 3	0,19291	0,6945
Υδροάργυρος	Hg, + 1	2,07886	7,4839
Υδροάργυρος	Hg, + 2	1,03943	3,7419
Υδρογόνον	H, + 1	0,01045	0,0376
Φθόριον	F, — 1	0,19689	0,7088
Χαλκός	Cu, + 1	0,65876	2,3715
Χαλκός	Cu, + 2	0,32938	1,1858
Χρυσός	Au, + 1	2,04352	7,3567
Χρυσός	Au, + 3	0,68117	2,4522
Χρώμιον	Cr, + 3	0,17965	0,6468
Ψευδάργυρος	Zn, + 2	0,33876	1,2195

δων. Διὰ τὰ ποσὰ I , t , m ἀντιστοίχως εἰς Ampère, sec καὶ gr ἡ σταθερὰ αὕτη ἔχει τιμὴν περίπου

$$F = 96500 \frac{Cb}{gr.eq}$$

ὅποτε ὁ ὡς ἀνωτέρω τύπος λαμβάνει μορφήν

$$m = \frac{\alpha \cdot I \cdot t}{\sigma \cdot 96500}$$

Πολλάκις δίδεται ὡς ἐνιαῖον μέγεθος τὸ κλᾶσμα α/σ καὶ χαρακτηρίζεται ὡς χημικὸν ἰσοδύναμον (X). Ἐπίσης ὡς ἐνιαῖον μέγεθος δίδεται καὶ τὸ κλᾶσμα τοῦτο διηρημένον διὰ τῆς σταθερᾶς τοῦ Faraday (δηλ. τὸ X/F), ὅποτε χαρακτηρίζεται ὡς ἠλεκτροχημικὸν ἰσοδύναμον (H).

Διὰ τοὺς λόγους τούτους οἱ ποσοτικοὶ νόμοι τῆς ἠλεκτρολύσεως ἀποδίδονται καὶ συναρτήσῃ τοῦ χημικοῦ ἢ τοῦ ἠλεκτροχημικοῦ ἰσοδυναμίου.

6. ΑΤΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΑ ΒΑΡΗ

ΑΤΟΜΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ

6.1 Ἐξ ὁρισμοῦ ὡς *ἀτομικὸν βάρος* νοεῖται τὸ βάρος ἑνὸς ἀτόμου, ὡς *ἀτομικὴ μᾶζα* δὲ νοεῖται ἀντιστοίχως ἡ μᾶζα ἑνὸς ἀτόμου.

Ὡς συνήθως συμβαίνει καὶ εἰς τὴν μηχανικὴν ταυτίζεται, πρακτικῶς, ἡ ἔννοια τοῦ βάρους μετὰ τὴν τῆς μάζης ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι δὲν ἐξετάζονται θέματα σχετικὰ μετὰ ἐπιταχύνειν ἢ παραγώγους τῆς ἐπιταχύνσεως ἔννοιας.

Οὕτω διὰ τοῦ ὅρου ἀτομικὸν βάρος στοιχείου νοεῖται τὸ βάρος, ἢ ὁρθότερον ἡ μᾶζα, ἑνὸς ἀτόμου τοῦ ἐν λόγῳ στοιχείου.

6.2 Ὡς μονὰς μάζης, ἢ βάρους, εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ἀτόμων καὶ τῶν παρεμφερῶν συμπλεγμάτων, δηλαδὴ μορίων, ριζῶν κλπ., δὲν λαμβάνεται τὸ gr οὔτε ἄλλη τις μονὰς τῶν ἐν χρήσει συστημάτων καὶ τοῦτο ἕνεκα τῆς πολὺ μικρᾶς τιμῆς τῶν μαζῶν τῶν σωματιδίων τούτων. Πράγματι, μετὰ μονάδα τὸ γραμμάριον, τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ ὕδρογόνου θὰ ἦτο $\alpha = 1,6734 \cdot 10^{-24}$ gr, τοῦ ἄζωτου $\alpha = 23,4276 \cdot 10^{-24}$ gr, τοῦ ὀξυγόνου $\alpha = 26,7742 \cdot 10^{-24}$ gr κ.ο.κ.

Πρὸς ἀπλοποίησιν τῶν ἐκφράσεων καθωρίσθη ἀρχικῶς ὡς *αὐθαίρετος μονὰς μετρήσεων* ἡ μᾶζα, ἥτοι πρακτικῶς τὸ βάρος, τοῦ ἀτόμου τοῦ κοινοῦ αερίου ὕδρογόνου. Ἡ μᾶζα αὕτη (συμβολικῶς h) λαμβάνεται ὡς μονὰς τῆς λεγόμενης *παλαιᾶς χημικῆς κλίμακος*. Μετὰ βάσιν τὴν μονάδα ταύτην τὸ ὕδρογόνον ἔχει ἀτομικὸν βάρος $\alpha = 1$ h, τὸ ἄζωτον $\alpha = 13,993$ h περίπου, τὸ ὀξυγόνον $\alpha = 15,997$ h κ.ο.κ.

Ὁ συμβολισμὸς τῆς χρησιμοποιουμένης μονάδος δι' ἑνὸς συμβόλου *αὐθαιρέτου* (π.χ. διὰ τοῦ ὡς ἀνωτέρω h) *παρελείπετο* ὡς ὑπονοούμενος, οὔτω δὲ τὰ ἀτομικὰ βάρη ἐξεφράζοντο ἀπλῶς ὡς $\alpha = 1$, $\alpha = 13,993$, $\alpha = 15,997$ κλπ. Ἡ παράλειψις αὕτη ἐδημιούργησε τὴν ἐντύπωσιν ὅτι τὸ ἀτομικὸν βάρος εἶναι καθαρὸς ἀριθμὸς, ἐπέτεινε δὲ τὴν σύγχυσιν καὶ τὸ γεγονός ὅτι τὸ ἀτομικὸν τοῦτο βάρος ἐκφράζει τὸν λόγον τοῦ βάρους ἑνὸς ἀτόμου πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἀτόμου τοῦ ὕδρογόνου.

6.3 Ἡ ἀποψις ὅτι ἐν μέγεθος, ὅταν ἔχει μέτρον ἀποδιδόμενον διὰ λόγου ὁμοειδῶν μεγεθῶν, εἶναι μέγεθος καθαρῶς ἀριθμητικὸν εἶναι καθ' ὅλοκληρίαν λανθασμένη, δεδομένου ὅτι *πᾶν μέγεθος, εἴτε φυσικὸν εἴτε ἀριθμητικόν, ἔχει μέτρον ἀποδιδόμενον διὰ λόγου ὁμοειδῶν μεγεθῶν*. Ἐπὶ παραδείγματι ὅταν τὸ βάρος ἑνὸς τυχόντος ἀντικειμένου ἀποδίδεται ὡς $B = 15 \text{ Kgr}^*$ τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ βάρος του (B) εἶναι 15 φορὰς μεγαλύτερον ἑνὸς αὐθαιρέτως ληφθέντος ὡς μονάδος (τοῦ προτύπου χιλιογράμμου βάρους τῶν Παρισίων).

Ἐπὶ τοῦ προκειμένου ἐν μέγεθος εἶναι καθαρὸς ἀριθμὸς ὅταν δὲν ὑπόκειται εἰς μεταβολὴν τοῦ μέτρου του, μεταβαλλομένου τοῦ προτύπου συγκρίσεως, ἐνῶ εἶναι φυσικὸν μέγεθος ὅταν ὑπόκειται εἰς μεταβολὴν τοῦ μέτρου του μεταβαλλομένου τοῦ προτύπου του.

Οὕτω π.χ. τὰ ἀτομικὰ βάρη ἀλλάσσουν ὅταν δὲν ληφθῇ τὸ αὐτὸ πρότυπον (τὸ βάρος τοῦ ατόμου τοῦ κοινοῦ ὕδρογόνου). Μὲ πρότυπον τὸ βάρος ἑνὸς πρωτονίου (P) τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ ὕδρογόνου εἶναι $\alpha = 1,009$, τὸ τοῦ ἄζωτου $\alpha = 14,009$ τὸ τοῦ ὀξυγόνου εἶναι $\alpha = 16,001$ κ.ο.κ.

6.4 Σήμερον διὰ τὴν ἔκφρασιν τῶν ἀτομικῶν βαρῶν, ἢ μαζῶν, προτιμᾶται ἡ **νέα χημικὴ κλίμαξ** ἀντὶ τῆς παλαιᾶς. Κατὰ τὴν κλίμακα ταύτην (XK) ὡς μονὰς λαμβάνεται οὐχὶ ἡ μᾶζα ἑνὸς ατόμου ὕδρογόνου ἀλλὰ τὸ $1/16$ τῆς μάζης ἑνὸς ατόμου ὀξυγόνου. Κατὰ ταύτην τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ ὕδρογόνου ἀνέρχεται εἰς $\alpha = 1,008$ XK τὸ τοῦ ἄζωτου εἰς $\alpha = 14,008$ XK τὸ τοῦ ὀξυγόνου εἰς $\alpha = 16,000$ XK κ. ο. κ.

Μεγαλυτέρας ἀκριβείας μετρήσεις ἀποδίδονται διὰ τῆς λεγομένης **φυσικῆς κλίμακος** καθ' ἣν λαμβάνεται ὡς μονὰς τὸ $1/16$ τῆς μάζης οὐχὶ ἑνὸς ατόμου κοινοῦ ὀξυγόνου, ἀλλ' ἑνὸς ὠρισμένου εἴδους ατόμων ὀξυγόνου, εἴδους χαρκτηριζομένου ὡς ἰσοτόπου — 16.

Μὲ τὴν κλίμακα ταύτην (ΦΚ) αἱ τιμαὶ ἐμφανίζονται κατὰ τι μεγαλύτερα καὶ δὴ πολλαπλασιασμένοι ἐπὶ 1,0003 περίπου ὡς πρὸς τὰς τῆς χημικῆς τοιαύτης.

Οὕτω τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ ὕδρογόνου ἀνέρχεται εἰς $\alpha = 1,0083$ ΦΚ, τὸ τοῦ ἄζωτου εἰς $\alpha = 14,0094$ ΦΚ, τὸ τοῦ ὀξυγόνου εἰς $\alpha = 16,0048$ ΦΚ κ.ο.κ.

6.5 Εἶναι αὐτονόητον ὅτι εἰς περιπτώσιν μὴ τηρήσεως ἀκριβείας δὲν γίνεται διάκρισις μεταξὺ τῶν τριῶν κλιμάκων, τοῦτο δὲ ἰσχύει καὶ ἐφαρμόζεται συνήθως εἰς τὴν πράξιν. Οὕτω π.χ. τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ ἄζωτου λαμβάνεται ὡς ἴσον πρὸς 14, τιμὴν προσεγγίζουσαν πρὸς ἐκάστην τῶν τριῶν ἢ τεσσάρων τιμῶν 13,993 h, 14,009 p, 14,008 XK καὶ 14,0048 ΦΚ.

Δι' αὐτὸν ἀκριβῶς τὸν λόγον, κατὰ τὰς προσεγγιστικὰς ἐκφράσεις, δὲν συμβολίζεται ἡ μονὰς. Ὁ ὅρος $\alpha = 14$ δηλώνει ἀπλῶς προσέγγισιν μὲ βίαιαν οἰανδήποτε ἐκ τῶν μονάδων h, p, XK, ΦΚ.

ΜΟΡΙΑΚΟΝ ΒΑΡΟΣ

6.6 Ἐξ ὁρισμοῦ ὡς **μοριακὸν βάρος** στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως νοεῖται τὸ βάρος ἑνὸς μορίου τοῦ δεδομένου στοιχείου ἢ τῆς δεδομένης χημικῆς ἐνώσεως. Ὡς καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῶν ἀτομικῶν οὕτω καὶ εἰς τὰ μοριακὰ βάρη χρησιμοποιεῖται ἡ αὐτὴ μονὰς, ἢ τῆς τοῦ ατόμου τοῦ ὕδρογόνου ἢ τῆς τοῦ ἑνὸς δεκάτου ἔκτου τοῦ ατόμου τοῦ ὀξυγόνου, δηλαδὴ καὶ διὰ τὰ μοριακὰ βάρη ἐφαρμόζεται ἡ φυσικὴ ἢ ἡ χημικὴ κλίμαξ ἀναλόγως τῆς ἐκάστοτε ζητουμένης ἀκριβείας.

Π Ι Ν Α Ξ VI - 1

ΑΤΟΜΙΚΑΙ ΜΑΖΑΙ (ΑΤΟΜΙΚΑ ΒΑΡΗ) ΕΚΠΕΦΡΑΣΜΕΝΑΙ
ΕΙΣ ΤΑΣ ΤΡΕΙΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΤΗΣ ΜΙΚΡΟΦΥΣΙΚΗΣ

		Ἀ τ ο μ ι κ ῆ μ ᾶ ζ α		
		Παλαιὰ χημικὴ κλίμαξ (h)	Νέα χημικὴ κλίμαξ (XK)	Φυσικὴ κλίμαξ (ΦΚ)
Ὑδρογόνον,	H	1,000	1,0080	1,0083
Ἀνθράξ,	C	11,915	12,0110	12,0146
Ἀζωτον,	N	13,993	14,0080	14,0094
Ὄξυγόνον,	O	15,997	16,0000	16,0048
Νάτριον,	Na	22,815	22,9910	22,9979
Θεῖον,	S	31,811	32,0660	32,0756
Χλώριον,	Cl	35,277	35,4570	35,4676
Ἀσβέστιον,	Ca	39,759	40,0800	40,0920
Σίδηρος,	Fe	55,403	55,8500	55,8667
Ἀργυρος,	Ag	107,017	107,8800	107,9123
Ἰώδιον,	I	125,895	126,9100	126,9481
Μόλυβδος,	Pb	205,952	207,2100	207,2721

6.7 Τὸ μοριακὸν βάρος εὐρίσκεται διὰ προσθέσεως τῶν ἀτομικῶν βαρῶν ὅλων τῶν ἐντὸς τοῦ μορίου περιεχομένων ἀτόμων. Οὕτω π.χ. τὸ μοριακὸν βάρος (μ) τοῦ ὕδρογόνου (H_2) εὐρίσκεται ὥς $\mu = 2$, τὸ τοῦ ὀξυγόνου (O_2) ὥς $\mu = 32$, τὸ τοῦ ὄζοντος (O_3) ὥς $\mu = 48$. Ἀντιστοίχως τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ θειικοῦ ὀξέος (H_2SO_4) εἶναι $\mu = 98$, ὥς προκύπτει ἐκ τῆς ἐκφράσεως $\mu = 2 + 32 + 4 \cdot 16$.

Εἰς πολλὰς περιπτώσεις τὰ μοριακὰ βάρη, ἰδίως στοιχείων, δὲν εἶναι ὠρισμένα καὶ σταθερὰ ὥς ἐκ τῆς ὑπάρξεως πολλῶν παραλλαγῶν ἀπὸ ἀπόψεως μορίων. Οὕτω τὸ στοιχεῖον θεῖον ἔχει μόρια καὶ τῆς μορφῆς τῶν μονατομικῶν (S), καὶ διατομικὰ (S_2) καὶ ὀκτατομικὰ (S_8) κλπ., ὥς ἐκ τούτου τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ θείου εἶναι ἄλλοτε μὲν $\mu = 32$, ἄλλοτε $\mu = 64$, ἄλλοτε πάλιν $\mu = 256$ κλπ.

Τοῦτο παρουσιάζεται καὶ ἐπὶ χημικῶν ἐνώσεων ὥς συμβαίνει μὲ τὸ ὕδροφθόριον, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει ὑπὸ ὠρισμένης συνθήκας ἀπλᾶ μόρια τοῦ τύπου HF ὑπὸ ἄλλας δὲ συνθήκας μόρια τοῦ τύπου H_2F_2 . Ἐξ αὐτοῦ ἔπεται ὅτι

τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ ὕδροφθορίου, πρέπει, ἀναλόγως πρὸς τὰς περιπτώσεις, νὰ λαμβάνεται καὶ ὡς $\mu = 20$ καὶ ὡς $\mu = 40$.

Τὸ μικρότερον μοριακὸν βάρος εἶναι τὸ τοῦ ὕδρογόνου καὶ ἀνέρχεται εἰς $\mu = 2$, ὑπάρχουν ὅμως ἐνώσεις ὅπου τὸ μοριακὸν βάρος ἀνέρχεται εἰς ἑκατοντάδας καὶ χιλιάδας μονάδας, οὕτω δὲ ὁ λεγόμενος τριοξικός ἐσθὴρ τοῦ ἀμύλου, μοριακοῦ τύπου $C_{216}H_{288}O_{144}$ ἔχει μοριακὸν βάρος $\mu = 5188,5$. Ὑπάρχουν εἰσέτι πολλὰ ἐνώσεις, τῆς ὁμάδος τῶν πρωτεϊνῶν, τῶν ὁποίων τὰ μοριακὰ βάρη φθάνουν, κατ' ἐκτίμησην, εἰς τὴν τάξιν τῶν ἑκατομμυρίων μονάδων.

Μεταξὺ τῶν ἀτομικῶν βαρῶν δὲν ὑπάρχει τόσον μεγάλη ποικιλία τιμῶν. Οὕτω τὰ ἀτομικὰ βάρη ἀρχίζουσιν ἀπὸ $\mu = 1$ (διὰ τὸ ὕδρογόνον) καὶ φθάνουν μόλις τὸ $\mu = 258$ διὰ τὸ στοιχεῖον νομπέλιον (No).

6.8 Ὅπως τὰ ἄτομα καὶ τὰ μόρια, οὕτω καὶ αἱ ρίζαι ἔχουν ὁρισμένην μαζαν, ὁρισμένον βάρος, μὲ ἔκφρασιν βασιζομένην πάντοτε ἐπὶ τῶν κλιμάκων, φυσικῆς ἢ χημικῆς. Τὸ **βάρος μιᾶς ρίζης** χαρακτηρίζεται συνήθως, ἂν καὶ οὐχὶ ὀρθῶς, ὡς **ἀτομικόν**, δεδομένου ὅτι αἱ ρίζαι δύνανται, ἀπὸ πολλὰς ἀπόψεις, νὰ ληφθῶν ὡς ἐνιαῖα ἄτομα.

Οὕτω π.χ. ἡ θεικὴ ρίζα (SO_4) ἡ προερχομένη ἐκ τοῦ θεικοῦ ὀξέος (H_2SO_4) θεωρεῖται ὡς ρίζα ἀτομικοῦ βάρους $\alpha = 96$. Τὸ μέγεθος τοῦτο δὲν θεωρεῖται ὡς μοριακὸν βάρος δεδομένου ὅτι ἡ ρίζα SO_4 εἶναι προτιμώτερον νὰ λαμβάνηται ὡς δισθενὲς ἠλεκτραρνητικὸν ἄτομον ἢ ὡς μόριον, λαμβανομένου ἐπὶ πλέον ὑπ' ὅψιν ὅτι δὲν εὐσταθεῖ καὶ ὡς ἐλεύθερον σύμπλεγμα.

Π Ι Ν Α Κ Σ VI — 2

ΜΟΡΙΑΚΑ ΒΑΡΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

		M.B.			M.B.
Ὑδρογόνον	H_2	2,0162	Ἀρσενικόν	As_4	299,64
Ἀζωτον	N_2	28,02	Βρώμιον	Br_2	159,83
Ὄξυγόνον	O_2	32,00	Θεῖον	S_2	64,13
Ὄζον	O_3	48,00	Θεῖον	S_8	256,48
Φθόριον	F_2	38,00	Φωσφόρος	P_4	124,08

6.9 Τὸ ἀτομικὸν βάρος τῶν στοιχείων εἶναι μέγεθος χαρακτηριστικὸν δι' ἕκαστον στοιχεῖον, ἀντιθέτως ὅμως τὸ τῶν ριζῶν ὡς καὶ τὸ μοριακὸν βάρος στοιχείων καὶ ἐνώσεων δὲν εἶναι χαρακτηριστικόν. Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, ἀτομικὸν βάρος 31 (κατὰ προσέγγισιν) ἔχει μόνον ὁ φωσφόρος, ἀτομικὸν βάρος 14 μόνον τὸ ἄζωτον, ἀτομικὸν βάρος 16 μόνον τὸ ὀξυγόνον, ἀτομικὸν βάρος 35,5 μόνον τὸ χλώριον. Ἀλλὰ μοριακὸν βάρος 32 ἔχει καὶ τὸ μοριακὸν ὀξυγό-

Π Ι Ν Α Κ Ι V I — 3
ΜΟΡΙΑΚΑ ΒΑΡΗ ΕΝΩΣΕΩΝ

Όνομασία	Τύπος	M. B.
Άμμωνία	NH_3	17,03
Άνθρακικόν ασβέστιον	CaCO_3	100,09
Άνθρακικόν κάλι	$\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	174,23
Άνθρακικόν νάτριον	Na_2CO_3	106,00
Άνθρακικόν νάτριον ξνυδρον	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	124,02
Άνθρακικόν νάτριον ξνυδρον	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	232,12
Άνθρακικόν νάτριον ξνυδρον	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	286,17
Βόραξ	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	201,27
Βορικόν δξϋ	H_3BO_3	61,84
Θεικόν ασβέστιον	CaSO_4	136,14
Θεικόν ασβέστιον ξνυδρον	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	172,17
Θεικόν δξϋ	H_2SO_4	98,08
Θειῶδες δξϋ	H_2SO_3	82,08
Ίωδικόν νάτριον	NaIO_3	197,92
Καυστικόν κάλι	KOH	56,10
Καυστικόν νάτριον	NaOH	40,01
Νιτρικόν νάτριον	NaNO_3	85,01
Νιτρικόν δξϋ	HNO_3	63,02
Όξειδιον τοῦ ἀργιλίου	Al_2O_3	101,94
Όξειδιον τοῦ μολύβδου	PbO	223,21
Υδροξειδιον τοῦ σιδήρου	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	106,86
Υδροξειδιον τοῦ ὑποσιδήρου	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	89,86
Υπεροξειδιον τοῦ νατρίου	Na_2O_2	77,99
Υπεροξειδιον τοῦ ὕδρογόνου	H_2O_2	34,02
Φωσφορικόν δξϋ	H_3PO_4	98,004
Φωσφορικόν δξϋ	HPO_3	80,03
Χλωρικόν κάλι	KClO_3	122,55
Χρωμικόν νάτριον	Na_2CrO_4	162,00
Χρωμικόν νάτριον ξνυδρον	$\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	342,17

νον (O_2) και τὸ ἀτομικὸν θειὸν (S), μοριακὸν βάρος 28 ἔχει καὶ τὸ αἰθά-
νιον (C_2H_4) καὶ τὸ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος (CO), βάρος 96 ἔχει καὶ ἡ
θεικὴ ρίζα (SO_4) καὶ ἡ ὀξίνος φωσφορικὴ ρίζα (HPO_4).

ΧΗΜΙΚΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ

6.10 Ὡς *χημικὸν ἰσοδύναμον στοιχείον* χαρακτηρίζεται ἐν βοηθητικὸν
μέγεθος τὸ ὁποῖον ἀποδίδεται ὡς πηλίκον τοῦ ἀτομικοῦ βάρους διὰ τοῦ σθένους.
Οὕτω π.χ. τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον (X) τοῦ ὀξυγόνου εἶναι $X = 16/2$ ἥτοι
 $X = 8$, τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ἀσβεστίου εἶναι $X = 40/2$ ἥτοι $X = 20$
κ. ο. κ.

Εἶναι προφανὲς ὅτι διὰ τὴν περίπτωσιν περισσοτέρων σθενῶν ὑπάρχουν πε-
ρισσότερα τοῦ ἐνὸς χημικὰ ἰσοδύναμα ὡς συμβαίνει π.χ. μὲ τὸν σίδηρον ὅπου
τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον εἶναι $X = 56,5/3$ διὰ τὸν τρισθενῆ σίδηρον καὶ
 $X = 56,5/2$ διὰ τὸν δισθενῆ (ὑποσίδηρον).

Κατ' ἐπέκτασιν πρὸς τὰ στοιχεῖα ὑπάρχουν χημικὰ ἰσοδύναμα καὶ διὰ τὰς
ρίζας. Οὕτω, ἡ θεικὴ ρίζα (SO_4) δισθενὴς καὶ ἀτομικοῦ βάρους 96 ἔχει χημι-
κὸν ἰσοδύναμον $X = 96/2$ ἥτοι $X = 48$, ἡ φωσφορικὴ ρίζα (PO_4) τρισθενὴς
καὶ ἀτομικοῦ βάρους 95 ἔχει χημικὸν ἰσοδύναμον $X = 95/3$ ἥτοι $X = 31,66$, ἡ
νιτρικὴ ρίζα (NO_3) μονοσθενὴς καὶ ἀτομικοῦ βάρους 62 ἔχει χημικὸν ἰσοδύνα-
μον $X = 62$.

6.11 Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ χημικὰ ἰσοδύναμα σχοιζίων καὶ ριζῶν, ὡς
χημικὸν ἰσοδύναμον ἡλεκτρολύτου χαρακτηρίζεται τὸ μοριακὸν βάρος ἐνὸς
ἡλεκτρολύτου διηρημένον διὰ τοῦ ὀλικοῦ σθένους τοῦ κατιόντος.

Οὕτω π.χ. τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ θειικοῦ ὑποσιδήρου $FeSO_4$ ἰσοῦται
πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ θειικοῦ ὑποσιδήρου (152,5) διηρημένον διὰ 2 ἥτοι
 $X = 76,25$, τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ θειικοῦ ἀργιλίου $Al_2(SO_4)_3$ ἰσοῦται
πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος του (342) διηρημένον διὰ 6 ἥτοι $X = 57$, τὸ χημι-
κὸν ἰσοδύναμον τοῦ ὑδροχλωρίου HCl συμπίπτει πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος του
(36,5) κ. ο. κ.

6.12 Ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχουν τὰ *χημικὰ ἰσοδύναμα τῶν ὀξειδωτι-
κῶν καὶ τῶν ἀναγωγικῶν* σωμάτων, στοιχείων ἢ χημικῶν ἐνώσεων. Διὰ τὰ
ὀξειδωτικά εἰδικῶς ὡς χημικὸν ἰσοδύναμον χαρακτηρίζεται ἡ ποσότης, εἰς μονά-
δας ἀτομικῆς μάζης, ἡ ἀντίστοιχος πρὸς παραγωγὴν ἐνὸς ἰσοδυναμοῦ (ἥτοι
8 μονάδων) ὀξυγόνου. Οὕτω π.χ. πρὸς εὐρεσιν τοῦ χημικοῦ ἰσοδυναμοῦ τοῦ
χρωμικοῦ καλίου ὡς ὀξειδωτικοῦ λαμβάνεται ἡ ἀντίδρασις

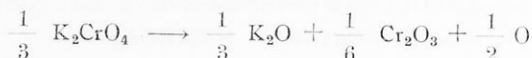


Ἐκ ταύτης ἔπεται ὅτι ἀπὸ 2 μόρια ἁλατος παράγονται 3 ἅτομα ὀξυγόνου
ἥτοι 6 ἰσοδύναμα ὀξυγόνου. Διὰ τὴν παραχθῆ ἐν ἰσοδύναμον (ἥτοι 1/2 ἅτομον)

Π Ι Ν Α Ξ VI — 4
ΧΗΜΙΚΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΩΝ

Ηλεκτρολύτης	Μορ. βάρος	Χημ. ισοδύναμον
Υδροχλωρίον HCl	36,47	36,47
Υδροβρώμιον HBr	80,92	80,92
Υδροθειον H_2S	34,07	17,92
Θεικόν όξύ H_2SO_4	98,08	49,04
Φωσφορικόν όξύ H_3PO_4	98,00	32,67
Νιτρικόν όξύ HNO_3	63,02	63,02
Καστικόν νάτριον NaOH	40,01	40,01
Καστικόν κάλι KOH	56,10	56,10
Υδροξείδιον τοῦ ασβεστίου Ca(OH)_2	74,10	37,04
Υδροξείδιον τοῦ μαγνησίου Mg(OH)_2	58,32	29,16
Υδροξείδιον τοῦ αμμωνίου NH_4OH	35,05	35,05
Χλωριούχον αμμώνιον NH_4Cl	53,50	53,50
Χλωριούχον βάριον $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	244,31	122,15
Ανθρακικόν ασβέστιον CaCO_3	100,09	50,05
Θεικός χαλκός $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	249,71	124,86
Χλωριούχος υδράργυρος HgCl_2	271,52	135,76
Ανθρακικόν κάλι K_2CO_3	138,20	69,10
Φωσφορικόν νάτριον Na_3PO_4	163,97	54,66
Θειούχον νάτριον Na_2S	78,05	39,03
Θεικός ψευδάργυρος $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	287,55	143,78

πρέπει ή ώς άνωτέρω χημική αντίδρασις νά διαιρεθῇ μέ τὸ 6 ὅποτε λαμβάνει τήν μορφήν



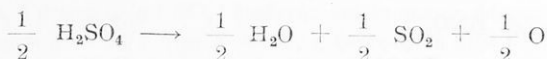
ἐκ τῆς ὁποίας ἔπεται ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ χρωμικοῦ καλίου ἰσοῦται πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος του (194) διηρημένον διὰ 3 ἥτοι $X = 64,6$.

Οὕτω, πρακτικῶς, τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον εὐρίσκεται ἐκ τῆς ἀντιδράσεως παραγωγῆς ὀξυγόνου, ἡ ὁποία ρυθμίζεται, διὰ καταλλήλου πολλαπλασιασμοῦ, εἰς τρόπον ὥστε νά δηλώνει παραγωγήν $1/2$ ατόμου ὀξυγόνου. Ὁ συντελεστῆς τότε τοῦ ὀξειδωτικοῦ ἐκφράζει τὸν ἀριθμὸν ἐπὶ τὸν ὁποῖον πολλαπλασιάζεται τὸ μοριακὸν βάρος του διὰ τὴν εὔρεσιν τοῦ ἰσοδυναμίου.

Παραμφερῶς ἐκ τῆς ἀντιδράσεως



ἥτοι



ἔπεται ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ θεικοῦ ὀξέος, ὡς ὀξειδωτικοῦ, ἰσοῦται πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος του διηρημένον διὰ 2.

Ἀντιστοίχως ἐκ τῆς ἀντιδράσεως



ἥτοι

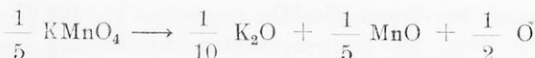


ἔπεται ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ χλωρίου, ὡς ὀξειδωτικοῦ, συμπίπτει μέ τὸ ἀτομικὸν βάρος του.

Ὅμοιως ἐκ τῆς ἀντιδράσεως



ἥτοι



ἔπεται ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ὑπερμαγγανικοῦ καλίου ἰσοῦται πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος του διηρημένον διὰ 5.

6.13 Ὅπως διὰ τὰ ὀξειδωτικὰ οὕτω καὶ διὰ τὰ ἀγωγικά ὡς χημικὸν ἰσοδύναμον χαρακτηρίζεται ἡ ποσότης, εἰς μονάδας ἀτομικῆς μάζης, ἡ ἀντίστοιχος

πρὸς τὴν δέσμευσιν ἑνὸς ἰσοδύναμον (ἥτοι 8 μονάδων) ὀξυγόνου. Οὕτω π.χ. ἐκ τῆς ἀντιδράσεως.



ἥτοι



εὐρίσκεται ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ὕδρογόνου, ὡς ἀναγωγικοῦ, συμπίπτει πρὸς τὸ ἄτομικὸν βάρος του.

Ἐκ τῆς ἀντιδράσεως

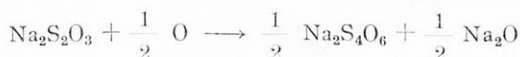


εὐρίσκεται ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ὕδροθειοῦ, ὡς ἀναγωγικοῦ, ἰσοῦται πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος του διηρημένον διὰ 2.

Ἐκ τῆς ἀντιδράσεως



ἥτοι



εὐρίσκεται ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ὑποθειώδους (θειοθειικοῦ) νατρίου συμπίπτει πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος του.

Π Ι Ν Α Κ Σ VI — 5

ΧΗΜΙΚΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΓΩΓΙΚΩΝ

Ὁξειδωτικὸν ἢ ἀναγωγικὸν	Μορ. βάρος	Χημ. ἰσοδύναμον
Χλώριον Cl_2	70,92	35,46
ῤπερμαγγανικὸν κάλι KMnO_4	158,03	31,61
Διχρωμικὸν κάλι $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	294,21	49,04
Ἰώδιον I_2	253,84	126,92
ῤδροϊώδιον HI	127,93	127,93
Ὁξαλικὸν ὀξύ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	126,07	63,03
ῤδροθειον H_2S	34,07	17 03
Θειοθειικὸν νάτριον $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	248,20	248,20

6.14 Τὰ περισσότερα οξειδωτικά ἢ ἀναγωγικά σώματα εἶναι καὶ ἠλεκτρολύται, ὡς π.χ. τὸ HNO_3 τὸ ὁποῖον εἶναι καὶ οξειδωτικὸν καὶ ὀξύ, ἢ τὸ H_2S τὸ ὁποῖον εἶναι καὶ ἀναγωγικὸν καὶ ὀξύ, ἢ τὸ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ τὸ ὁποῖον εἶναι καὶ ἀναγωγικὸν καὶ ἄλας.

Ἐξ αὐτοῦ ἔπεται ὅτι διὰ τὰ σώματα ταῦτα ὑπάρχουν δύο ἰσοδύναμα, ἀναλόγως πρὸς τὴν θεωρήσιν των ὡς οξειδωσαναγωγικῶν ἢ ἠλεκτρολυτῶν.

Οὕτω π.χ. διὰ τὸ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον ὡς ἄλατος ἰσοῦται πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος του διηρημένον διὰ 2, ἐνῶ ἀντιθέτως τὸ χημικὸν ἰσοδύναμόν του ὡς ἀναγωγικοῦ εἶναι διπλάσιον ὡς ἴσον πρὸς τὸ μοριακὸν του βάρος.

Τὸ αὐτὸ ἰσχύει διὰ τὸ K_2CrO_4 τοῦ ὁποῖου τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον, ὡς ἄλατος, ἰσοῦται πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος διηρημένον διὰ 2 ἐνῶ τὸ χημικὸν ἰσοδύναμόν του, ὡς οξειδωτικοῦ, ἰσοῦται πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος διηρημένον διὰ 3.

Ὑπάρχουν καὶ περιπτώσεις ὅπου τὰ χημικὰ ἰσοδύναμα συμπίπτουν ὡς συμβαίνει π.χ. μετὰ τὸ H_2SO_4 ἢ τὸ H_2S . Ὅντως εἰς τὸ H_2SO_4 τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον, τόσον ὡς ἠλεκτρολύτου ὅσον καὶ ὡς οξειδωτικοῦ, ἰσοῦται πρὸς τὸ 1/2 τοῦ μοριακοῦ βάρους του. Ὅμοίως καὶ εἰς τὸ ὑδροθειῖον H_2S τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον, τόσον ὡς ἠλεκτρολύτου ὅσον καὶ ὡς ἀναγωγικοῦ, ἰσοῦται καὶ πάλιν πρὸς τὸ 1/2 τοῦ μοριακοῦ βάρους του.

6.15 Ἐκ τῆς ἐννόιας τοῦ ἀτομικοῦ βάρους (στοιχείου ἢ ρίζης) προκύπτει ἡ ἔννοια τοῦ γραμμοατόμου. Ὡς **γραμμοάτομον** — ἢ **ἀτομόγραμμα** — θεωρεῖται ποσότης στοιχείου ἢ ρίζης ἐκπεφρασμένη εἰς γραμμάρια δι' ἀριθμοῦ ἴσου πρὸς τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ στοιχείου ἢ τῆς ρίζης.

Οὕτω ἓν γραμμοάτομον ὀξυγόνου (ἀτομικοῦ βάρους 16) δηλώνει ποσότητα ὀξυγόνου ἴσην πρὸς 16 gr. Ἀντιστοίχως 160 gr ὀξυγόνου χαρακτηρίζονται ὡς 10 γραμμοάτομα, 1,6 gr ὀξυγόνου ὡς 0,1 γραμμοάτομα κ.ο.κ.

Ὅμοίως ἓν γραμμοάτομον χαλκοῦ (ἀτομικοῦ βάρους 64) δηλώνει ποσότητα χαλκοῦ ἴσην πρὸς 64 gr, ἓν γραμμοάτομον χλωρίου (ἀτομικοῦ βάρους 35,5) δηλώνει ποσότητα χλωρίου ἴσην πρὸς 35,5 gr, ἓν γραμμοάτομον θεικῆς ρίζης (ἀτομικοῦ βάρους 96) δηλώνει ποσότητα θεικῆς ρίζης ἴσην πρὸς 96 gr κλπ.

6.16 Ἐκ τοῦ μοριακοῦ βάρους προκύπτει ἡ ἔννοια τοῦ γραμμομορίου. Ἐξ ὁρισμοῦ ὡς **γραμμομόριον** — ἢ **μοριόγραμμα** — θεωρεῖται ποσότης στοιχείου ἢ χημικῆς ἐνώσεως ἐκπεφρασμένη εἰς γραμμάρια δι' ἀριθμοῦ ἴσου πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ στοιχείου ἢ τῆς χημικῆς ἐνώσεως. Τὸ γραμμομόριον ἀποδίδεται γενικῶς διὰ τοῦ συμβόλου mol.

Οὕτω, ἓν γραμμομόριον (1 mol) ὀξυγόνου (μοριακοῦ βάρους 32) δηλώνει ποσότητα ὀξυγόνου ἴσην πρὸς 32 gr, ἓν γραμμομόριον (1 mol) θεικοῦ ὀξέος (μοριακοῦ βάρους 98) δηλώνει ποσότητα θεικοῦ ὀξέος ἴσην πρὸς 98 gr, ἓν γραμμομόριον (1 mol) χλωριούχου σιδήρου FeCl_3 (μοριακοῦ βάρους 162) δηλώνει ποσότητα ἄλατος ἴσην πρὸς 162 gr.

6.17 Ὅπως ἐκ τοῦ ἀτομικοῦ καὶ τοῦ μοριακοῦ βάρους προκύπτουν ἀντιστοίχως αἱ ἔννοιαι τοῦ γραμμοατόμου καὶ τοῦ γραμμομορίου, οὕτω ἐκ τοῦ χημικοῦ ἰσοδυνάμου προκύπτει ἡ ἔννοια τοῦ γραμμοῖσοδυνάμου.

Ἐξ ὁρισμοῦ ὡς **γραμμοῖσοδύναμον** θεωρεῖται ποσότης στοιχείου, ρίζης ἢ χημικῆς ἐνώσεως ἐκπεφρασμένη εἰς γραμμάρια δι' ἀριθμοῦ ἴσου πρὸς τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ στοιχείου, τῆς ρίζης ἢ τῆς χημικῆς ἐνώσεως.

Οὕτω π.χ. ἐν γραμμοῖσοδύναμον ὀξυγόνου (χημικοῦ ἰσοδυνάμου 8) δηλώνει ποσότητα ὀξυγόνου ἴσην πρὸς 8 gr, ἐν γραμμοῖσοδύναμον θεικοῦ ὀξέος (χημικοῦ ἰσοδυνάμου 49) δηλώνει ποσότητα θεικοῦ ὀξέος ἴσην πρὸς 49 gr, ἐν γραμμοῖσοδύναμον χρωμικοῦ καλίου ὡς ἄλατος (χημικοῦ ἰσοδυνάμου $194/2$) δηλώνει ποσότητα χρωμικοῦ καλίου ἴσην πρὸς 97 gr ἐνῶ, ἀντιθέτως, ἐν γραμμοῖσοδύναμον χρωμικοῦ καλίου καὶ πάλιν ἀλλὰ ὡς ὀξειδωτικοῦ (χημικοῦ ἰσοδυνάμου $194/3$) δηλώνει ποσότητα χρωμικοῦ καλίου ἴσην πρὸς 64,6 gr.

Ἀντιστοίχως τὸ γραμμοῖσοδύναμον τοῦ τρισθενοῦς σιδήρου (χημικοῦ ἰσοδυνάμου $56,5/3$) δηλώνει ποσότητα σιδήρου ἴσην πρὸς 18,8 gr ἐνῶ τὸ γραμμοῖσοδύναμον τοῦ δισθενοῦς ὑποσιδήρου (χημικοῦ ἰσοδυνάμου $56,5/2$) δηλώνει ποσότητα σιδήρου ἴσην πρὸς 28,25 gr.

1. ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ

7.1 Τὰ άτομα, τὰ ὁποῖα κατὰ τὰς κλασσικὰς ἀπόψεις θεωροῦνται ἀδιαίρετα περαιτέρω διὰ φυσικῶν καὶ χημικῶν μεθόδων, δὲν εἶναι ἀπλᾶ ἀλλὰ σύνθετα ἀπὸ εἰσέτι μικρότερα σωματίδια.

Ὅλα τὰ άτομα, ἀνεξαρτήτως τοῦ εἰς ποῖον στοιχεῖον ἀντιστοιχοῦν, ἀποτελοῦνται κατὰ κανόνα ἀπὸ συνδυασμοὺς τριῶν εἰδῶν συστατικῶν: πρωτονίων, νετρονίων καὶ ἡλεκτρονίων.

ΠΡΩΤΟΝΙΑ - ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ - ΝΕΤΡΟΝΙΑ

7.2 Τὸ **πρωτόνιον** εἶναι σωματίδιον τοῦ ὁποίου ἡ μᾶζα (μὲ μονάδα μάζης πάντοτε τὸ $^{1/16}$ τῆς μάζης τοῦ ἀτόμου τοῦ δευτερίου) εἶναι ἴση πρὸς 1,0076, δηλαδή περίπου ἴση πρὸς τὴν τοῦ ἀτόμου τοῦ ὕδρογόνου. Τὸ πρωτόνιον ὅμως δὲν εἶναι ἀπλῶς ὑλικὸν σωματίδιον ἀλλὰ εἶναι καὶ ἡλεκτρικῶς φορτισμένον καὶ δὴ θετικῶς, μὲ ποσότητα ἴσην πρὸς $1,6 \cdot 10^{-19}$ Cb. Ἡ ποσότης αὕτη θεωρεῖται ὡς ἡ στοιχειώδης ἡλεκτρικὴ ποσότης καὶ λαμβάνεται ἀνθαιρέτως ὡς μονάς, καλεῖται ἡλεκτρονικὴ μονάς (ΗΜ) καὶ θεωρεῖται ἴση πρὸς + 1. Δι' ἀπλοποιήσιν κατὰ τὴν διατύπωσιν καὶ τοὺς συμβολισμοὺς ἀντὶ τῆς ἀκριβοῦς μάζης (1,0076) λαμβάνεται πολλάκις ὁ πλησιέστερος ἀκέραιος ἀριθμὸς, ὅστις καλεῖται **μαζικὸς ἀριθμὸς**, τοῦτο δὲ ἐφαρμόζεται καὶ διὰ τὰ ὑπόλοιπα σωματίδια (ἡλεκτρόνια, νετρόνια) ὡς καὶ δι' ὁλόκληρα άτομα.

Οὕτω τὸ πρωτόνιον θεωρεῖται μαζικοῦ ἀριθμοῦ $m_p = 1$, φορτίου $q_p = +1$, συμβολίζεται δὲ ὡς p ἢ, ἀκριβέστερον, ὡς ${}_1p^1$, ὅπου ὁ κάτω ἀριστερὰ συντελεστὴς δηλώνει τὸ φορτίον τοῦ ὁ δὲ ἄνω δεξιὰ τὸν μαζικὸν ἀριθμὸν του.

7.3 Τὸ **ἡλεκτρόνιον** ἔχει μᾶζαν πολὺ μικροτέραν τῆς τοῦ πρωτονίου, περίπου κατὰ 2000 φορὰς, ἀκριβέστερον δὲ ἴσην πρὸς 0,00055 (μὲ μονάδα τὸ $^{1/16}$ τῆς μάζης τοῦ ἀτόμου τοῦ δευτερίου). Τὸ ἡλεκτρόνιον εἶναι καὶ αὐτὸ ἡλεκτρικῶς φορτισμένον, ἀλλ' ἀρνητικῶς, μὲ φορτίον, κατ' ἀπόλυτον τιμὴν, ἴσον πρὸς τὸ τοῦ πρωτονίου.

Οὕτω τὸ ἡλεκτρόνιον θεωρεῖται μαζικοῦ ἀριθμοῦ $m_e = 0$, φορτίου $q_e = -1$, συμβολίζεται δὲ ὡς e ἢ, ἀκριβέστερον, ὡς ${}_{-1}e^0$.

7.4 Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ πρωτόνια καὶ τὰ ἡλεκτρόνια, τὰ **νετρόνια εἶναι σωματίδια ἀφόρτιστα**, ἐξ οὗ προῆλθε καὶ ἡ ὀνομασία των (neutrus = οὐδέτερος). Ἡ μᾶζα τοῦ νετρονίου εἶναι κατὰ τι μεγαλυτέρα τῆς μάζης τοῦ πρωτονίου (1,0089 ἀντὶ 1,0076) καὶ ὡς ἐκ τούτου τὸ νετρόνιον θεωρεῖται μαζικοῦ ἀριθμοῦ $m_n = 1$, φορτίου $q_n = 0$, συμβολίζεται δὲ ὡς n ἢ, ἀκριβέστερον, ὡς ${}_0n^1$.

Π Ι Ν Α Ξ V I I — 1
ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ

Σωματίδια	Ζήμβ.	M α ξ α		Μαζ. Αριθ.	Φ ο ρ τ ί ο ν		
		gr	MAM		Cb	HΣM-q	HM
Πρωτόνιον	${}_1\text{P}^1$	$1,673 \cdot 10^{-24}$	1,0076	1	$1,6 \cdot 10^{-19}$	$4,8 \cdot 10^{-10} + 1$	
Ηλεκτρόνιον	-1e^0	$9,105 \cdot 10^{-28}$	0,0005	0	$-1,6 \cdot 10^{-19}$	$-4,8 \cdot 10^{-10} - 1$	
Νετρόνιον	${}_0\text{n}^1$	$1,675 \cdot 10^{-24}$	1,0089	1	0	0	0

Ο ΑΤΟΜΙΚΟΣ ΠΥΡΗΝ

7.5 Τα πρωτόνια και τα νετρόνια — νουκλεόνια — αποτελούν το κέντρον, ούτως ειπείν, του ατόμου ήτοι συμπαγές τι σύμπλεγμα το όποιον χαρακτηρίζεται ως **πυρήν**. Περί τόν πυρήνα τούτον περιφέρονται τα ηλεκτρόνια, έν είδη πλανητών, τα όποια είναι τόσα, τόν αριθμόν, όσα και τα πρωτόνια του πυρήνος, ώστε έκαστον άτομον νά εμφανίζεται ως ηλεκτρικώς ουδέτερον.

7.6 'Ο αριθμός τών πρωτονίων του πυρήνος είναι ιδιαίζων και χαρακτηριστικός δι' έκαστον στοιχείον και αποτελεί την μόνην είδοποιόν διαφοράν ένός στοιχείου από έτερον, καλείται δέ **ατομικός αριθμός** και συμβολίζεται γενικώς ως Z. Ούτω π.χ. τα άτομα του άζώτου περιέχουν εις τόν πυρήνα των 7 πρωτόνια, ήτοι το άζωτον έχει ατομικόν αριθμόν $Z_N = 7$.

Αντιθέτως ό φωσφόρος χαρακτηρίζεται ως στοιχείον διάφορον του άζώτου καθ' όσον οι πυρήνες τών ατόμων του φωσφόρου περιέχουν διάφορον αριθμόν πρωτονίων και δη έκαστος πυρήν ατόμου φωσφόρου περιέχει 15 πρωτόνια ($Z_P = 15$). Αντιστοίχως ό άνθραξ έχει $Z_C = 6$, το Όξυγόνον $Z_O = 8$ το Θεϊον $Z_S = 16$ κ.ο.κ.

7.7 Έν αντιθέσει προς τόν ατομικόν αριθμόν, ό αριθμός τών νετρονίων (N) τών περιεχομένων έντός τών πυρήνων δέν είναι κατά κανόνα σταθερός και ώρισμένος. Ούτω δέ π.χ. ένω όλα τα άτομα του άζώτου έχουν 7 πρωτόνια ($Z_N = 7$), και ως εκ τούτου 7 περιφερόμενα ηλεκτρόνια, νετρόνια έχουν έξ αυτών άλλα 7 (περίπου τα 99,62 % τών ατόμων) και άλλα 8 (κατά το υπόλοιπον), εις ίχνη δέ υπάρχουν και άτομα άζώτου με 6 νετρόνια, με 9 και με 10.

Πάντως, έπειδή τα πρωτόνια και τα νετρόνια έχουν τόν αυτόν μαζικόν αριθμόν ($m = 1$) καθίσταται προφανές ότι ό μαζικός αριθμός (M) ένός πυρήνος είναι :

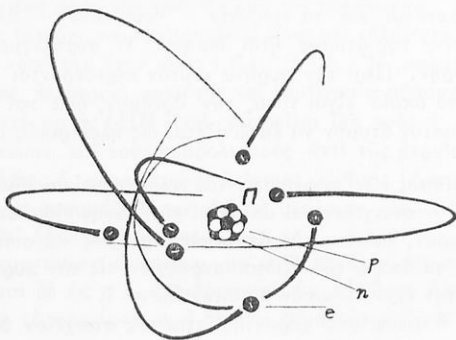
$$M = Z + N$$

Ἦτοι, διὰ τὸ ἀνωτέρω παράδειγμα τοῦ ἄζωτου, προκύπτει ὅτι ἐνῶ ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς εἶναι πάντοτε 7 ὁ μαζικὸς εἶναι δι' ἄλλα μὲν ἄτομα 13, δι' ἄλλα 14 ἢ 15 ἢ 16 ἢ καὶ 17.

Ἐν συνεχείᾳ, δεδομένου ὅτι ὁ μαζικὸς ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων ἰσοῦται πρὸς τὸ μηδέν, συνάγεται τὸ συμπέρασμα ὅτι καὶ τῶν ἀτόμων ὁλοκλήρων ὁ μαζικὸς ἀριθμὸς εἶναι ἴσος πρὸς τὸν τοῦ πυρήνος. Τέλος, δεδομένου ὅτι κατὰ μεγίστην προσέγγισιν τὸ ἀτομικὸν βάρος εἶναι ἴσον πρὸς τὸν μαζικὸν ἀριθμὸν, ἐξάγεται ὡς πόρισμα ὅτι **τὸ ἀτομικὸν βάρος (A) ἐνὸς ἀτόμου ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν νετρονίων τοῦ πυρήνος, κατὰ τὴν σχέσηιν**

$$A = Z + N$$

Ἐννοεῖται ὅμως ὅτι κατὰ τὸν ὕπολογισμὸν τοῦτον παραλείπονται τὰ βάρη τῶν ἠλεκτρονίων (ὡς ἀμελητέα ὡς πρὸς τὰ τῶν πρωτονίων καὶ νετρονίων) ὡς καὶ τὰ δεκαδικὰ εἰς τὰς τιμὰς τῶν μαζῶν τῶν πρωτονίων καὶ νετρονίων.



Σχ. 7.5.1 Ὑπόδειγμα ἀτόμου. Πέριξ τοῦ πυρήνος (Π) ἀποτελουμένου ἀπὸ πρωτόνια καὶ νετρόνια (p , n) περιφέρονται τὰ ἠλεκτρόνια (e) ἐπὶ ἐλλειπτικῶν ἢ κυκλικῶν τροχιῶν.

7.8 Ἀτομα τοῦ αὐτοῦ μὲν ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ (ἀντιπροσωπεύοντα δηλαδὴ τὸ αὐτὸ στοιχεῖον) ἀλλὰ μὲ διάφορον ἀτομικὸν βάρος, ὡς ἐκ τοῦ διαφόρου ἀριθμοῦ νετρονίων περιεχομένων ἐντὸς τοῦ πυρήνος, καλοῦνται μεταξὺ τῶν **ισότοπα**. Οὕτω π.χ. τὰ ἄτομα τοῦ ἄζωτου ($Z_N = 7$) ἀτομικοῦ βάρους 14 (ὡς ἐκ τῆς ὑπάρξεως 7 νετρονίων) εἶναι **ισότοπα** πρὸς τὰ ἄτομα τοῦ ἄζωτου ἀτομικοῦ βάρους 15 (ὡς ἐκ τῆς ὑπάρξεως 8 νετρονίων). Ἐπίσης τὰ ἄτομα τοῦ θείου ($Z_S = 16$) ἀτομικοῦ βάρους 32 (δηλαδὴ μὲ 16 νετρόνια) εἶναι **ισότοπα** πρὸς τὰ ἄτομα τοῦ θείου ἀτομικοῦ βάρους 33 (μὲ 17 νετρόνια) καὶ πρὸς τὰ ἄτομα τοῦ θείου ἀτομικοῦ βάρους 34 (μὲ 18 νετρόνια).

ΠΙΝΑΞ VII-2
ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΑΤΟΜΩΝ

(Z: πλήθος πρωτονίων, N: πλήθος νετρονίων,
E: πλήθος ηλεκτρονίων εις ουδέτερον άτομον).

	Σύμβ.	Πυρήν		E	Νουκλεόνια (Z + N)
		Z	N		
Υδρογόνο	${}^1\text{H}^1$	1	0	1	1
Βαρὺν ὕδρογόνο	${}^1\text{H}^2$	1	1	1	2
Ἀνθράξ	${}^6\text{C}^{12}$	6	6	6	12
Ἀζωτο	${}^7\text{N}^{14}$	7	7	7	14
Ὄξυγόνο	${}^8\text{O}^{16}$	8	8	8	16
Νάτριο	${}^{11}\text{Na}^{23}$	11	11	11	22
Χλώριο	${}^{17}\text{Cl}^{35}$	17	18	17	35
Ἀσβέστιο	${}^{20}\text{Ca}^{40}$	20	20	20	40
Σίδηρος	${}^{26}\text{Fe}^{56}$	26	30	26	56
Ἀργυρος	${}^{47}\text{Ag}^{107}$	47	60	47	107
Χρυσός	${}^{79}\text{Au}^{197}$	79	118	79	197
Μόλυβδος	${}^{82}\text{Pb}^{207}$	82	125	82	207
Ράδιο	${}^{88}\text{Ra}^{226}$	88	138	88	226
Ουράνιο	${}^{92}\text{U}^{238}$	92	146	92	238
Μεντελέβιο	${}^{101}\text{Mn}^{256}$	101	155	101	256

7.9 Εἰς ἕκαστον στοιχεῖον ἡ ἀναλογία τῶν διαφόρων ἰσοτόπων εἶναι ὥρισμένη καὶ ἐν γένει σταθερά, διὰ τὸν λόγον δὲ αὐτὸν τὸ κατὰ κανόνα ὡς σταθερὸν θεωρούμενον ἀτομικὸν βάρος ἀντιπροσωπεύει τὸν μέσον ὅρον τῶν ἀτομικῶν βαρῶν τῶν διαφόρων περιεχομένων ἰσοτόπων. Οὕτω δικαιολογεῖται καὶ ἡ ὑπαρξὶς ἀτομικῶν βαρῶν μὲ δεκαδικὰ μεγάλῃς τάξεως. Π.χ. τὸ στοιχεῖον χλώριο ἔχει ἀτομικὸν βάρος $A = 35,457$ διότι οὐσιαστικῶς εἶναι μῖγμα διαφόρων ἰσοτόπων, ἀπάντων μὲν μὲ $Z = 17$ ἀλλὰ ἄλλων ἀτομικοῦ βάρους 35, ἄλλων 37 καὶ ἱχνῶν ἀτομικοῦ βάρους 33, ἢ 34, ἢ 36, ἢ 38, ἢ 39. Οὕτω τὸ ἀτομικὸν βάρος 35,457 ἀντιπροσωπεύει τὸ μέσον ἀτομικὸν βάρος τοῦ χλωρίου.

Ἀκόμη καὶ τὸ ἀπλούστατον στοιχεῖον ὕδρογόνο ($Z_H = 1$) εἶναι μῖγμα τριῶν ἰσοτόπων: τοῦ ἔχοντος ἀτομικὸν βάρος 1 (ἀποτελοῦντος τὴν μοναδικὴν

περίπτωσης πυρήνος άνευ νετρονίων), τοῦ ἔχοντος ἀτομικὸν βάρος 2 (μὲ ἓν νετρόνιον εἰς τὸν πυρήνα), τὸ ὁποῖον συνήθως καλεῖται *δευτέριον* ἢ *Βαρὺ Ὑδρογόνον*, καὶ τοῦ ἔχοντος ἀτομικὸν βάρος 3 (μὲ 2 νετρόνια εἰς τὸν πυρήνα) τὸ ὁποῖον, εὐρισκόμενον εἰς ἔχνη, εἶναι λίαν ἀσταθὲς καλεῖται δὲ πολλάκις *Τρίτιον* ἢ καὶ *Υπερβαρὺ Ὑδρογόνον*.

ΠΙΝΑΞ VII — 3
ΙΣΟΤΟΠΑ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

(Z: ἀτομικὸς ἀριθμὸς ἢ πλῆθος πρωτονίων,
A: μαζικὸς ἀριθμὸς, N: πλῆθος νετρονίων).

Z		A	N	Ποσοστὸν εἰς τὴν γῆν (%)	
1	<i>Κοινὸν ὑδρογόνον</i>	1	0	99,9844	<i>σταθερὸν</i>
1	Βαρὺ ὑδρογόνον (δευτέριον)	2	1	0,0156	σταθερὸν
1	Ὑδρογόνον — 3 (τρίτιον)	3	2	ἔχνη	ραδιενεργὸν

ΠΙΝΑΞ VII — 4
ΙΣΟΤΟΠΑ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

(Z: ἀτομικὸς ἀριθμὸς ἢ πλῆθος πρωτονίων,
A: μαζικὸς ἀριθμὸς, N: πλῆθος νετρονίων).

Z		A	N	Ποσοστὸν εἰς τὴν γῆν (%)	
8	Ὁξυγόνον — 14	14	6	ἔχνη	ραδιενεργὸν
8	Ὁξυγόνον — 15	15	7	ἔχνη	ραδιενεργὸν
8	<i>Ὁξυγόνον — 16</i>	16	8	99,757	<i>σταθερὸν</i>
8	Ὁξυγόνον — 17	17	9	0,039	σταθερὸν
8	Ὁξυγόνον — 18	18	10	0,204	σταθερὸν
8	Ὁξυγόνον — 19	19	11	ἔχνη	ραδιενεργὸν

7.10 Ἄτομα διαφορετικοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ (ἀντιπροσωπεύοντα δηλαδή διαφορετικὰ στοιχεῖα) ἀλλὰ μὲ τὸν αὐτὸν μαζικὸν ἀριθμόν, ὥς ἐκ τοῦ διαφοροῦ ἀριθμοῦ νετρονίων περιεχομένων ἐντὸς τοῦ πυρῆνος, καλοῦνται μετὰξὺ τῶν ἰσοβαρῆ. Οὕτω π.χ. τὸ ἄζωτον ἀτομικοῦ βάρους 13 ($Z_N = 7$, $A_N = 13$) εἶναι ἰσοβαρὲς πρὸς τὸν ἄνθρακα ἀτομικοῦ βάρους 13 ($Z_C = 6$, $A_C = 13$).

ΠΙΝΑΞ VII — 5

ΙΣΟΤΟΠΑ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ

(Z : ἀτομικὸς ἀριθμὸς ἢ πλῆθος πρωτονίων,
 A : μαζικὸς ἀριθμὸς, N : πλῆθος νετρονίων).

Z		A	N	Ποσοστὸν εἰς τὴν γῆν (%)	
12	Μαγνήσιον — 23	23	11	ἔχνη	ραδιενεργὸν
12	Μαγνήσιον — 24	24	12	78,60	σταθερὸν
12	Μαγνήσιον — 25	25	13	10,11	σταθερὸν
12	Μαγνήσιον — 26	26	14	11,29	σταθερὸν
12	Μαγνήσιον — 27	27	15	ἔχνη	ραδιενεργὸν

ΠΙΝΑΞ VII — 6

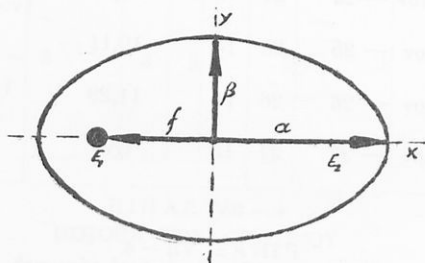
ΙΣΟΒΑΡΗ ΤΟΥ ΤΕΛΛΟΥΡΙΟΥ $_{52}\text{Te}^{130}$

Ἰσοβαρῆ	Ἀτομ. Ἀριθμὸς (Z) (Πρωτόνια)	Νετρόνια πυρῆνος (N)	Μαζικὸς ἀριθμὸς (A)
Τελλούριον $_{52}\text{Te}^{130}$	52	78	130
Ἰώδιον $_{53}\text{I}^{130}$	53	77	130
Ξένον $_{54}\text{Xe}^{130}$	54	76	130
Καίσιον $_{55}\text{Cs}^{130}$	55	75	130
Βάριον $_{56}\text{Ba}^{130}$	56	74	130

7.11 Όταν ενός στοιχείου ενδιαφέρει ο ατομικός αριθμός και ιδίως όταν επιδιώκεται διακρίσεις μεταξύ των διαφόρων ισοτόπων τότε χρησιμοποιείται ιδιαίτερος συμβολισμός με τον ατομικόν αριθμόν γραφόμενον, ως αριθμόν φορτίου, δίκην δείκτου αριστερά και κάτω του συμβόλου του στοιχείου, και με τον μαζικόν αριθμόν γραφόμενον ως εκθέτην. Ούτω π.χ. Το σύμβολον ${}^7\text{N}^{14}$ δηλοί ότι πρόκειται περί αζώτου ατομικού αριθμού $Z_N = 7$ και ατομικού βάρους (μαζικού αριθμού) $A_N = 14$, ήτοι περί αζώτου περιέχοντος 7 νετρόνια εντός του πυρήνος του.

ΤΑ ΠΛΑΝΗΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ

7.12 Τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου (ισάριθμα προς τα πρωτόνια του πυρήνος δι' ουδέτερα άτομα) *περιφέρονται επί τροχιών έλλειπτικών* των οποίων τα γνωρίσματα καθορίζονται απολύτως υπό τεσσάρων περιοριστικών συνθηκών. Αί συνθήκαι αὗται — *κβαντικοί αριθμοί* — ορίζουν τὰς διαστάσεις τῶν ἐλλείψεων, τὴν σχετικὴν θέσιν των ἐν τῷ χώρῳ καὶ τὴν φορὰν ἰδιοπεριστροφῆς τῶν ηλεκτρονίων.



Σχ. 7.13.1 Ἑλλειπτικὴ τροχιά. Ἡμιάξονες (α, β), ἐστιακὴ ἀπόστασις (f), ἐστία (E_1, E_2). Ὁ πυρὴν κατέχει πάντοτε τὴν θέσιν μιᾶς τῶν ἐστιῶν.

7.13 Ὁ πρῶτος ἐκ τῶν τεσσάρων κβαντικῶν ἀριθμῶν (n), ὁ καλούμενος καὶ *κύριος κβαντικὸς ἀριθμὸς*, καθορίζει τὸ μῆκος τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος (α) τῆς ἐλλείψεως (τῆς ὁποίας ἡ μία ἐστία συμπίπτει μετὰ τὸ κέντρον τοῦ πυρήνος) κατὰ τὴν σχέσιν

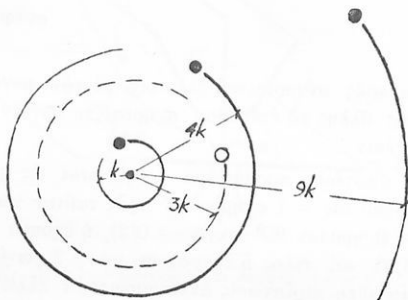
$$\alpha = k \cdot n^2$$

ὅπου ὁ ἀριθμὸς n δύναται νὰ λάβῃ οἰανδήποτε ἀκεραίαν θετικὴν τιμὴν

$$n = 1, 2, 3, \dots, \infty$$

καὶ ὅπου ὁ συντελεστὴς k , συντελεστὴς ἀναλογίας ἐξαχθόμενος ἐκ τῆς μάζης καὶ τοῦ φορτίου τοῦ ηλεκτρονίου καὶ τοῦ πυρήνος, καθορίζει τὴν πραγματικὴν τιμὴν τοῦ μῆκους τοῦ μεγάλου ἡμιάξονος (α), ἀντιπροσωπεύει δὲ τὴν ἐλαχίστην τιμὴν μῆκους μεγάλου ἡμιάξονος.

Ούτω π.χ. ἂν εἰς ἄτομόν τι ὁ μικρότερος μέγας ἡμιάξων ἔχη μῆκος $a = k$, ὁ ἀμέσως μεγαλύτερος θὰ ἔχη μῆκος $a = 4k$, ὁ δ' ἐπόμενος $a = 9k$, $a = 16k$ κ.ο.κ. Δὲν εἶναι ὡς ἐκ τούτου δυνατόν διὰ τὸ ἐν λόγῳ ἄτομον νὰ ὑπάρχῃ ἠλεκτρονίον περιφερόμενον ἐπὶ ἑλλείψεως μεγάλου ἡμιάξονος $a = 3k$ ἢ $5k$ κ.λ.π.



Σχ. 7.13.2 Κβάντωσις μεγάλων ἡμιάξωνων ἐπὶ κυκλικῶν τροχιῶν ($a = \beta$).
Δὲν εἶναι δυνατὴ περιφέρεια μὲ $a = 3k$.

7.14 Ὁ δεύτερος ἐκ τῶν τεσσάρων κβαντικῶν ἀριθμῶν (l), ὁ καλούμενος καὶ **δευτερεύων κβαντικὸς ἀριθμὸς**, καθορίζει τὸ μῆκος τοῦ μικροῦ ἡμιάξονος (β) τῆς ἑλλείψεως κατὰ τὴν σχέσιν

$$\beta = kn(l+1)$$

ὅπου ὁ ἀριθμὸς l , ἀκεραῖος καὶ θετικὸς ἢ μηδέν, δύναται νὰ φθάσῃ τιμὴν τὸ πολὺ κατὰ μονάδα μικρότεραν τοῦ n , ἥτοι

$$l = 0, 1, 2, \dots, (n-1).$$

ὁ δὲ συντελεστὴς k εἶναι ὁ αὐτὸς ὡς καὶ εἰς τὴν σχέσιν $a = kn^2$.

Οὔτω π.χ. ἑλλείψεις ἀντίστοιχοι εἰς κύριον κβαντικὸν ἀριθμὸν $n = 3$ (ἥτοι μὲ μεγάλον ἡμιάξωνα $a = 9k$) εἶναι δυνατὰ μόνον τρεῖς διάφοροι: αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς δευτερεύοντα κβαντικὸν ἀριθμὸν $l = 0$ (μὲ $\beta = 3k$), μὲ $l = 1$ (καὶ ὡς ἐκ τούτου $\beta = 6k$) καὶ μὲ $l = 2$ (ὁπότε ὁ μικρὸς ἡμιάξων $\beta = 9k$ ἐξισοῦται πρὸς τὸν μεγάλον καὶ ἡ ἑλλειψὶς καταλήγει εἰς τὴν μερικὴν περίπτωσιν τοῦ κύκλου).

7.15 Εἰς τρίτος κβαντικὸς ἀριθμὸς, ὁ ὁποῖος καλεῖται **μαγνητικὸς κβαντικὸς ἀριθμὸς ἐν περιφορᾷ** (m_l) καθορίζει τὸ ἐπίπεδον τῆς ἑλλείψεως ἐν τῷ χώρῳ ὡς καὶ τὴν φορὰν κινήσεως τοῦ ἠλεκτρονίου ὡς πρὸς μίαν ἑλλειπτικὴν τροχίαν θεωρουμένην, αὐθαιρέτως, ὡς βάσιν συγκρίσεως.

Ὁ ἀριθμὸς οὗτος δύναται νὰ λάβῃ ἀκεραίας τιμὰς, καὶ μηδέν, ἀπὸ $-l$ μέχρι $+l$ ἥτοι:

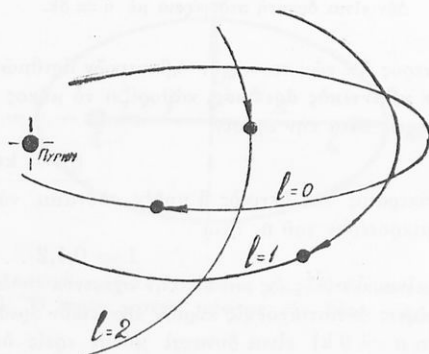
$$m_l = -l, 1-l, 2-l, \dots, +l$$

Ούτω π.χ. ἑλλείψεις με $n = 4$ καὶ $l = 2$ ὑπάρχουν πέντε, τῶν αὐτῶν μὲν διαστάσεων ($\alpha = 16k$, $\beta = 12k$) ἀλλὰ διαφόρου διευθύνσεως καὶ φορᾶς (βλ. σχ. 7.15.1) καθ' ὅσον εἰς τὸν δευτερεύοντα κβαντικὸν ἀριθμὸν $l = 2$ ἀντιστοιχοῦν τρεῖς κβαντικοὶ ἀριθμοὶ m_l , οἱ $m_l = -2$, $m_l = -1$, $m_l = 0$, $m_l = 1$ καὶ $m_l = 2$. Ἡ δὲ διεύθυνσις καὶ φορὰ δύνανται νὰ καθορισθῇ μετὰ τὴν σχέσιν

$$\text{συνφ} = \frac{m_l}{l}$$

ὡς ἐξῆς: λαμβάνεται πρὸς σύγκρισιν ἡ ἑλλειψις μετὰ τὸν μεγαλύτερον m_l (ἥτοι $m_l = l$) ὁπότε πάσης ἄλλης τὸ ἐπίπεδον σχηματίζει γωνίαν φ ὡς πρὸς ταύτην κατὰ τὴν ἀνωτέρω σχέσιν.

Π.χ. εἰς τὸ ὡς ἀνωτέρω παράδειγμα λαμβάνεται ὡς βάσις ἡ ἑλλειψις μετὰ $m_l = 2$, ὁπότε ἡ ἔχουσα $m_l = 1$ σχηματίζει πρὸς ταύτην γωνίαν 60° ($\text{συνφ} = 1/2$), ἡ ἔχουσα $m_l = 0$ γωνίαν 90° ($\text{συνφ} = 0/2$), ἡ ἔχουσα $m_l = -1$ γωνίαν 120° ($\text{συνφ} = -1/2$) καὶ τέλος ἡ ἔχουσα $m_l = -2$ γωνίαν 180° ($\text{συνφ} = -2/2$). Ἡ τελευταία αὕτη περίπτωσις ἀντιπροσωπεύει ἑλλείψεις τοῦ αὐτοῦ μὲν ἐπιπέδου ἀλλὰ ἀντιθέτου φορᾶς.

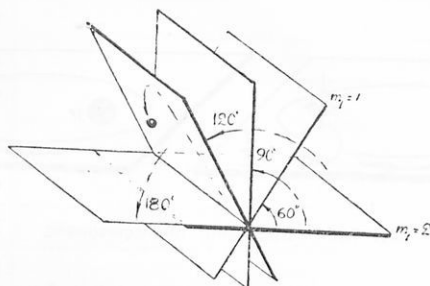


Σχ. 7.14.1 Ἐλλείψεις ἀντίστοιχοι εἰς κύριον κβαντικὸν ἀριθμὸν $n = 3$ (ἥτοι μετὰ $\alpha = 9k$).

7.16 Τελευταῖος μεταξὺ τῶν κβαντικῶν ἀριθμῶν εἶναι ὁ **μαγνητικὸς κβαντικὸς ἀριθμὸς ἐξ ἰδιοπεριστροφῆς** (ἀριθμὸς τοῦ spin, m_s).

Τὰ ἠλεκτρόνια, περιφερόμενα περὶ τὸν πυρῆνα, ὑφίστανται καὶ ἰδιοπεριστροφὴν περὶ τὸν ἄξονά των, ὡς π.χ. συμβαίνει καὶ μετὰ τὴν γῆν ἥτις, περιφερομένη περὶ τὸν ἥλιον, στρέφεται ταυτοχρόνως καὶ περὶ τὸν ἄξονά της. Ἡ ἰδιοπεριστροφὴ τῶν ἠλεκτρονίων (spin) δύναται νὰ εἶναι ὁμόρροπος ἢ ἀντίρροπος πρὸς τὴν φορὰν περιφορᾶς, τοῦτο δὲ καθορίζεται ὑπὸ ἐνὸς τετάρτου κβαντικοῦ ἀριθμοῦ (m_s) ὅστις δύναται νὰ λάβῃ δύο μόνον τιμὰς: $+1/2$ ἢ $-1/2$. Διὰ

τοῦ $m_s = +1/2$ καθορίζεται ἰδιοπεριστροφή ὁμόρροπος πρὸς τὴν περιφορὰν, διὰ δὲ τοῦ $m_s = -1/2$ ἰδιοπεριστροφή ἀντίρροπος.



Σχ. 7.15.1 Κβάντωση περιφορᾶς ($l = 2$).

7.17 Ἐκ τῆς μελέτης τῶν κβαντικῶν ἀριθμῶν ἔπεται ὅτι εἰς ὅλα τὰ χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τῶν ἠλεκτρονίων **ὕπάρχει ἀσυνέχεια τιμῶν.**

Πράγματι ὁ ἀριθμὸς n καθορίζει ὅτι αἱ μόναι δυνατὰ τιμαὶ μῆκους μεγάλων ἡμιαξόνων εἶναι $k, 4k, 9k, 16k$ κ.ο.κ. ἀποκλειομένης πάσης ἄλλης ἐνδιάμεσου τιμῆς ὡς π.χ. $7k$ ἢ $12,5k$.

Ἐπίσης ὁ ἀριθμὸς l καθορίζει ὅτι καὶ αἱ δυνατὰ τιμαὶ μῆκους μικρῶν ἡμιαξόνων εἶναι ἀσυνεχεῖς.

Ἐκ τοῦ μαγνητικοῦ ἀριθμοῦ m_l ἔπεται ὅτι ἡ ἀσυνέχεια παρατηρεῖται καὶ εἰς τὰ δυνατὰ ἐπίπεδα τῶν ἐλλείψεων. Ἐκ τοῦ ὡς ἀνωτέρω παραδείγματος (§ 7.15) εὐρέθη ὅτι δὲν εἶναι δυνατὴ γωνία ἐπιπέδων εἰ μὴ $60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$ καὶ 180° .

Διὰ τῆς τελευταίας συνθήκης καθορίζεται ὅτι οἱ ἄξονες ἰδιοπεριστροφῆς τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι δύο μόνον συμπέτοντες κατὰ διεύθυνσιν, γεγονὸς τὸ ὁποῖον ἀποκλείει κλίσιν τοῦ ἄξονος ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον περιφορᾶς.

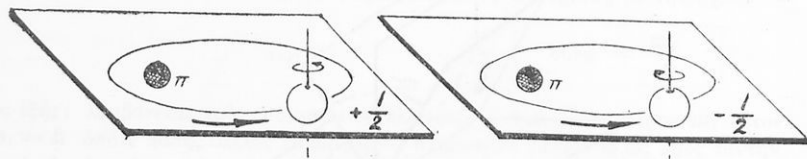
Ἡ τοιαύτη ἀσυνέχεια (μηκῶν, ἐπιπέδων, ἄξωνων) χαρακτηρίζεται εἰς τὴν νεωτέραν φυσικὴν ὡς κβάντωση καὶ ἀποτελεῖ τὴν εἰδοποιὸν διαφορὰν μεταξὺ τοῦ μικροκόσμου καὶ τοῦ μακροκόσμου.

Ὅτω π.χ. ἐνῶ εἰς πλανήτης δύναται νὰ περιστρέφεται πέριξ τοῦ ἡλίου εἰς οἰανδήποτε τροχίαν, ἀντιθέτως ἐν ἠλεκτρονίῳ δύναται νὰ περιστρέφεται πέριξ τοῦ πυρήνος ἐπὶ τροχίᾳ καθωρισμένης δι' ἀσυνεχῶν τιμῶν ἡμιαξόνων (α καὶ β).

Ὅμοιως, ἐνῶ ἡ κλίσις ἰδιοπεριστροφῆς ἐνὸς πλανήτου εἶναι οἰαδήποτε δυνατὴ, ἀντιθέτως ἡ κλίσις ἠλεκτρονίου εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή.

7.18 Οἱ τέσσαρες κβαντικοὶ ἀριθμοὶ n, l, m_l καὶ m_s καθορίζουν, πλὴν τῶν ἀναφερόντων, καὶ ἄλλα μεγέθη καὶ δὴ τὴν ἐνέργειαν τῶν ἠλεκτρονίων, τὴν γραμμικὴν ὁρμὴν των, τὴν στροφορμὴν των ἐκ περιφορᾶς καὶ τὴν

στροφομήν των εξ ιδιοπεριστροφής, εκ του γεγονότος δὲ τούτου ἡ κβάντωση παρατηρεῖται καὶ εἰς τὴν ἐνέργειαν καὶ εἰς τὴν ὁρμήν καὶ εἰς πᾶν ἄλλο μέγεθος συνδεδεμένον μὲ ταῦτα, ὡς εἶναι ἡ γραμμικὴ ταχύτης, ἡ συχνότης περιστροφῆς κ.λπ.



Σχ. 7.16.1 Κβάντωση ιδιοπεριστροφῆς.

7.19 Τὰ ἠλεκτρόνια κινούμενα περὶ τὸν πυρῆνα, ἕκαστον κατ' ἴδιον τρόπον, δύνανται νὰ ἔχουν κοινούς ὠρισμένους κβαντικούς ἀριθμούς οὐχὶ ὅμως καὶ τοὺς τέσσαρας. Τοῦτο καθορίζεται ὑπὸ τῆς λεγομένης *ἀπαγορευτικῆς ἀρχῆς τοῦ Pauli*, καθ' ἣν *δὲν ὑπάρχουν εἰς τὸ αὐτὸ ἄτομον δύο ἠλεκτρόνια ἔχοντα καὶ τοὺς τέσσαρας κβαντικούς ἀριθμούς τοὺς αὐτοὺς*. Βάσει ὅμως τοῦ κυρίου κβαντικοῦ ἀριθμοῦ (n) τὰ ἠλεκτρόνια κατατάσσονται εἰς ομάδας (φλοιοὺς), οὕτω δὲ ἠλεκτρόνια μὲ τὸν αὐτὸν κύριον κβαντικὸν ἀριθμὸν n , *χ.* $n = 3$ θεωροῦνται ἠλεκτρόνια τοῦ αὐτοῦ φλοιοῦ, ἀσχέτως πρὸς τοὺς λοιποὺς κβαντικούς ἀριθμούς. Ἐν συνεχείᾳ οἱ φλοιοὶ χωρίζονται εἰς ὑποφλοιοὺς κυρίως συμφώνως πρὸς τὸν δευτερεύοντα κβαντικὸν ἀριθμὸν.

Κατὰ σειράν, ἐκ τῶν ἔσω λογιζόμενοι, οἱ φλοιοὶ εἶναι οἱ κάτωθι :

- I) Ὁ φλοιὸς K (μὲ $n = 1$) δυνάμενος νὰ περιέχῃ δύο ἠλεκτρόνια.
- II) Ὁ φλοιὸς L (μὲ $n = 2$) δυνάμενος νὰ περιέχῃ ὀκτὼ ἠλεκτρόνια (2 εἰς τὸν ὑποφλοιὸν L_1 καὶ 6 εἰς τὸν L_2).
- III) Ὁ φλοιὸς M (μὲ $n = 3$) δυνάμενος νὰ περιέχῃ δεκαοκτὼ ἠλεκτρόνια (2 εἰς τὸν M_1 , 6 εἰς τὸν M_2 καὶ 10 εἰς τὸν M_3).
- IV) Οἱ φλοιοὶ N, O, P, Q θεωρητικῶς δυνάμενοι νὰ περιέχουν, ἕκαστος, ἀνὰ 32 ἠλεκτρόνια.

7.20 Εἰς ἕκαστον ἄτομον, ὅπου βεβαίως ὁ ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων δὲν εἶναι τοσοῦτος ὥστε νὰ συμπληροῦνται ὅλοι οἱ φλοιοί, παραμένουν κατὰ κανόνα φλοιοὶ ἀσυμπλήρωτοι (βλ. Πίν. VII - 7).

Ἄν καὶ οἱ νόμοι οἱ διέποντες τὴν ἀκριβῆ διανομήν τῶν ἠλεκτρονίων ἐκφεύγουν τοῦ παρόντος, ἐν τούτοις γενικῶς δύναται νὰ καθορισθῇ ὅτι ἡ συμπλήρωσις τῶν φλοιῶν (ἀρχομένη ἐκ τοῦ K) προχωρεῖ ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔσω, παραμένουν δὲ ἀσυμπλήρωτοι οἱ ἐξώτατοι φλοιοί, μὲ ἀξιοσημείωτον παρατήρησιν ὅτι οἱ ὑποφλοιοὶ τῶν 10 ἢ 14 ἠλεκτρονίων συνήθως δὲν ὑφίστανται εἰ μὴ ὡς πλήρεις.

ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ ΕΙΣ ΤΡΟΧΙΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΙΝΩΝ

Z	Στοιχείον	K	L		M			N				O				P				Q			
			L ₁	L ₂	M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄
1	Υδρογόνον	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	Ήλιον	2																					
6	Άνθραξ	2	2	2																			
7	Άζωτον	2	2	3																			
8	Οξυγόνον	2	2	4																			
10	Νέον	2	2	6																			
11	Νάτριον	2	2	6	1																		
15	Φωσφόρος	2	2	6	2	3																	
18	Άργόν	2	2	6	2	6																	
25	Μαγγάνιον	2	2	6	2	6	5	2															
29	Χάλκος	2	2	6	2	6	10	1															
36	Κρυπτόν	2	2	6	2	6	10	2	6														
47	Άργυρος	2	2	6	2	6	10	2	6	10		1											
56	Βάριον	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6										
74	Βολφράμιον	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	4									
79	Χρυσός	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10									
88	Ράδιον	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10							2		
92	Ουράνιον	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	3						2		

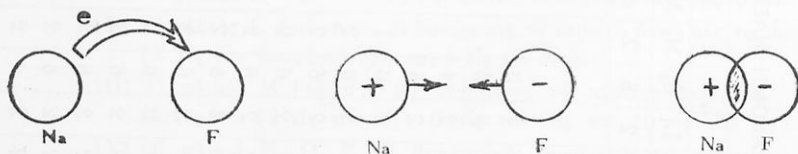
Ούτω π.χ. ὁ ἄνθραξ ($Z_C = 6$) περιέχει 2 ἠλεκτρόνια εἰς τὸν K καὶ 4 εἰς τὸν L, τὸ νάτριο ($Z_{Na} = 11$) περιέχει 2 ἠλεκτρόνια εἰς τὸν K, 8 εἰς τὸν L καὶ ἓν εἰς τὸν M, ἐνῷ τὸ βάριον ($Z_{Ba} = 56$) περιέχει 2 ἠλεκτρόνια εἰς τὸν K, 8 εἰς τὸν L, 18 εἰς τὸν M, 18 εἰς τὸν N (παρὰλείπεται ἡ δεκατετράς N_4), 8 εἰς τὸν O (παρὰλείπονται ἡ δεκάς O_3 καὶ ἡ δεκατετράς O_4) καὶ 2 εἰς τὸν ἐξώ-
τατον P.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΣΘΕΝΟΥΣ

7.21 Τὸ σθένος τῶν διαφόρων στοιχείων ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἠλεκτρονίων τῆς ἐξωτερικῆς τροχιάς, διὰ τοῦτο δὲ ἡ ἐκάστοτε ἐξωτάτη τροχία ὀνομάζεται καὶ τροχία σθένους. Γενικῶς *ἐκαστον ἄτομον τείνει νὰ συμπληρώσῃ τὰς τροχιάς τῶν ἠλεκτρονίων του* (K, L, M κλπ.) ἢ τινὰς τῶν ὑποτροχιῶν του καὶ τοῦτο ἐπιτυγχάνεται δι' ἀποβολῆς ἢ προσθήκης ἠλεκτρονίων, μεταβαλλομένου οὕτω τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἠλεκτρονίων τῆς ἐξωτάτης τροχιάς.

Οὕτω π.χ. τὸ νάτριο (μὲ $Z_{Na} = 11$) περιέχον 2 ἠλεκτρόνια εἰς τὴν K, 8 εἰς τὴν L καὶ 1 εἰς τὴν M, τείνει ν' ἀποβάλλῃ τὸ τελευταῖον τοῦτο ἠλεκτρόνιον ὥστε νὰ παραμείνουν δύο τροχιαὶ συμπληρωμέναι (αἱ K καὶ L). Ἀντιστοίχως τὸ φθόριον (μὲ $Z_F = 9$) περιέχον 2 ἠλεκτρόνια εἰς τὴν K καὶ 7 εἰς τὴν L τείνει νὰ προσλάβῃ ἓν ἠλεκτρόνιον εἰσέτι ὥστε νὰ συμπληρωθῇ καὶ ἡ L.

Πᾶσα ὁμῶς τοιαύτη μετατόπισις συνεπάγεται ἠλεκτρικὴν φόρτισιν τοῦ ἀτόμου καθ' ὅσον ὁ ἀριθμὸς τῶν πρωτονίων τοῦ πυρήνος δὲν μεταβάλλεται. Οὕτω δὲ τὸ νάτριο μὲ συμπληρωμένας τὰς τροχιάς K καὶ L ἔχει ἓν φορτίον θετικὸν ἐπὶ πλέον (Na^+), ἐνῷ τὸ φθόριον ἓν ἀρνητικὸν ἐπὶ πλέον (F^-). Ἡ φόρτισις αὕτη εἶναι, ἐν συνεχείᾳ, ἡ αἰτία τῆς στενώσεως τῶν ἀτόμων εἰς μόρια ἕνεκα τῆς παρουσιαζομένης ἠλεκτροστατικῆς ἑλξεως.



Σχ. 7.21.1 Διὰ μεταβάσεως ἑνὸς ἠλεκτρονίου ἀπὸ τὸ ἄτομον τοῦ νατρίου εἰς τὸ τοῦ φθορίου διαταράσσεται ἡ ἠλεκτρικὴ ἰσορροπία καὶ δημιουργεῖται μόριον ἑτεροπολικοῦ δεσμοῦ.

7.22 Ἐκαστον ἄτομον ὁμῶς δύναται νὰ προσλάβῃ ἢ ν' ἀποβάλλῃ ὥρι-
σμένα ἠλεκτρόνια, διὰ νὰ ἐπιτευχθῇ δὲ τοῦτο πρέπει νὰ συνυπάρχουν ἄλλα
ἄτομα δυνάμενα νὰ ἀποβάλλουν ἢ νὰ προσλάβουν, ἀντιστοίχως, ἰσάριθμα συνο-
λικῶς ἠλεκτρόνια. Ἐξ αὐτοῦ συνάγεται τὸ συμπέρασμα ὅτι ἕκαστον ἄτομον δύ-
ναται νὰ ἐνωθῇ μὲ ὥρισμένον ἀριθμὸν ἄλλων ἀτόμων καὶ προκύπτει οὕτω ὁ
ἠλεκτρονικὸς ὁρισμὸς τοῦ σθένους:

Καλείται σθένος στοιχείου ο αριθμός των ηλεκτρονίων, της εξωτάτης στιβάδος του, τα οποία δύναται ν' αποβάλλη ή νά προσλάβη προς συμπλήρωσιν των τροχιών του.

Τὸ σθένος χαρακτηρίζεται ὡς *θετικόν*, ὅταν πρόκειται περὶ ἀποβολῆς ηλεκτρονίων, καὶ ὡς *ἀρνητικόν*, ὅταν πρόκειται περὶ προσλήψεως. Οὕτω π. χ. τὸ ἄζωτον (μὲ 2 ηλεκτρόνια εἰς τὴν K καὶ 5 εἰς τὴν L) ἔχει σθένος + 5 ὅταν ἀποβάλλῃ τὰ ηλεκτρόνια τῆς L καὶ παραμένει μόνον μὲ τὴν K, ἔχει δὲ σθένος - 3 ὅταν προσλαμβάνῃ καὶ 3 ηλεκτρόνια εἰσέτι πρὸς συμπλήρωσιν καὶ τῆς L.

ΠΙΝΑΞ VII — 3

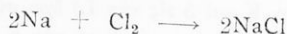
ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ ΚΑΙ ΣΘΕΝΗ

Στοιχείον	Z	Διανομὴ ηλεκτρονίων	Σθένος	Παραδείγματα ἐνώσεων
Ἀζωτον N	7	2 2,3 $3e \rightarrow$	+ 3	N_2O_3 , HNO_2
Ἀζωτον N	7	2 2,3 $3e \leftarrow$	- 3	NH_3
Ἀζωτον N	7	2 2,3 $5e \rightarrow$	+ 5	N_2O_5 , HNO_3
Φθόριον F	9	2 2,5 $1e \leftarrow$	- 1	HF , NaF
Φθόριον F	9	2 2,5 $5e \rightarrow$	+ 5	HFO_3
Φθόριον F	9	2 2,5 $7e \rightarrow$	+ 7	HFO_4
Μαγνήσιον Mg	12	2 2,6 2 $2e \rightarrow$	+ 2	$MgCl_2$
Πυρίτιον Si	14	2 2,6 2,2 $4e \rightarrow$	+ 4	SiO_2 , $CaSiO_3$
Πυρίτιον Si	14	2 2,6 2,2 $4e \leftarrow$	- 4	SiH_4
Θεῖον S	16	2 2,6 2,4 $4e \rightarrow$	+ 4	SO_2 , K_2SO_3
Θεῖον S	16	2 2,6 2,4 $6e \rightarrow$	+ 6	SO_3 , H_2SO_4
Θεῖον S	16	2 2,6 2,4 $2e \leftarrow$	- 2	H_2S , $H_3)_2S$
Χλώριον Cl	17	2 2,6 2,5 $1e \leftarrow$	- 1	HCl
Χλώριον Cl	17	2 2,6 2,5 $5e \rightarrow$	+ 5	$KClO_3$, Cl_2O_5
Χλώριον Cl	17	2 2,6 2,5 $7e \rightarrow$	+ 7	$KClO_4$, Cl_2O_7
Σίδηρος Fe	26	2 2,6 2,6,6 2 $2e \rightarrow$	+ 2	$FeCl_2$
Σίδηρος Fe	26	2 2,6 2,6,5 3 $3e \rightarrow$	+ 3	$FeCl_3$

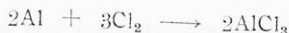
7.23 Πλὴν τοῦ σθένους καὶ πολλὰ ἄλλα θέματα τῆς γενικῆς χημείας ἐξεργοῦνται μὲ βάσιν τὸν τρόπον διανομῆς τῶν ηλεκτρονίων εἰς τὰς ἐξωτάτας τρο-

χιάς, ὡς π. χ. ἡ χημικὴ δραστικότητα τῶν στοιχείων, τὰ εἶδη τῶν δεσμῶν τῶν ατόμων μεταξύ των κλπ.

Στοιχεῖον τι λέγεται **δραστικώτερον** ἄλλον ὅταν εἶναι εἰς θέσιν, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, νὰ προκαλέσῃ ἐντονωτέρας χημικὰς ἀντιδράσεις. Οὕτω π. χ. τὸ νάτριον εἶναι δραστικώτερον τοῦ ἀργιλίου καθ' ὅσον ἡ ἀντίδρασις



λαμβάνει χώραν ταχύτερον καὶ ὑπὸ ἑκλύσειν περισσοτέρας ἐνεργείας, ἢ ἡ ἀντίδρασις



Ἡ χημικὴ αἴτη δραστικότης ὀφείλεται εἰς τὸ ὅτι τὸ Na, περιέχον εἰς τὴν ἐξωτάτην τροχίαν του (M) ἓν ἠλεκτρόνιον, ἀποβάλλει τοῦτο εὐκολώτερον ἢ τὸ Al, τὸ ὁποῖον περιέχει εἰς τὴν ἐξωτάτην τροχίαν του (M) τρία ἠλεκτρόνια.

Γενικῶς ὅσον μικρότερος εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων τὰ ὁποῖα στοιχεῖον τι τείνει ν' ἀποβάλλῃ ἢ νὰ προσλάβῃ, πρὸς δημιουργίαν πλήρων τροχιῶν, τόσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ δραστικότης του. Τοῦτο ἀποδίδεται καὶ ὡς **χημικὴ συγγένεια**, οὕτω δὲ τὸ Na χαρακτηρίζεται ὡς ἔχον μεγαλυτέραν, τοῦ Al, χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὸ Cl. Ὅμοιως τὰ καλούμενα **ἐνγενῆ ἀέρια** (He, Ne, A, Kr κλπ.) θεωροῦνται ὡς μὴ χημικῶς δραστικά (ἀδρανῆ) καθ' ὅσον οὔτε ἀποβάλλουν, οὔτε προσλαμβάνουν ἠλεκτρόνια ὡς ἔχοντα πλήρεις τὰς ἐκάστοτε ἐξωτερικὰς τροχιάς των.

7.24 Στοιχεῖον τι τείνει ν' ἀποβάλλῃ ἠλεκτρόνια, καὶ ὡς ἐκ τούτου νὰ μετατραπῇ εἰς θετικῶς φορτισμένον σωματίδιον, καλεῖται **μέταλλον**, καὶ ἀντιστοίχως **ἀμέταλλον** καλεῖται τὸ τείνον **νὰ προσλάβῃ ἠλεκτρόνια** καὶ ὡς ἐκ τούτου νὰ μετατραπῇ εἰς ἀρνητικῶς φορτισμένον σωματίδιον.

Οὕτω π. χ. τὸ Na εἶναι μέταλλον, διότι εἰς τὴν τροχίαν M περιέχει ἓν ἠλεκτρόνιον τὸ ὁποῖον τείνει ν' ἀποβάλλῃ καὶ νὰ μετατραπῇ εἰς Na^+ . Ἀντιθέτως τὸ Cl εἶναι ἀμέταλλον, διότι εἰς τὴν τροχίαν M περιέχει 7 ἠλεκτρόνια καὶ ὡς ἐκ τούτου τείνει νὰ προσλάβῃ ἓν εἰσέτι (πρὸς συμπλήρωσιν καὶ τῆς M) καὶ νὰ μετατραπῇ εἰς Cl^- . Καθ' ὅμοιον τρόπον τὸ N ἐμφανίζεται ὡς ἀμέταλλον ὅταν τείνει νὰ προσλάβῃ τρία ἠλεκτρόνια, ὡς μέταλλον δὲ ὅταν τείνει ν' ἀποβάλλῃ πέντε, κ.ο.κ.

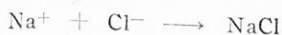
7.25 Ὅταν ἠλεκτρόνια μεταβαίνουν ἐξ ἑνὸς ατόμου εἰς ἕτερον, καὶ δημιουργοῦνται οὕτω πλήρεις τροχιαὶ δι' ἕκαστον ἄτομον ἀνεξάρτητοι, τότε ὁ μεταξὺ τῶν ατόμων προκύπτειν δεσμὸς λέγεται **ἑτεροπολικός**, διότι συνεπάγεται τὸν σχηματισμὸν ἀνεξαρτήτων, καὶ ἑτερονύμων φορτισμένων, ἰόντων συγκρατουμένων ἠλεκτροστατικῶς. Τοιούτου εἶδους εἶναι ὁ δεσμὸς μεταξὺ Na καὶ Cl εἰς τὸ μόριον τοῦ NaCl. Πράγματι τὸ ἄτομον τοῦ νατρίου ἀποβάλλει ἓν ἠλεκτρόνιον



τὸ ὁποῖον προσλαμβάνεται ἀπὸ τὸ Cl



ὁπότε τὰ ἰόντα ταῦτα ἀποτελοῦν τελικῶς τὸ μόριον, κατὰ τὴν σχηματικὴν ἔκφρασιν



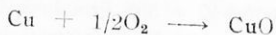
Υπάρχει ὁμως καὶ περίπτωσις νὰ μὴ μεταβαίνειν τὰ ἠλεκτρόνια ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἀτόμου εἰς ἕτερον ἀλλ' ἀπλῶς νὰ παρουσιάζεται ἀλληλοδανεισμός. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ὁ δεσμός λέγεται **ὁμοιοπολικός**. Τοιούτου εἴδους εἶναι οἱ δεσμοὶ μεταξὺ τῶν ἀτόμων εἰς τὰς πλείστας ρίζας ἢ μεταξὺ τῶν ἀτόμων εἰς τὰ μόρια τῶν στοιχείων. Οὕτω π.χ. εἰς τὸ μόριον O_2 τὰ δύο ἄτομα συγκρατοῦνται ὡς ἑξῆς: ἐκ τῶν 6 ἠλεκτρονίων τῆς ἐξωτάτης τροχιάς (L) ἕκαστον ἄτομον προσφέρει ἀνὰ 2 ἠλεκτρόνια καὶ διατηρεῖ οὕτω τὰ λοιπὰ 4. Τὰ προσφερθέντα ταῦτα ἀνὰ 2 ἠλεκτρόνια (συνολικῶς 4) περιφέρονται καὶ περὶ τὸν ἕνα καὶ περὶ τὸν ἄλλον πυρῆνα ταυτοχρόνως, μὲ ἀποτέλεσμα ἕκαστον τῶν δύο ἀτόμων εἰς τὸ μόριον O_2 νὰ ἔχῃ πλήρη τὴν τροχίαν L .

Τὰ δύο ταῦτα εἶδη, ἑτεροπολικοῦ καὶ ὁμοιοπολικοῦ δεσμοῦ, εἶναι αἱ κύριαι μορφαὶ συνδέσεως τῶν ἀτόμων μεταξὺ των, πλην αὐτῶν ὅμως ὑπάρχοντων παραλλαγὰν καὶ συνδυασμοὶ (ὡς οἱ ἡμιπολικοὶ δεσμοὶ) μικροτέρας πάντως σημασίας.

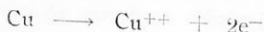
7.26 Μετὰ τὴν θεωρίαν τῆς ἠλεκτρονικῆς ἐξηγήσεως τοῦ σθένους, τόσον αἱ ὀξειδώσεις ὅσον καὶ αἱ ἀναγωγαὶ δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς μεταβολαὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἠλεκτρονίων εἰς τὰς ἐξωτάτας τροχιάς.

Οὕτω δὲ ἡ **ὀξείδωσις** δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς **ἀφαίρεσις ἠλεκτρονίων** ἢ δὲ **ἀναγωγή** ὡς **πρόσθεσις**.

Π.χ. ἐπειδὴ κατὰ τὴν ὀξείδωσιν τοῦ χαλκοῦ



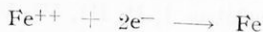
μετατρέπεται ὁ Cu εἰς Cu^{++} , δύναται νὰ ἀπλοποιηθῇ τὸ ὅλον θέμα ἂν χαρακτηρισθῇ ἀπλῶς αὕτη ὡς αὔξεισις τοῦ θετικοῦ σθένους τοῦ χαλκοῦ κατὰ τὴν ἐξίσωσιν



Ὁμοίως ἡ ἀναγωγή τοῦ FeO πρὸς Fe

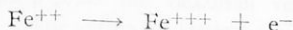


δὲν εἶναι εἰ μὴ μεταβολὴ τοῦ ἰόντος σιδήρου (Fe^{++}) εἰς οὐδέτερον ἄτομον κατὰ τὴν ἐξίσωσιν

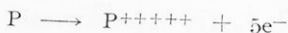


Κατὰ τὸν τρόπον αὐτὸν πολλάκις αἱ ὀξειδώσεις καὶ αἱ ἀναγωγαὶ ἀποδίδονται, γενικώτερον, ὡς ἀφαίρεσις ἢ προσθέσις ἠλεκτρονίων. Οὕτω π.χ.

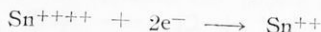
Ἡ μετατροπὴ ἁλλαντὸς δισθενοῦς σιδήρου πρὸς ἕτερον τοῦ τρισθενοῦς γράφεται



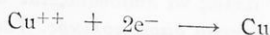
Ἡ καῦσις τοῦ φωσφόρου πρὸς τὸ πεντοξείδιόν του γράφεται



Ἡ ἀναγωγή τοῦ τετρασθενοῦς κασσιτέρου πρὸς δισθενῆ γράφεται



Ἡ ἀναγωγή τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ πρὸς μεταλλικὸν Cu γράφεται



ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ

7.27 Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς καθ' ἣν ἡ χημεία ἤρchiσε ἀναπτυσσομένη ὡς ἐπιστήμη ἐνεφανίσθη εὐθὺς ἀμέσως ἡ ἀνάγκη κατατάξεως τῶν στοιχείων με ὀρισμένην τινα βάσιν, εἰς τρόπον ὥστε νὰ καθίσταται εὐχερὴς ἡ μελέτη τῶν χημικῶν καὶ φυσικῶν ιδιοτήτων τῶν. Πολλὰ ὄρχα κατατάξεως προετάθησαν καὶ ἐχρησιμοποιήθησαν κατὰ καιροὺς, σήμερον δὲ ἀκολουθεῖται, διεθνῶς, ἡ ὄρχη κατατάξεως τῶν κατὰ τὸ λεγόμενον **Περιοδικὸν Σύστημα** τὸ ὀρχικῶς προταθὲν ὑπὸ τοῦ ῥώσου χημικοῦ Μεντελέγιεφ.

7.28 Κατὰ τὸ σύστημα τοῦτο τὰ στοιχεῖα κατατάσσονται με βάσιν τὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν τῶν καθ' ὅσον παρουσιάζεται, οὕτω, ἐπανάληψις περιοδικῆ τῶν χημικῶν ιδιοτήτων, ὀφειλομένη εἰς περιοδικὴν ἐπανάληψιν τοῦ τρόπου διανομῆς τῶν ἠλεκτρονίων τῶν ἐξωτῶν τροχιῶν. Οὕτω π.χ. τὸ F (με $Z = 9$) παρουσιάζει τὰς αὐτὰς χημικὰς ιδιότητες με τὸ Cl (με $Z = 17$) καὶ τὰς αὐτὰς με τὸ Br (με $Z = 35$), ἥτοι ἐμφανίζονται ὅμοια στοιχεῖα μετὰ ἀπὸ 8 καὶ 18 ἀντιστοιχῶς παρεμβαλλόμενα στοιχεῖα. Ὀμοίως τὸ Na (με $Z = 11$), τὸ K (με $Z = 19$) καὶ τὸ Rb (με $Z = 37$) παρουσιάζουν ὁμοίαν μετὰξὺ τῶν ιδιοτήτων, ἥτοι καὶ πάλιν μετὰ ἀπὸ 8 καὶ 18 ἀντιστοιχῶς παρεμβαλλόμενα στοιχεῖα.

Ἐξ αὐτῶν συνάγεται τὸ πόρισμα, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ καὶ τὴν θεμελιώδη ὄρχην τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, ὅτι **αἱ χημικαὶ ιδιότητες** τῶν στοιχείων ἀποτελοῦν **περιοδικὴν συνάρτησιν τοῦ ἀτομικοῦ τῶν ἀριθμοῦ**.

7.29 Κατὰ τὴν σημερινὴν μορφὴν τὴν ὁποίαν ἔλαβε τελικῶς τὸ περιοδικὸν σύστημα, σχηματίζονται 9 κάθετοι στήλαι (ὀμάδες) χαρακτηριζόμεναι διὰ τῶν συμβόλων I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, O. Ἐξ αὐτῶν αἱ πρῶται τρεῖς (ἀλκαλίων, ἀλκαλικῶν γαιῶν, γαιῶν) περιλαμβάνουν στοιχεῖα τυπικῶς ἠλεκτροθετικὰ ἥτοι με χαρακτηριστικὰς ιδιότητας μετάλλων. Ἡ IV ὀμάς (τοῦ ἀνθρακος) περιλαμβάνει ἐπαμφοτερίζοντα στοιχεῖα, αἱ V, VI καὶ VII περιλαμβάνουν στοιχεῖα ἀμέταλλα ἥτοι τυπικῶς ἠλεκτραρνητικὰ. Ἡ VIII ὀμάς περιλαμβάνει τρεῖς τριάδας βαρέων μετάλλων καὶ τέλος ἡ μηδενικὴ (0) συνίσταται ἐξ ἀδρανῶν στοιχείων (εὐγενῶν ἀερίων) με σθένος μηδέν.

Μετά τὰ πρῶτα ἑλαφρὰ στοιχεῖα ἐκάστη ὁμὰς χωρίζεται εἰς δύο: τὴν κυρίαν καὶ τὴν δευτερεύουσαν. Τὰ στοιχεῖα τῆς δευτερεύουσας παρουσιάζουν μόνον ὀλίγας ὁμοιότητας μετὰ τὰ στοιχεῖα τῆς κυρίας ὁμάδος καὶ δὴ ἰδιότητάς τινας σθένους. Οὕτω π.χ. τὸ Mn καίτοι μέταλλον περιλαμβάνεται εἰς τὴν ὁμάδα τῶν ἀλατογόνων (VII) ἔνεκα τῆς συχνῆς ἐμφανισεώς του ὡς ἐπτασθενεὺς (π.χ. Mn_2O_7 ὡς τὸ Cl_2O_7 καὶ $HMnO_4$ ὡς τὸ $HClO_4$ κλπ.).

7.30 Καθ' ὁρίζοντίας σειρὰς τὰ στοιχεῖα ἀποτελοῦν ἑπτὰ περιόδους χαρακτηριζομένας διὰ τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Ἐξ αὐτῶν αἱ 4, 5 καὶ 6 χωρίζονται ἐκάστη εἰς δύο ὑποπεριόδους (π.χ. 4A καὶ 4B).

7.31 Κατ' ἀρχὴν ὁ αὐξὼν ἀριθμὸς τῆς ὁμάδος δηλώνει τὸν ἀριθμὸν τῶν ἠλεκτρονίων τῆς ἐξωτάτης τροχιάς, ἥτοι τῆς τροχιάς σθένους. Οὕτω π.χ. τὰ στοιχεῖα τῆς III ὁμάδος (B, Al, Ga κλπ.) περιέχουν ἀνὰ 3 ἐξωτερικῶς ἠλεκτρόνια, τὰ στοιχεῖα τῆς VII ὁμάδος (F, Cl, Br κλπ.) ἀνὰ 7 ἠλεκτρόνια, τὰ τῆς μηδενικῆς (He, Ne, A κλπ.) ἀνὰ 8 ἥτοι δὲν περιέχουν ἠλεκτρόνια σθένους. Μὴ κανονικὴν διανομὴν τῶν ἠλεκτρονίων σθένους παρουσιάζουν τὰ στοιχεῖα τῆς VIII ὁμάδος χωριζόμενα εἰς τρεῖς τριάδας.

Ἐπίσης ὁ αὐξὼν ἀριθμὸς τῆς ὁμάδος ἀντιπροσωπεύει τὸ θετικὸν σθένος τῶν στοιχείων, ἡ δὲ διαφορὰ του ἀπὸ τὸ 8 τὸ ἀρνητικόν. Οὕτω π.χ. τὰ στοιχεῖα τῆς V ὁμάδος ἐμφανίζονται ἢ με σθένος + 5 ἢ με σθένος — 3. Πρὸς τοῦτοίς πρέπει νὰ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν ὅτι ὡς κυριώτερον ἐμφανίζεται τὸ μικρότερον τῶν δύο σθενῶν. Οὕτω π.χ. τὸ Cl (με σθένος + 7 καὶ — 1) παρουσιάζεται, ὡς γνωστόν, συνηθέστερον ὡς μονοσθενὲς ἀμέταλλον ἢ ὡς ἐπτασθενὲς μέταλλον.

Τὰ στοιχεῖα με ἀτομικὸν ἀριθμὸν ἀπὸ 57 μέχρι καὶ 71 (Σπάνια Γαῖα τῆς 6ης περιόδου) παρουσιάζουν τὴν αὐτὴν διανομὴν ἠλεκτρονίων ἐξωτερικῶς, διὰ τὸν λόγον δὲ τοῦτον τοποθετοῦνται εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν τοῦ περιοδικοῦ συστήματος. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μετὰ τὰ στοιχεῖα με ἀτομικὸν ἀριθμὸν ἀπὸ 89 μέχρι καὶ 103 (Σπάνια Γαῖα τῆς 7ης περιόδου).

Οὕτω με τελευταίαν τὴν ὁμάδα ταύτην τῶν σπανίων γαιῶν τὰ στοιχεῖα συμποσοῦνται ὀλίγως εἰς 103 ἔξ ὧν τὰ με ἀτομικοὺς ἀριθμοὺς 97, 98, 99 (μπερ-κέλλιον Bk, καλλιφόρνιον Cf καὶ αἰνστάνιον E) ἐβεβαιώθησαν πειραματικῶς, διὰ δὲ τὰ ὑπόλοιπα ἢ ὑπαρξὺς τίθεται ὡς ὑποθετικὴ (ὡς διὰ τὸ φέρμιον με $Z = 100$ καὶ τὸ μεντελέβιον με $Z = 101$), κατεσκευάσθησαν πάντως τεχνητῶς διὰ ραδιο-νεργῶν μετασχηματισμῶν.

Π Ι Ν Α Κ — VII 9
ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΟΥ ΜΕΝΤΕΛΕΓΙΕΦ

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	O
1	1 H 1,008								2 He 4,003
2	Li 3 6,94	4 Be 9,013	5 B 10,82	6 C 12,011	7 N 14,008	8 O 16,000	9 F 19,00		10 Ne 20,183
3	Na 11 22,991	12 Mg 24,32	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,975	16 S 32,066	17 Cl 35,457		18 A 39,944
4A	K 19 39,1	20 Ca 40,08	Sc 21 44,96	Ti 22 47,90	V 23 50,95	Cr 24 52,01	Mn 25 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,94
4B	29 Cu 63,54	Zn 30 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,60	33 As 74,91	34 Se 78,96	35 Br 79,916	36 Kr 83,80	28 Ni 58,71
5A	Rb 37 85,48	Sr 38 87,63	Y 39 88,92	Zr 40 91,22	Nb 41 92,91	Mo 42 95,95	Tc 43 99,0	44 Ru 101,1	45 Rh 102,91
5B	47 Ag 107,88	Cd 48 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,70	51 Sb 121,76	52 Te 127,61	53 I 126,91	46 Pd 106,4	54 Xe 121,30

6A	Cs 55 132,91	56 Ba 137,36	ΣΠΑΝΙΑΙ ΓΑΙΑΙ	Hf 72 178,50	Td 73 180,95	W 74 183,86	Re 75 186,22	Os 76 190,2	Ir 77 192,2	Pt 78 195,09	86 Rn 222
6B	79 Au 197,0	Hg 80 200,61	81 Tl 204,39	82 Pb 207,21	83 Bi 208,00	84 Po 210,0	85 At 211				
7	Fr 87 223	88 Ra 226,05	ΣΠΑΝΙΑΙ ΓΑΙΑΙ								

ΣΠΑΝΙΑΙ ΓΑΙΑΙ

ΠΕΡΙΟΔΟΣ 6 (Λανθανίδαι)	57 La 138,92	58 Ce 140,1	59 Pr 140,92	60 Nd 144,27	61 Pm 145	62 Sm 150,35	63 Eu 152	64 Gd 157,26	65 Tb 158,93	66 Dy 162,51	67 Ho 164,94	68 Er 167,27	69 Tm 168,94	70 Yb 173,04	Lu 174,99
ΠΕΡΙΟΔΟΣ 7 (Ακτινίδαι)	89 Ac 227	90 Th 232,05	91 Pa 231	92 U 238,07	93 Np 237	94 Pu 242	95 Am 243	96 Cm 243	97 Bk 245	98 Cf 246	99 E 253	100 Fm 255	101 Mv 256	102 No 258	103

ΜΕΤΑΣΤΟΙΧΕΙΩΣΙΣ

7.32 Πᾶσα μεταβολὴ εἰς τὸν πυρῆνα ἑνὸς ἀτόμου συνεπάγεται ποιοτικὴν μεταβολὴν ἑνὸς στοιχείου καὶ δὴ ὅταν ἡ μεταβολὴ αὕτη συνίσταται εἰς προσθήκην ἢ ἀφαίρεσιν πρωτονίων ἤτοι εἰς μεταβολὴν τοῦ ατομικοῦ ἀριθμοῦ.

Οὕτω π.χ. ἂν ἀπὸ τὸν πυρῆνα τοῦ Al (με $Z = 13$) ἀφαιρεθῇ ἓν πρωτόνιον τότε προκύπτει τὸ στοιχεῖον Mg (με $Z = 12$), ἐπίσης ἂν εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ Al προστεθῇ ἓν λεωτόνιον τότε προκύπτει νέον στοιχεῖον, τὸ Si, με ατομικὸν ἀριθμὸν $Z = 14$.

Ἀντιστοιχῶς ἡ ἀφαίρεσις ἑνὸς νετρονίου ἀπὸ τὸν πυρῆνα τοῦ Al με μαζικὸν ἀριθμὸν 27 (δηλαδὴ ἀπὸ τὸ ${}^{27}_{13}\text{Al}$) δίδει γένεσιν εἰς διάφορον εἶδος ατόμου καὶ δὴ εἰς τὸ ισότοπον τοῦ ἀργιλίου τὸ ${}^{27}_{13}\text{Al}$.

Ἐπειδὴ πᾶσα τοιαύτη μεταβολὴ εἶναι οὐσιαστικῶς ἀλλαγὴ στοιχείου, δυναμένη νὰ θεωρηθῇ ὡς *ἐνδοπυρηνικὴ ἀντίδρασις*, διὰ τὸν λόγον τοῦτον αἱ ἀλλοιώσεις αὗται χαρακτηρίζονται ὡς ἀντιδράσεις μεταστοιχειώσεως ἢ ἀπλῶς ὡς *μεταστοιχειώσεις*.

7.33 Πολλὰ ἐκ τῶν ὑπαρχόντων εἰς τὴν φύσιν στοιχεῖα ἔχουν ἀφ' ἑαυτῶν τὴν ιδιότητα νὰ ὑφίστανται μεταβολὰς τῶν πυρήνων τῶν καὶ νὰ μετατρέπονται, συνήθως, εἰς στοιχεῖα ἀπλούστερα ὅλως διάφορα τῶν ἀρχικῶν.

Αἱ μεταστοιχειώσεις αὗται, συνοδευόμεναι ἀπὸ ἔκλυσιν ἐντόνου ἀκτινοβολίας μεγάλης συχνότητος (ἀκτινοβολίας γ), καλοῦνται καὶ φυσικαὶ ραδιενεργοὶ ἀντιδράσεις ἢ φυσικαὶ ἀκτινεργοὶ μετατροπαὶ ἢ *φυσικαὶ μεταστοιχειώσεις*. Ἐπὶ μέρους δύνανται νὰ διακριθῶν εἰς δύο εἶδη, εἰς *ἄλφα* καὶ εἰς *βῆτα* μεταστοιχειώσεις.

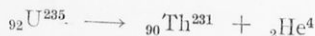
7.34 Ὑπὸ τὸν ὄρον *ἀκτίνες ἄλφα* νοοῦνται ἅτομα ἡλίου (καὶ δὴ πυρῆνες ἡλίου) θετικῶς φορτισμένα, τὰ ὁποῖα ἀποβάλλονται ὑπὸ τῶν πλείστων φυσικῶς ραδιενεργῶν σωμάτων καὶ συνεπάγονται γένεσιν στοιχείου με ατομικὸν ἀριθμὸν κατὰ δύο μονάδας μικρότερον καὶ ατομικὸν βάρος κατὰ 4 μονάδας μικρότερον. Οὕτω π.χ. τὰ ἅτομα τοῦ ραδίου ἀποσυντίθενται αὐτομάτως, δι' ἀποβολῆς ἀκτίνων α , καὶ δημιουργοῦν τὸ ἄριον ραδόνιον (νιτὸν) κατὰ τὴν πυρηνικὴν ἀντίδρασιν



Ὁμοίως τὸ θόριον ἀποβάλλει ἀκτίνας ἄλφα καὶ δίδει γένεσιν εἰς τὸ στοιχεῖον μεσοθόριον I, τὸ ἄλλως γνωστὸν ὡς ισότοπον τοῦ ραδίου, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Ὁμοίως τὸ ἀκτινοϋράνιον, ισότοπον τοῦ κοινοῦ οὐρανίου, ἤτοι οὐράνιον τύπου ${}_{92}\text{U}^{235}$, δίδει γένεσιν εἰς ισότοπον τοῦ θορίου δι' ἀποβολῆς ἀκτίνων α , κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



ΠΙΝΑΞ VII — 10
ΕΙΔΗ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ

	Ενέργεια φωτονίων (εἰς eV)		Συχνότης (εἰς παλμοὺς / δευτ.)		Μήκος κύματος (λ) (εἰς Å)	
	Ἀπὸ	Μέχρι	Ἀπὸ	Μέχρι	Ἀπὸ	Μέχρι
Υπερυθρον φῶς	0,015	1,8	$375 \cdot 10^{10}$	$43 \cdot 10^{13}$	800000	7000
Ορατὸν φῶς	1,8	3,1	$43 \cdot 10^{13}$	$75 \cdot 10^{13}$	7000	4000
Υπεριώδες φῶς	3,1	83	$75 \cdot 10^{13}$	$20 \cdot 10^{15}$	4000	150
Ακτίνες Röntgen (X)	83	1240	$20 \cdot 10^{15}$	$3 \cdot 10^{17}$	150	10
Ακτίνες γάμμα	1240	12400000	$3 \cdot 10^{17}$	$3 \cdot 10^{21}$	10	0,001

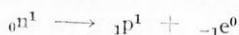
Π Ι Ν Α Ξ VII — 11

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΟΥΡΑΝΙΟΥ ($A = 4x + 2$)(Z: ατομ. αριθμός, A: μαζικός αριθμός, T: χρόνος ύπο-
διπλασιασμού)

Z	A			T	Ακτιν.
92	238	Ουράνιον (Ουράνιον - I)	${}_{92}\text{U}^{238}$	$4,6 \cdot 10^9$ έτη	α
90	234	Θόριον (Ουράνιον - XI)	${}_{90}\text{Th}^{234}$	24,1 ήμέραι	β
91	234	Πρωτακτίνιον (Ουράνιον - X2)	${}_{91}\text{Ra}^{234}$	1,14 λεπτά	β
92	234	Ουράνιον (Ουράνιον - II)	${}_{92}\text{U}^{234}$	$270 \cdot 10^3$ έτη	α
90	230	Θόριον (Ιόνιον)	${}_{90}\text{Th}^{230}$	$82 \cdot 10^3$ έτη	α
88	226	Ράδιον	${}_{88}\text{Ra}^{226}$	1620 έτη	α
86	222	Ραδόνιον (Ραδιοεκπομπή)	${}_{86}\text{Rn}^{222}$	3,8 ήμέραι	α
84	218	Πολώνιον (Ράδιον - A)	${}_{84}\text{Po}^{218}$	3 λεπτά	α
82	214	Μόλυβδος (Ράδιον - B)	${}_{82}\text{Pb}^{214}$	27 λεπτά	β
83	214	Βισμουίδιον (Ράδιον - C)	${}_{83}\text{Bi}^{214}$	19,7 λεπτά	α, β
81	210	Θάλλιον (Ράδιον - C')	${}_{81}\text{Tl}^{210}$	1,32 λεπτά	β
84	214	Πολώνιον (Ράδιον - C')	${}_{84}\text{Po}^{214}$	0,00015 δευτ.	α
82	210	Μόλυβδος (Ράδιον - D)	${}_{82}\text{Pb}^{210}$	22,2 έτη	β
83	210	Βισμουίδιον (Ράδιον - E)	${}_{83}\text{Bi}^{210}$	5 ήμέραι	β
84	210	Πολώνιον (Ράδιον - F)	${}_{84}\text{Po}^{210}$	139 ήμέραι	α
82	206	Μόλυβδος (Ράδιον - G)	${}_{82}\text{Pb}^{206}$	σταθερόν	—

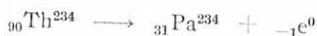
7.35 Υπό τόν ὅρον *ακτίνες βήτα* νοοῦνται ἠλεκτρόνια προσερχόμενα ἐκ τῶν πυρήνων δι' ἀποσυνθέσεώς των. *Οὐδεμίαν σχέσιν ἔχουν μὲ τὰ πλανητικὰ ἠλεκτρόνια ἀλλὰ δύνανται, σχηματικῶς, νὰ θεωρηθοῦν ὡς προσερχό-*

μενα ἐξ ἀποσυνθέσεως νετρονίων κατὰ τὴν ἐξίσωσιν



ὁπότε τὰ οὕτω συμπαράγόμενα πρωτόνια δημιουργοῦν αὐξησιν τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων κατὰ μονάδα, καὶ διατήρησιν τοῦ μαζικοῦ ἀριθμοῦ.

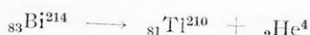
Οὕτω π.χ. τὸ ἰσότοπον τοῦ θορίου ${}_{90}\text{Th}^{234}$ δι' ἀποβολῆς ἀκτίνων βῆτα μετατρέπεται εἰς πρωτοακτίνιον κατὰ τὴν πυρηνικὴν ἀντίδρασιν



Ὅμοιως ὁ ραδιενεργὸς μόλυβδος (δηλαδὴ μόλυβδος με μαζικὸν ἀριθμὸν 210) ἀποβάλλει ἀκτίνας β καὶ μεταπίπτει εἰς ${}_{83}\text{Bi}^{210}$, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Στοιχεῖα τινὰ ἀποσυντιθέμενα δίδουν γένεσιν *ταυτοχρόνως* καὶ εἰς ἀκτίνας *ἄλφα* καὶ εἰς *βῆτα* ὁπότε ἐκ μιᾶς ἀρχικῆς ποσότητος παράγεται μῖγμα προϊόντων. Οὕτω π.χ. τὸ ραδιενεργὸν ${}_{83}\text{Bi}^{214}$ (τὸ ἄλλως καλούμενον καὶ ράδιον C) ὑφίσταται τὰς ἀποσυνθέσεις



ἥτοι δι' ἀποβολῆς μὲν ἀκτίνων ἄλφα δίδει τὸ θάλλιον ${}_{81}\text{Tl}^{210}$ (καλούμενον καὶ ράδιον C'), δι' ἀποβολῆς δὲ ἀκτίνων βῆτα τὸ πολώνιον ${}_{84}\text{Po}^{210}$ (καλούμενον καὶ ράδιον C').

7.36 Τὰ φυσικῶς ραδιενεργὰ σώματα ὑπάγονται εἰς τέσσαρας κυρίως σειράς: τοῦ οὐρανίου, τοῦ θορίου, τοῦ ἀκτινίου καὶ τοῦ νεπτουνίου.

Εἰς τὴν σειρὰν τοῦ οὐρανίου τὸ ${}_{92}\text{U}^{238}$ ὑφιστάμενον συνεχεῖς μεταστοιχειώσεις με παραγωγὴν ἐνδιάμεσων ραδιενεργῶν μεταπίπτει τελικῶς εἰς μόλυβδον ${}_{82}\text{Pb}^{206}$. Εἰς τὴν σειρὰν ταύτην ἀνήκει, ὡς ἐνδιάμεσον, καὶ τὸ ράδιον τὸ μετασχηματιζόμενον εἰς ραδόνιον.

Εἰς τὴν σειρὰν τοῦ θορίου τὸ ${}_{90}\text{Th}^{232}$, ἀφοῦ μετατραπῇ εἰς ἐνδιάμεσα προϊόντα μεταπίπτει ἐπίσης εἰς μόλυβδον ἀλλὰ εἰς ${}_{82}\text{Pb}^{208}$, ἥτοι ἰσότοπον τοῦ μολύβδου τῆς προηγουμένης σειρᾶς.

Εἰς τὴν σειρὰν τοῦ ἀκτινίου τὸ ${}_{92}\text{U}^{235}$ (ἀκτινουράνιον) δίδει τελικῶς ἐπίσης μόλυβδον ἀλλὰ τῆς μορφῆς ${}_{82}\text{Pb}^{207}$.

Τέλος εἰς τὴν σειρὰν τοῦ νεπτουνίου τὸ πλουτώνιον ${}_{94}\text{Pu}^{241}$, ἀφοῦ μετατραπῇ εἰς πλείστα ἐνδιάμεσα στοιχεῖα, μεταξὺ τῶν ὁποίων καὶ νεπτουνίου ${}_{93}\text{Np}^{237}$, δίδει τελικῶς βισμούθιον τοῦ τύπου ${}_{83}\text{Bi}^{209}$.

Ἦτοι αἱ μὲν τρεῖς πρώται σειραὶ δίδουν τελικῶς μόλυβδον (ἀντιστοίχως ${}_{82}\text{Pb}^{206}$, ${}_{82}\text{Pb}^{208}$, ${}_{82}\text{Pb}^{207}$), ἡ δὲ τετάρτη βισμούθιον (${}_{83}\text{Bi}^{209}$). Ἐκτὸς τούτων ὑπάρχουν εἰς τὴν φύσιν καὶ ἄλλα ραδιενεργὰ, ἐκτὸς σειρᾶς (π.χ. τὸ ${}_{19}\text{K}^{40}$).

Π Ι Ν Α Ξ VII — 12

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΑΚΤΙΝΟΥ ($A = 4x + 3$)

(Z: ατομ. αριθμός, A: μαζικός αριθμός, T: χρόνος
υποδιπλασιασμού)

Z	A			T	Ακτ.
92	235	Ουράνιον (Ακτινοϋράνιον)	${}_{92}\text{U}^{235}$	0,7.10 ⁹ έτη	α
90	231	Θόριον (Ακτίνιον - Υ)	${}_{90}\text{Th}^{231}$	25 ώραι	β
91	231	Πρωτακτίνιον	${}_{91}\text{Pa}^{231}$	32000 έτη	α
89	227	Ακτίνιον	${}_{89}\text{Ac}^{227}$	13,5 έτη	β
90	227	Θόριον (Ραδιοχτίνιον)	${}_{90}\text{Th}^{227}$	19 ήμέραι	α
88	223	Ράδιον (Ακτίνιον - Χ)	${}_{88}\text{Ra}^{223}$	11,2 ήμέραι	α
86	219	Ραδόνιον (Ακτινόνιον)	${}_{86}\text{Rn}^{219}$	4 δευτερόλ.	α
84	215	Πολώνιον (Ακτίνιον - Α)	${}_{84}\text{Po}^{215}$	0,002 δευτ.	α
82	211	Μόλυβδος (Ακτίνιον - Β)	${}_{82}\text{Pb}^{211}$	36 λεπτά	β
83	211	Βισμούθιον (Ακτίνιον - C)	${}_{83}\text{Bi}^{211}$	2,16 λεπτά	α,β
81	207	Θάλλιον (Ακτίνιον - C')	${}_{81}\text{Tl}^{207}$	4,76 λεπτά	β
84	211	Πολώνιον (Ακτίνιον - C')	${}_{84}\text{Po}^{211}$	0,005 δευτ.	α
82	207	Μόλυβδος (Ακτίνιον - D)	${}_{82}\text{Pb}^{207}$	σταθερόν	—

7.37 Έκαστον ραδιενεργόν σώμα αποσυντιθεται κατά τὸ ἥμισυ τῆς μάζης του ἐντὸς ὁρισμένου καὶ σταθεροῦ χρόνου. Π. χ. ἐκ ποσότητος ραδίου μάζης 100 gr θὰ αποσυντεθοῦν τὰ 50 gr ἐντὸς 1620 ἐτῶν, ἀλλ' ἐκ τῆς ποσότητος ταύτης τῶν 50 gr θ' αποσυντεθοῦν τὰ 25 gr ἐντὸς ἐπίσης 1620 ἐτῶν, καὶ ἐξ αὐτῶν τὰ 12,5 gr καὶ πάλιν ἐντὸς 1620 ἐτῶν κ.ο.κ.

Προκύπτει οὕτω χαρακτηριστικὸν μέγεθος, ἐκφράζον τὸν χρόνον τὸν ἀπαιτούμενον διὰ τὴν μείωσιν τῆς μάζης κατὰ τὸ ἥμισυ, καλούμενον **χρόνος ὑπο-**

διπλασιασμοῦ (T). Τὸ μέγεθος τοῦτο, ἀπολύτως σταθερὸν δι' ἕκαστον στοιχείον εἶναι ἀνεξάρτητον ἄλλων ἐξωτερικῶν συνθηκῶν, ἤτοι θερμοκρασίας, πίε-

Π Ι Ν Α Ξ VII — 13

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΘΟΡΙΟΥ (A = 4x)

(Z : ἄτομ. ἀριθμὸς, A : μαζικὸς ἀριθμὸς, T : χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ)

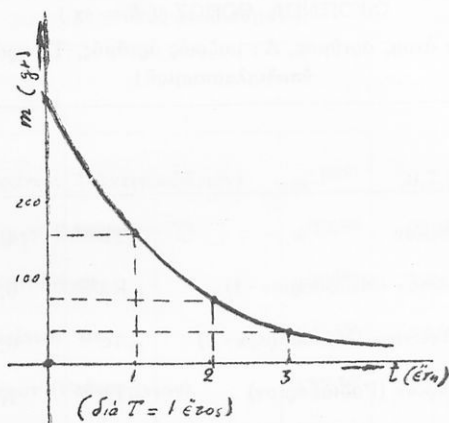
Z	A			T	Ἀκτίν.
90	232	Θόριον	${}_{90}\text{Th}^{232}$	14,10 ⁹ ἔτη	α
88	228	Ράδιον (Μεσοθόριον - 1)	${}_{88}\text{Ra}^{228}$	6,7 ἔτη	β
89	228	Ἀκτίνιον (Μεσοθόριον - 2)	${}_{89}\text{Ac}^{228}$	6,13 ὥραι	β
90	228	Θόριον (Ραδιοθόριον)	${}_{90}\text{Th}^{228}$	1,9 ἔτη	α
88	224	Ράδιον (Θόριον - X)	${}_{88}\text{Ra}^{224}$	3,6 ἡμέραι	α
86	220	Ραδόνιον (Θορόνιον)	${}_{86}\text{Rn}^{220}$	54,5 δευτ.	α
84	216	Πολώνιον (Θόριον - A)	${}_{84}\text{Po}^{216}$	0,16 δευτ.	α
82	212	Μόλυβδος (Θόριον - B)	${}_{82}\text{Pb}^{212}$	10,6 ὥραι	β
83	212	Βισμουθιον (Θόριον - C)	${}_{83}\text{Bi}^{212}$	1 ὥρα	α,β
81	208	Θάλλιον (Θόριον - C')	${}_{81}\text{Tl}^{208}$	3,1 λεπτά	β
84	212	Πολώνιον (Θόριον - C')	${}_{84}\text{Po}^{212}$	3.10 ⁻⁷ δευτ.	α
82	208	Μόλυβδος (Θόριον - D)	${}_{82}\text{Pb}^{208}$	σταθερὸν	—

σεως κλπ., κυμαίνεται δὲ μεταξὺ λίαν μεγάλων ὁρίων διὰ τὰ διάφορα στοιχεῖα.

Τὸν μεγαλύτερον χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ ἔχει τὸ ${}_{90}\text{Th}^{232}$ (T = 1,39 · 10¹⁰ ἔτη), ἥτοι ἐξ ἑνὸς γραμμαρίου ${}_{90}\text{Th}^{232}$ διὰ νὰ ἀποσυντεθοῦν 0,5 gr ἀπαιτεῖται χρόνος ἴσος περίπου πρὸς 14 δισεκατομμύρια ἔτη.

Τὸν μικρότερον χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ ἔχει τὸ ${}_{84}\text{Po}^{212}$ (T = 3.10⁻⁷ sec), ἥτοι ἐξ ἑνὸς γραμμαρίου ${}_{84}\text{Po}^{212}$ διὰ νὰ ἀποσυντεθοῦν 0,5 gr ἀπαιτεῖται χρόνος τριῶν δεκάκις ἑκατομμυριοστῶν τοῦ δευτερολέπτου.

Ὁ χρόνος υποδιπλασιασμοῦ (T) ἀποτελεῖ χαρακτηριστικὸν γνώρισμα δι' ἕκαστον ραδιενεργὸν εἶδος πυρηνῶν καὶ διὰ τὸν λόγον τοῦτον θεωρεῖται ὡς **εἰδοποιὸς διαφορὰ** μεταξὺ ἰδίως ἰσοτόπων τοῦ αὐτοῦ στοιχείου.



Σχ. 7.37.1 Γραφικὴ παράστασις μεταβολῆς τῆς μάζης ραδιενεργοῦ (m) συναρτήσει τοῦ χρόνου (t).

Οὕτω διὰ προσδιορισμοῦ τοῦ T εἶναι δυνατόν νὰ καθορισθῇ ἡ ταυτότης ἑνὸς ἑκάστου εἴδους ἀτόμων. Ὁ προσδιορισμὸς οὗτος δὲν εἶναι πρακτικῶς δύσκολος καὶ γίνεται βάσει τῆς συναρτήσεως

$$m = m_0 \cdot e^{-\frac{0.693t}{T}} \quad 7.37.1$$

Συμφώνως πρὸς τὴν συνάρτησιν ταύτην, ἡ ὁποία ὀφείλεται κατὰ κύριον λόγον εἰς τὸν ἄγγλον E. Rutherford (1904), εἶναι δυνατόν νὰ ζυγισθῇ σήμερον μία ὀρισμένη ποσότης ραδιενεργοῦ καὶ νὰ σημειωθῇ ἡ μάζα τῆς (m_0). Ζυγίζεται τὸ ραδιενεργὸν ὄλικόν ἐκ νέου μετὰ ἀπὸ ὀρισμένον χρόνον (t) καὶ σημειοῦται ἡ νέα τιμὴ τῆς μάζης του (m), ἡ ὁποία θὰ εἶναι προφανῶς μικροτέρα τῆς ἀρχικῆς (m_0). Ἐκ τῶν στοιχείων αὐτῶν (m_0 , m , t) ὑπολογίζεται ὁ ὅρος T βάσει τῆς ὡς ἀνωτέρω συναρτήσεως, ὅπου ὁ ὅρος e (βάσις τῶν νεπερίων λογαρίθμων) ἔχει τιμὴν σταθεράν καὶ δὴ $e = 2,718$ περίπου.

Ἐπὶ παραδείγματι, ἔστω ὅτι ὀρισμένον ραδιενεργὸν ὄλικόν ζυγίζεται σήμερον καὶ εὐρίσκεται μάζης 1000 γραμμαρίων ($m_0 = 1000 \text{ gr.}$). Ἐστω ὅτι ζυγίζεται ἐκ νέου μετὰ πάροδόν ἑνὸς ἔτους ($t = 1 \text{ έτος}$) καὶ εὐρίσκεται ἐλαφρότερον κατὰ δύο γραμμάρια καὶ μάλιστα $m = 998 \text{ gr.}$

Ἡ ὥς ἀνωτέρω συνάρτησις λαμβάνει τότε τὴν μορφήν

$$998 = 1000 \cdot 2, 718 \cdot \frac{0,693}{T}$$

διὰ λογαριθμώσεως τῆς ὁποίας προκύπτει

$$T = 344, 8 \text{ ἔτη}$$

Οὕτω δι' ἀναμονῆς ἐπὶ ἓν καὶ μόνον ἔτος προσδιορίζεται ὁ χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ στοιχείου καὶ ὅταν ἀκόμη ὑπερβαίνει τοὺς τρεῖς αἰῶνας.

Π Ι Ν Α Κ Ι S VII — 14

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΝΕΠΤΟΥΝΙΟΥ ($A = 4x + 1$)

(Z: ἀτομ. ἀριθμός, A: μαζικὸς ἀριθμός, T: χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ)

Z	A			T	Ἀκτίν.
94	241	Πλουτόνιον	${}_{94}\text{Pu}^{241}$	10 ἔτη	β
95	241	Ἀμερίκιον	${}_{95}\text{Am}^{241}$	490 ἔτη	α
93	237	Νεπτούνιον	${}_{93}\text{Np}^{237}$	$2,2 \cdot 10^6$ ἔτη	α
91	233	Πρωτακτίνιον	${}_{91}\text{Pa}^{233}$	27,4 ἡμέραι	β
92	233	Οὐράνιον	${}_{92}\text{U}^{233}$	163000 ἔτη	α
90	229	Θόριον	${}_{90}\text{Th}^{229}$	7000 ἔτη	α
88	225	Ράδιον	${}_{88}\text{Ra}^{225}$	14 ἡμέραι	β
89	225	Ἀκτίνιον	${}_{89}\text{Ac}^{225}$	10 ἡμέραι	α
87	221	Φράγκιον	${}_{87}\text{Fr}^{221}$	5 λεπτά	α
85	217	Ἀστατον	${}_{85}\text{At}^{217}$	0,02 δευτ.	α
83	213	Βισμούθειον	${}_{83}\text{Bi}^{213}$	46 λεπτά	α, β
81	209	Θάλλιον	${}_{81}\text{Tl}^{209}$	2,2 λεπτά	β
84	213	Πολόνιον	${}_{84}\text{Po}^{213}$	$3 \cdot 10^{-6}$ δευτ.	α
82	209	Βισμούθειον	${}_{82}\text{Bi}^{209}$	σταθερὸν	—

Π Ι Ν Α Ξ VII — 15
ΧΡΟΝΟΙ ΥΠΟΔΙΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ (Τ) ΔΙΑΦΟΡΩΝ
ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΠΥΡΗΝΩΝ

Ραδιενεργοί πυρήνες		Ακτίν.	T
Θόριον — 232	${}_{90}\text{Th}^{232}$	α	14 δισεκατομμ. ἔτη
Οὐράνιον — 238	${}_{92}\text{U}^{238}$	α	4,6 » »
Οὐράνιον — 233	${}_{90}\text{U}^{233}$	α	163 χιλιάδες ἔτη
Θόριον — 230	${}_{90}\text{Th}^{230}$	α	82 » »
Θόριον — 229	${}_{90}\text{Th}^{229}$	α	7 » »
Ράδιον — 226	${}_{88}\text{Ra}^{226}$	α	1620 »
Μόλυβδος — 210	${}_{82}\text{Pb}^{210}$	β	22,2 »
Πλουτώνιον — 241	${}_{94}\text{Pu}^{241}$	β	10 »
Πολώνιον — 210	${}_{84}\text{Po}^{210}$	α	139 ἡμέραι
Ράδιον — 225	${}_{88}\text{Ra}^{225}$	β	14 »
Βισμούθιον — 210	${}_{83}\text{Bi}^{210}$	β	5 »
Ἀκτίνιον — 228	${}_{89}\text{Ac}^{228}$	β	6,13 ὧραι
Μόλυβδος — 221	${}_{82}\text{Pb}^{221}$	β	36 λεπτά
Φράγκιον — 221	${}_{87}\text{Fr}^{221}$	α	5 »
Ραδόνιον — 220	${}_{86}\text{Rn}^{220}$	α	54,5 δευτερόλεπτα
Ἀστατον — 217	${}_{85}\text{At}^{217}$	α	0,02 »
Πολώνιον — 212	${}_{84}\text{Po}^{212}$	α	0,3 ἑκατομμυριοστὰ τοῦ δευτ.

7.38 Ὡς τεχνητὴ μεταστοιχειώσις νοεῖται πᾶσα πυρηνικὴ ἀντίδρασις προκαλουμένη τεχνητῶς δι' ἐξωτερικῶν συνήθως αἰτίων, ἥτοι διὰ βομβαρδισμοῦ πυρήνων μὲ κινούμενα σωματίδια (ἀκτῖνας α, β, νετρόνια κ.λπ.).

I) Ἀντιδράσεις μὲ πρωτόνια.

Πολλὰ εὐπαθῆ ἄτομα ὑφιστάμενα κρούσιν ὑπὸ κινουμένων πρωτονίων (ἥτοι πυρήνων ${}_1\text{H}^1$) μετατρέπονται εἰς ἄλλα στοιχεία. Οὕτω π.χ. τὸ ${}_3\text{Li}^6$ μετατρέπεται εἰς μῖγμα δύο ἰσοτόπων ἡλίου, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Ὅμοιως τὸ ἰσότοπον τοῦ ἀσβεστίου (${}_{20}\text{Ca}^{44}$) μετατρέπεται εἰς ${}_{21}\text{Sc}^{44}$, μὲ ταυτόχρονον ἀποβολὴν ἐνὸς νετρονίου, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



II) Ἀντιδράσεις μὲ δευτερόνια.

Τὸ δευτέριον (βαρὺ ὕδρογόνον ${}_1\text{H}^2$ ἢ ${}_1\text{D}^2$) προκαλεῖ καὶ τοῦτο διὰ τῶν πυρήνων του (καλουμένων δευτερονίων) πυρηνικὰς ἀλλοιώσεις, ὡς π.χ. εἰς τὴν μετατροπὴν τοῦ κοινοῦ φωσφόρου εἰς ραδιενεργὸν φωσφόρον, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Ἀντιστοίχως μετατρέπεται τὸ χλώριον ${}_{17}\text{Cl}^{37}$ εἰς βαρὺ ἰσότοπον τοῦ θείου μὲ παραγωγὴν ἀκτῖνων α, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



III) Ἀντιδράσεις μὲ ἀκτῖνας ἄλφα.

Τὰ σωματίδια ἄλφα (πυρήνες ἡλίου) προκαλοῦν ἀντιδράσεις συνεπαγομένας πολλάκις αὐξήσιν τοῦ ατομικοῦ ἀριθμοῦ, ὡς π.χ. εἰς τὴν μετατροπὴν τοῦ ἀργιλίου εἰς ἰσότοπον τοῦ πυριτίου, μὲ ἐκλύσιν πρωτονίων, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



IV) Ἀντιδράσεις μὲ νετρόνια.

Τὰ νετρόνια (${}_0\text{n}^1$) ὡς μὴ ἔχοντα φορτίον δὲν ὑφίστανται ἀπώσεις ἐκ μέρους τῶν πυρήνων τῶν ατόμων, διὰ τὸν λόγον δὲ τοῦτον δύναται καὶ ὑπὸ μικρᾶς ταχύτητος νὰ εἰσέλθουν ἐντὸς τῶν πυρήνων καὶ νὰ προκαλέσουν ἀντιδράσεις μεταστοιχειώσεως, ὡς π.χ. εἰς τὴν μετατροπὴν τοῦ βορίου εἰς λίθιον κατὰ τὴν ἐξίσωσιν

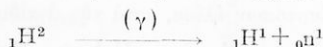


ἢ εἰς τὴν μετατροπὴν τοῦ ὕδρογόνου εἰς δευτέριον κατὰ τὴν ἐξίσωσιν

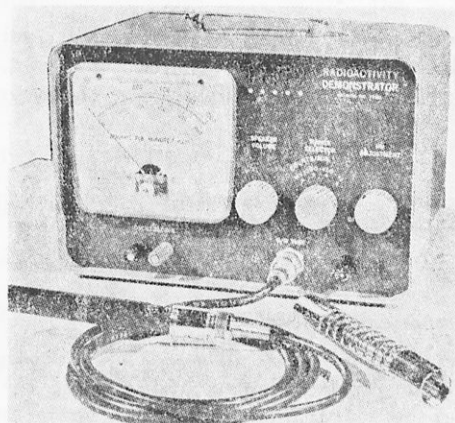
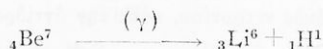


V) 'Αντιδράσεις με φωτόνια.

"Όταν φωτόνια μεγάλης ενέργειας (ὡς εἶναι π. χ. αἱ ἀκτίνες γ μῆκους κύματος μικροτέρου τῶν 1,4 Å) προσπέσουν ἐπὶ εὐπαθῶν πυρήνων, τότε δύνανται νὰ προκαλέσουν ποικίλας ἀντιδράσεις μεταστοιχειώσεως, ἀναλόγως πρὸς τὴν συχνότητά των καὶ τὴν φύσιν τῶν προσβαλλομένων πυρήνων. Οὕτω π. χ. ὑπὸ ἀκτίνων γ μετατρέπεται τὸ δευτέριον εἰς κοινὸν ὕδρογόνον



Ἀντιστοίχως τὸ βηρύλλιον μετατρέπεται εἰς λίθιον κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Σχ. 7.39.1 Ἀπειριθμητὴς Geiger - Mueller, διὰ τὴν ἀνίχνευσιν ραδιενεργῶν ὑλικῶν.

7.39. Γενικῶς ἐκάστη πυρηνικὴ ἀντίδρασις, φυσικὴ ἢ τεχνητή, συνοδεύεται ὑπὸ ἐλλείμματος μάζης, ἥτοι προκαλεῖ ἐμφάνισιν προϊόντων μικροτέρας, συνολικῶς, μάζης ἐν σχέσει πρὸς τὴν μᾶζαν τῶν ἀρχικῶς ἀντιδρώντων σωμάτων.

Οὕτω π. χ. κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



ἐνῶ (μὲ σχετικὴν ἀκρίβειαν) ἡ μᾶζα τῶν ἀρχικῶν ἰσοῦται πρὸς 7,0244 (μὲ βάσιν τὸ ${}^{1}_{16}$ τοῦ ὀξυγόνου), ἡ τῶν τελικῶν προϊόντων ἰσοῦται πρὸς 7,0207, ἡ δὲ προκύπτουσα διαφορὰ (0,0037) ἀποτελεῖ τὸ ἐλλεῖμμα μάζης τῆς ἀντιδράσεως.

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ ΤΩΝ ΕΛΕΜΕΝΤΩΝ

	A	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	A	Z
ΑΜΕΡΙΚΙΟΝ	95																																			2	95	ΑΜΕΡΙΚΙΟΝ	
ΠΛΟΥΤΩΝΙΟΝ	94																																		(O) ← 3	1	94	ΠΛΟΥΤΩΝΙΟΝ	
ΝΕΠΤΟΥΝΙΟΝ	93																																3	2			93	ΝΕΠΤΟΥΝΙΟΝ	
ΟΥΡΑΝΙΟΝ	92																																			1	1	92	ΟΥΡΑΝΙΟΝ
ΠΡΩΤΑΚΤΙΝΙΟΝ	91																																					91	ΠΡΩΤΑΚΤΙΝΙΟΝ
ΘΟΡΙΟΝ	90																																					90	ΘΟΡΙΟΝ
ΑΚΤΙΝΙΟΝ	89																																					89	ΑΚΤΙΝΙΟΝ
ΡΑΔΙΟΝ	88																																					88	ΡΑΔΙΟΝ
ΦΡΑΓΚΙΟΝ	87																																					87	ΦΡΑΓΚΙΟΝ
ΡΑΔΟΝΙΟΝ	86																																					86	ΡΑΔΟΝΙΟΝ
ΑΣΤΑΤΟΝ	85																																					85	ΑΣΤΑΤΟΝ
ΠΟΛΩΝΙΟΝ	84																																					84	ΠΟΛΩΝΙΟΝ
ΒΙΣΜΟΥΘΙΟΝ	83																																					83	ΒΙΣΜΟΥΘΙΟΝ
ΜΟΛΥΒΔΟΣ	82																																					82	ΜΟΛΥΒΔΟΣ
ΘΑΛΛΙΟΝ	81																																					81	ΘΑΛΛΙΟΝ
	Z	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	A	Z

Οὐρανίου

Ἀκτινίου

Θορίου

Ποσειδωνίου
(Νεπτούνιου)

Κύρια Στοιχεία

Πλάγια Στοιχεία

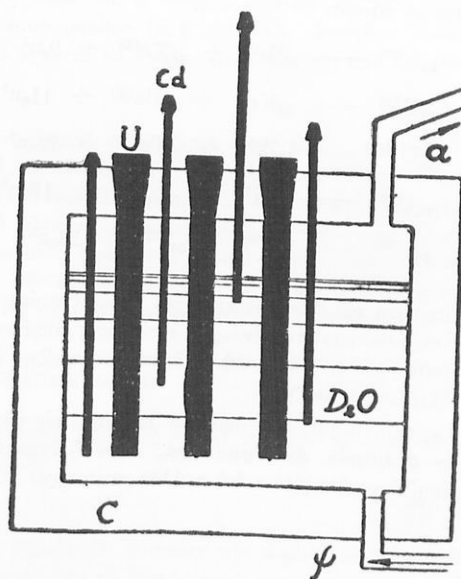
ΙΣΟΤΟΠΑ →

↑ ΙΣΟΒΑΡΗ

Τὸ ἔλλειμμα τοῦτο εἶναι ἡ αἰτία τῆς ἐκλύσεως ἐνεργείας, ὑπὸ μορφὴν ἀκτινοβολίας, καθ' ὅσον ἡ ἐξαφάνισις μάζης m ἀντιστοιχεῖ, κατὰ τὸ τύπον τοῦ Einstein

$$E = mc^2$$

πρὸς ποσὸν ἐνεργείας ἐμφανιζόμενον εἰς τὴν θέσιν τῆς ἐλλειπούσης μάζης. Ἡ ἀπλὴ διερεύνησις τοῦ ἀνωτέρω τύπου (ὅπου $c = 3.10^{10}$ CGS) δηλώνει ὅτι δι' ἐξαφάνισις ἐλαχίστης μάζης παράγεται, ἀντ' αὐτῆς, τεράστιον ποσὸν ἐνεργείας, ἐν αὐτῷ δὲ στηρίζεται ἡ σήμερον λαμβανομένη ἐνέργεια μὲ βάσιν τὰς τεχνητὰς πυρηνικὰς ἀντιδράσεις. Ὅντως ἐν γραμμίον ὕλης, ὡς ἔλλειμμα μάζης, ἀντιστοιχεῖ πρὸς ἔργον 9.10^{20} ἐργίων, ἥτοι πρὸς ἔργον δυνάμεως 9 ἑκατομμυρίων τόννων μετατοπιζομένης κατὰ ἓν χιλιόμετρον περίπου.



Σχ. 7.40.1 Ἀτομικὸς ἀντιδραστήρ. Ἡ σχάσις τοῦ οὐρανίου (U) προκαλεῖται ὑπὸ νετρονίων ἐπιβραδυνέντων διὰ τοῦ βαρέος ὕδατος (D_2O) καὶ τοῦ ἐκ γραφίτου περιβλήματος (C). Ράβδοι ἐκ καδμίου (Cd) ρυθμίζουν τὴν ταχύτητα ἀντιδράσεως. Τὸ ψυχρὸν ὕδωρ (ψ) θερμαίνεται διὰ τῆς σχάσεως καὶ μετατρέπεται εἰς ὑπερθερμὸν ἀτμὸν (α).

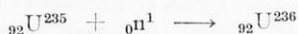
7.40 Μεταξὺ τῶν τεχνητῶν μεταστοιχειώσεων ἰδιαίτεραν σημασίαν ἔχουν αἱ ἀντιδράσεις σχάσεως δι' ἄλυσωτῆς μετατροπῆς.

Κατὰ τὰς ἀντιδράσεις ταύτας ἐξ ἐνὸς δεδομένου ἀρχικοῦ πυρῆνος (A), ὁ ὁποῖος προέρχεται πάντοτε ἀπὸ ἐνσωμάτωσιν νετρονίου, δημιουργοῦνται δύο

νέοι πυρήνες (B, Γ) τῆς αὐτῆς περιῖπου μάζης με σύγχρονον **αποβολὴν πλήθους νετρονίων** (ἀπὸ 5 μέχρι 20 περιῖπου) κατὰ τὸ σχῆμα



Εἷς καὶ ὁ αὐτὸς πυρὴν εἶναι δυνατόν ν' ἀποσυντεθῇ, ὑποκείμενος εἰς σχάσιν, κατὰ ποικίλους τρόπους. Οὕτω π.χ. τὸ οὐράνιον ${}_{92}\text{U}^{236}$, τὸ προερχόμενον ἀπὸ τὸ ${}_{92}\text{U}^{235}$ δι' ἐνσωματώσεως ἑνὸς νετρονίου, με βομβαρδισμὸν



ὑπόκειται εἰς σχάσιν κατὰ ἄνω τῶν εἴκοσι διαφόρων τρόπων, μεταξὺ τῶν ὁποίων εἶναι ἀξιοσημείωτοι οἱ κάτωθι



Δεδομένον ὅτι κατὰ τὰς ἐνσωματώσεις καὶ σχάσεις ταύτας ἕξ ἐκάστου νετρονίου προκύπτουν περισσότερα τοῦ ἑνός, ἡ ἀντίδρασις αὐξάνει ταχέως ἀπὸ ἀόψως ταχύτητος καθισταμένη **ἀλυσωτὴ** με ἔκλυσιν μεγάλης ἐνεργείας ἕνεκα μεγάλου σχετικῶς ἑλλείμματος μάζης.

Ἡ κατάλληλος ἀξιοποίησις τῶν σχάσεων ὠδήγησε εἰς τὴν ἀτομικὴν βόμβαν καὶ κυρίως εἰς τὸν **ἀτομικὸν ἀντιδραστήρα**, ὅπου ἡ ἀναπτυσσομένη ἐνέργεια, συνεχῶς ἐλεγχόμενη, ἀποτελεῖ βάσιν διὰ πολλὰς περαιτέρω ἐφαρμογὰς.

8. ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

8.1 Η *αέρια κατάσταση* αποτελεί μερικήν περίπτωση της *ρευστής καταστάσεως* και χαρακτηρίζει σώματα μεταβλητού σχήματος και όγκου.

Θεωρητικώς πᾶν σῶμα δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς αέριον πέραν ὁρισμένης τιμῆς θερμοκρασίας, ἢ καὶ διὰ πολλὰς ἐνώσεις (ιδίως ὀργανικὰς) ἢ θερμοκρασία αὕτη δὲν εἶναι ἐπιτεύξιμος, καθ' ὅσον εἶναι ἀνωτέρα τῆς θερμοκρασίας καθ' ἣν ἡ ἐνώσις ὑφίσταται χημικὴν ἀποσύνθεσιν.

Οὕτω οὐχὶ μόνον τὸ ὀξυγόνον, τὸ ὕδρογόνον, τὸ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος κλπ εἶναι αέρια ἀλλὰ καὶ ὁ σίδηρος ἀποτελεῖ αέριον ἐφ' ὅσον εὐρίσκεται εἰς λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν (π.χ. 4000°C). Συνήθως ὅμως χαρακτηρίζονται ὡς αέρια ἐκεῖνα τὰ σώματα τὰ ὁποῖα εἶναι τοιαῦτα ὑπὸ συνήθεις θερμοκρασίας καὶ πιέσεις.

8.2 Πᾶν αέριον καθορίζεται ὑπὸ τριῶν μεγεθῶν τὰ ὁποῖα εἶναι: ὁ *ὄγκος* του (V), ἡ *πίεσις* του (P) καὶ ἡ *ἀπόλυτος θερμοκρασία* του (T). Τὰ μεγέθη ταῦτα εἶναι, διὰ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν ποσότητα αερίου, μεταβλητὰ καὶ δύνανται νὰ λάβουν διαφόρους τιμὰς, συνδέονται ὅμως μεταξύ των ὡς περὶ αἰτέρω ἀναφέρεται. Ἐνεκα τῆς μεταβλητότητος τοῦ ὄγκου εἶναι προφανές ὅτι καὶ ἡ πυκνότης τῶν αερίων ($d = m/V$) εἶναι μεταβλητὴ καὶ δὲν ἀποτελεῖ σταθερὸν μέγεθος εἰς μὴ ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν.

ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΕΞΙΣΩΣΙΣ ΑΕΡΙΩΝ

8.3 Ἡ βασικὴ σχέσις ἡ ὁποία συνδέει τὰ μεγέθη P , V , T δι' ἕκαστον αέριον, ἔχει μορφήν

$$PV = nRT \quad (8.3.1)$$

ἀποτελεῖ δὲ τὴν θεμελιώδη ἐξίσωσιν τῶν αερίων καθ' ὅσον δι' αὐτῆς ὅλα τὰ μεγέθη τὰ χαρακτηρίζοντα τὸ αέριον συνδέονται μεταξύ των. Εἰς ταύτην τὸ n ἐκφράζει τὸν *ἀριθμὸν τῶν γραμμομορίων* τοῦ αερίου καὶ εἶναι

$$n = \frac{m}{M}$$

ὅπου M τὸ μοριακὸν βάρος του καὶ m ἡ μᾶζα του. Τὸ μέγεθος R (*σταθερὰ τῶν αερίων*) ἀποτελεῖ *συντελεστὴν ἀναλογίας* καὶ ἔχει τιμὴν

$$R = 8,3 \cdot 10^7 \text{ erg} \cdot \text{grad}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

ἐφ' ὅσον βεβαίως καὶ τὰ λοιπὰ μεγέθη εἶναι εἰς τὸ CGS σύστημα (δηλαδὴ ὁ ὄγκος V εἰς cm^3 , ἡ πίεσις P εἰς $\text{dynes} \cdot \text{cm}^{-2}$ καὶ ἡ μᾶζα m εἰς gr).

Ούτω π.χ. ποσότης υδρογόνου μάζης 2 gr ($m = 2$ gr, $M = 2$) υπό θερμοκρασίαν 0°C (ἤτοι $T = 273$ βαθμῶν ἀπολύτων) καὶ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας ($P = 1013,10^3$ dynes . cm^{-2} περίπου) ἔχει ὄγκον :

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P}$$

$$V = \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot P}$$

$$V = \frac{2,8,3 \cdot 10^7 \cdot 273}{2 \cdot 1013 \cdot 10^3} \text{ cm}^3$$

ἦτοι κατὰ προσέγγισιν :

$$V = 22400 \text{ cm}^3$$

8.4 Συνήθως διὰ τοὺς ὄγκους τῶν αερίων χρησιμοποιεῖται ὡς μονὰς τὸ λίτρον (lit), διὰ δὲ τὰς πιέσεις ἡ ἀτμόσφαιρα (at). Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ σταθερὰ R ἔχει τιμὴν

$$R = 0,082 \text{ at. lit. grad}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

καὶ δύναται νὰ χρησιμοποιηθῇ δι' ἀπ' εὐθείας ἐφαρμογῆς.

8.5 Ἡ θεμελιώδης ἐξίσωσις τῶν αερίων ἐφηρμοσμένη διὰ δύο καταστάσεις μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς ποσότητος αερίου λαμβάνει τὴν μορφήν

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (8.5.1)$$

ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτουν οἱ νόμοι τῶν αερίων ὡς διερευνήσεις διὰ διαφορῶν εἰδῶν μεταβολάς.

8.6 Ὅταν ποσότης τῆς αερίου διατηρεῖται ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ($T_1 = T_2$), τότε πᾶσα μεταβολὴ τῆς πίεσεως συνεπάγεται μεταβολὴν ὄγκου καὶ ἀντιστρόφως καὶ δὴ πᾶσα αὐξήσις τῆς πίεσεως προκαλεῖ μείωσιν τοῦ ὄγκου, καθ' ὅσον ἡ ἀρχικὴ ἐξίσωσις λαμβάνει τὴν μορφήν

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

Τὸ εἶδος τοῦτο τῆς μεταβολῆς, ἡ ὁποία καλεῖται μεταβολὴ ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ἢ *ισόθερμος*, χαρακτηρίζεται ὡς νόμος τῶν Boyle καὶ Mariotte.

8.7 Μὲ σταθερὰν διατήρησιν τῆς πίεσεως ($P_1 = P_2$) προκύπτει ὅτι πᾶσα μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας συνεπάγεται μεταβολὴν τοῦ ὄγκου ἐνὸς αερίου κατὰ τὴν ἐξίσωσιν

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

Ἡ μεταβολὴ αὕτη — μεταβολὴ ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν — καλεῖται καὶ *ισόθλι-
πος* ἢ *ισοβαρὺς* ἢ *διαστολὴ* ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, παρουσιάζεται δὲ εἰς ἀέρια
κλειόμενα διὰ κινητοῦ ἐμβόλου.

8.8 Ὄταν ἀερίον τι εὐρίσκεται ἐντὸς δοχείου μὲ σταθερὸν ὄγκον ($V_1 = V_2$) καί, πρακτικῶς, ἀνεξάρτητον τῆς θερμοκρασίας, τότε πᾶσα μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας προκαλεῖ μεταβολὴν τῆς πίεσεως κατὰ τὴν ἐξίσωσιν

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T}{T_2}$$

Κατὰ τὴν μεταβολὴν ταύτην ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον, ἡ ὁποία καλεῖται καὶ *ισόογκος*, ἡ αὐξησις τῆς θερμοκρασίας προκαλεῖ ἀνάλογον αὐξησιν τῆς πίεσεως.

8.9 Ἄν εἰς τὴν *ισόθλιπτον* μεταβολὴν ἡ μία κατάστασις τοῦ ἀερίου θεωρηθῇ ὑπὸ θερμοκρασίαν 0°C (ἥτοι $T_1 = 273$) καὶ αἱ θερμοκρασίαι ἐκφρα-
σθοῦν εἰς βαθμοὺς Κελσίου ἀντὶ τῶν ἀπολύτων ($T = t + 273$), τότε ἡ μετα-
βολὴ αὕτη ἀποδίδεται διὰ τῆς ἐξισώσεως

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{273}{t_2 + 273}$$

ἐκ τῆς ὁποίας προκύπτει, διὰ λύσεως ὡς πρὸς V_2 , τελικῶς ἡ μορφή

$$V_2 = V_1 \left(1 + \frac{t_2}{273} \right)$$

γνωστὴ ὡς *νόμος τῶν ὀγκῶν τοῦ* Gay-Lussac.

Ἀντιστοίχως διὰ τὴν *ισόογκον* μεταβολὴν ὑπὸ ἀρχικὴν θερμοκρασίαν 0°C (ἥτοι $T_1 = 273$) προκύπτει παρομοία μορφή

$$P_2 = P_1 \left(1 + \frac{t_2}{273} \right)$$

γνωστὴ ὡς *νόμος τῶν πιέσεων τοῦ* Gay-Lussac.

8.10 Πᾶσα ἀνάμιξις ἀερίων πρὸς σχηματισμὸν ἑνὸς ἢ περισσοτέρων ποσοτήτων, ἄνευ χημικῆς ἀντιδράσεως, δίδεται γενικῶς ὑπὸ τῆς σχέσεως

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} + \frac{P_2 V_2}{T_2} + \dots = \frac{P' V'}{T'} + \frac{P'' V''}{T''} + \dots \quad 8.10.1$$

ἥτις δύναται νὰ λάβῃ διαφόρους μορφὰς ἀναλόγως τοῦ πλῆθους τῶν ἀερίων, πρὶν καὶ μετὰ τὴν ἀνάμιξιν, καὶ τῶν ἐκάστοτε σταθερῶν μεγεθῶν.

Οὔτω π.χ. ὅταν πολλὰ ἀέρια ἀναμειγνύονται πρὸς σχηματισμὸν μιᾶς ποσό-
τητος ὁμογενοῦς καὶ ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν ($T_1 = T_2 = \dots$) ἡ ἀνω-
τέρω ἐξίσωσις λαμβάνει τὴν μορφήν

$$P_1 V_1 + P_2 V_2 + \dots = P' V'$$

Ἐάν δέ, ἐπιπροσθέτως, ἡ ἀνάμιξις γίνη οὕτως ὥστε ὅλαι αἱ ἀρχικαὶ ποσότητες νὰ ἔχουν τὸν αὐτὸν ὄγκον ἴσον πρὸς τὸν τοῦ μίγματος ($V_1 = V_2 = \dots V'$), τότε ἡ τελικὴ μορφή τῆς (8.10.1) εἶναι

$$P_1 + P_2 + \dots = P'$$

ἀποτελεῖ δὲ τὸν *νόμον τῶν πιέσεων τοῦ Dalton*, ὁ ὁποῖος ἀποδίδεται περιφραστικῶς ὡς ἑξῆς: Κατὰ τὴν ἀνάμιξιν ἴσων ὀγκῶν διαφόρων αερίων μὴ ἀντιδρῶντων χημικῶς προκύπτει μίγμα τὸ ὁποῖον, ὑπὸ τὸν αὐτὸν ὄγκον, ἔχει πίεσιν ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἐπὶ μέρους πιέσεων τῶν συστατικῶν.

8.11 Κατὰ τὴν ἀνάμιξιν αερίων ὑπὸ διαφορετικοὺς ὄγκους ἀλλὰ ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν ($P_1 = P_2 = \dots P'$) ἔπεται, προφανῶς, ὅτι ἰσχύει ἡ μορφή

$$V_1 + V_2 + \dots = V'$$

συμφώνως πρὸς τὴν ὁποίαν ὁ ὄγκος μίγματος (V') ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ὀγκῶν τῶν συνιστῶντων αερίων μόνον ἔφ' ὅσον ἡ πίεσις ὅλων τῶν ἀρχικῶν αερίων εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ ἴση πρὸς τὴν πίεσιν τοῦ προκύπτοντος μίγματος.

Ἡ τελευταία αὕτη ἔκφρασις χαρακτηρίζεται πολλὰκις ὡς *νόμος τῶν ὀγκῶν τοῦ Dalton*, ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν.

ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΑVOGADRO

8.12 Διὰ διερευνήσεως τῆς θεμελιώδους ἐξισώσεως προκύπτει ὅτι *ἴσοι ὄγκοι αερίων, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, περιέχον τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν γραμμομορίων* καὶ ὡς ἐκ τούτου τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων, ἀνεξαρτήτως τῆς φύσεως τοῦ αερίου. Πράγματι διὰ λύσεως τῆς θεμελιώδους ἐξισώσεως ὡς πρὸς V

$$V = \frac{n R T}{P}$$

προκύπτει ὅτι διὰ σταθερὰ P καὶ T (μὲ R ἐξ ἄλλου ὁποσδήποτε σταθερόν) εἰς ἴσους ὄγκου (V) ἀντιστοιχεῖ ὁ αὐτὸς πάντοτε ἀριθμὸς n . Τὴν ἀρχὴν ταύτην πρῶτος διετύπωσεν ὁ Αvoγadro ἀνεξαρτήτως πρὸς τὴν νῦν γνωστὴν θεωρίαν τῶν αερίων.

Ἀφ' ἐτέρου, ἀριθμητικὴ ἐφαρμογὴ δι' ὠρισμένας τιμὰς τῶν n , P , T δίδει ἀπολύτως ὠρισμένην τιμὴν διὰ τὸν ὄγκον V , οὕτω δὲ διὰ πίεσιν $P = 1$ at, θερμοκρασίαν $t = 0^\circ\text{C}$ ($T = 273$) καὶ $n = 1$ προκύπτει $V = 22,4$ lit περίπου. Ἡ ἐφαρμογὴ αὕτη καθορίζει τὸν νόμον τοῦ Αvoγadro καθ' ὅν:

Ἐν γραμμομόριον οἰουδήποτε αερίου ὑπὸ πίεσιν 1at καὶ θερμοκρασίαν 0°C κατέχει ὄγκον 22,4 lit ἀνεξαρτήτως τῆς φύσεώς του.

Οὕτω δέ, ὡς πόρισμα, ἡ πυκνότης (d) παντὸς αερίου ($d = m/V$) θὰ εἶναι προφανῶς

$$d = \frac{M}{22,4} \text{ gr/lit}$$

ὅπου M ἡ τιμὴ τοῦ μοριακοῦ βάρους τοῦ αερίου.

Ἡ ὡς ἄνω σχέσις εἶναι λίαν σημαντικὴ διὰ τὰ αέρια καθ' ὅσον παρέχει ἀμέσως τὴν τιμὴν τοῦ ὄγκου τῶν ἐκ τοῦ βάρους τῶν, καὶ ἀντιστρόφως, δι' ἀπλῆς εὐθείας ἀναλογίας, ἀρκεῖ νὰ εὗρίσκονται ὑπὸ τὰς ὡς ἄνω συνθήκας (καλουμένης κανονικᾶς συνθήκας) ἥτοι ὑπὸ πίεσιν 1at (ἀκριβέστερον 760 mmHg) καὶ θερμοκρασίαν 0°C .

ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ GRAHAM

8.13 Κατὰ τὴν ἀνάμειξιν αερίων, πρὸς σχηματισμὸν μίγματος, ἡ ὁμοιογένεια δὲν ἐπιτυγχάνεται ἀκαριαίως ἥτοι ἡ ἀνάμειξις δὲν παρουσιάζεται ἀμέσως τελεία καὶ πλήρης, ἀλλὰ βαίνει μὲ ταχύτητα (u) πεπερασμένην.

Ἡ ταχύτης αὕτη — **ταχύτης διαπυδήσεως** ἢ διαχύσεως — εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῆς πυκνότητος τοῦ αερίου κατὰ τὴν συνάρτησιν τοῦ Graham

$$u = \frac{k}{\sqrt{d}}$$

ὅπου ὁ συντελεστὴς k ἀποτελεῖ μέγεθος σταθερὸν δι' ὅλα τὰ αέρια, ἐξαρτώμενον ἐκ τῶν μονάδων.

Οὕτω π. χ. τὸ O_2 , τὸ ὁποῖον ἔχει πυκνότητα 16 φορὰς μεγαλυτέραν τῆς τοῦ H_2 (ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας) διαχέεται μὲ ταχύτητα 4 φορὰς μικροτέραν τῆς ταχύτητος διαχύσεως τοῦ H_2 . Ἡ ἀνωτέρω συνάρτησις δύνата νὰ λάβῃ καὶ τὴν μορφήν

$$\frac{u_1}{u_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

διὰ δύο συγκρινόμενα μεταξὺ τῶν αέρια.

8.14 Τέλος, δεδομένου ὅτι αἱ πυκνότητες εἶναι, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, ἀνάλογοι τῶν μοριακῶν βαρῶν τῶν αερίων προκύπτει ἡ μορφή

$$\frac{u_1}{u_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

χρήσιμος διὰ τὸν προσδιορισμὸν τῶν ταχυτήτων διαχύσεως βάσει τῶν μοριακῶν βαρῶν καὶ ἀντιστρόφως.

ΑΡΙΘΜΟΙ ΤΟΥ ΑVOΓΑΔΡΟ ΚΑΙ ΤΟΥ LOSCHMIDT

8.15 Βάσει της αρχής ότι ίσοι όγκοι αερίων υπό τὰς αὐτὰς συνθήκας περιέχουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων, ἐγένοντο μετρήσεις ἐκ τῶν ὁποίων εὐρέθη ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων τῶν περιλαμβανομένων εἰς ὥρισμένην ποσότητα αερίου.

Οὕτω προέκυψεν ἀφ' ἑνὸς μὲν ὁ ἀριθμὸς τοῦ Avogadro ἀφ' ἑτέρου ὁ τοῦ Loschmidt.

8.16 Ὁ ἀριθμὸς τοῦ Avogadro ἐκφράζει τὸ πλῆθος τῶν μορίων ἑνὸς αερίου *ἀνὰ γραμμομόριον* καὶ ἰσοῦται πρὸς

$$A = 6,032 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

ὁ δὲ τοῦ Loschmidt ἐκφράζει τὸ πλῆθος τῶν μορίων ἑνὸς αερίου, ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας, *ἀνὰ κυβικὸν ἑκατοστόμετρον* καὶ ἰσοῦται πρὸς

$$L = 1,69 \cdot 10^{19} \text{ at}^{-1} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Οἱ προσδιορισμοὶ οὗτοι ἐγένοντο διὰ μεθόδων βασιζομένων κυρίως εἰς τὴν διὰ ραδιενεργοῦ ἀποσυνθέσεως παραγωγὴν αερίων.

ΤΕΛΕΙΑ ΑΕΡΙΑ ΚΑΙ ΑΤΜΟΙ

8.17 Ὅλα τὰ σώματα ἐν αερίῳ καταστάσει δὲν ἀκολουθοῦν πάντοτε τὴν θεμελιώδη ἐξίσωσιν

$$PV = nRT$$

καὶ τοὺς ἐξ αὐτῆς προκύπτοντας, διὰ διερευνήσεως, νόμους. Οὕτω π.χ. τὸ CO_2 εἰς θερμοκρασίαν 20°C ὑφίσταμένον διπλασιασμὸν τῆς πίεσεως δὲν παρουσιάζει μείωσιν τοῦ ὅγκου του εἰς τὸ ἡμισυ, ὁμοίως τὸ αὐτὸ CO_2 ὑπὸ πίεσιν 73 at ὑγροποιεῖται ὅταν ἡ θερμοκρασία του εἶναι 31°C . Ἀντιθέτως τὸ O_2 ὑπὸ συνήθη θερμοκρασίαν ἀκολουθεῖ πάντοτε καὶ ἐπακριβῶς τὴν θεμελιώδη ἐξίσωσιν οὐδὲ ὑγροποιεῖται, ὅσονδήποτε καὶ ἂν αὐξηθῇ ἡ πίεσις του.

Ἦτοι, τὰ ἐν αερίῳ καταστάσει σώματα ἄλλοτε μὲν ἀκολουθοῦν τὴν θεμελιώδη ἐξίσωσιν, ὅτε καλοῦνται *τέλεια ἀέρια*, ἄλλοτε δὲ οὐχί, ὅτε καλοῦνται *ἀτμοί*, καὶ δύνανται, ὑπὸ πίεσιν, νὰ ὑγροποιηθοῦν.

8.18 Δι' ἕκαστον σῶμα ὑπάρχει ὥρισμένη τις θερμοκρασία, ἄνω τῆς ὁποίας τὸ σῶμα χαρακτηρίζεται ὡς τέλειον ἀέριον κάτω δὲ τῆς ὁποίας ὡς ἀτμός. Ἡ θερμοκρασία αὕτη καλεῖται *κρίσιμος θερμοκρασία* (t_k) καὶ ἀποτελεῖ τὸ ὅριον διαχωρισμοῦ τῆς καταστάσεως τοῦ τελείου αερίου ἀπὸ τὴν τοῦ ἀτμοῦ.

Π Ι Ν Α Ξ VIII — 1
ΚΡΙΣΙΜΑ ΜΕΓΕΘΗ ΑΕΡΙΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Ό ν ο μ α	Τύποι	Σημείων ζέσεως (°C) ὕπὸ P=1at	Κ ρ ί σ ι μ α μ ε γέ θ η		
			Θερμοκρα- σία (°C)	Πίεσις (at)	Πυκνότης (gr. cm ⁻³)
Αιθήρ	C ₄ H ₁₀ O	34,6	193,8	35,5	0,263
Άμμωνία	NH ₃	— 33,35	132,4	111,5	0,235
Άργόν	A	— 185,7	— 122,0	48,0	0,531
Βενζόλιον	C ₆ H ₆	80,1	288,5	47,7	0,304
Βρώμιον	Br	58,78	302,1	....	.....
Διθειούχος άνθραξ	CS ₂	46,3	273,2	76,0	.....
Διοξειδιον του άν- θρακος	CO ₂	— 78,5	31,1	73,0	0,460
Διοξειδιον του θείου	SO ₂	— 10,1	157,2	77,7	0,520
Κυάνιον	C ₂ N ₂	— 20,5	128,0	59,0	.....
Μονοξειδιον του άν- θρακος	CO	— 190,0	— 139,0	35,2	0,311
Οινόπνευμα	C ₂ H ₆ O	78,5	243,1	63,1	0,275
Όξιζόν όξυ	C ₂ H ₄ O ₂	118,1	321,6	57,2	0,351
Όξυγόνον	O ₂	— 183,0	— 118,8	49,7	0,430
Υδρογόνον	H ₂	— 252,8	— 239,9	12,8	0,031
Υδροχλώριον	HCl	— 83,7	51,4	81,6	0,420
Υδωρ	H ₂ O	100,0	374,0	217,7	0,403
Χλώριον	Cl ₂	— 33,7	144,0	76,1	0,573
Χλωροφόρμιον	CHCl ₃	61,26	263,1	....	0,516

Ούτω π. χ. διὰ τὸ CO_2 ἡ κρίσιμος θερμοκρασία εἶναι $t_K = 31,1^\circ\text{C}$ καὶ τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ CO_2 ὑπὸ $t > 31,1^\circ\text{C}$ εἶναι τέλειον αέριον καὶ ἀκολουθεῖ ἀκριβῶς τοὺς νόμους τῶν Boyle καὶ Mariotte, Gay Lussac, Dalton κλπ, οὔτε εἶναι δυνατόν νὰ ὑγροποιηθῇ ὅσονδήποτε μεγάλη καὶ ἂν γίνῃ ἡ πίεσις. Ἀντιθέτως, ὑπὸ $t < 31,1^\circ\text{C}$ εἶναι ἀτμὸς ὁπότε οὐχὶ μόνον δὲν ἀκολουθεῖ ἐπακριβῶς τοὺς διέποντας τὰ αέρια νόμους ἀλλὰ δύναται, ὑπὸ μεγάλης πίεσεως, νὰ καταστῇ καὶ ὑγρόν. Ἀντιστοίχως τὸ O_2 ὑπὸ συνήθους θερμοκρασίας εἶναι πάντοτε τέλειον αέριον, καθ' ὅσον ἡ κρίσιμός του εἶναι πολὺ χαμηλὴ καὶ δὴ $t_K = -118,8^\circ\text{C}$, παρ' ὅλα ταῦτα καὶ τὸ O_2 εἰς θερμοκρασίας χαμηλοτέρας τῶν $-118,8^\circ\text{C}$ εἶναι ἀτμὸς καὶ δύναται νὰ ὑγροποιηθῇ. Ἐξ ὅλων τῶν σωμάτων τὴν μικροτέραν κρίσιμον θερμοκρασίαν ἔχει τὸ εὐγενὲς αέριον ἥλιον ($t_K = -267,9^\circ\text{C}$) ὡς ἐκ τούτου εἶναι πάντοτε τέλειον αέριον διότι ἡ περιοχὴ κάτω τῆς κρίσεως του καὶ μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀπολύτου μηδενὸς ($t_0 = -273,18^\circ\text{C}$) εἶναι μόλις 5,28 βαθμῶν Κελσίου.

8.19 Καλεῖται *κρίσιμος πίεσις* ἐνὸς αερίου ἡ πίεσις ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ὑγροποίησίν του, ὅταν εὐρίσκεται εἰς τὴν κρίσιμον θερμοκρασίαν του. Οὔτω ἡ κρίσιμος πίεσις τῶν ὕδατιμῶν (ἴση πρὸς $P_K = 217,7\text{at}$) δηλοῖ ὅτι διὰ νὰ ὑγροποιηθῇ ποσότης τῆς ὕδατιμῶν ὑπὸ θερμοκρασίαν ἴσην πρὸς τὴν κρίσιμόν των ($t_K = 374^\circ\text{C}$), ἀπαιτεῖ ἐφαρμογὴν πίεσεως ἴσης πρὸς 217,7 ἀτμοσφαιρας.

8.20 Ὁ ὄγκος τὸν ὁποῖον καταλαμβάνει ποσότης αερίου ἐνὸς mol, ὑπὸ κρίσιμον θερμοκρασίαν καὶ κρίσιμον πίεσιν, χαρακτηρίζεται ὡς *κρίσιμος ὄγκος* του καὶ ἐκφράζει τὸν ἐλάχιστον ὄγκον πρὸ τῆς ὑγροποιήσεως. Οὔτω διὰ τὸ CO_2 ὁ κρίσιμος ὄγκος εἶναι $96\text{ cm}^3/\text{mol}$ περίπου, ὅπερ σημαίνει ὅτι ἐν mol διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ὑπὸ κρίσιμον πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν κατέχει, πρὸ τῆς ὑγροποιήσεως, ὄγκον 96 cm^3 .

Ἀντὶ τοῦ κρίσιμου ὄγκου πολλὰκις χρησιμοποιεῖται ὡς χαρακτηριστικὸν μέγεθος ἡ κρίσιμος πυκνότης ἐκπεφρασμένη συνήθως εἰς gr/cm^3 .

Π Ι Ν Α Ξ VIII - 2

ΤΑΣΙΣ ΑΤΜΩΝ ΥΔΑΤΟΣ, ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΑΙΘΕΡΟΣ
ΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΜΕΤΑΞΥ 0°C ΚΑΙ 180°C

Θερμοκρα- σία (°C)	Τάσεις ατμών εις cm Hg		
	Υδατος	Οίνοπνεύματος	Αιθέρος
0 ⁰	0,4579	1,22	18,53
10 ⁰	0,9209	2,36	29,17
20 ⁰	1,7535	4,39	44,22
30 ⁰	3,1824	7,88	64,73
34,6 ⁰	4,1251	10,26	76,00
50 ⁰	9,251	22,22	1,68 atm
60 ⁰	14,938	35,27	2,27 »
70 ⁰	23,37	54,25	3,02 »
78,3 ⁰	33,12	76,00	3,80 »
90 ⁰	52,576	1,56 atm	5,05 »
100 ⁰	76,000	2,23 »	6,39 »
110 ⁰	107,456	3,11 »	7,99 ¹ »
120 ⁰	148,914	4,24 »	9,86 »
130 ⁰	202,616	5,68 »	12,05 »
140 ⁰	271,092	7,49 »	14,58 »
150 ⁰	357,048	9,70 »	17,48 »
160 ⁰	463,6	12,39 »	20,80 »
170 ⁶	594,092	15,61 »	24,57 »
180 ⁰	752,02	19,44 »	28,81 »

9. ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

9.1 Ὑπὸ τὸν γενικὸν ὄρον *διάλυσις* νοεῖται τὸ φαινόμενον κατὰ τὸ ὁποῖον ἐν σῶμα (α) ὑφίσταται διασποράν, διὰ λεπτοτάτου διαμερισμοῦ, ἐντὸς ἐτέρου σώματος (β), μὲ σχηματισμὸν ὁμογενοῦς μίγματος, καλουμένου *διαλύματος*.

Τὸ ὑφιστάμενον τὴν διασποράν σῶμα (α) καλεῖται *διαλυόμενον σῶμα*, τὸ δ' ἕτερον (β), ὅπερ προκαλεῖ τὴν διάλυσιν, *διαλυτικὸν μέσον*.

Οὕτω π.χ. ποσότης τις ἄλατος, ὡς διαλυομένου σώματος, δύναται νὰ διαλυθῇ ἐντὸς ὕδατος, ὡς διαλυτικοῦ μέσου, ὁπότε σχηματίζεται ὁμογενὲς ὑγρὸν μίγμα χαρακτηριζόμενον ὡς διάλυμα ἄλατος ἐντὸς ὕδατος.

9.2 Συνήθως τὰ διαλυτικά μέσα εἶναι ὑγρά ὡς π.χ. τὸ ὕδωρ, ὁ αἰθήρ, ἡ βενζίνη κλπ, τὰ δὲ διαλυόμενα σώματα στερεά, ὑγρά ἢ ἀέρια. Σχηματίζονται οὕτω διαλύματα στερεῶν ἐντὸς ὑγρῶν, ὑγρῶν ἐντὸς ὑγρῶν ἢ ἀερίων ἐντὸς ὑγρῶν. Π.χ. τὸ διάλυμα τοῦ ἄλατος ἐντὸς ὕδατος ἀποτελεῖ τυπικὴν περίπτωσιν διαλύματος στερεοῦ ἐντὸς ὑγροῦ, ἀντιστοίχως τὸ διάλυμα θεικοῦ ὀξέος ἐντὸς ὕδατος ἀποτελεῖ περίπτωσιν διαλύματος ὑγροῦ ἐντὸς ὑγροῦ, τέλος τὸ διάλυμα διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ἐντὸς ὕδατος εἶναι κλασσικὸν παράδειγμα διαλύματος ἀερίου ἐντὸς ὑγροῦ.

9.3 Πλὴν τῶν ὑγρῶν καὶ τὰ στερεὰ καὶ τὰ ἀέρια δύνανται νὰ παίξουν ρόλον διαλυτικοῦ μέσου. Οὕτω π.χ. ὁ χάλυψ ἀποτελεῖ διάλυμα στερεοῦ ἀνθρακος ἐντὸς στερεοῦ σιδήρου, ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς διάλυμα εὐγενῶν ἀερίων ἐντὸς ἀερίου ἀζώτου κλπ.

Κατὰ τὴν συνήθη ὁμως ἄποψιν ὡς διαλύματα νοοῦνται σχεδὸν μόνον τὰ τῶν στερεῶν ἢ ὑγρῶν (σπανίως καὶ ἀερίων) ἐντὸς ὑγρῶν μόνον διαλυτικῶν μέσων.

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΣ

9.4 Ὑπὸ τὸν ὄρον *περιεκτικότης διαλύματος* νοεῖται τὸ ποσὸν τοῦ διαλυμένου σώματος πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ ὅλου διαλύματος, ἐκφράζεται δὲ συνήθως εἰς γραμμάκια ἀνὰ λίτρον.

Οὕτω π.χ. διάλυμα χλωριούχου νατρίου περιεκτικότητος 4 gr/lit δηλοῖ ὅτι ἐντὸς 1000 cm³ διαλύματος NaCl περιέχονται 4 gr καθαροῦ ἄλατος, τὸ δὲ ὑπόλοιπον ἀποτελεῖται ἐξ ὕδατος.

Ἡ μονὰς αὕτη (gr/lit) ἀποδίδεται πολλάκις καὶ ὡς περιεκτικότης *ἐπὶ τοῖς χιλίοις* (‰) ἂν καὶ οὐχὶ ὀρθῶς. Οὕτω ἡ ἐκφρασις 4 gr/lit ἀποδίδεται καὶ ὡς 4 ‰.

Π Ι Ν Α Κ Ή IX — 1
ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΣ ΑΝΟΡΤΑΝΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΕΝΤΟΣ ΥΔΑΤΟΣ ΕΙΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΝ 15 °C (gr / lit)

Ό ν ο μ α	Τύπος	Διαλυτότης	Ό ν ο μ α	Τύπος	Διαλυτότης
Θεικόν βάρυν	BaSO ₄	0,002	Χλωριούχον νάτριον	NaCl	360
Υδροξείδιον μαγνησίον	Mg(OH) ₂	0,009	Καυστικόν νάτριον	NaOH	430
*Ανθρακικόν ασβέστιον	CaCO ₃	0,015	*Αμμωνία	NH ₃	520
Υδροξείδιον ασβεστίου	Ca(OH) ₂	1,85	Χλωριούχον ασβέστιον	CaCl ₂	600
Χλωριούχος μόλυβδος	PbCl ₂	8,6	Χλωριούχον αργύριον	AgCl	700
Χλωριούχος υδράργυρος	HgCl ₂	40	Καυστικόν κάλι	KOH	1070
*Ανθρακικόν νάτριον	Na ₂ CO ₃	75	Νιτρικόν αμμώνιον	NH ₄ NO ₃	1183
Θεικός χαλκός άνυδρος	CuSO ₄	150	Χλωριούχον ασβ. ένυδρον	CaCl ₂ · 6H ₂ O	2790
Θεικός σίδηρος ένυδρος	FeSO ₄ · 7H ₂ O	156	Νιτρικός ψευδάργυρος	Zn(NO ₃) ₂ · 3H ₂ O	3200
Θεικόν μαγνήσιον	MgSO ₄	260	Φωσφορικόν όξύ	H ₃ PO ₄	5480
Χλωριούχον βάριον	BaCl ₂	310	Νιτρικόν όξύ	HNO ₃	∞
Θεικός χαλκός ένυδρος	CuSO ₄ · 5H ₂ O	320	Θεικόν όξύ	H ₂ SO ₄	∞
Χλωριούχον κάλι	KCl	340	Θεικόν όξύ ένυδρον	H ₂ SO ₄ · 4H ₂ O	∞

9.5 Άλλοι τρόποι αποδόσεως της περιεκτικότητας είναι εις gr διαλελυμένου σώματος ανά 100 cm^3 διαλύματος, τούτο δὲ αποδίδεται, καὶ πάλιν οὐχὶ ὀρθῶς, καὶ ὡς περιεκτικότης *ἐπὶ τοῖς ἑκατὸν κατ' ὄγκον*. Οὕτω διάλυμα ἁλματος περιεκτικότητος 12 % κατ' ὄγκον δηλοῖ ὅτι ἐντὸς 100 cm^3 διαλύματος ἁλματος, ἐντὸς ὕδατος, περιέχονται 12 gr καθαροῦ ἁλματος τὸ δὲ ὑπόλοιπον ἀποτελεῖται ἐξ ὕδατος.

9.6 Ἐκαστον σῶμα δὲν εἶναι ἀπεριορίστως διαλυτὸν ἐντὸς ὕγρου καὶ ὡς ἐκ τούτου ὑπάρχει, ὑπὸ ὁρισμένης συνθήκας, ἐν μέγιστον περιεκτικότητος δι' ἕκαστον διάλυμα. Ὁ ὅρος *διαλυτότης* δηλοῖ τὴν *μεγίστην δυνατὴν περιεκτικότητα*, ἣτις εἶναι ἐφικτή, καὶ πέραν τῆς ὁποίας πᾶσα προσθήκη σώματος ἐντὸς διαλυτικοῦ μέσου συνεπάγεται σχηματισμὸν μὴ ὁμογενοῦς μίγματος.

Οὔτω π.χ. ἡ διαλυτότης τοῦ NaCl ἴση πρὸς 360 gr/lit, εἰς τοὺς 15°C , δηλοῖ ὅτι ἡ μεγίστη δυνατὴ περιεκτικότης διαλύματος NaCl εἶναι 360 γραμμαρίων ἀνὰ λίτρον, εἰς θερμοκρασίαν 15°C .

9.7 Ἐκαστον σῶμα παρουσιάζει ὁρισμένην διαλυτότητα εἰς ἕκαστον διαλυτικὸν μέσον, ὅταν δὲ αὕτη τείνει πρὸς τὸ μηδὲν τότε τὸ σῶμα χαρακτηρίζεται γενικῶς ὡς *ἀδιάλυτον*. Οὕτω τὸ BaSO_4 , τὸ ὁποῖον γενικῶς θεωρεῖται ὡς ἀδιάλυτον, παρουσιάζει μίαν διαλυτότητα, ἐντὸς ὕδατος καὶ εἰς θερμοκρασίαν 15°C , μόλις 0,002 gr/lit.

9.8 Ἡ *διαλυτότης* ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ πάντοτε διαλυτικοῦ μέσου *μεταβάλλεται γενικῶς μετὰ τῆς θερμοκρασίας*.

Διὰ τὰ στερεὰ ἡ διαλυτότης γενικῶς αὐξάνει με αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας. Οὕτω δὲ τὸ NaCl, ἐνῶ εἰς τοὺς 15°C παρουσιάζει διαλυτότητα 360 gr/lit, εἰς τοὺς 100°C παρουσιάζει διαλυτότητα 540 gr/lit. Ἐπίσης εἰς τὸ Na_2CO_3 ἡ διαλυτότης ἀπὸ 75 gr/lit, εἰς 15°C , γίνεται 455 gr/lit εἰς τοὺς 100°C .

9.9 Πολλάκις ὅμως ἡ διαλυτότης αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας μέχρις ἐνὸς ὁρίου καὶ πάλιν ἐλαττοῦται ἢ ἀντιστρόφως ἢ συνεχῶς μειοῦται. Τὰ φαινόμενα ταῦτα κυρίως παρουσιάζονται ὅταν τὸ διαλελυμένον σῶμα ὑφίσταται, μετὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας, χημικὰς ἀλλοιώσεις ὡς π.χ. ἀποσυνθέσεις ἢ μετατροπὰς ἀπὸ ἐνυδρον εἰς ἀνυδρον, καὶ ἀντιστρόφως, ἢ συμπυκνώσεις εἰς πλέον σύνθετα μόρια κλπ.

9.10 Διὰ τὰ αέρια ἡ διαλυτότης γενικῶς μειοῦται με αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας. Οὕτω δὲ τὸ H_2S , ἐνῶ εἰς τοὺς 0°C παρουσιάζει διαλυτότητα 6,55 gr/lit, εἰς τοὺς 40°C παρουσιάζει διαλυτότητα 2,79 gr/lit. Ἐπίσης εἰς τὴν NH_3 ἡ διαλυτότης ἀπὸ 899 gr/lit, γίνεται μόνον 74 gr/lit εἰς τοὺς 100°C .

9.11 Τέλος διὰ τὰ ὑγρά ἡ διαλυτότης γενικῶς αὐξάνει με αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας, ἂν καὶ δὲν παρουσιάζει τόσον μεγάλας διαφοράς, ὅπως συμβαίνει

μέ τα στερεά. Ούτω π.χ. τὸ H_3PO_3 ἐνὼ εἰς τοὺς 0°C παρουσιάζει διαλυτότητα 4000 gr/lit, εἰς τοὺς 100°C παρουσιάζει διαλυτότητα οὐδὲ καὶ διπλασίαν (7000 gr/lit).

ΜΟΡΙΑΚΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

9.12 Καλεῖται *μοριακὸν* πᾶν διάλυμα περιεκτικότητος *ἐνὸς γραμμομορίου* διαλελυμένου σώματος *ἀνὰ λίτρον* ὕδατι τοῦ διαλύματος (1 mol/lit).

Τὰ μοριακὰ διαλύματα διαφόρων σωμάτων παρουσιάζουν τὸ χαρακτηριστικὸν ὅτι ἐνὼ ἔχουν διάφορον περιεκτικότητα εἰς βάρος διαλελυμένου σώματος ἔχουν τὴν αὐτὴν πάντοτε περιεκτικότητα εἰς γραμμομόρια καί, κατὰ συνέπειαν, εἰς μόρια.

Οὕτω τὸ μοριακὸν διάλυμα τοῦ χλωριούχου νατρίου (συμβολικῶς M διάλυμα NaCl) περιέχει ἐν mol NaCl ἀνὰ λίτρον, ἥτοι 58,5 gr NaCl ἀνὰ λίτρον διαλύματος. Ἀντιστοιχῶς τὸ μοριακὸν διάλυμα τοῦ H_2SO_4 (συμβολικῶς M διάλυμα H_2SO_4) περιέχει ἐν mol θεικοῦ ὀξέος ἀνὰ λίτρον, ἥτοι 98 gr H_2SO_4 ἀνὰ λίτρον διαλύματος. Ἀμφότερα ὅμως περιέχουν, εἰς ἴσους ὄγκους, ἴσον ποσὸν γραμμομορίων ἢ μορίων, ὥς π.χ. 2,5 lit ἐξ ἐκάστου ἐκ τῶν ἀνωτέρω διαλυμάτων περιέχει ἀνὰ 2,5 mol ἀντιστοιχῶς NaCl καὶ H_2SO_4 .

9.13 Τῶν μοριακῶν διαλυμάτων πολλάκις χρησιμοποιοῦνται καὶ διαλύματα *πολλαπλασίας* ἢ *ὑποπολλαπλασίας περιεκτικότητος*. Τοιαῦτα διαλύματα εἶναι π.χ. τὰ διμοριακὰ (2M), διπλασίας περιεκτικότητος τῶν μοριακῶν, τὰ δεκατομοριακὰ (M/10 ἢ 0,1M), ὑποδεκαπλασίας περιεκτικότητος, κλπ.

9.14 Καλεῖται *κανονικὸν* πᾶν διάλυμα περιεκτικότητος *ἐνὸς γραμμοῖσοδυνάμου* διαλελυμένου σώματος *ἀνὰ λίτρον* ὕδατι τοῦ διαλύματος (1 gr.eq/lit).

Οὕτω π.χ. τὸ κανονικὸν διάλυμα (συμβολικῶς N διάλυμα) τοῦ KOH εἶναι περιεκτικότητος 56 gr/lit, τὸ τοῦ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ εἶναι περιεκτικότητος 37 gr/lit, τὸ τοῦ H_2SO_4 εἶναι περιεκτικότητος 49 gr/lit κλπ.

Τὸ χαρακτηριστικὸν τῶν κανονικῶν διαλυμάτων τῶν ἠλεκτρολύτων εἶναι ὅτι ἴσοι ὄγκοι τοιούτων διαλυμάτων οἰοῦνται ἠλεκτρολύτου εἶναι ἰσοδύναμοι. Π.χ. πρὸς ἐξουδετέρωσιν 138 cm³ N διαλύματος KOH ἀπαιτοῦνται 138 cm³ N διαλύματος HCl, ἢ 138 cm³ N διαλύματος H_2SO_4 , ἢ 138 cm³ N διαλύματος H_3PO_4 , ἢ 138 cm³ N διαλύματος H_2S κ.ο.κ. Ἐπίσης α cm³ N διαλύματος KOH εἶναι ἰσοδύναμα πρὸς α cm³ N διαλύματος οἰοῦνται ἄλλης βάσεως.

Ἐκ τῆς περιεκτικότητος τῶν διαλυμάτων προκύπτει ὅτι *ἐν λίτρον οἰοῦνται πάντοτε κανονικοῦ διαλύματος ἠλεκτρολύτου ἀντιστοιχεῖ πρὸς 1 gr κατιόντος H^+ ἢ πρὸς 17 gr ἀνιόντος OH^-* .

ΠΙΝΑΞ IX - 2

ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
(εἰς gr στερεοῦ διαλυομένου ἐντὸς 100 gr καθαροῦ ὕδατος)

	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C
Ἀνθρακικὸν νάτριον ⁽¹⁾	12,5	21,5	50,5	48,5	47	46,4	45,2
Θεικὸς ψευδάργυρος ⁽²⁾	47,0	54,4	....	41,2	43,5	44,1	45,1
Κανστικὸν κάλι ⁽³⁾	103	112	126	130	140	148	151
Χλωριούχον ἀσβέστιον ⁽⁴⁾	65	74,5	102	....	....	136,8	141,7
Χλωριούχον μαγγάνιον ⁽⁵⁾	68,1	73,9	80,7	88,6	98,2	108,6	110,6

- (1) Ἐν τῷ 30°C ἀφυδατοῦται βαθμιαίως ἀπὸ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ εἰς $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.
 (2) Εἰς τοὺς 30°C μετατρέπεται ἀπὸ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ εἰς $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, εἰς δὲ τοὺς 60°C ἐν μέρει γίνεται ἀνυδρὸς.
 (3) Ἀπὸ τοὺς 50°C καὶ ἄνω μετατρέπεται ἐν μέρει ἀπὸ $\text{KOH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ εἰς $\text{KOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$.
 (4) Μεταξὺ 30°C καὶ 60°C μετατρέπεται βαθμιαίως ἀπὸ $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ εἰς $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
 (5) Ἐν τῷ 50°C μετατρέπεται ἀπὸ $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ εἰς $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

9.15 Ἀντιστοίχως, διὰ τὰ κανονικὰ διαλύματα τῶν *ὀξειδωτικῶν καὶ ἀναγωγικῶν* σωμάτων, ἰσχύει ἐπίσης ὅτι ἴσοι ὄγκοι εἶναι ἰσοδύναμοι. Π. χ. 15 cm³ N διαλύματος I_2 ὀξειδώνουν 15 cm³ N διαλύματος CaC_2O_4 , ἢ 15 cm³ N διαλύματος SnCl_2 , ἢ 15 cm³ N διαλύματος $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ κ.ο.κ. Ἐπίσης α cm³ N διαλύματος I_2 εἶναι ἰσοδύναμα πρὸς α cm³ N διαλύματος οἰουδήποτε ἄλλου ὀξειδωτικοῦ.

Όπως συμβαίνει με τὰ μοριακά, οὕτω καὶ ἐκ τῶν κανονικῶν διαλυμάτων προκύπτουν ἄλλα πολλαπλασίας ἢ ὑποπολλαπλασίας περιεκτικότητος. Τοιαῦτα διαλύματα εἶναι π. χ. τὰ δισκανονικά (2N), διπλασίας περιεκτικότητος, τὰ δεκατοκανικά (N/10 ἢ 0,1N) ὑποδεκαπλασίας περιεκτικότητος, κλπ.

Π Ι Ν Α Ξ Ι Χ — 3

ΜΟΡΙΑΚΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΩΝ

Ἡ λ ε κ τ ρ ο λ ὕ τ η ς				Περιεκτικότης (gr/lit)		
Όνομα	Τύπος	Μορ. βάρους	Χημικὸν ἰσοδύναμον	M	N	N/10
Νιτρικὸν ὀξύ	HNO ₃	63	$\frac{63}{1}$	63	63	6,3
Θεικὸν ὀξύ	H ₂ SO ₄	98	$\frac{98}{2}$	98	49	4,9
Φωσφορικὸν ὀξύ	H ₃ PO ₄	98	$\frac{98}{3}$	98	32,6	3,26
Κανστικὸν κάλι	KOH	56	$\frac{56}{1}$	56	56	5,6
Υδροξειδίου μα- γνησίου	Mg(OH) ₂	58	$\frac{58}{2}$	(58)	(29)	(2,9)
Υδροξειδίου ἁλ- γίλλιου	Al(OH) ₃	78	$\frac{78}{3}$	(78)	(26)	(2,6)
Χλωριούχον νά- τριον	NaCl	58,5	$\frac{58,5}{1}$	58,5	58,5	5,85
Θεικὸν κάλι	K ₂ SO ₄	174	$\frac{174}{2}$	174	87	8,7
Θεικὸς σίδηρος	Fe ₂ (SO ₄) ₃	400	$\frac{400}{6}$	400	66,6	6,66

9.16 Ὁ ὅρος ὁ ὁποῖος δηλώνει τὸ πολλαπλάσιον ἢ ὑποπολλαπλάσιον ἑνὸς κανονικοῦ διαλύματος χαρακτηρίζεται ὡς **κανονικότης** αὐτοῦ καὶ ἀποδίδεται διὰ τοῦ συμβόλου n (normalité).

Οὕτω τὰ κανονικά διαλύματα εἶναι κανονικότητος $n=1$, τὰ δισκανονικά ($2N$) κανονικότητος $n=2$, τὰ δεκατοκανονικά ($N/10$) κανονικότητος $n=0,1$ κλπ.

Βάσει τῆς κανονικότητος ταύτης ἐπιλύονται εὐχερῶς προβλήματα ἀναμίξεως διαλυμάτων μὴ ἀντιδρώντων μεταξὺ τῶν ὡς καὶ προβλήματα ἀντιδράσεως ἑξουδετερώσεως ἢ ὀξειδοαναγωγῆς.

ΠΙΝΑΞ IX - 4

ΚΑΝΟΝΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΓΩΓΙΚΩΝ

Όνομα	Τύπος	Μοριακὸν βάρος	Χημικὸν ἰσοδύναμον	Περιεκτικότης (gr/lit)	
				N	N/10
Ίώδιον	I_2	254	$\frac{254}{2}$	127	12,7
Διχρωμικὸν κάλι	$K_2Cr_2O_7$	294	$\frac{294}{6}$	47,6	4,76
Υπερμαγγανικὸν κάλι	$KMnO_4$	158	$\frac{158}{5}$	31,6	3,16
Θειοθεικὸν νάτριον	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	248	$\frac{248}{1}$	248	24,8
Όξαλικὸν ὄξύ	$H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$	126	$\frac{126}{2}$	63	6,3
Υδροϊώδιον	HI	128	$\frac{128}{1}$	128	12,8

9.17 Κατὰ τὴν ἀνάμειξιν δύο ἢ περισσοτέρων διαλυμάτων μὴ ἀντιδρώντων σωμάτων προκύπτει μίγμα συμφώνως πρὸς τὴν ἑξίσωσιν

$$n_1 V_1 + n_2 V_2 + \dots = n V$$

ὅπου $V_1, V_2, \dots$ οἱ ὄγκοι τῶν ἀρχικῶν διαλυμάτων, $n_1, n_2, \dots$ αἱ ἀντίστοιχοι κανονικότητες αὐτῶν καὶ V ὁ ὄγκος τοῦ μίγματος κανονικότητος n .

Οὕτω π.χ. ἂν ἀναμιχθοῦν 400 cm^3 διαλύματος θεικοῦ ὀξέος $2N$ (δηλαδὴ $V_1 = 400 \text{ cm}^3, n_1 = 2$) μὲ 200 cm^3 διαλύματος φωσφορικοῦ ὀξέος κανονικοῦ (δηλαδὴ $V_2 = 200 \text{ cm}^3, n_2 = 1$) καὶ ἐπέλθῃ ἐξάτμισις μέρους τοῦ διαλύματος εἰς τρόπον ὥστε νὰ μειωθῇ ὁ ὅλος ὄγκος εἰς 500 cm^3 (δηλαδὴ $V = 500 \text{ cm}^3$),

θὰ προκύψῃ μίγμα μὲ κανονικότητα (n) συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν

$$2.400 + 1.200 = 500 n$$

ἥτοι μὲ κανονικότητα $n = 2$.

9.18 Κατὰ τὰς ἀντιδράσεις *ἐξουδετερώσεως* ἡ *δξειδωαναγωγῆς* ἰσχύει ἡ ἐξίσωσις

$$n_1 V_1 = n_2 V_2$$

ὅπου V_1 καὶ n_1 ὁ ὄγκος καὶ ἡ κανονικότης τοῦ ἑνὸς διαλύματος καὶ V_2 καὶ n_2 τοῦ ἄλλου πρὸς πλήρη ἀντίδρασιν.

Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, διὰ νὰ ἐξουδετερωθοῦν 500 cm^3 δεκατοκανονικοῦ διαλύματος ὕδροχλωρίου ($V_1 = 500 \text{ cm}^3$, $n_1 = 0,1$) ἀπαιτοῦνται $V_2 \text{ cm}^3$ διαλύματος κανστικοῦ καλίου N/5 ($V_2 = x \text{ cm}^3$ καὶ $n_2 = 0,2$) συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν

$$500 \cdot 0,1 = 0,2 x$$

ἥτοι $x = 250 \text{ cm}^3$ διαλύματος κανστικοῦ καλίου N/5.

Ω Σ Μ Ω Σ Ι Σ

9.19 Πᾶν στερεὸν διαλελυμένον ἐντὸς ὑγροῦ συμπεριφέρεται ὡς ἀέριον ὄγκου ἴσου πρὸς τὸν τοῦ διαλύματος. Οὕτω, π.χ. διάλυμα σακχάρου συνολικοῦ ὄγκου V περιέχον α μόρια στερεοῦ διαλελυμένου σακχάρου ἀντιστοιχεῖ πρὸς ἀέριον ὄγκου πάλιν V συγκείμενον ἐξ α μορίων ἀερίου.

Ἐξ αὐτοῦ προκύπτει ὅτι ἂν διάλυμά τι, στερεοῦ ἐντὸς ὑγροῦ, ἀναμιχθῇ μὲ ποσότητα καθαροῦ ὑγροῦ, τότε θὰ σχηματισθῇ ὁμοιογενὲς νέον, ἀραιότερον, διάλυμα καθ' ὅσον τὰ μόρια τοῦ διαλελυμένου στερεοῦ τείνουν νὰ καταλάβουν ὅλον τὸν διαθέσιμον ὄγκον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἀντιστοιχεῖ ἀκριβῶς μὲ τὴν τάσιν τὴν ὁποίαν παρουσιάζει πᾶν ἀέριον νὰ καταλάβῃ τὸν διαθέσιμον ὄγκον, ὅταν τίθεται ἐντὸς χώρου μεγαλυτέρου τοῦ ἀρχικῶς ὑπ' αὐτοῦ κατεχομένου.

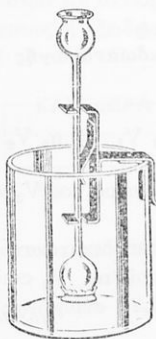
Ὅπως εἰς τὰ ἀέρια ἡ τάσις αὐξήσεως τοῦ ὄγκου των ὀφείλεται εἰς τὴν χαρακτηριστικὴν των πίεσιν, οὕτω καὶ εἰς τὰ διαλύματα ἡ *τάσις σχηματισμοῦ ὁμοιογενοῦς νέου διαλύματος* ἀποδίδεται εἰς πίεσιν τινα (ὠσμωτικὴν). Ἐξ ὀρισμοῦ δὲ καλεῖται *ὠσμωτικὴ πίεσις* ἡ πίεσις ἣτις ἀσκήεται ὑπὸ τῶν στερεῶν διαλελυμένων μορίων πρὸς τὸ περιβάλλον καθαρὸν ὑγρόν.

Οὕτω π.χ. διάλυμα ὠσμωτικῆς πίεσεως $P = 1,2 \text{ at}$ δηλοῖ ὅτι, ἂν τὸ διάλυμα τοῦτο ἀναμιχθῇ μὲ καθαρὸν ὕδωρ τότε τὰ μόρια τοῦ διαλυμένου στερεοῦ τείνουν νὰ διασπαροῦν ἀσκούντα πίεσιν, πρὸς τὸ καθαρὸν ὕδωρ, ἴσην πρὸς $1,2 \text{ at}$.

9.20 Ἡ τιμὴ τῆς ὠσμωτικῆς πίεσεως, ὡς πρὸς καθαρὸν ὑγρόν, δίδεται ὑπὸ τῆς σχέσεως

$$P = \frac{n}{V} \frac{RT}{k} \quad (9.20.1)$$

ἦτοι ὑπὸ σχέσεως ὁμοίας πρὸς τὴν ἐξίσωσιν τῶν τελείων ἀερίων. Εἰς ταύτην ὁ συντελεστὴς k δηλοῖ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἰόντων τὰ ὁποῖα σχηματίζονται, ἐφ' ὅσον σχηματίζονται, ἀπὸ τὸ διαλελυμένον σῶμα. Π.χ. διὰ διάλυμα NaCl εἶναι $k=2$, διὰ διάλυμα $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ εἶναι $k=5$ διὰ διάλυμα σακχάρου (μὴ ἰοντιζομένου) εἶναι $k=1$ κλπ.



Σχ. 9.20.1 Συσκευή διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ὁσμωτικῆς πίεσεως.

9.21 Κατὰ τὴν σύγκρισιν διαλυμάτων χρησιμοποιοῦνται πολλάκις οἱ ὅροι: **ισότονα διαλύματα** (διὰ διαλύματα τῆς αὐτῆς ὁσμωτικῆς πίεσεως), **ὑπέρτονον διάλυμα** (διὰ διάλυμα ὁσμωτικῆς πίεσεως μεγαλυτέρας τῆς πίεσεως ἄλλου διαλύματος) καὶ **ὑπότονον διάλυμα** (διὰ διάλυμα πίεσεως μικροτέρας).

Τέλος τὸ ὅλον φαινόμενον καθ' ὃ ὑγρὰ διαλύματα τείνουν νὰ δημιουργήσουν ὁμοιογενῆ μίγματα, ἔνεκα τῆς δρᾶσεως τῆς ὁσμωτικῆς πίεσεως, καλεῖται ὁσμωσις.

Π Ι Ν Α Ξ Ι Χ — 5 Ω Σ Μ Ω Τ Ι Κ Α Ι Π Ι Ε Σ Σ Ε Ι Σ

Δ ι α λ υ μ α	Περιεκτικότης	Θερμο- κρασία (°C)	Ὁσμ.πίεσις (at)
Σταφυλοσακχάρου ἐντὸς ὕδατος	0,1 mol/kg	10,2	2,39
Καλαμοσακχάρου ἐντὸς ὕδατος	0,1 mol/kg	10,0	2,50
Νιτρικοῦ καλίου ἐντὸς ὕδατος	0,05 mol/lit	15	1,56

ΜΕΤΑΒΟΛΑΙ ΣΗΜΕΙΩΝ ΠΗΞΕΩΣ ΚΑΙ ΖΕΪΞΕΩΣ

9.22 Ἐάν ὑγρόν τι, ἐν καθαροῦ καταστάσει, ἔχη σημεῖον πήξεως T_π , τότε πᾶσα προσθήκη ἐν αὐτῷ στερεοῦ διαλυομένου προκαλεῖ **μείωσιν τοῦ σημείου πήξεως** κατὰ τιμὴν τινα dT_π , ὥστε τὸ νέον σημεῖον πήξεως νὰ γίνη

$$T_\pi' = T_\pi - dT_\pi$$

Οὕτω π.χ. ἐνῷ τὸ καθαρὸν ὕδωρ πήγνυται εἰς τοὺς 0°C, τὸ ὕδατικὸν διάλυμα ἄλατος πήγνυται εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τῶν 0°C.

Ἡ ταπείνωσις (dT_{π}) τοῦ σημείου πήξεως δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου τοῦ Raoult :

$$dT_{\pi} = K_{\pi} \frac{C}{M} \quad (9.22.1)$$

ὅπου M τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ διαλυμένου σώματος, C ἡ περιεκτικότης τοῦ διαλύματος κατὰ βάρος καὶ K_{π} σταθερὰ ἐξαρτωμένη ἐκ τῆς φύσεως τοῦ διαλυτοῦ μέσου.

Π Ι Ν Α Κ Ι — 6

ΤΑΠΕΙΝΩΣΙΣ ΤΟΥ ΣΗΜΕΙΟΥ ΠΗΞΕΩΣ ΥΔΑΤ. ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

(εἰς βαθμοὺς Κέλσιου)

	Περιεκτικότης διαλυμάτων (εἰς mol ἀνὰ kg διαλύματος)					
	0,001	0,01	0,1	1	2	5
Διάλυμα NaCl	3,66	3,60	3,48	3,37	3,45	....
Διάλυμα KOH		3,65	3,42	3,60	3,96	5,77
Διάλυμα H ₂ SO ₄		4,58	3,94	4,04	5,07	....
Διάλυμα σταφυλοσακχάρου			1,86	1,92	....	....
Διάλυμα οἴνουπνεύματος			1,83	1,83	1,84	1,98

9.23 Ἄν ὑγρόν τι, ἐν καθαρῇ καταστάσει, ἔχη σημεῖον ζέσεως T_z , τότε πᾶσα προσθήκη ἐν αὐτῷ στερεοῦ διαλυομένου προκαλεῖ, ὑπὸ σταθερὰν ἐξωτερικὴν πίεσιν, *αὐξήσιν τοῦ σημείου ζέσεως* κατὰ τιμὴν τινα dT_z , ὥστε τὸ νέον σημεῖον ζέσεως νὰ γίνῃ

$$T_z' = T_z - dT_z$$

Οὕτω π.χ. ἐνῷ τὸ καθαρὸν ὕδωρ ζέει, ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, εἰς τοὺς 100° C, τὸ ὕδατικὸν διάλυμα ἁλτος ζέει, ὑπὸ ἀτμοσφαιρικὴν καὶ πάλιν πίεσιν, εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 100° C.

Ἡ αὐξήσις τοῦ σημείου ζέσεως δίδεται ὑπὸ τοῦ τύπου

$$dT_z = K_z \frac{C}{M} \quad (9.23.1)$$

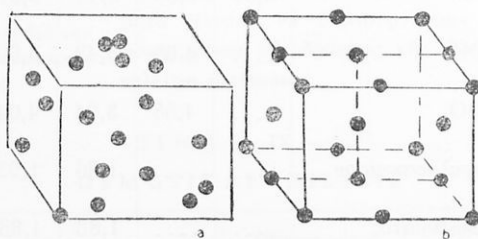
ἥτοι ὑπὸ τοῦ τύπου τοῦ Raoult, ἀντιστοίχου πρὸς τὸν ἀφορῶντα τὴν ταπείνωσιν τοῦ σημείου πήξεως (9.22.1), ὅπου ὅμως ὁ συντελεστὴς K_z εἶναι διάφορος προφανῶς τοῦ K_{π} καὶ διὰ τὸ αὐτὸ ἀκόμη σύστημα ὁλικῶν. Ἐπὶ τῶν μεταβολῶν τῶν σημείων πήξεως καὶ ζέσεως στηρίζονται πολλοὶ μέθοδοι προσδιορισμοῦ μοριακοῦ βάρους.

10. ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗ ΔΟΜΗ

ΑΜΟΡΦΑ ΚΑΙ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

10.1 Πάν σῶμα ἐν στερεῇ καταστάσει δύναται νὰ εἶναι *ἄμορφον* ἢ *κρυσταλλικόν*, καὶ ὡς ἄμορφον μὲν χαρακτηρίζεται ὅταν τὰ στοιχειώδη σωματίδια ἐξ ὧν ἀποτελεῖται (μόρια, ἄτομα, ἰόντα) εἶναι διάσπαρτα εἰς διαφόρους μεταξὺ των θέσεις καὶ ἀποστάσεις, ὡς κρυσταλλικὸν δὲ ὅταν ταῦτα εὐρίσκονται τοποθετημένα εἰς ὁρισμένas ἀπ' ἀλλήλων θέσεις καὶ ἀποστάσεις.

Ἐκ τῶν διαφόρων στερεῶν τὰ πλεῖστα παρουσιάζουν κρυσταλλικὴν μορφήν, ὡς π.χ. ὁ ἄνθραξ, τὰ μέταλλα, τὰ ἅλατα κλπ, ὀλίγα ἐμφανίζονται μὲ παραλλαγὰς καὶ ὡς ἄμορφα καὶ ὡς κρυσταλλικά, ὡς συμβαίνει μὲ τὸ θεῖον, τέλος μερικὰ εἶναι μόνον ἄμορφα, ὡς ἡ ὕαλος.



Σχ. 10.1.1 Διάταξις μορίων ἐντὸς ἀμόρφων (a) καὶ ἐντὸς κρυσταλλικῶν (b) σώματος.

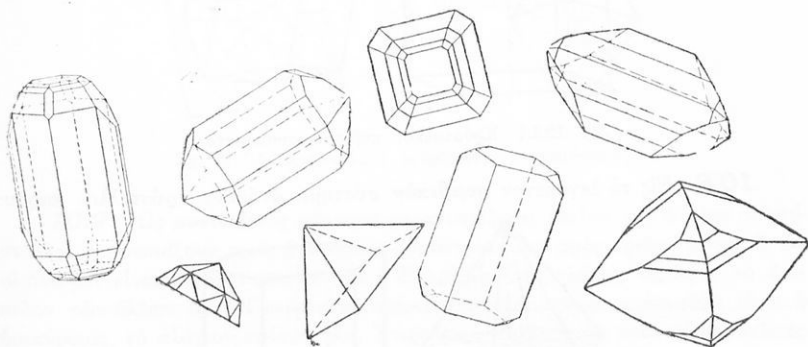
10.2 Τὰ κρυσταλλικά σώματα εἶναι συσσωματώματα μικρῶν στοιχειωδῶν κρυστάλλων, ἥτοι συμπλεγμάτων μορίων, ἀτόμων ἢ ἰόντων, ἀντιστοιχούντων εἰς γεωμετρικὰ σχήματα μὲ ἐπιπέδους ἐπιφανείας καὶ καθωρισμένας γωνίας.

Οὕτω π.χ. τὸ στερεὸν NaCl ἀποτελεῖται ἀπὸ λίαν μικροῦς κύβους τὰς κορυφὰς τῶν ὁποίων ἀποτελοῦν ἐναλλὰξ ἰόντα Na^+ καὶ ἰόντα Cl^- , ὁ χαλαζίας (ὀρυκτὸν SiO_2) σχηματίζει ἐξαγωνικὰς πυραμίδας, τὸ αὐτοφνὲς S παρουσιάζει στοιχειώδεις κρυστάλλους πυραμιδικῆς ἢ σφηνοειδικῆς μορφῆς κλπ.

ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

10.3 Ὅσαι αἱ μορφαὶ τῶν κρυσταλλικῶν σωμάτων κατατάσσονται εἰς ὁρισμένα *κρυσταλλικά συστήματα*, βάσει ὁρισμένων κοινῶν στοιχείων συμμετρίας τὰ ὁποῖα παρουσιάζουν. Ἐν συνεχείᾳ ἕκαστον σύστημα ὑποδιαιρεῖται εἰς μικροτέρας *κρυσταλλινὰς τάξεις*, βάσει δευτερευόντων στοιχείων. Προκύπτουν οὕτω ἐν συνόλῳ 32 τάξεις περιλαμβανόμεναι ἐντὸς 7 συστημάτων.

10.4 Τὸ *κυβικὸν σύστημα*, πρῶτον καὶ ἀπλούστερον, περιλαμβάνει κρυστάλλους οἱ ὅποιοι χαρακτηρίζονται ἐκ τοῦ ὅτι παρουσιάζουν τὴν αὐτὴν συμμετρίαν ὥς πρὸς τρεῖς διαφόρους ἄξονας καθέτους μεταξύ των. Γεωμετρικὰ σχήματα περιλαμβανόμενα εἰς τὸ σύστημα τοῦτο εἶναι ὁ κύβος, τὸ ὀκτάεδρον, τὸ τετράεδρον, τὸ δελτοειδὲς εἰκοσιτετράεδρον κλπ. Στερεὰ κρυσταλλούμενα κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα εἶναι ὁ ἀδάμας (C), ὁ γραφίτης (C), τὸ NaCl, τὸ NiO, ὁ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, τὸ KBr κλπ.



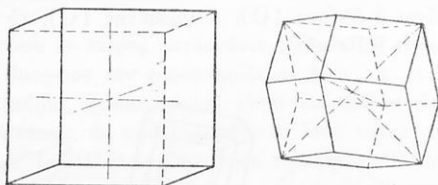
Σχ. 10.2.1 Διάφοροι τύποι κρυστάλλων.

10.5 Δεύτερον χαρακτηρίζεται τὸ *ἑξαγωνικὸν* λεγόμενον σύστημα. Οἱ κρυστάλλοι τοῦ συστήματος τούτου παρουσιάζουν τὴν αὐτὴν συμμετρίαν ὥς πρὸς τρεῖς διαφόρους ἄξονας ὑπὸ γωνίαν 60° , παρουσιάζουν δὲ προσέτι καὶ συμμετρίαν, διάφορον, ὥς πρὸς τέταρτον ἄξονα κάθετον πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῶν τριῶν προηγουμένων. Γεωμετρικὰ σχήματα περιλαμβανόμενα ἐνταῦθα εἶναι ἡ ἑξαγωνικὴ πυραμὶς, ἡ διεξαγωνικὴ πυραμὶς, τὸ ἑξαγωνικὸν πρίσμα κλπ. Στερεὰ κρυσταλλούμενα κατὰ τὸ ἑξαγωνικὸν σύστημα εἶναι τὸ K_2SiF_6 , ὁ χαλαζίας (SiO_2), ὁ Ag(CN), ὁ ZnSiO_3 κλπ.

10.6 Ἐν ἄλλο σύστημα, τὸ *τριγωνικόν*, ὁμοιάζει πρὸς τὸ ἑξαγωνικόν, μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι οἱ τρεῖς ἄξονές του σχηματίζουν μεταξύ των γωνίαν 120° , περιλαμβάνει δὲ ὥς γεωμετρικὰ σχήματα τὴν τριγωνικὴν πυραμίδα γ' τάξεως, τὸ ρομβόεδρον, τὸ τριγωνικὸν πρίσμα κλπ. Κατὰ τὸ τριγωνικὸν σύστημα κρυσταλλοῦνται τὸ KBrO_3 , τὸ $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, ὁ $\text{FeSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, τὸ κοροῦνδιον (Al_2O_3) κλπ.

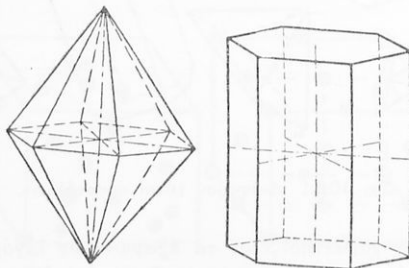
10.7 Οἱ κρυστάλλοι τοῦ *τετραγωνικοῦ* συστήματος παρουσιάζουν τὴν αὐτὴν συμμετρίαν ὥς πρὸς δύο διαφόρους ἄξονας καθέτους μεταξύ των, παρουσιάζουν δὲ προσέτι καὶ συμμετρίαν, διάφορον, ὥς πρὸς τρίτον ἄξονα κάθετον πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῶν δύο πρώτων. Γεωμετρικὰ σχήματα περιλαμβανόμενα

ἐνταῦθα εἶναι ἡ διτετραγωνικὴ πυραμὶς, ἡ τετραγωνικὴ πυραμὶς, τὸ τετραγωνικὸν πρίσμα, τὰ τετραγωνικὰ σφηνοειδῆ κλπ. Στερεὰ κρυσταλλούμενα κατὰ τὸ τετραγωνικὸν σύστημα εἶναι τὸ σύνθετον ἄλας $2\text{NH}_4\text{Cl} \cdot \text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, ὁ λιθάργυρος (PbO) κλπ.



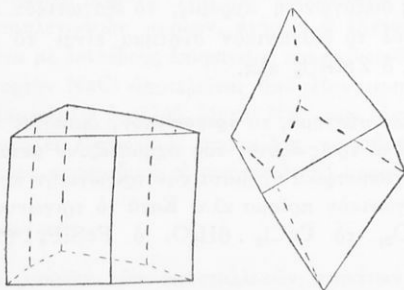
Σχ. 10.4.1 Κρύσταλλοι κυβικοῦ συστήματος.

10.8 Εἰς τὸ λεγόμενον **ρομβικὸν** σύστημα ἀνήκουν κρύσταλλοι παρου-



Σχ. 10.5.1 Κρύσταλλοι ἑξαγωνικοῦ συστήματος.

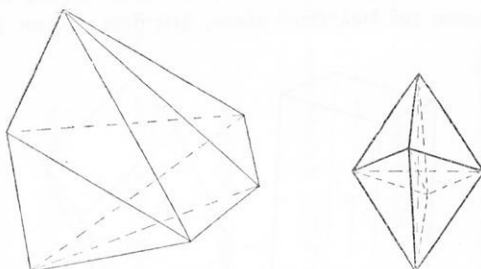
σιάζοντες τρεῖς διαφόρους συμμετρίας ὥς πρὸς τρεῖς ἄξονας καθετόους μεταξύ



Σχ. 10.6.1 Κρύσταλλοι τριγωνικοῦ συστήματος.

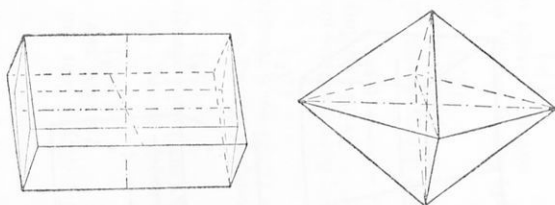
των. Γεωμετρικὰ σχήματα περιλαμβανόμενα ἐνταῦθα εἶναι ἡ ρομβικὴ πυραμὶς, τὸ ρομβικὸν πρίσμα, τὸ ρομβικὸν σφηνόεδρον κλπ. Στερεὰ κρυσταλλούμενα κατὰ τὸ

ρομβικόν σύστημα είναι τὸ $\text{Mg}_3(\text{BO}_3)_2$, τὸ MnO_2 , ὁ HgClO_3 , τὸ σύνθετον ἄλας $2\text{KCl} \cdot \text{FeCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ κλπ.



Σχ. 10.7.1 Κρύσταλλοι τετραγωνικοῦ συστήματος.

10.9 Ὡς *μονοκλινές* σύστημα χαρακτηρίζεται ἐκεῖνο τοῦ ὁποῖου οἱ κρύσταλλοι παρουσιάζουν τρεῖς διαφορὸς συμμετρίας ὡς πρὸς τρεῖς ἄξονας, ἐξ ὧν οἱ δύο μὲν εἶναι κάθετοι μεταξὺ των ὁ δὲ τρίτος εἶναι πλάγιος ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῶν ἄλλων δύο. Γεωμετρικὰ σχήματα περιλαμβανόμενα ἐνταῦθα εἶναι ἡ ἡμιπυραμὶς, τὸ πλάγιον πρίσμα κλπ. Στερεὰ κρυσταλλούμενα κατὰ τὸ μονοκλινές σύστημα εἶναι τὸ διπλοῦν ἄλας $\text{K}_2\text{Ca}(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, τὸ K_2CO_3 , ὁ κρυόλιθος $(3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3)$, τὸ $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ κλπ.

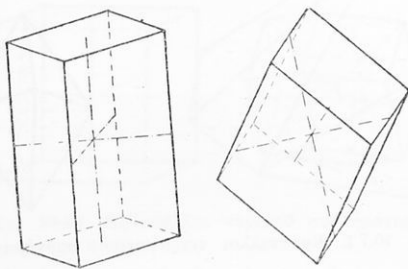


Σχ. 10.8.1 Κρύσταλλοι ρομβικοῦ συστήματος.

10.10 Τελευταῖον ὄλων εἶναι τὸ λεγόμενον *τρικλινές* σύστημα, εἰς τὸ ὁποῖον περιλαμβάνονται κρύσταλλοι παρουσιάζοντες τρεῖς διαφορὸς συμμετρίας ὡς πρὸς τρεῖς ἄξονας μὴ κάθετους μεταξὺ των. Οἱ κρύσταλλοι τοῦ συστήματος τούτου δύνανται ν' ἀποτελέσουν τεταρτοπυραμίδας, εἰδικὰ τρικλινῇ πρίσματα ὡς συμβαίνει μὲ τὰς ἐνώσεις $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$, CaSO_4 , $\text{Pb}(\text{H}_2\text{AsO}_4)_2$ κλπ.

10.11 Πᾶν σῶμα λαμβάνει τὴν κρυσταλλικὴν μορφήν του εἴτε διὰ πύξεως εἴτε διὰ κρυσταλλώσεως. Διὰ πύξεως τὸ σῶμα, ἀρχικῶς ὡς ὑγρὸν τήγμα, στερεοποιεῖται ὅταν ἡ θερμοκρασία του φθάσῃ τὸ σημεῖον πύξεως καὶ σχηματίζει μικροσκοπικοὺς κατ' ἀρχὴν κρυστάλλους, οἵτινες αὐξάνουν κατὰ μέγεθος

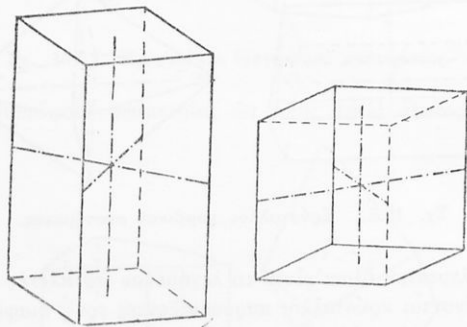
καθώς προχωρεῖ ἡ πῆξις. Διὰ κρυσταλλώσεως τὸ σῶμα, ἀρχικῶς ὡς διαλελυμένον ἐντὸς διαλυτικοῦ ὑγροῦ, κρυσταλλοῦται ἐφ' ὅσον ἡ περιεκτικότης τοῦ διαλύματος φθάσῃ καὶ τείνῃ νὰ ὑπερβῇ τὴν διαλυτότητα. Τοῦτο κυρίως ἐπιτυγχάνεται διὰ βαθμιαίας ἐξατμίσεως τοῦ διαλυτικοῦ μέσου, ἥτις ὅταν γίνεται βραδέως συνεπά-



Σχ. 10.9.1 Κρύσταλλοι μονοκλινοῦς συστήματος.

γεται σχηματισμὸν μεγάλων κρυστᾶλλων, καθόσον οἱ παραγόμενοι στοιχειώδεις κρύσταλλοι προσανατολίζονται μεταξύ των καὶ σχηματίζουν μεγαλύτερα συμπλέγματα.

Οὕτω π.χ. κατὰ τὴν βραδεῖαν ἐξατμίσιν διαλύματος θεικοῦ χαλκοῦ σχηματίζονται μεγάλοι κρύσταλλοι λαμπροῦ κυανοῦ χρώματος ἐκ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, ἀνήκοντες εἰς τὸ τρικλινὲς σύστημα.



Σχ. 10.10.1 Κρύσταλλοι τρικλινοῦς συστήματος.

Κατὰ τὴν ἐξατμίσιν τοῦ διαλυτικοῦ μέσου ἑνὸς διαλύματος, περιέχοντος σώματα δυνάμενα νὰ κρυσταλλωθοῦν κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν τοῦ αὐτοῦ κρυσταλλικοῦ συστήματος, σχηματίζονται **σύνθετοι κρύσταλλοι**, περιέχοντες εἰς τὰς κορυφὰς των σωματίδια ἐξ ἀμφοτέρων τῶν σωμάτων. Τὰ σώματα ταῦτα, ἰσόμορφα μεταξύ των, δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἓν σύνθετον στερεόν.

Π Ι Ν Α Κ Ξ — 1
Κ Ρ Υ Σ Τ Α Λ Λ Ι Κ Α Σ Υ Σ Τ Η Μ Α Τ Α

Σ Υ Σ Τ Η Μ Α Τ Α	Στοιχεία συμμετρίας	Αντιστοιχούντα σχήματα
ΚΥΒΙΚΟΝ	Τρεῖς ἄξονες ἴσοι καὶ κάθετοι μεταξὺ τῶν ($3\Lambda^4$)	Ὀκτάεδρον, τετραέδρον, κύβος
ΕΞΑΓΩΝΙΚΟΝ	Τέσσαρες ἄξονες, ὧν οἱ τρεῖς ἴσοι ($6\mu^0$) καὶ ὁ τέταρτος ἄνισος (Λ^6)	Ἑξαγωνικὴ πυραμὶς, ἑξαγωνικὸν πρίσμα
ΤΡΙΓΩΝΙΚΟΝ	Τέσσαρες ἄξονες, ὧν οἱ τρεῖς ἴσοι ($12\mu^0$) καὶ ὁ τέταρτος ἄνισος (Λ^3)	Τριγωνικὴ πυραμὶς, ρομβοέδρον
ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΟΝ	Τρεῖς ἄξονες κάθετοι μεταξὺ τῶν, ὧν οἱ δύο ἴσοι (Λ^4)	Τετραγωνικὴ πυραμὶς, τετραγωνικὸν πρίσμα
ΡΟΜΒΙΚΟΝ	Τρεῖς ἄξονες ἄνισοι καὶ κάθετοι μεταξὺ τῶν (Λ^2)	Ρομβικὴ πυραμὶς, σφηνόεδρον
ΜΟΝΟΚΛΙΝΕΣ	Τρεῖς ἄξονες ἄνισοι, ὧν οἱ δύο κάθετοι μεταξὺ τῶν (P)	Ἡμιπυραμὶς, ἡμίπρισμα, πριναξοειδές
ΤΡΙΚΛΙΝΕΣ	Τρεῖς ἄξονες ἄνισοι ὑπὸ γωνίαν (O)	Τεταροπυραμὶς, ἡμίπρισμα

Π I: N A E X — 2

ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗ ΔΟΜΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Σ τ ο ι χ ε ι ο ν	Κρυσταλλινόν σύστημα	Μόρια ανά στοιχ. κρύσταλλον	Σ τ ο ι χ ε ι ο ν	Κρυσταλλινόν σύστημα	Μόρια ανά στοιχ. κρύσταλλον
» Ανθραξ	κυβικόν	8	Μαγγάνιον	τετραγωνικόν	4
» Ανθραξ	εξαγωνικόν	4	Μαγνήσιον	εξαγωνικόν	2
» Αργίλλιον	κυβικόν	4	Μόλυβδος	κυβικόν	4
» Αργυρος	κυβικόν	4	Νάτριον	κυβικόν	2
» Αρσενικόν	εξαγωνικόν	2	Νικέλιον	εξαγωνικόν	2
» Αρσενικόν	εξαγωνικόν	8	Νικέλιον	κυβικόν	4
» Ασβέστιον	κυβικόν	4	Ουράνιον	μονοκλινές	2
Βάρυν	κυβικόν	2	Σίδηρος	κυβικόν	2 ή 4
Βισμούθιον	εξαγωνικόν	2	Φωσφόρος	εξαγωνικόν	2 ή 8
Θείο	ρομβικόν	128	Φωσφόρος	ρομβικόν	8
Κάλι	κυβικόν	2	Φωσφόρος	κυβικόν	16
Κασσίτερος	κυβικόν	8	Χαλκός	κυβικόν	4
Κασσίτερος	τετραγωνικόν	4	Χρόμιον	κυβικόν	2 ή 58
Λευκόχρυσος	κυβικόν	4	Χρόμιον	εξαγωνικόν	2
Μαγγάνιον	κυβικόν	20 ή 58	Χρυσός	κυβικόν	4

Ούτω π.χ. ἂν ἐντὸς ὕδατος τεθοῦν κρύσταλλοι ἐκ $Al_2(SO_4)_3$ καὶ κρύσταλλοι ἐκ Na_2SO_4 , τότε κατὰ τὴν ἐξάτμισιν θὰ παραχθῶν σύνθετοι κρύσταλλοι ἐμπεριέχοντες καὶ $Al_2(SO_4)_3$ καὶ Na_2SO_4 , καθόσον ἀμφότερα τὰ ἄλατα δύνανται νὰ κρυσταλλωθῶν κατὰ τὸ μονοκλινὲς σύστημα.

Ὁμοίως συγκρυσταλλοῦται τὸ K_2CO_3 μετὰ τὸ Na_2CO_3 καθόσον ἀμφότερα δύνανται νὰ κρυσταλλωθῶν κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα, ἐνῷ ἀντιθέτως τὸ KCl δὲν συγκρυσταλλοῦται μετὰ τὸ KF καθόσον ἐνῷ τὸ KCl ἀνήκει εἰς τὸ κυβικὸν σύστημα τὸ δευτέρον τείνει ἐκ διαλύματος, νὰ κρυσταλλωθῇ ὡς $KF \cdot 2H_2O$ κατὰ τὸ μονοκλινὲς σύστημα.

10.12 Πολλὰ χημικὰ ἐνώσεις εἶναι δυνατόν νὰ κρυσταλλωθῶν κατὰ διαφόρους, ἀναλόγως πρὸς τὰς ἐπικρατοῦσας συνθήκας, τρόπους καὶ νὰ δώσουν γένεσιν εἰς στερεὰ μετὰ διαφορετικὰς μὲν φυσικὰς ιδιότητας τὰς αὐτὰς δὲ χημικὰς, τοῦλάχιστον ποιοτικῶς.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο, καθ' ὃ μία καὶ ἡ αὐτὴ χημικὴ ἔνωσης κρυσταλλοῦται κατὰ δύο ἢ περισσοτέρους τρόπους, καλεῖται **πολυμορφία** αἱ δὲ ἐνώσεις αἱ ὑποκείμενα εἰς τὸ φαινόμενον τοῦτο καλοῦνται **πολύμορφοι** (ἀντιστοίχως **δίμορφοι**, **τρίμορφοι** κλπ.).

Οὔτω π.χ. τὸ δξειδίου τοῦ ἀργιλίου Al_2O_3 κρυσταλλοῦται καὶ κατὰ τὸ τριγωνικὸν καὶ κατὰ τὸ ἑξαγωνικὸν σύστημα εἶναι δὲ ὡς ἐκ τούτου δίμορφος ἔνωσης. Τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον $CaCO_3$ κρυσταλλοῦται καὶ κατὰ τὸ ρομβικὸν σύστημα, ὡς ἀραγωνίτης, καὶ κατὰ τὸ ἑξαγωνικόν, ὡς ἀσβεστίτης, καὶ κατὰ τὸ μονοκλινὲς εἶναι δὲ ὡς ἐκ τούτου τρίμορφος ἔνωσης.

10.13 Ἰδιότης τῶν στοιχείων, οὐχὶ ὁμως τῶς χημικῶν ἐνώσεων, παρεμφερὲς πρὸς τὴν πολυμορφίαν εἶναι ἡ ἄλλοτροπία.

Ἐξ ὁρισμοῦ ὡς **ἄλλοτροπία** χαρακτηρίζεται ἡ δυνατότης ἐμφανίσεως ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ στοιχείου ὑπὸ διαφόρους μορφὰς μετὰ οὐσιώδεις μὲν διαφορὰς εἰς τὰς φυσικὰς ιδιότητας ἐποσιώδεις δὲ ἢ μηδαμινὰς εἰς τὰς χημικὰς.

Ἡ ἄλλοτροπία δὲν εἶναι πάντοτε ὁμοία πρὸς τὴν πολυμορφίαν καθόσον δὲν ἀντιπροσωπεύει πάντοτε διαφορὰς κρυσταλλικῆς δομῆς, ἀλλὰ καὶ μεγέθους μορίων, ἐσωτερικῆς συνδέσεως ἀτόμων κλπ.

Οὔτω π.χ. τὸ θεῖον παρουσιάζεται ὑπὸ ἄλλοτροπικὰς μορφὰς ὀφειλομένης εἰς διαφορὰς κρυσταλλικῆς δομῆς, ὡς συμβαίνει μετὰ τὸ λεγόμενον α-θεῖον (S_8), τὸ ὁποῖον κρυσταλλοῦται εἰς τὸ ρομβικὸν σύστημα, καὶ μετὰ τὸ β-θεῖον (S_8) τὸ ὁποῖον κρυσταλλοῦται εἰς τὸ μονοκλινὲς.

Ἀντιθέτως τὸ ὀξυγόνον παρουσιάζεται ὑπὸ ἄλλοτροπικὰς μορφὰς ὀφειλομένης εἰς διαφορὰν μοριακῆς συστάσεως, ὡς συμβαίνει μετὰ τὸ κοινὸν ὀξυγόνον (O_2) καὶ μετὰ τὸ ὄζον (O_3).

10.14 Κατὰ τὴν μελέτην τῶν κρυστάλλων ὀρίζεται ὡς **κρυσταλλικὸν πλέγμα** ὁ ἐλάχιστος κρύσταλλος ὁ ἀπαιτούμενος διὰ τὴν συγκρότησιν τῆς στοιχειωδεστέρας μορφῆς. Πᾶν κρυσταλλικὸν πλέγμα ὡς ἐκτεινόμενον εἰς τὸν χῶρον καθορίζεται ὑπὸ τριῶν διαστάσεων καὶ δηλ. μήκους (α), πλάτους (β) καὶ ὕψους (γ) Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἑκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

Π Ι Ν Α Ξ X — 3
ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΗ ΔΟΜΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

X η μ ε κ ή Ό ν ο μ α σ ί α	Έ ν ω σ ι ς Τύπος	Κοιταλάκιον σύστημα	Διαστάσεις πλέγματος (είς Å)			Μόρια ανά στοιχ. κρύσταλλον
			a	b	c	
*Ανθρακένιον	$C_{14}H_{10}$	μονοκλινές	8,58	6,02	11,18	2
*Ανθρακινόν ασβέστιον	$CaCO_3$	ρομβικόν	4,94	7,94	5,72	4
*Ανθρακινόν ασβέστιον	$CaCO_3$	τριγωνικόν	6,36	—	—	2
*Ανθρακινόν ασβέστιον	$CaCO_3$	ξξαγωνικόν	4,12	—	8,56	2
*Ανθρακινόν βάφρον	$BaCO_3$	ρομβικόν	5,29	8,88	6,41	4
Βενζοϊκόν δεξύ	C_6H_5COOH	μονοκλινές	5,44	5,18	21,6	4
Βενζόλιον	C_6H_6	ρομβικόν	9,76	7,39	6,85	4
Βρωμιούχον κάλι	KBr	κυβικόν	6,58	—	—	4
Βρωμιούχον νάτριον	NaBr	κυβικόν	5,94	—	—	4
Βρωμιούχος άργυρος	AgBr	κυβικόν	5,76	—	—	4
Γλυκόζη (d)	$C_6H_{12}O_6$	ρομβικόν	10,40	14,89	4,99	4
Διοξειδιον του μαγγανίου	MnO_2	τετραγωνικόν	4,44	—	2,89	2
Διοξειδιον του πυριτίου	SiO_2	κυβικόν	7,12	—	—	8
Διοξειδιον του πυριτίου	SiO_2	ξξαγωνικόν	4,90	—	5,39	3
Διχλωροβενζόλιον (p)	$C_6H_4Cl_2$	μονοκλινές	14,83	4,10	5,88	2
Διχλωρικόν κάλι	$K_2Cr_2O_7$	τρικλινές	7,50	7,38	13,40	4
*Έξαιθυλοβενζόλιον	$C_{18}H_{30}$	τρικλινές	9,90	9,84	6,10	1

Θεικόν άμμόνιον	(NH ₄) ₂ SO ₄	ρομφαζόν	5,95	10,56	7,73	4
Θεικόν βάριον	BaSO ₄	ρομφαζόν	8,85	5,44	7,13	4
Θεικόν μαγνήσιον	MgSO ₄ · 7H ₂ O	ρομφαζόν	11,91	12,02	6,87	4
Θεικός μάγνηςος	PbSO ₄	ρομφαζόν	8,45	5,38	6,93	4
Θεικός χαλκός	CuSO ₄	ρομφαζόν	4,88	6,66	8,32	4
Θεικός χαλκός	CuSO ₄ · 5H ₂ O	τριζών	6,07	10,78	5,89	2
Θεικός υποσίδηρος	FeSO ₄	ρομφαζόν	4,82	6,84	8,67	4
Θεικός υποσίδηρος	FeSO ₄ · 7H ₂ O	μονοζών	15,34	12,28	20,02	16
Θεικόν νιζέλιον	NiS	τριγωνιζόν	9,61	—	—	2
Ιωδιούχον μαγγάνιον	MnI ₂	εξαγωνιζόν	4,16	—	6,82	1
Ιωδιούχος υποχλωρός	Cu ₂ I ₂	κυβιζόν	6,05	—	—	2
Καλαμοσάκχαρον	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	μονοζών	10,65	8,70	8,00	2
Ναφθαλίνιον	C ₁₀ H ₈	μονοζών	8,34	5,98	8,68	2
Νιτρικόν άμμόνιον	NH ₄ NO ₃	ρομφαζόν	4,93	5,43	5,73	2
Νιτρικός άργυρος	AgNO ₃	ρομφαζόν	3,51	6,14	5,16	2
Οκτάνιον (α)	C ₈ H ₁₈	ρομφαζόν	3,50	4,36	15,00	1
Οκτάνιον (β)	C ₈ H ₁₈	μονοζών	3,87	4,72	14,40	1
Οξάλικόν δεύ	H ₂ C ₂ O ₄ · 2H ₂ O	μονοζών	6,12	3,61	12,03	2
Οξείδιον του άργιλίου (α)	Al ₂ O ₃	τριγωνιζόν	5,12	—	—	2
Οξείδιον του άργιλίου (β)	Al ₂ O ₃	εξαγωνιζόν	5,56	—	22,55	2
Οξείδιον του άργιλίου (γ)	Al ₂ O ₃	κυβιζόν	7,89	—	—	2
Οξείδιον του μόλυβδου	PbO	τετραγωνιζόν	3,98	—	5,01	10
Οξείδιον του μόλυβδου	PbO	ρομφαζόν	5,50	4,72	5,88	2
Οξείδιον του χρωμίου	Cr ₂ O ₃	τριγωνιζόν	5,35	—	—	4
Οξείδιον του ψευδαργύρου	ZnO	εξαγωνιζόν	3,24	—	5,19	2
Ουρία	CO(NH ₂) ₂	τετραγωνιζόν	5,67	—	4,73	2

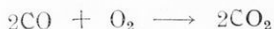
Χ η μ ι κ ή Ό ν ο μ α σ ί α	Έ ν ω σ ι ς Τύπος	Κρυσταλλικόν σύστημα	Διαστάσεις πλέγματος (εξ Å)			Μόρια ανά στοιχ. κρυσταλλόν
			a	b	c	
Πάγιος ύδατος Περιοχών δέξυ	H_2O $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_3$	ξηραγωνικόν ρομβικόν	4,52 9,25	— 19,08	7,34 2,68	4 8
Τρυγικόν δέξυ (d) Τρυγικόν δέξυ (dl)	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$ $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	μονοκλινές τρικλινές	7,70 8,09	6,04 10,03	6,20 4,81	2 2
Υπεροξειδίων του άζώτου Υποξειδίων του άζώτου	NO_2 N_2O	κυβικόν κυβικόν	7,77 5,77	— —	— —	6 4
Φθοριούχον νάτριον Φθοριούχον ψευδάργυρος Φθουριόξυ (d)	NaF ZnF_2 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	κυβικόν τετραγωνικόν ρομβικόν	4,62 4,72 8,06	— — 10,06	— 3,13 9,12	4 2 4
Χλωρικόν κάλι Χλωριούχον άμμώνιον Χλωριούχον άργίλιον Χλωριούχον κάλι Χλωριούχον μαγγάνιον Χλωριούχον νάτριον Χλωριούχος άργυρος Χλωριούχος σίδηρος Χλωριούχος ύποσίδηρος Χρωμικόν κάλι	KClO_3 NH_4Cl $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ KCl MnCl_2 NaCl AgCl FeCl_3 FeCl_2 K_2CrO_4	μοκλινές κυβικόν τριγωνικόν κυβικόν τριγωνικόν κυβικόν κυβικόν ξηραγωνικόν τριγωνικόν ρομβικόν	4,65 3,87 7,85 6,28 6,20 5,63 5,55 5,92 6,20 5,92	5,58 — — — — — — — — 10,40	7,08 — — — — — — 17,26 — 7,61	2 1 2 4 1 4 4 4 6 1 4

11. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

ΤΑΧΥΤΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΣ

11.1 Αί χημικαί αντιδράσεις, οίασδήποτε φύσεως, δὲν λαμβάνουν ποτὲ χώραν ἀκαριαίως, ἀλλὰ πάντοτε ἐντὸς πεπερασμένου χρονικοῦ διαστήματος κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον αἰσθητοῦ.

Οὕτω ἡ ἐπίδρασις δξυγόνου ἐπὶ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος



διὰ νὰ προκαλέσῃ τὴν μετατροπὴν τοῦ CO εἰς CO₂ ἀπαιτεῖ χρονικόν τι διάστημα ἐξαρτώμενον ἀπὸ πολλοὺς καὶ ποικίλους παράγοντας.

11.2 Ἀποτελεῖ μέτρον τοῦ κατὰ πόσον ταχέως ἡ βραδέως ἐπιτυγχάνεται χημικὴ τις ἀντίδρασις τὸ μέγεθος **ταχύτης ἀντιδράσεως**, ὅπερ γενικῶς ἐκφράζει τὸ ποσὸν τῶν σωμάτων τῶν ἀντιδρώντων ἀνὰ μονάδα χρόνου.

Εἰς ἕκαστον χημικὸν φαινόμενον ἡ ταχύτης ἀντιδράσεως δύναται ν' ἀποδοθῇ κατὰ διαφόρους τρόπους. Οὕτω π.χ. εἰς τὴν ἀνωτέρω μετατροπὴν τοῦ CO εἰς CO₂ δύναται ν' ἀποδοθῇ εἰς gr ἀντιδρώντος CO ἀνὰ sec, ἢ εἰς mol ἀντιδρώντος CO ἀνὰ sec, ἢ εἰς gr ἢ mol παραγομένου ἀνὰ sec διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος κλπ. Κατὰ κανόνα πᾶσα ἐπὶ μέρους ἐκφρασις θεωρεῖται ὡς ἰσοδύναμος, διὰ τὸν λόγον δὲ τούτον συνήθως δὲν γίνεται μνεῖα εἰδικῆς μονάδος ἢ ἀποδόσεως.

11.3 Ἀπὸ δυναμικῆς ἀπόψεως αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις διακρίνονται εἰς πρωτοταγεῖς, δευτεροταγεῖς καὶ τριτοταγεῖς.

Ὡς **πρωτοταγεῖς ἀντίδρασις** νοεῖται πᾶσα ἀντίδρασις ἀποσυνθέσεως τῆς μορφῆς

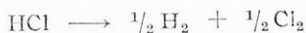


ἥτοι πᾶσα ἀποσύνθεσις ὅπου ἐξ ἑνὸς σώματος παράγονται περισσότερα τοῦ ἑνός.

Τοῦ εἴδους τούτου εἶναι ἡ μετατροπὴ τοῦ N₂O₅ εἰς N₂O₄



ἢ ἡ εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἀποσύνθεσις τοῦ ὕδροχλωρίου εἰς ὕδρογόνον καὶ χλώριον



Εἰς τὰς πρωτοταγεῖς ἀντιδράσεις ἡ ταχύτης (ν) εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀρχικῆς ὑπαρχούσης ποσότητος ἀποσυντιθεμένου σώματος. Οὕτω π.χ. ἂν ἐξ ἑνὸς Kg N₂O₅ ἀποσυντίθενται α γραμμάρια N₂O₅ ἀνὰ sec, ἐκ δέκα Kg N₂O₅ θ' ἀποσυντίθενται 10α γραμμάρια N₂O₅ ἀνὰ sec.

Ἀναλυτικῶς δὲ ἂν ἡ ὑπάρχουσα ποσότης θεωρηθῇ ἴση πρὸς C καὶ ἡ ταχύτης ὡς dC/dt , τότε ἡ ὡς ἀνωτέρω ἀναλογία γράφεται

$$\frac{dC}{dt} = -kC \quad (11.3.1)$$

ὅπου k σταθερά τις ἐξαρτωμένη ἐκ τῆς φύσεως τοῦ σώματος καὶ τῶν συνθηκῶν ὑφ' ἃς εὐρίσκεται. Τὸ ἀρνητικὸν σημεῖον δηλοῖ ὅτι ἡ ταχύτης ἐκφράζει μείωσιν, ἀνὰ μονάδα χρόνου, τοῦ ἐκάστοτε ὑπάρχοντος ποσοῦ τοῦ ἀρχικοῦ σώματος.

Ἡ ἀνωτέρω σχέσηις γράφεται καὶ ὡς

$$-k \cdot dt = \frac{dC}{C}$$

ὁπότε, δι' ἀπλῆς ὁλοκληρώσεως ἀμφοτέρων τῶν μελῶν, ἀπὸ C_0 ἕως C , μετασχηματίζεται εἰς τὴν

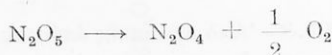
$$-kt = \log C - \log C_0$$

$$-kt = \log \frac{C}{C_0}$$

ὁπότε τελικῶς προκύπτει ἡ μορφή

$$C = C_0 \cdot e^{-kt} \quad (11.3.2)$$

Ἐκ τῆς ἐξίσωσέως ταύτης ἔπεται ὅτι ἐξ ἀρχικῆς τινος ποσότητος C_0 μετὰ παρέλευσιν χρόνου t *θὰ παραμένῃ πάντοτε ποσότης τις ἀναλλοίωτος* C , καθόσον ἡ τιμὴ C τείνει πρὸς τὸ μηδὲν μόνον ὅταν ὁ χρόνος t τείνει πρὸς τὸ ἄπειρον. Οὕτω π. γ. εἰς τὴν ἀντίδρασιν



ἡ τιμὴ τῆς σταθερᾶς εἶναι, ὑπὸ ὁρισμένης συνθήκας, $k = 0,01$ mol/sec ἀνὰ mol προϋπάρχοντος N_2O_5 , ἐξ οὗ προκύπτει ὅτι ἐξ ἀρχικῆς ποσότητος 100 mol N_2O_5 θὰ παραμένουν 50 mol μετὰ παρέλευσιν 70 sec, 25 mol μετὰ παρέλευσιν 70 sec εἰσέτι, 12,5 mol μετὰ παρέλευσιν 70 sec εἰσέτι, 6,25 mol μετὰ παρέλευσιν 70 sec εἰσέτι κ.ο.κ., οὐδέποτε δὲ ὁλόκληρος ἡ ποσότης τοῦ N_2O_5 θὰ μετατραπῇ καθ' ὁλοκληρίαν εἰς N_2O_4 καὶ O_2 .

Ἄν ἡ ἐξίσωσις $-kt = \log \frac{C}{C_0}$ γραφῇ ὑπὸ τὴν μορφήν

$$\log \frac{C_0}{C} = kt$$

καὶ αἱ ποσότητες C_0 καὶ C ἀντιπροσωπεύουν γραμμομόρια, τότε ἐξ ἀρχικῆς ποσότητος ἑνὸς γραμμομορίου ($C_0 = 1$) παραμένει τελικῶς ποσότης

$$C = 1 - x$$

όπου x τὸ ποσὸν τὸ ὁποῖον ἀντέδρασεν εἰς χρόνον t . Τότε προκύπτει δι' ἀντι-καταστάσεως ἡ μορφή

$$\log \frac{1}{1-x} = k \cdot t \quad (11.3.3)$$

ἐκ τῆς ὁποίας συνάγεται ὅτι τὸ x εἶναι πάντοτε μικρότερον τῆς μονάδος, ἥτοι ὅτι ἐξ ἀρχικῆς ποσότητος ἐνὸς mol θ' ἀντιδράσῃ τελικῶς ποσότης πάντοτε μικρότερα τοῦ ἐνὸς mol .

11.4 Πλὴν πολλῶν καθαρῶς χημικῶν ἀντιδράσεων ὡς *πρωτοταγεῖς* *δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν καὶ αἱ πυρηνικαὶ ἀντιδράσεις*, εἰς τὰς ὁποίας, ὡς γνωστὸν (βλ. § 7.34 καὶ 7.35) ἐξ ἐνὸς ἀρχικοῦ σώματος παραγονται τελικῶς δύο, μὲ ρυθμὸν συνεπαγόμενον συνεχῶς μείωσιν τῆς ταχύτητος.

11.5 Ὡς *δευτεροταγῆς ἀντίδρασις* νοεῖται πᾶσα ἀντίδρασις τῆς μορφῆς



ἥτοι πᾶσα ἀλληλεπίδρασις δύο σωμάτων μεταξύ των πρὸς παραγωγὴν ἐνὸς ἢ περισσοτέρων τελικῶν προϊόντων.

Τοῦ εἶδους τούτου εἶναι ἡ ἐξουδετέρωσις τοῦ KOH ὑπὸ τοῦ HCl



ἢ ἡ ὀξειδωσις τοῦ FeCl_2 ὑπὸ τοῦ Cl_2

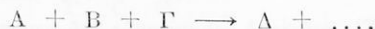


Εἰς τὰς δευτεροταγεῖς ἀντιδράσεις ἡ ταχύτης (v) εἶναι ἀνάλογος τῶν ἀρχικῶν ποσοτήτων ἀμφοτέρων τῶν σωμάτων. Ἦτοι, εἰς τὴν ἀνωτέρω ὀξειδωσιν πᾶσα αὔξησις τοῦ FeCl_2 ἢ τοῦ Cl_2 ἢ καὶ ἀμφοτέρων ἐπιταχύνει τὴν παραγωγὴν τοῦ τελικοῦ προϊόντος FeCl_3 .

Ἀναλυτικῶς εἰς τὰς δευτεροταγεῖς ἀντιδράσεις ἡ ταχύτης δύναται νὰ γραφῇ μὲ τὴν διαφορικὴν ἐξίσωσιν

$$\frac{dC}{dt} = -kC_A \cdot C_B \quad (11.5.1)$$

11.6 Κατ' ἀντιστοιχίαν πρὸς τὰς δευτεροταγεῖς, αἱ *τριτοταγεῖς ἀντιδράσεις* χαρακτηρίζονται δι' ἀλληλεπίδρασεως τριῶν ἀρχικῶν σωμάτων κατὰ τὸ σχῆμα

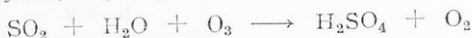


Ἡ ταχύτης ἀντιδράσεως, κατ' ἀντίστοιχον τρόπον, δύναται νὰ ἐκφρασθῇ ὡς

$$\frac{dC}{dt} = -kC_A \cdot C_B \cdot C_\Gamma \quad (11.6.1)$$

να θεωρηθῇ δηλαδή ὡς ἀνάλογος τῆς ἀρχικῆς ποσότητος καὶ τῶν τριῶν ἀντιδρώντων συστατικῶν.

Παράδειγμα τριτοταγοῦς ἀντιδράσεως ἀποτελεῖ ἡ ὀξειδῶσις τοῦ διοξειδίου τοῦ θείου ὑπὸ ὄζοντος παρουσίᾳ ὕδατος



Κατὰ ταύτην πᾶσα αὐξήσις τῶν ὑλικῶν SO_2 , H_2O ἢ O_3 ἐπιταχύνει τὴν ὅλην χημικὴν ἀντίδρασιν.

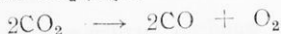
ΑΜΦΙΔΡΟΜΟΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

11.7 Ὑπὸ τὸν ὄρον *ἀμφίδρομος ἀντίδρασις* νοεῖται γενικῶς πᾶσα χημικὴ ἀντίδρασις λαμβάνουσα χώραν καὶ κατὰ τὰς δύο φορὰς.

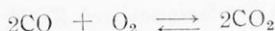
Οὕτω π.χ. ἀμφίδρομος θεωρεῖται ἡ ἀντίδρασις



διότι ἐκ τοῦ παραγομένου CO_2 μέρος ἀποσυντίθεται δίδον καὶ πάλιν CO καὶ O_2



Αἱ ἀμφίδρομοι ἀντιδράσεις συμβολίζονται διὰ διπλοῦ βέλους ὡς π.χ.



Θεωρητικῶς ὅλοι οἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις εἶναι ἀμφίδρομοι, πρακτικῶς ὁμως πολλαὶ θεωροῦνται ὡς καθωρισμένης φορᾶς ὅταν ἡ ταχύτης ἐπιστροφῆς εἶναι πολὺ μικρά. Οὕτω π.χ. μία ἐξουδετέρωσις βάσεως διὰ ὀξέος ὡς ἡ



θεωρεῖται ὡς καθωρισμένης φορᾶς καθόσον ἡ ταχύτης σχηματισμοῦ τοῦ KCl εἶναι ἀπείρως μεγαλυτέρα τῆς ταχύτητος ὑδρολύσεώς του πρὸς KOH καὶ HCl .

Ἀντιθέτως ἡ ὀξειδῶσις τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος πρὸς φωσγένιον



εἶναι τυπικῶς ἀμφίδρομος καθόσον ἡ ταχύτης ἐπιστροφῆς πρὸς CO καὶ Cl_2 εἶναι τῆς αὐτῆς τάξεως μὲ τὴν ταχύτητα σχηματισμοῦ τοῦ COCl_2 .

11.8 Ἄμεσον φαινόμενον, προερχόμενον ἐκ τῆς ὑπάρξεως ἀμφιδρόμων ἀντιδράσεων, εἶναι ἡ ἐπίτευξις τῆς λεγομένης *χημικῆς ἰσορροπίας*. Πρὸς ἐρμηγεῖαν τοῦ ὅλου θέματος ἔστω ἡ ἀμφίδρομος ἀντίδρασις



Εἰς ταύτην ὁ σχηματισμὸς τοῦ φωσγενίου ἀποτελεῖ δευτεροταγῇ ἀντίδρασιν εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ταχύτης (v_1) εἶναι

$$v_1 = -k_1 \cdot C_A \cdot C_B$$

ὅπου C_A καὶ C_B ἀντιστοίχως αἱ ποσότητες (εἰς mol) τοῦ ἐκάστοτε ὑπάρχοντος CO καὶ Cl_2 .

Παρατηρείται ότι η ταχύτης αυτή (v_1) βαίνει συνεχώς μειωμένη με την πάροδο του χρόνου καθόσον αι ποσότητες του CO και του Cl_2 βαίνουν συνεχώς ελαττούμεναι με την παραγωγήν του φωσγενίου.

Αντιστοίχως ή ταχύτης αποσυνθέσεως του φωσγενίου (v_2) πρὸς CO και Cl_2 είναι προφανῶς

$$v_2 = -k_2 \cdot C_F$$

ὅπου C_F ή ποσότης του ἐκάστοτε υπάρχοντος φωσγενίου, και τοῦτο διότι κατὰ την φοράν ταύτην ή αντίδρασις είναι πρωτοταγής.

Παρατηρείται ὅμως ότι ἐνῶ ή v_1 ελαττοῦται με την πάροδο του χρόνου, ἀντιθέτως ή v_2 αὐξάνει, καθόσον ή ποσότης C_F συνεχῶς αὐξάνει ὡς ἐκ του συνεχούς σχηματισμοῦ και νέου φωσγενίου ἀπὸ τὰ ἀρχικά σώματα CO και Cl_2 .

Ἐξ αὐτῶν καθίσταται προφανές ότι ἐφόσον ή v_1 ελαττοῦται ἐνῶ ή v_2 αὐξάνει, ἐπέρχεται χρονική τις στιγμή ὅπου αι ταχύτητες ἐξισοῦνται

$$v_1 = v_2$$

ὁπότε αι ποσότητες τῶν τελικῶς παραμενόντων ὕλικῶν (CO , Cl_2 και COCl_2) διατηροῦνται πλέον σταθεραί.

11.9 Ἐκ τῶν ὡς ἀνωτέρω ἐξισώσεων προκύπτει τότε ή σχέσις

$$k_1 \cdot C_A \cdot C_B = k_2 \cdot C_F$$

ἥτοι

$$\frac{C_A \cdot C_B}{C_F} = \frac{k_2}{k_1}$$

και ἐπειδὴ ὁ λόγος τῶν δύο σταθερῶν είναι και οὗτος σταθερὸς ($k_1/k_2 = k$) τελικῶς συνάγεται ή σχέσις

$$\frac{C_F}{C_A \cdot C_B} = k \quad (11.9.1)$$

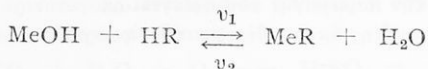
11.10 Ἡ σχέσις αὕτη, ἐκφράζουσα την συνθήκην τῆς καλουμένης *χημικῆς ἰσορροπίας* δηλοῖ ότι, εἰς πᾶσαν ἀντίδρασιν ἐπέρχεται, εἰς ὥρισμένην στιγμήν, κατάπανσις του φαινομένου, ὅτε παραμένουν ποσότητες και ἐκ τῶν ἀρχικῶν και ἐκ τῶν τελικῶν σωμάτων εἰς αὐστηρῶς καθωρισμένην ἀναλογίαν.

Γενικώτερον ή συνθήκη ἰσορροπίας γράφεται ὡς

$$\frac{C_A \cdot C_B \cdot C_F \dots}{C_a \cdot C_b \cdot C_\gamma \dots} = k \quad (11.10.1)$$

ὅπου $C_a, C_b, C_\gamma \dots$ αι τελικῶς παραμένουσαι ποσότητες τῶν ἀρχικῶν σωμάτων και $C_A, C_B, C_F \dots$ αι τῶν προϊόντων αὐτῶν.

11.11 Ἐστω πρὸς τοῦτο ἐν παράδειγμα ἐξουδετερώσεως μιᾶς βάσεως μονοσθενοῦς μετάλλου ὑπὸ ἐνὸς ὀξέος μεθ' ἐνὸς μόνον κατιόντος ὑδρογόνου



ὅπου, πρὸς διευκόλυνσιν τῶν πράξεων, ἔστω ὅτι ὁ λόγος τῶν δύο σταθερῶν ἴσουςται πρὸς τὴν μονάδα

$$\frac{k_1}{k_2} = k = 1$$

Ἄν ἀρχικῶς ληφθῇ ποσότης βάσεως ἴση πρὸς 1 mol ὡς καὶ ἴση ποσότης ὀξέος, προφανῶς μετὰ τὴν ἀποκατάστασιν τῆς ἰσορροπίας θὰ παραχθοῦν x mol ἄλατος καὶ x mol ὕδατος, θὰ παραμείνουν δὲ καὶ $(1-x)$ mol ὀξέος ὡς καὶ $(1-x)$ mol βάσεως.

Ἡ γενικὴ ἐξίσωσις ἰσορροπίας (11.10.1) γράφεται τότε

$$\frac{x \cdot x}{(1-x)(1-x)} = 1$$

ἢτοι

$$\frac{x^2}{(1-x)^2} = 1$$

ὁπότε προκύπτει ὅτι τελικῶς θὰ παραχθοῦν

$$x = 0,5 \text{ mol ἄλατος}$$

Ἀντιστοίχως ἂν ληφθοῦν 2 mol βάσεως καὶ 1 mol ὀξέος τότε ἡ γενικὴ ἐξίσωσις λαμβάνει τὴν μορφήν

$$\frac{x^2}{(2-x)(1-x)} = 1$$

ὁπότε προκύπτει ὅτι τελικῶς θὰ παραχθοῦν

$$x = 0,66 \text{ mol ἄλατος}$$

Ἐπίσης, καθ' ὅμοιον τρόπον, ἀπὸ 3 mol βάσεως καὶ 1 mol ὀξέος προκύπτουν 0,75 mol ἄλατος, ἀπὸ 4 mol βάσεως καὶ 1 mol ὀξέος προκύπτουν 0,80 mol ἄλατος κ.ο.κ.

11.12 Ἡ θεμελιώδης ἐξίσωσις ἰσορροπίας τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων

$$\frac{C_A \cdot C_B \cdot C_\Gamma \dots}{C_\alpha \cdot C_\beta \cdot C_\gamma \dots} = k$$

χαρακτηρίζεται καὶ ὡς *νόμος δράσεως τῶν μαζῶν* (νόμος τῶν Guldberg καὶ Waage) καθόσον ἐξ αὐτῆς προκύπτει ὅτι διὰ πᾶσαν αὐξησιν τοῦ ποσοῦ ἐνὸς

τελικού προϊόντος (π.χ. του C_A) απαιτείται ή αύξησης των αρχικών (C_A , C_B κλπ) ή μείωσης των άλλων τελικών (C_B , C_T κλπ) δι' απομακρύνσεώς των, δεδομένου ότι πᾶσα μεταβολή των υπάρχοντων όρων πρέπει νὰ συνεπάγεται διατήρησιν του κλάσματος σταθεροῦ.

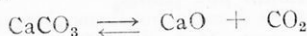
11.13 Ἡ ἀρχὴ αὕτη ἐφαρμόζεται λίαν συχνὰ εἰς τὴν προᾶξιν πρὸς αὔξησιν τῆς ἀποδόσεως δοθείσης ἀντιδράσεως.

Οὔτω π.χ. διὰ τὴν παρασκευὴν ποσότητος φωσγενίου με ἀίσθητὴν ἀποδοσιν κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



δὲν λαμβάνονται ποσότητες CO καὶ Cl_2 εἰς ἀναλογίαν ἑνὸς mol πρὸς ἓν, ἀλλὰ διὰ ποσότητα Cl_2 ἑνὸς mol διαβιβάζεται ποσότης 10 mol ἢ 20 mol μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, τοῦ ὁποίου τελικῶς ἡ περίσσεια παραμένει ἀναλλοίωτος.

11.14 Ὅμοιως διὰ τὴν παρασκευὴν ὀξειδίου τοῦ ασβεστίου διὰ θερμάνσεως ἀνθρακικοῦ ἁλατος



ἐπιβάλλεται θέρμανσις καθ' ἣν τὸ CO_2 , ὡς ἀέριον, ἐκφεύγει τοῦ κύκλου τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων καὶ συνεπάγεται, ὡς ἐκ τούτου, αὔξησιν τοῦ ποσοῦ τοῦ παραγομένου CaO . Πράγματι, ἂν τεθῇ ὡς C_A ἡ τελικῶς παραμένουσα ποσότης τοῦ CaCO_3 , ὡς C_B ἡ τοῦ παραχθέντος CaO καὶ ὡς C_T ἡ τοῦ CO_2 , θὰ ἴσχυῃ, μετὰ τὴν ἀποκατάστασιν ἰσορροπίας, ἡ σχέσις

$$\frac{C_B \cdot C_T}{C_A} = k$$

Δι' ἀριθμητικὴν ἐφαρμογὴν ἔστω ὅτι ἡ σταθερὰ k εἶναι $k = 1$ πρὸς διευκόλυνσιν τῶν ὑπολογισμῶν. Ἐξ ἀρχικῆς ποσότητος 1 mol CaCO_3 ἂν παραχθοῦν τελικῶς x mol CaO καὶ x mol CO_2 θὰ παραμείνουν καὶ ὡς ἀναλλοίωτα $(1 - x)$ mol CaCO_3 . Ἄν προσέτι τὸ CO_2 παραμείνῃ, ἐν κλειστῷ χώρῳ, ἐν ἐπαρῇ μετὰ τὸ CaO , ἡ ὡς ἄνω σχέσις γίνεται

$$\frac{x^2}{1 - x} = 1$$

ἐξ ἧς προκύπτει ὅτι θὰ παραχθοῦν τελικῶς

$$x = 0,61 \text{ mol CaO}$$

Ἄν ὅμως, διὰ θερμάνσεως ἐν ἀνοικτῷ χώρῳ, ἀπομακρυνθῇ ποσότης τοῦ CO_2 ὥση π.χ. πρὸς $(x - 0,5)$ mol, τότε ἡ αὕτη σχέσις γράφεται

$$\frac{1 - x}{x(x - 0,5)} = 1$$

ἐξ ἧς προκύπτει ὅτι θὰ παραχθοῦν τελικῶς

$$x = 0,78 \text{ mol CaO}$$

ἥτοι περισσότερα ἐν σχέσει πρὸς τὴν προηγουμένην περίπτωσιν.

11.15 Αἱ *ἀντιδράσεις ἰοντισμοῦ* ἀποτελοῦν τυπικὴν περίπτωσιν *ἀμφιδρόμων* ἀντιδράσεων καὶ *χημικῆς ἰσορροπίας*. Οὕτω π.χ. εἰς τὸν ἰοντισμὸν ἐνὸς ὀξέος



ἂν τεθῇ ὡς C ἡ ποσότης τοῦ τελικῶς παραμένοντος ἀναλλοιώτου ὀξέος καὶ ὡς C_H καὶ C_R αἱ τῶν παραχθέντων ἰόντων προκύπτει ἡ σχέση

$$\frac{C_H \cdot C_R}{C} = k$$

Ὁμοίως κατὰ τὸν ἰοντισμὸν μιᾶς βάσεως



προκύπτει ἀντίστοιχος σχέση τῆς μορφῆς

$$\frac{C_{\text{Me}} \cdot C_{\text{OH}}}{C} = k$$

Κατ' ἀντίστοιχον τρόπον πᾶσα *ὑδρόλυσις* τῆς μορφῆς



ἀποδίδεται ὡς

$$\frac{C_{\text{HR}} \cdot C_{\text{MeOH}}}{C_{\text{MeR}} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}} = k$$

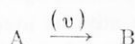
Κ Α Τ Α Λ Υ Σ Ι Σ

11.16 Ὡς *κατάλυσις* νοεῖται τὸ φαινόμενον καθ' ὃ ἐπιταχύνεται δοθεῖσα χημικὴ ἀντίδρασις καθ' ὥρισμένην φορὰν, τῇ ἐπιδράσει σωμάτων (καταλυτῶν) εἰδικῶν πρὸς τοῦτο.

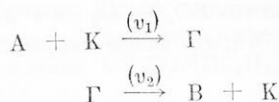
Κατὰ τὴν κατάλυσιν μία ἀντίδρασις, πρακτικῶς ἀμφίδρομος ἥτοι, κοινῶς, μικρᾶς ἀποδόσεως καθίσταται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ποσοτικῇ.

Γενικῶς οἱ πρὸς τοῦτο χρησιμοποιούμενοι *καταλύτες* δὲν συμμετέχουν, τελικῶς, εἰς τὸν σχηματισμὸν τῶν προϊόντων, οὕτω δὲ μικρὰ ποσότης καταλύτου ἀρκεῖ διὰ τὴν ἐπίτευξιν ἀντιδράσεων πρακτικῶς μὲ ὕλικά ἀπεριορίστου ποσότητος.

11.17 Εἰς τὰς πλείστας ἀντιδράσεις καταλύσεως ὁ καταλύτης συμμετέχει εἰς τὸν σχηματισμὸν ἐνδιαμέσων σωμάτων με ἐπὶ μέρους ταχύτητας μεγαλύτερας τῆς ταχύτητος τῆς κυρίας ἀντιδράσεως. Ἐστω πρὸς τοῦτο ἀντίδρασις τῆς γενικῆς μορφῆς



εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ταχύτης (v) εἶναι τόσον μικρὰ ὥστε πρακτικῶς νὰ μὴ εἶναι δυνατὸς ὁ σχηματισμὸς τῶν προϊόντων B. Ἐν σῶμα (K) θὰ χαρακτηρισθῇ ὡς καταλύτης ἂν εἶναι δυνατόν ν' ἀντιδράσῃ ἐνδιαμέσως, ὡς π. χ.



ὥστε αἱ ἐπὶ μέρους ἀντιδράσεις νὰ εἶναι ταχύτεραι τῆς ἀρχικῆς. Τότε, με τὸν ἀνασχηματισμὸν τοῦ καταλύτου, ἡ ἀρχικὴ ἀντίδρασις θὰ ἔχῃ ταχύτητα μεγαλύτεραν τῆς v , ἴσην δὲ πρὸς τὴν μικροτέραν ἐκ τῶν v_1 καὶ v_2 .

11.18 Τοιαύτης μορφῆς κατάλυσις εἶναι ἡ παρασκευὴ ὀξυγόνου διὰ θερμάνσεως τοῦ $KClO_3$

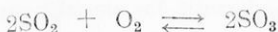


καθ' ἣν ἡ ἀπόδοσις εἶναι μικρὰ ἔνεκα τῆς μικρᾶς ταχύτητος ἀποσυνθέσεως τοῦ $KClO_3$. Πρὸς αὐξήσιν τῆς ἀποδόσεως χρησιμοποιεῖται ὡς καταλύτης τὸ MnO_2 , τὸ ὁποῖον συμμετέχει εἰς ἐνδιαμέσους ταχύτερας ἀντιδράσεις καὶ τελικῶς ἀνασχηματίζεται.

Ἐπίσης παρεμφερεῖς εἶναι ὅλαι αἱ ὀργανικαὶ καταλύσεις (ζυμώσεις), καθ' ἃς ὀργανικοὶ καταλύται (φυράματα) προκαλοῦν σειρὰν δλόκληρον ἐνδιαμέσων ἀντιδράσεων ταχυτέρων τῆς κυρίας καὶ, τελικῶς, ἀνασχηματίζονται κατὰ μέγα μέρος.

11.19 Εἰς ἄλλας περιπτώσεις ὁ καταλύτης δὲν συμμετέχει εἰς τὸν σχηματισμὸν ἐνδιαμέσων ἀντιδράσεων, ἀλλὰ, διὰ τῆς παρουσίας του, αὐξάνει τὴν δρῶσαν μάζαν τῶν σωμάτων με ἀποτέλεσμα τὴν μετατόπισιν τῆς ἰσορροπίας πρὸς τὸ μέρος τῶν τελικῶν προϊόντων.

Ἐστω πρὸς τοῦτο ἡ ἀντίδρασις παρασκευῆς τοῦ SO_3 δι' ὀξειδώσεως τοῦ SO_2 παρουσία ἀέρος



Εἰς ταύτην ἡ ἀπόδοσις εἶναι μικρὰ ἔνεκα τοῦ ἰσχυρῶς ἀμφιδρόμου τῆς ἀντιδράσεως. Ἄν τεθῇ ὡς C_A ἡ ποσότης τοῦ τελικῶς παραμένοντος SO_2 , ὡς C_B ἡ τοῦ O_2 καὶ ὡς C_Γ ἡ τοῦ SO_3 παρατηρεῖται, κατὰ τὴν σχέσιν

$$\frac{C_\Gamma}{C_A \cdot C_B} = k$$

ὅτι δύναται ν' αὐξηθῇ αἰσθητῶς ἡ ποσότης τοῦ SO_3 διὰ διαβιβάσεως μεγάλης ποσότητος ὀξυγόνου. Πλὴν ὅμως τοῦτο πρακτικῶς δὲν εἶναι ἐφικτὸν διότι, ὅση-δήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ ποσότης τοῦ ὀξυγόνου, ἡ ἀνάμιξις δὲν γίνεται τελεία καὶ οὕτω τὸ πραγματικῶς δοῶν ἐπὶ τοῦ SO_2 ὀξυγόνου εἶναι πάντοτε ὀλίγον, ἥτοι ὁ ὅρος C_B εἶναι πάντοτε μικρός. Ὁ ὅρος οὗτος ὅμως εἶναι δυνατόν ν' αὐξηθῇ ἂν ἐπιτευχθῇ *πλήρης ἐπαφή* μεταξὺ SO_2 καὶ O_2 καὶ τοῦτο γίνεται ὅταν χρησιμοποιῇται *κατάλληλος καταλύτης* ἱκανὸς ν' ἀναμίξῃ τὰ δύο ἀρχικά προϊόντα ὥστε νὰ δημιουργηθῇ πλήρης ἐπαφή.

Τοιούτου εἶδους ὕλικὸν εἶναι ὁ *σπογγώδης λευκόχρυσος*, ὅστις προσροφᾷ τὰ μόρια τῶν SO_2 καὶ O_2 καὶ τ' ἀναμιγνύει ἐν λεπτῷ διαμερισμῷ ἕνεκα τῆς πορώδους ὑφῆς τὴν ὁποίαν παρουσιάζει.

Π Ι Ν Α Ξ XI — 1

ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ ΕΙΣ kcal ANA ΧΙΛΙΟΓΡΑΜΜΟΝ ΚΑΙΟΜΕΝΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ

Κ α ι ὀ μ ε ν ο ν σ ῶ μ α	Θ εἰς kcal / kgr
Ἀσφαλτος καὶ ἀσφαλτόπισσα	9.000 — 9.600
Βούτυρον (ἄνυδρον)	9.200
Γαϊάνθρακες	7.900 — 8.100
Γραφίτης	7.900
Ἐλαιόλαδον	9.400
Θεῖον (πρὸς διοξειδίου)	2.200
Καζεΐνη	5.860
Λίπη ζωϊκά (ἄνυδρα)	9.000 — 9.500
Μαγνήσιον (πρὸς MgO)	6.080
Ξύλον (15 % ὑγρασίας)	3.900 — 4.400
Παραφινέλαιον	9.800
Πετρέλαιον ἀκάθαρτον	11.500
Πετρέλαιον φωτιστικόν	10.000
Σίδηρος (πρὸς Fe_2O_3)	1.582
Ὑδρογόνον (πρὸς H_2O)	30.000
Χαλκὸς (πρὸς CuO)	590

11.20 Γενικώς παρεμφερείς καταλύσεις παρατηρούνται εις αντιδράσεις μεταξύ αερίων ή υγρών, με καταλύτας συνήθως μέταλλα ή οξειδία εν πορώδει καταστάσει, ως είναι π.χ. ο Fe εις την παρασκευήν της αμμωνίας από N_2 και H_2 , το Ni κατά την υδρογόνωσιν των ελαίων κλπ.

11.21 Η συνήθης κατάλυσις συνίσταται, ως ανεφέρθη, εις επαύξησιν της ταχύτητος δοθείσης αντιδράσεως, είτε δι' ενδιαμέσων αντιδράσεων είτε δι' αύξήσεως της δρώσης μάζης.

Αντιστοίχως όμως υπάρχουν και **αργητικά καταλύσεις**, καθ' ός επιτυγχάνεται τελικώς επιβράδυνσις δοθείσης αντιδράσεως. Εις τας περιπτώσεις ταύτας οί καταλύται παρεμποδίζουν τον σχηματισμόν των τελικών προϊόντων. Ούτω π.χ. το άκετανιλίδιον, οργανική ένωσησ του τύπου $CH_3CONHC_6H_5$, αποτελεί αργητικόν καταλύτην διά την αντίδρασιν



ήτοι παρεμποδίζει την αποσύνθεσιν του υπεροξειδίου του υδρογόνου προς H_2O και O_2 .

Θ Ε Ρ Μ Ο Χ Η Μ Ε Ι Α

11.22 Εις πάσαν χημικήν αντίδρασιν δέν υπάρχει ακριβής ισοότης μεταξύ των μαζών των αργικών και των τελικών προϊόντων. Ούτω π.χ. αν εις μίαν αντίδρασιν καύσεως ως εις την μετατροπήν του άνθρακος εις διοξειδίου



έξετασθῇ ή μάζα των τελικών προϊόντων (m_0) αύτη θα εύρεθῇ κατά τι μικρότερα του άθροίσματος των αργικών, ήτοι

$$m_0 < m_1 + m_2$$

εφόσον διά m_1 και m_2 δηλωθούν αντιστοίχως αί μάζαι του άνθρακος και του συμμετέχοντος οξυγόνου.

Η παρουσιαζομένη διαφορά (m) όπου

$$m = (m_1 + m_2) - m_0$$

χαρκτηρίζεται ως **έλλειμμα μάζης** και αντιπροσωπεύει το ποσόν το όποιον εκδηλώνεται ως ενέργεια και ειδικώτερον, εν τελευταία αναλύσει, ως θερμότης (Θ).

Πράγματι, κατά την εξίσωσιν του Einstein

$$E = mc^2$$

εν έλλειμμα μάζης ενός γραμμαρίου (βλ. § 7.39) θα δώσει γενεσιν εις ενέργειαν 9.10^{20} erg ήτοι εις θερμότητα περίπου 2.10^{13} cal.

11.23 Εις πάσαν αντίδρασιν παρουσιάζεται εν έλλειμμα μάζης, θετικόν ή αργητικόν, το όποιον όμως είναι τόσον μικρόν ώστε, ως μάζα να θεωρηται

πρακτικῶς ἀμελητέον, ἀντιθέτως ὅμως ὡς ἰσοδύναμος ἐνέργεια ἀποτελεῖ ποσὸν ὑπολογισμὸν ἐνεκα τῆς τεραστίας τιμῆς τοῦ συντελεστοῦ c^2 εἰς τὸν ὧς ἄνω τύπον τοῦ Einstein.

Οὕτω π. χ. κατὰ τὴν καύσιν 12 γραμμαρίων ἀνθρακος πρὸς διοξειδίου ἐκλύεται θερμότης ἀνερχομένη εἰς 94400 cal περίπου. Ἡ θερμότης αὕτη ἰσοδυναμεῖ πρὸς ἐνέργειαν

$$E = 94400 \cdot 4,18 \cdot 10^7 \text{ erg}$$

ἥτις, ἐν συνεχείᾳ, ἀντιστοιχεῖ πρὸς ἔλλειμμα μάζης (m) συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν

$$94400 \cdot 4,18 \cdot 10^7 = 9 \cdot 10^{20} \text{ m}$$

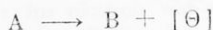
ἥτοι πρὸς ἔλλειμμα μάζης περίπου

$$m = 44 \cdot 10^{-10} \text{ gr}$$

Ἐκ τῆς τιμῆς ταύτης φαίνεται σαφῶς ὅτι ἐνῶ τὸ ἔλλειμμα μάζης εἶναι ἀπειροελάχιστον, τὸ ἀντίστοιχον ποσὸν θερμότητος εἶναι αἰσθητόν.

11.24 Ὅταν εἰς μίαν ἀντίδρασιν τὸ ἔλλειμμα μάζης εἶναι θετικόν, εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἐκλύεται τελικῶς θερμότης, ἡ ἀντίδρασις αὕτη αὕτη χαρακτηρίζεται ὡς *ἐξώθερμος*.

Μία τοιαύτη ἀντίδρασις ἀποδίδεται γενικῶς διὰ τοῦ συμβολισμοῦ



ὅπου διὰ τοῦ $[\Theta]$ δηλοῦται τὸ ἐκλύομενον ποσὸν θερμότητος.

Οὕτω π. χ. ἡ καύσις τοῦ ἀνθρακος πρὸς διοξειδίου γράφεται, θερμοχημικῶς,



ὅπου $\Theta = 94400 \text{ cal}$ ἀνὰ mol καιομένου ἀνθρακος.

Εἰς πᾶσαν ἐξώθερμον ἀντίδρασιν τὰ τελικὰ προϊόντα εἶναι σταθερώτερα τῶν ἀρχικῶν ὡς πτωχότερα εἰς ἐνέργειαν.

11.25 Ὅταν εἰς μίαν ἀντίδρασιν τὸ ἔλλειμμα μάζης εἶναι ἀρνητικόν τότε ἡ ἀντίδρασις χαρακτηρίζεται ὡς *ἐνδόθερμος* καὶ ἀπαιτεῖ τὴν κατανάλωσιν ἐνεργείας διὰ τὴν ἐπίτευξίν της.

Μία ἐνδόθερμος ἀντίδρασις ἀποδίδεται γενικῶς διὰ τοῦ συμβολισμοῦ



καὶ συνεπάγεται προϊόντα ἀσταθέστερα τῶν ἀρχικῶν ὡς πλουσιώτερα εἰς ἐνέργειαν.

Ἐπὶ παραδείγματι, ὁ σχηματισμὸς αἰθυλενίου (C_2H_4) ἐξ ἀνθρακος καὶ ὕδρου γόνου κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



εἶναι ἀρκούντως δύσκολος καθόσον τὸ ἀπαιτούμενον ποσὸν θερμότητος ἀνέρχε-

ται εις $\Theta = 6080$ cal ανά mol αϊθυλενίου, είναι δὲ τὸ C_2H_4 σῶμα πολὺ περισσότερον ἀσταθὲς καὶ ἀπὸ τὸν ἀνθρακα καὶ ἀπὸ τὸ ὕδρογόνον.

11.26 Συμφώνως πρὸς τὴν ἀρχὴν σταθερότητος τῶν σωμάτων μία χημικὴ ἀντίδρασις ἐπιτυγχάνεται ἐνκολώτερον ἐφόσον εἶναι ἐξώθερμος, ὥς συμβαίνει μὲ τὰς πλείστας καύσεις.

Μεταξὺ ἐξωθέρων ἀντιδράσεων ἐνκολώτερα καθίσταται ἡ ἀντίδρασις ἢ συνοδευομένη ἀπὸ μεγαλυτέραν ἐκλυσιν θερμότητος. Οὕτω π.χ. ἐκ τῶν ἀντιδράσεων σχηματισμοῦ ὕδροβρωμίου καὶ ὕδροχλωρίου ἐξ ἐλευθέρων ἀτόμων



ὅπου $\Theta_1 = 39460$ cal/mol HCl



ὅπου $\Theta_2 = 28540$ cal/mol HBr, προκύπτει σαφῶς ὅτι τὸ HCl εἶναι ἔνθετος σταθερωτέρα ἀπὸ τὸ HBr καὶ ἀκόμη ὅτι τὸ Cl ἐνοῦται μὲ τὸ ὕδρογόνον ἐνκολώτερον ἀπὸ ὅτι τὸ βρώμιον.

11.27 Ὅμοιος κατὰ τὴν ἐπίδρασιν χλωρίου ἐπὶ μεταλλικοῦ σιδήρου παράγεται ἐνκολώτερον τὸ ἅλας $FeCl_3$ ἢ τὸ $FeCl_2$.

Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι ἡ ἀντίδρασις πρὸς ἅλας δισθενοῦς σιδήρου



ὅπου $\Theta_1 = 81864$ cal/mol $FeCl_2$ εἶναι ὀλιγότερον ἐξώθερμος τῆς ἀντιδράσεως



ὅπου $\Theta_2 = 96300$ cal/mol $FeCl_3$.

Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ὁ ἰωδιούχος χαλκὸς CuI_2 μεταπίπτει αὐτομάτως σχεδὸν πάντοτε εἰς ἰωδιούχον ὑποχαλκόν, δεδομένου ὅτι εἰς τὴν ἀντίδρασιν



εἶναι $\Theta = 12700$ cal/mol CuI.

12. ΣΥΝΤΑΞΙΣ ΤΩΝ ΜΟΡΙΩΝ

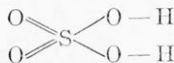
ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

12.1 Οί τύποι τῶν ὁποίων ἔγινε μνεία εἰς τὸ περὶ τυπικοῦ μέρους κεφάλαιον ἐκφράζουν ἀπλῶς τὴν ποιοτικὴν σύστασιν τῶν μορίων καὶ τὸν ἀπόλυτον ἀριθμὸν τῶν ἐμπεριεχομένων ἀτόμων ἐκάστου εἵδους, καλοῦνται δὲ γενικῶς **μοριακοὶ τύποι**. Δι' αὐτῶν ὅμως δὲν δηλοῦται καὶ ὁ τρόπος συνενώσεως τῶν ἀτόμων μεταξύ τῶν, οὕτω δὲ ὁ τύπος H_2O , διὰ τὸ ὕδωρ, δηλοῖ μὲν ὅτι ἐν μόριον ὕδατος περιέχει δύο ἄτομα ὕδρογόνου καὶ ἓν ὀξυγόνου, δὲν καθορίζει ὅμως ἂν τὸ ὀξυγόνον συγκρατῇ ἐκατέρωθεν ἀνὰ ἓν ὕδρογόνον ἢ ἂν τὰ δύο ἄτομα ὕδρογόνου συγκρατοῦνται μεταξύ τῶν καὶ πῶς.

Διὰ τὸν ἀκριβέστερον καθορισμὸν ἐνὸς μορίου χρησιμοποιοῦνται εἰδικώτεροι συμβολισμοὶ ὥς εἶναι οἱ **συντακτικοί**, οἱ **στερεοχημικοὶ** καὶ οἱ **ἠλεκτρονικοὶ** τύποι.

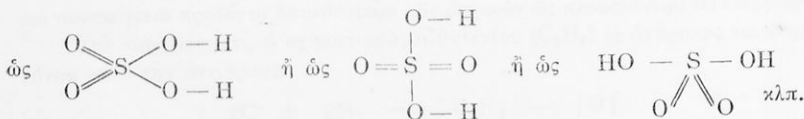
12.2 Οἱ **συντακτικοὶ τύποι**, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς μοριακοὺς, δηλοῦν τὴν σειρὰν ἐνώσεως τῶν ἀτόμων μεταξύ τῶν καὶ τὸν τρόπον ἐνώσεώς τῶν ἐν γενικαῖς γραμμαῖς, δὲν καθορίζουν ὅμως τὰς σχετικὰς θέσεις καὶ ἀποστάσεις τῶν ἐν τῷ χώρῳ.

Οὕτω π.χ. ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ θειικοῦ ὀξέος



δηλοῖ ὅτι τὸ S, ὡς ἑξασθενές, συγκρατῇ περίξ τοῦ ἑαυτοῦ του 4 ἄτομα ὀξυγόνου, ἔξ ὧν τὰ 2 διὰ διπλῶν δεσμῶν (διὰ διπλῶν δηλαδὴ μονάδων σθένους), τὰ δὲ λοιπὰ 2 δι' ἀπλῶν. Ἐν συνεχείᾳ τὰ δύο ταῦτα ἄτομα ὀξυγόνου συγκρατοῦν, δι' ἀπλῶν δεσμῶν, ἀνὰ ἓν ἄτομον ὕδρογόνου. Οὕτω τὸ S ἐμφανίζεται ὡς ἑξασθενές, τὸ O ὡς δισθενές καὶ τὸ H ὡς μονοσθενές.

12.3 Πλὴν τούτου ὅμως ὁ συντακτικὸς τύπος δὲν καθορίζει ἂν τὰ 4 ἄτομα τοῦ ὀξυγόνου εὐρίσκωνται ἢ ὄχι εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον καὶ δὲν καθορίζει ἐπίσης ἂν τὸ H ἀπέχει ἀπὸ τοῦ O, μὲ τὸ ὁποῖον δυνδύεται, περισσότερον ἢ ὀλιγότερον ἀπὸ ὅσον ἀπέχει τὸ S ἀπὸ τοῦ O δι' οὗ συνδέεται διὰ διπλοῦ δεσμοῦ κλπ. Διὰ τὸν λόγον δὲ τούτου ὁ αὐτὸς συντακτικὸς τύπος δύναται νὰ γραφῇ καθ' οἷονδήποτε τρόπον ἀρκεῖ νὰ δηλώσῃ τὴν αὐτὴν σύνταξιν. Οὕτω π.χ. ὁ ἀνωτέρω ἀναφερθεὶς συντακτικὸς τύπος τοῦ H_2SO_4 δύναται νὰ γραφῇ



12.4 Κατὰ κανόνα τὰ *οξειδία*, μετάλλων ἢ ἀμετάλλων, περιέχουν *ἄτομα οξυγόνου ἠνωμένα διὰ διπλῶν δεσμῶν* συμμετρικῶς. Ἐν περιέχουν δύο ἄτομα τοῦ κυρίου στοιχείου, τότε ταῦτα συγκροτοῦνται μεταξύ των δι' ἑνὸς ἀτόμου οξυγόνου, ὡς συνδετικοῦ κρίκου, ἠνωμένου δι' ἀπλῶν δεσμῶν.

Οὕτω π.χ.

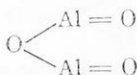
ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ Ag_2O εἶναι



ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ CuO εἶναι



ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ Al_2O_3 εἶναι



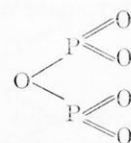
ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ SO_2 εἶναι



ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ P_2O_3 εἶναι



ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ P_2O_5 εἶναι



Συντακτικῶς ἐμφαίνεται καὶ ἡ διαφορὰ τῶν πραγματικῶν ὑπεροξειδίων ἀπὸ τὰ ψευδοὑπεροξειδία. Οὕτω δὲ π.χ.

ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ BaO_2 εἶναι



ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ MnO_2 εἶναι

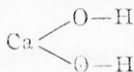


12.5 Εἰς τὰ μόρια τῶν *βάσεων* τὸ ἄτομον τοῦ μετάλλου συγκροτεῖ τὰ *ὕδροξύλια* (ὡς —O—H) δι' ἀπλῶν δεσμῶν. Οὕτω π.χ.

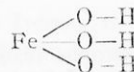
ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ KOH εἶναι



ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ Ca(OH)_2 εἶναι



ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ Fe(OH)_3 εἶναι



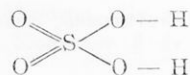
12.6 Πρὸς γραφὴν τοῦ συντακτικοῦ τύπου τῶν *ὀξέων* δέον νὰ λαμβάνηται ὑπ' ὄψιν ὅτι, κατὰ κανόνα, τὸ ἄτομον τοῦ κυρίου στοιχείου συγκρατεῖ *τόσα ὑδροξύλια* (ὡς —O—H) *ὅσα εἶναι τὰ ἐμπεριεχόμενα ἄτομα ὑδρογόνου*. Τὰ λοιπὰ ὀξυγόνα συγκρατοῦνται μὲ τὸ κύριον στοιχεῖον διὰ διπλῶν δεσμῶν καὶ τέλος ἂν τυχὼν ὑπάρχουν δύο ἄτομα τοῦ κυρίου στοιχείου ταῦτα συνδέονται μεταξύ των μέσφ' ἑνὸς ἀτόμου ὀξυγόνου δι' ἁπλῶν δεσμῶν.

Οὕτω π.χ.

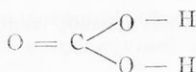
ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ HNO_3 εἶναι



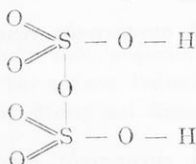
ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ H_2SO_4 εἶναι



ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ H_2CO_3 εἶναι



ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ εἶναι



Εἰς τὰ ὑδρογονικά ὀξέα τὰ H συγκρατοῦνται ἀπ' εὐθείας μὲ τὸ κύριον στοιχεῖον δι' ἁπλῶν δεσμῶν. Οὕτω δὲ π.χ.

ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ HCl εἶναι $\text{Cl}-\text{H}$

ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ H_2S εἶναι $\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagdown \\ \text{S} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$

ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ HBr εἶναι $\text{Br}-\text{H}$

12.7 Πρὸς εὔρεσιν τοῦ συντακτικοῦ τύπου ἑνὸς *ἁλατος* γράφονται συντακτικῶς τόσοι τύποι τοῦ *ἀντιστοίχου ὀξέος* ὅσαι εἶναι αἱ ρίζαι. Ἀκολουθῶς ἀντικαθίστανται, ὑπὸ τῶν ἀτόμων τοῦ μετάλλου, τόσα ὑδρογόνα ὅσα ἀπαιτεῖ τὸ σθένος των.

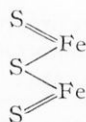
Οὕτω π.χ.

ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ NaCl εἶναι $\text{Cl}-\text{Na}$

ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ FeCl_2 εἶναι $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \diagdown \\ \text{Fe} \\ \diagup \\ \text{Cl} \end{array}$

ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ K_2S εἶναι $\begin{array}{c} \text{K} \\ \diagdown \\ \text{S} \\ \diagup \\ \text{K} \end{array}$

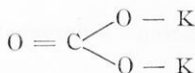
ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ Fe_2S_3 εἶναι



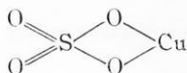
ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ KNO_3 εἶναι



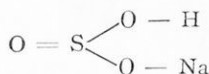
ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ K_2CO_3 εἶναι



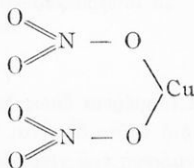
ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ CuSO_4 εἶναι



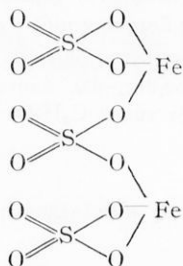
ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ NaHSO_3 εἶναι



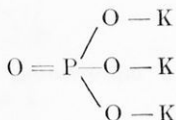
ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ εἶναι



ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ εἶναι



ὁ συντακτικὸς τύπος τοῦ K_3PO_4 εἶναι



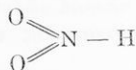
12.8 Πολλάκις δύο ἢ περισσότεραι χημικαὶ ἐνώσεις τοῦ αὐτοῦ μοριακοῦ τύπου ἔχουν διάφορον συντακτικὸν τύπον, εἶναι δὲ ὡς ἐκ τούτου οὐσιαστικῶς διάφοροι. Τὸ φαινόμενον τοῦτο, σὺνήθης μὲν εἰς τὴν ὀργανικὴν χημείαν, σπά-

νιον ὅμως εἰς τὴν ἀνόργανον, καλεῖται *ισομέρεια*. Οὕτω π.χ. ὑπάρχουν δύο διάφορα ὀξέα ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὸν αὐτὸν τύπον HNO_2 καὶ χαρακτηριζόμενα ἀμφότερα ὡς νιτρῶδη :

τὸ νιτρῶδες ὀξὺ συντακτικοῦ τύπου

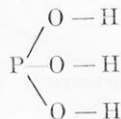


τὸ ἰσονιτρῶδες ὀξὺ συντακτικοῦ τύπου

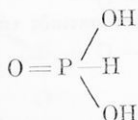


Ἐπίσης ὑπάρχουν δύο φωσφορῶδη ὀξέα :

τὸ φωσφορῶδες ὀξὺ συντακτικοῦ τύπου



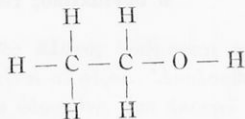
τὸ ἰσοφωσφορῶδες ὀξὺ συντακτικοῦ τύπου



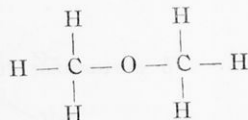
Ἡ ἰσομέρεια ὅμως διὰ τὰς ἀνοργάνους ἐνώσεις δὲν ἀποτελεῖ εἰδοποιὸν διαφορὰν διὰ τοῦτο δὲ εἶναι ἀδιάφορον ἂν ὑπὸ τὸν τύπον HNO_2 νοεῖται ἡ μία ἢ ἡ ἄλλη μορφή τοῦ νιτρῶδους ὀξέος καὶ αὐτὸς εἶναι, τελικῶς, ὁ λόγος ὅπου εἰς τὴν ἀνόργανον χημεῖαν οἱ μοριακοὶ τύποι θεωροῦνται ἱκανοὶ διὰ τὴν συμβολικὴν ἔκφρασιν μιᾶς ἐνώσεως.

Ἀντιθέτως ὅμως εἰς τὴν ὀργανικὴν χημεῖαν ἡ ἰσομέρεια εἶναι οὐχὶ μόνον λίαν συνήθης, ἀλλ' ἀποτελεῖ καὶ εἰδοποιὸν διαφορὰν. Οὕτω δὲ π.χ. εἰς τὸν μοριακὸν τύπον $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ἀντιστοιχοῦν δύο ἐνώσεις ριζικῶς διάφοροι :

ἡ αἰθυλαλκοόλη συντακτικοῦ τύπου



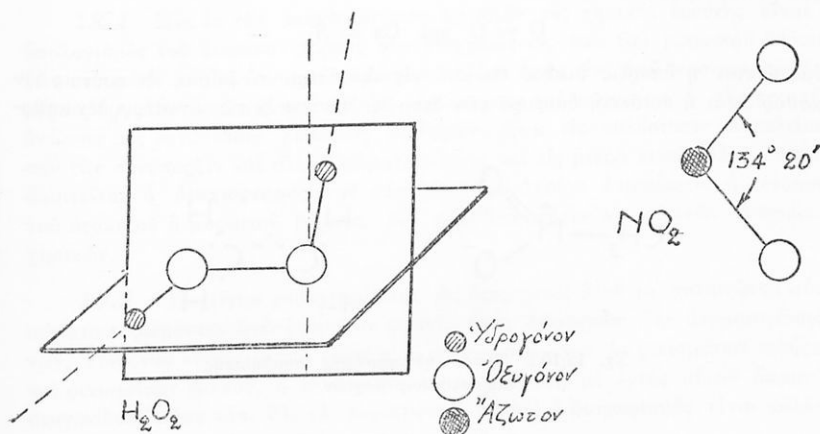
ὁ διμεθυλαιθὴρ συντακτικοῦ τύπου



Ἐκ τούτων προκύπτει ὅτι διὰ τὴν ὀργανικὴν χημεῖαν οἱ μοριακοὶ τύποι δὲν θεωροῦνται ἱκανοὶ διὰ τὴν συμβολικὴν ἔκφρασιν μιᾶς ἐνώσεως, χρησιμοποιῶνται δὲ σχεδὸν πάντοτε, ἀντ' αὐτῶν, οἱ συντακτικοί.

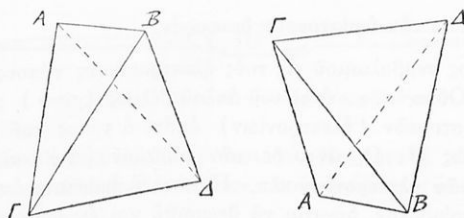
ΣΤΕΡΕΟΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

12.9 Οί στερεοχημικοί τύποι δηλοῦν τὴν σχετικὴν θέσιν ἐν τῷ χώρῳ τῶν διαφόρων ἀτόμων ἐνὸς μορίου, δίδουν ὡς ἐκ τούτου σαφεστέραν εἰκόνα τοῦ μορίου ἀπὸ τοὺς συντακτικοὺς ἢ τοὺς μοριακοὺς τύπους.



Σχ. 12.9.1 Στερεοχημικοί τύποι χημικῶν ἐνώσεων.

Συνήθως χρησιμοποιοῦνται μόνον ὅταν ὑπάρξη περίπτωσης ἐνώσεων ὁμοίων συντακτικῶς ἀλλὰ διαφόρων στερεοχημικῶς, δι' αὐτὸν δὲ τὸν λόγον



Σχ. 12.9.2 Στερεοϊσομέρια d καὶ l.

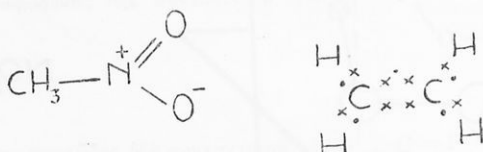
ἐφαρμόζονται εἰς ὀρισμένας κατηγορίας ὀργανικῶν ἰδίως ἐνώσεων, ὡς π.χ. σακχαρῶν, ἀμινοξέων κλπ, ὅπου ἰδιάζουσα μορφή ἰσομερείας (στερεοϊσομερείας) ἀπαιτεῖ τὴν διὰ στερεοχημικῶν τύπων διάκρισιν μιᾶς ἐνώσεως ἀπὸ ἄλλην.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

12.10 Οί ηλεκτρονικοί τύποι αποτελοῦν μίαν παραλλαγήν τῶν συντακτικῶν. Χωρὶς νὰ καθορίζουν τὴν θέσιν τῶν ατόμων εἰς τὸν χώρον, ὡς οἱ στερεοχημικοί, δηλοῦν ἀκριβέστερον τὸ εἶδος τῶν δεσμῶν μεταξὺ αὐτῶν. Οὕτω π.χ. ἐνῶ διὰ τῶν συντακτικῶν τύπων τοῦ μορίου τοῦ O_2 καὶ τοῦ μορίου τοῦ CaS , ἦτοι

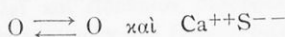


ἐμφαίνεται ἡ ὑπαρξὶς διπλοῦ δεσμοῦ εἰς ἀμφοτέρω τὰ μόρια, ἐν τούτοις δὲν καθορίζεται ἡ ποιοτικὴ διαφορὰ τῶν δεσμῶν. Ὅντως ἐκ τῶν ἀνωτέρω δὲν καθο-



Σχ. 12.10.1 Τύποι ηλεκτρονικῆς συμβολικῆς παραστάσεως μορίων.

ρίζεται ὅτι ὁ δεσμός μεταξὺ Ca καὶ S εἶναι ἑτεροπολικός, ἐνῶ μεταξὺ τῶν δύο ὀξυγόνων ὁμοιοπολικός. Ἄν ὅμως ὁ ἑτεροπολικὸς δεσμός καθορισθῇ μὲ τὸ σύμβολον $(+ -)$ καὶ ὁ ὁμοιοπολικὸς μὲ τὸ σύμβολον $(\longrightarrow)$ τότε οἱ ηλεκτρονικοὶ τύποι τῶν ἀνωτέρω δύο μορίων καθίστανται



καὶ καθορίζουν οὕτω τὴν ὑπάρχουσαν διαφοράν.

Ἀπὸ ἀπόψεως συμβολισμοῦ εἰς τοὺς ηλεκτρονικοὺς τύπους ἀκολουθοῦνται πολλαὶ γραφαί. Οὕτω π.χ. ἀντὶ τοῦ ἀπλοῦ βέλους $(\longrightarrow)$ πολλοὶ χρησιμοποιοῦν ἐν ζευγὸς στιγμῶν (ἡλεκτρονίων) ὁπότε ὁ τύπος τοῦ μορίου τοῦ ὀξυγόνου γράφεται ὡς $O :: O$, ἀντὶ δὲ τῶν σημείων $(+)$ καὶ $(-)$ ὁλόκληρα σχεδιάσματα τροχιῶν ἡλεκτρονίων κλπ. Πάντως ἡ ἐκάστοτε ἀπλουστερά γραφή, ἐφόσον ἀποτελεῖ σύμβολον, δύναται νὰ θεωρηθῇ καὶ ὡς ὀρθότερα.

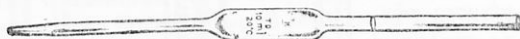
13. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΒΑΡΩΝ

ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΜΙΓΜΑΤΩΝ

13.1 Μία εκ των σπουδαιότερων εργασιών της χημικής έρευνας είναι ο υπολογισμός του ατομικού βάρους των στοιχείων ως και του μοριακού βάρους των στοιχείων και των χημικών ενώσεων. Πάσα όμως επί του προκειμένου επί μέρους εργασία απαιτεί, κατ' αρχήν, την ύπαρξιν του στοιχείου ή της χημικής ενώσεως εις κατάστασιν *χημικώς καθαράν*, ήτοι εις κατάστασιν αποκλείουσαν την συνύπαρξιν και άλλου σώματος έστω και εις μικρά ποσά. Προς τοούτο απαιτείται ο *διαχωρισμός* του σώματος, του οποίου επιδιώκεται η μέτρησης του ατομικού ή μοριακού βάρους, διά μεθόδων φυσικών, χημικών ή φυσικοχημικών.

13.2 Έν μίγμα χαρακτηρίζεται ως έτερογενές όταν τα συνιστώσα αυτό σώματα εφίσκονται υπό διάφορον φάσιν, ήτοι διατηρούν την ανομοιογένειάν των. Τοιούτου είδους μίγμα είναι π.χ. το συνιστάμενον εκ ρινισμάτων σιδήρου και ρινισμάτων χαλκού, ή το συνιστάμενον εξ ύδατος με έντός αυτού άμμον ή σταγονίδια ελαίου κλπ. Είς τας περιπτώσεις ταύτας ο διαχωρισμός είναι μάλλον εύχερης και επιτυγχάνεται διά φυσικών μεθόδων.

13.3 Έν έτερογενές μίγμα δύο υγρών, μη μιγνυμένων, διαχωρίζεται εύχερως *διά μεταγγίσεως*. Προς τοούτο τα υγρά, αφού ήρεμήσουν και αποτελέσουν χωριστάς στιβάδας, με υποκείμενον το έλαφρότερον, διαχωρίζονται είτε δι' ειδικής διαχωριστικής χοάνης, φερούσης στρόφιγγα εις το κάτω μέρος αυτής, είτε διά σιφωνοειδούς σωλήνος.



Σχ. 13.3.1 Σιφώνιον διαχωρισμού υγρών.

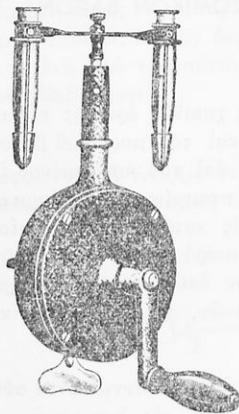
13.4 Έν μίγμα στερεών δύναται να διαχωρισθῇ κατά ποικίλους τρόπους αναλόγως του ειδικού βάρους των, του μεγέθους των κόκκων, της συναφείας προς άλλα υλικά κλπ.

Ότω π.χ. δύο όρυκτά συνυπάρχοντα εις το αυτό πέτρωμα δύνανται να χωρισθούν διά κοσκίνισματος άν το έν εμφανίξη μεγαλυτέρους κόκκους του άλλου. Όμοίως τα ψήγματα χρυσοῦ διαχωρίζονται από την άμμον διά πλύσεως, όποτε ο χρυσός, ως βαρύτερος, κατακάθεται ενώ η άμμος παρασύρεται υπό ρέοντος ύδατος. Άντιστοίχως μίγμα εξ όρυκτιών δύναται να διαχωρισθῇ διά χρησιμοποίησεως *άφρώδους ύγρου*, έν είδει σάπωνος, όταν το έν, ως έλαφρότερον, σχηματίξη επιπλέοντα άφρόν με το ύγρον ενώ το άλλο κατακάθεται.

13.5 "Εν στερεόν, αίσθητῶς βαρύτερον τοῦ ὑγροῦ καὶ εἰς μεγάλην σχετικῶς ποσότητα, διαχωρίζεται διὰ μεταγγίσεως τοῦ ὑγροῦ. Οὕτω π.χ. τὸ BaSO_4

δύναται νὰ διαχωρισθῇ τοῦ ὕδατος ὅταν τὸ ὅλον σύστημα ἡρεμήσῃ, ὁπότε τὸ BaSO_4 παραμένει εἰς τὸν πυθμένα ὡς *ἔζημα* καὶ τὸ ὑπερκείμενον ὕδωρ μεταγγίζεται μετὰ προσοχῆς, διὰ σιφωνοειδοῦς σωλῆνος.

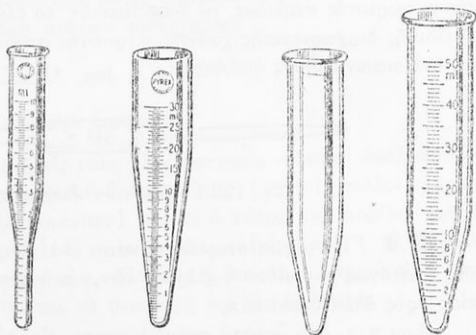
Καλύτερον διαχωρισμὸν δημιουργεῖ ἡ διήθησις, μέσφ ειδικῶν ἡθμῶν (φίλτρων) οἵτινες συγκρατοῦν μὲν τὸ στερεὸν ἀφίνουν νὰ διέλθῃ ὅμως τὸ ὑγρόν. Ἡθμῶν ὑπάρχουν πολλὰ εἶδη ὡς π.χ. ἐκ χαρτου, πορώδους πορσελλάνης, ὀργανικῶν μεμβρανῶν κλπ. Πολλάκις πρὸ τῆς διηθήσεως ἐφαρμόζεται ἡ *φυγοκέντρησις* καὶ τοῦτο ὅταν τὸ στερεὸν ἀποτελεῖται ἐκ λεπτῶν κόκκων δυναμένων νὰ διέλθουν διὰ τοῦ ἡθμοῦ καὶ αἰωρουμένων ἐντὸς αὐτοῦ. Διὰ τῆς φυγοκεντρήσεως τὸ στερεὸν συσπειροῦται εἰς μεγαλύτερους κόκκους καὶ διαχωρίζεται αίσθητῶς τοῦ ὑγροῦ τοῦ ὑποίου μέρος δύναται οὕτω ν' ἀπομακρυνθῇ διὰ μεταγγίσεως.



Σχ. 13.5.1 Χειροκίνητος φυγοκεντρικὴ μηχανὴ συνήθους τύπου.

13.6 "Εν μίγμα χαρακτηρίζεται ὡς ὁμογενὲς ὅταν τὰ συνιστῶντα αὐτὸ σώματα δὲ διακρίνονται τὸ ἐν ἀπὸ τὸ ἄλλο. Τοιούτου εἶδους μίγματα εἶναι π.χ. τὰ διαλύματα τῶν στερεῶν ἐντὸς ὑγρῶν, ὅπου εἶναι ἀδύνατον νὰ διακριθῶν τὸ διαλελυμένον σῶμα ἀπὸ τὸ διαλυτικὸν μέσον. Ὅμοιως ὁμογενῇ εἶναι τὰ μίγματα τῶν αερίων, ὡς π.χ. συμβαίνει μὲ τὰ συστατικά τοῦ ατμοσφαιρικοῦ αέρος.

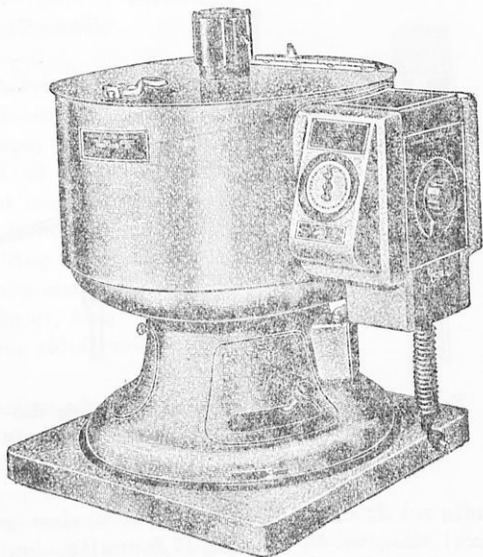
Εἰς τὰ ὁμογενῇ μίγματα ὁ διαχωρισμὸς εἶναι δυσχερέστερος ἢ εἰς τὰ ἑτερογενῇ καὶ ἐπιτυγχάνεται δι' ἀποστάξεων, διαλύσεων, κρυσταλλώσεων, προσροφήσεων κλπ.



Σχ. 13.5.2 Διάφοροι τύποι σωλήνων φυγοκεντρικῆς μηχανῆς.

13.7 "Εν στερεόν διαλελυμένον δύναται νὰ διαχωρισθῇ ἀπὸ τὸ ὑγρὸν διαλυτικὸν μέσον δι' ἀπλῆς ἀποστάξεως, ἥτοι διὰ συνδυασμοῦ *ζέσεως* καὶ

ύγροποιήσεως οπότε τὸ ὑγρὸν ἀφίπταται καὶ παραμένει τὸ στερεόν. Οὕτω π.χ. ἐκ διαλύματος NaCl ἐντὸς ὕδατος ἐπιτυγχάνεται ἡ λήψις καθαροῦ ἁλατος ὅταν τὸ διάλυμα ὑποβληθῇ εἰς ζέσιν οπότε, εἰς τοὺς 100°C , τὸ ὕδωρ ἀφίπταται ὡς ἀτμὸς ἐνῶ παραμένει ὡς στερεόν εἰς τὸν πυθμένα τὸ NaCl . Ἐν συνεχείᾳ ὁ ἀτμὸς τοῦ ὕδατος ὑφίστάμενος ψύξιν ἐντὸς εἰδικοῦ συστήματος (ψυκτῆρος) παραλαμβάνεται ἐκ νέου ὡς ὑγρὸν ὕδωρ ἀπηλλαγμένον γλωριούχου νατρίου.



Σχ. 13.5.3 Φυγοκεντρικὴ μηχανὴ νεωτάτου τύπου, ἡλεκτροκίνητος. Περιστρέφεται μὲ συχνότητα 19000 στροφῶν ἀνά πρῶτον λεπτόν καὶ δημιουργεῖ πεδίων βαρύτητας $g' = 25000\text{ g}$.

13.8 Δύο ὑγρά πλήρως ἀναμεμιγμένα δύνανται νὰ διαχωρισθοῦν διὰ **κλασματικῆς ἀποστάξεως**, ἥτοι δι' ἀποστάξεως εἰς διαφόρους θερμοκρασίας. Οὕτω π.χ. διάλυμα οἶνοπνεύματος ἐντὸς ὕδατος διὰ νὰ διαχωρισθῇ εἰς τὰ συστατικά του θερμαίνεται ἐντὸς ἀποστακτικῆς συσκευῆς οπότε ὅταν ἡ θερμοκρασία φθάσῃ τοὺς 78°C περίπου ἀποστάζει τὸ οἶνόπνευμα ἐνῶ τὸ ὕδωρ παραμένει ὡς ὑγρὸν. Μετὰ ταῦτα ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται καὶ εἰς τοὺς 100°C ἀποστάζει καὶ τὸ ὕδωρ, μὲ δύο οὕτω διαφόρους ὑποδοχεῖς παραλαμβάνεται τελικῶς κεχωρισμένως τὸ οἶνόπνευμα καὶ τὸ ὕδωρ.

Εἰς τὴν πράξιν ὁ διαχωρισμὸς οὗτος παρουσιάζει αἰσθητὰς δυσκολίας καθόσον μεταξὺ ὑγρῶν σχηματίζονται μίγματα ἀποστάζοντα εἰς διαφόρους θερμοκρασίας, οὕτω δὲ εἰς τὰ μίγματα ὕδατος καὶ οἶνοπνεύματος ἡ θερμοκρασία δύναται νὰ ὑπερβῇ τοὺς 78°C καὶ νὰ ἀποστάξῃ εἰσέτι οἶνόπνευμα, ἀκόμη νὰ φθάσῃ τοὺς 100°C χωρὶς νὰ τερματισθῇ ὁ διαχωρισμὸς, παρ' ὅλον ὅτι τὸ σημεῖον ζέσεως τοῦ οἶνοπνεύματος εἶναι 78°C . Διὰ τὸν λόγον τοῦτον πρὸς πλήρη διαχωρισμὸν ἐφαρμόζονται **ἐπανειλημμένοι κλασματικοὶ ἀποστάξεις**, ὅπου ἕκαστον κλάσμα καθίσταται συνεχῶς καθαρότερον.

13.9 Ἐκτὸς τῶν συνήθων κλασματικῶν ἀποστάξεων ἐφαρμόζονται καὶ αἱ ὑπὸ ἡλεκτροκίνητον πίεσιν, ἰδίως δι' ὑγρά λίαν πηκτικὰ ἢ εὐαποσύνθετα.

Ἡ ἀπόσταξις αὕτη στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ὅτι διὰ νὰ βράσῃ ἐν ὑγρὸν πρέπει ἡ μεγίστη τάσις ἀτμῶν τοῦ (P_m) νὰ ἰσοῦται πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν.

Ἡ μέγιστη αὕτη τάσις ἀτμῶν εἶναι ὠρισμένη καὶ χαρακτηριστικὴ δι' ἕκαστον εἶδος ὑγροῦ καὶ αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Π.χ. διὰ τὸ ὕδωρ εἰς θερμο-

κρασίαν 20°C εἶναι περίπου $P_M = 17,5 \text{ mmHg}$, εἰς θερμοκρασίαν 50°C εἶναι $P_M = 92,5 \text{ mmHg}$, εἰς θερμοκρασίαν 75°C ἀνέρχεται εἰς $P_M = 289,1 \text{ mmHg}$, εἰς τοὺς 100°C εἰς $P_M = 760 \text{ mmHg}$, εἰς τοὺς 110°C εἰς $P_M = 1074,6 \text{ mmHg}$ κ.ο.κ.

Οὕτω διὰ νὰ ζέῃ τὸ ὕδωρ ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν (760 mmHg) πρέπει νὰ ἔχῃ θερμοκρασίαν 100°C ἵνα ἡ P_M αὐτοῦ ἐξισουται πρὸς τὴν ἐξωτερικῶς ἀσκουμένην ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν.

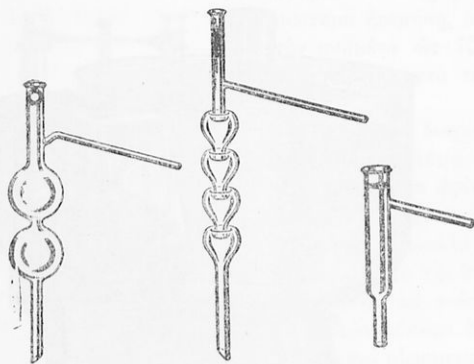
Τὸ ὕδωρ ὁμῶς εἶναι δυνατόν νὰ βράσῃ καὶ ν' ἀπο-

στάξῃ καὶ εἰς τοὺς 20°C μόνον, ἀρκεῖ νὰ εἶναι χαμηλὴ ἡ ἐξωτερικὴ (ἀτμοσφαιρικὴ) πίεσις καὶ δὴ ἴση πρὸς $17,5 \text{ mmHg}$, ἴση ἐν ἄλλοις πρὸς τὴν μέγιστην τῆς θερμοκρασίαν ταύτην.

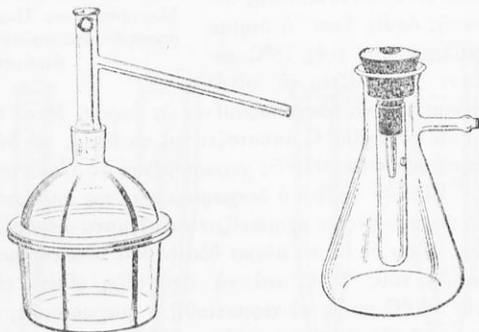
Ἡ τεχνητὴ ἐπίτευξις χαμηλῆς πίεσεως καὶ ἡ ὥς ἐκ τούτου ἀπόσταξις εἰς χαμηλὴν θερμοκρασίαν χαρακτηρίζεται ὡς ἀπόσταξις ὑπὸ ἡλαττωμένην πίεσιν.

Ἡ τοιαύτη ἀπόσταξις ἐφαρμόζεται κυρίως ἐπὶ ὑγρῶν μεγάλου σημείου ζέσεως, ὡς εἶναι ἡ γλυκερίνη, ἢ ἐπὶ εὐφλέκτων ὑγρῶν, ὡς εἶναι ὁ αἰθέρ.

Πρὸς ἀπόσταξιν ὑπὸ ἡλαττωμένην πίεσιν χρησιμοποιοῦνται εἰδικοί ὑποδοχεῖς, ἀεροστεγῶς συνδεδεμένοι μὲ τὸν ψυκτῆρα, ἀπὸ τοὺς ὁποίους γίνεται συνεχὴς ἀφαίρεσις ἀέρος μέσῳ ἀεραντλίας κενοῦ. Ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον χρησιμοποιοῦνται ἀπλᾶ ὕδραεραντλία ἀναρροφίσεως (τύπου Bunsen), διὰ τῶν ὁποίων ἐπιτυγχάνεται χαμηλὴ πίεσις μέχρι περίπου 18 mmHg .



Σχ. 13.8.1 Τύποι σιγλῶν προσαρμογῆς εἰς ἀποστακτικὴν συσκευὴν πρὸς ἐπίτευξιν κλασματικῆς ἀποστάξεως.

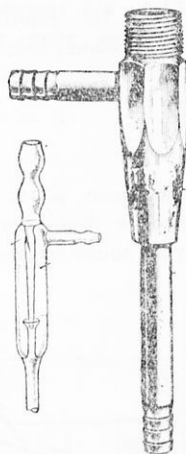


Σχ. 13.9.1 Φιάλη ἀποστάξεως καὶ ὑποδοχεὺς διὰ χαμηλᾶς πίεσεως (κενοῦ).

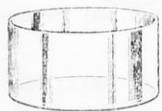
Διὰ μιᾶς τοιαύτης ὑδραεραντλίας εἶναι δυνατὴ ἡ ἀπόσταξις τοῦ αἰθυλαϊθέ-
ρος (τοῦ κοινοῦ αἰθέρος τῆς ναρκώσεως $C_4H_{10}O$) καὶ ὑπὸ θερμοκρασίαν κάτω
τοῦ $0^{\circ}C$ δεδομένου ὅτι εἰς τοὺς $-40^{\circ}C$ ἡ μεγίστη τά-
σις ἀτμῶν τοῦ αἰθέρος φθάνει τὰ 19 mmHg.

13.10 Δύο στερεὰ ἀποτελοῦντα ὁμογενὲς μίγμα
διαχωρίζονται συνήθως διὰ διαλύσεως καὶ *κλασματικῆς*
κρυσταλλώσεως, ἐκλέγεται δὲ πρὸς τοῦτο κατάλληλον
διαλυτικὸν μέσον. Οὕτω π.χ. διὰ νὰ διαχωρισθοῦν δύο
ἄλατα, ὧν τὸ ἓν εἶναι εὐδιάλυτον περισσότερον τοῦ ἄλ-
λου, παρασκευάζεται κατ' ἀρχὴν διάλυμα αὐτῶν ἐντὸς ὕ-
δατος. Ἀκολούθως ἀφίεται τὸ ὕδωρ ἐντὸς καταλλήλου
κρυσταλλωτηρίου νὰ ἐξατμισθῇ βαθμιαίως ὁπότε κρυσταλ-
λοῦται πρῶτον τὸ πλεόν δυσδιάλυτον, ὅπερ τμηματικῶς
ἀφαιρεῖται, ἐν συνεχείᾳ δὲ τὸ πλεόν εὐδιάλυτον.

13.11 Δύο ἀέρια, ἀποτελοῦντα ὁμογενὲς μίγμα,
διαχωρίζονται συνήθως διὰ *κλασματικῆς ὑγροποιήσεως*,
βάσει τοῦ διαφόρου σημείου ζέσεώς των. Οὕτω τὸ N_2
διαχωρίζεται ἀπὸ τὸ O_2 διὰ συμπίεσεως καὶ ψύξεως ὁπό-
τε τὸ O_2 ὑγροποιεῖται πρῶτον ἐνῶ παραμένει εἰσέτι ὡς
ἀέριον τὸ N_2 . Συνήθῃ τὸν τρόπον διαχωρισμοῦ τῶν ἀερίων
ἀποτελεῖ ἡ πλῆσις αὐτῶν, δι' εἰδικῶν συσκευῶν (πλυντή-
ριων), ἥτοι ἡ διαβίβασις των δι' ὑγρῶν ἐντὸς τῶν ὁποίων εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον
ἢ ἥττον διαλυτά.



Σχ. 13.9.2
Ὑδραεραντλία
τύπου Bunsen.



Σχ. 13.10.1
Κρυσταλλωτήριο

Οὕτω μίγμα CO καὶ NH_3 διαχωρίζεται διὰ διαβίβεσώς του ἐντὸς ὕδατος,
ὅπου ἡ μὲν ἀμμωνία διαλύεται καὶ συγκρατεῖται ὑπὸ τοῦ
ὕδατος ἐνῶ τὸ μονοξείδιον τοῦ ἀνθράκος διέρχεται ἀναλ-
οίωτον.

Τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα ἐπιτυγχάνεται πολλάκις καὶ διὰ
στερεῶν σωμάτων, ἀντὶ ὑγρῶν. Οὕτω διὰ τὸν διαχωρι-
σμὸν μίγματος CO_2 καὶ ὑδατιμῶν διαβιβάζεται τὸ ὅλον
ἀέριον διὰ μέσου ξηροῦ $CaCl_2$, τὸ ὁποῖον συγκρατεῖ
τοὺς ὑδατιμοὺς καὶ ἀφίνει τὸ CO_2 νὰ διέλθῃ.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΒΑΡΩΝ

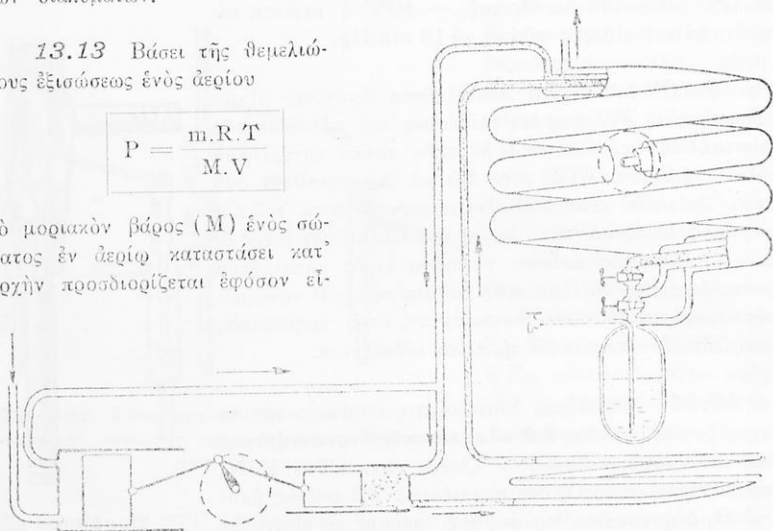
13.12 Τὸ μοριακὸν βάρος σώματος, καθαροῦ ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως,
δύναται κατ' ἀρχὴν νὰ προσδιορισθῇ ἐφόσον τὸ σῶμα εἶναι *διαλυτὸν* ἐντὸς
ὕγρου ἢ εἶναι *ἀέριον* ἢ δύναται νὰ καταστῇ ἀέριον. Διὰ τὸν λόγον τοῦτον δὲν
εἶναι δυνατὸν π.χ. νὰ προσδιορισθῇ ἐπακριβῶς τὸ μοριακὸν βάρος τῶν λευκω-
μάτων τὰ ὁποῖα οὔτε διαλυτὰ εἶναι οὔτε καὶ δύνανται νὰ ἐξερωθοῦν ἄνευ ἀπο-
συνθέσεως, ὁπότε αἱ μετρήσεις περιορίζονται εἰς προσεγγίσεις.

Οί προσδιορισμοί στηρίζονται ή εις τούς νόμους τών αερίων ή εις τούς τών διαλυμάτων.

13.13 Βάσει τής θεμελιώδους εξισώσεως ενός αερίου

$$P = \frac{m.R.T}{M.V}$$

τò μοριακόν βάρος (M) ενός σώματος έν αερίω καταστάσει κατ' άρχήν προσδιορίζεται εφόσον εί-



Σχ. 13.11.1 Σχηματική παράστασις συσκευής τύπου Linde δια τόν διαχωρισμόν αερίων υπό λίαν χαμηλήν θερμοκρασίαν.

ναι γνωστός ό όγκος του (V) ή μάζα του (m) ή θερμοκρασία του (T) καί ή πίεσις του (P).

Ειδικώτερον δι' ίσους όγκους αερίων υπό την αύτην πίεσιν καί θερμοκρασίαν ή ως άνωτέρω σχέσις λαμβάνει την μορφήν

$$\frac{M}{M'} = \frac{m}{m'}$$

έξ ής προκύπτει ότι *ίσοι όγκοι αερίων έχουν λόγον μοριακών βαρών ίσον πρòς τόν τών μαζών των*. Ούτω π.χ. πρòς εύρεσιν τοῦ μοριακοῦ βάρους τοῦ δευτερίου ζυγίζεται ποσότης δευτερίου έντός δοχείου σταθεροῦ όγκου υπό πίεσιν ατμοσφαιρικήν καί συγκρίνεται τò προκύπτον βάρος με τò βάρος ύδρογόνου (γνωστοῦ ἔστω μοριακοῦ βάρους $M = 2$) τοῦ αὐτοῦ όγκου καί υπό τὰς αὐτὰς συνθήκας.

Ειδική εφαρμογή τής σχέσεως ταύτης με γνωστόν αέριον τόν ατμοσφαιρικόν αέρα ($M' = 29$ περίπου) δίδει την σχέσιν

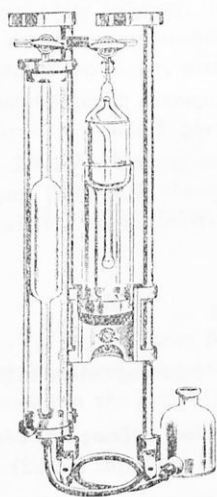
$$M = 29 \frac{m}{m'}$$

καί δεδομένου ότι ό όρος m/m' εκφράζει την σχετικήν πυκνότητα τοῦ άγνώστου

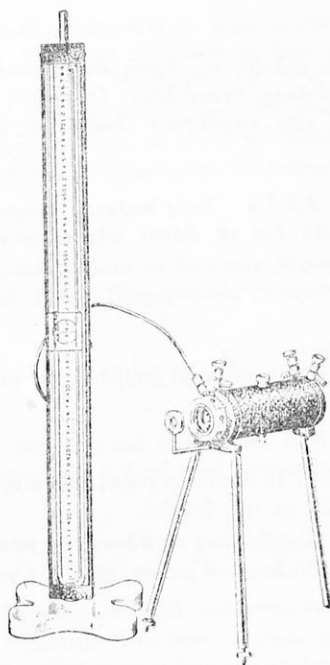
αερίου ως πρὸς τὸν ἀέρα (d_a), ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας, τελικῶς

$$\mu = 29 \cdot d_a$$

ἐξ ἧς προκύπτει ὅτι τὸ μοριακὸν βάρος ἐνὸς αερίου εὐρίσκεται διὰ πολλαπλασιασμοῦ τοῦ σχετικοῦ εἰδικοῦ βάρους του, ὡς πρὸς τὸν ἀέρα, ἐπὶ 29.



Σχ. 13.13.1 Συσκευή διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ σχετικοῦ μοριακοῦ βάρους αερίων ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν.



Σχ. 13.13.2 Συσκευή διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ μοριακοῦ βάρους αερίου μέσῳ τῆς σχετικῆς πυκνότητός του.

Εἰσέτι, ἐκ τῆς θεμελιώδους ἐξισώσεως προκύπτει ὅτι τὸ μοριακὸν βάρος εἶναι

$$M = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{P}$$

ὅπου ὁ ὅρος m/V ἀντιπροσωπεύει τὴν ἀπόλυτον πυκνότητα (d) τοῦ αερίου ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας ὅποτε ὁ ὅρος RT/P ἔχει τιμὴν περίπου ἴσην πρὸς 22,4 lit/mol, ὅποτε

$$M = 22,4 \cdot d$$

ἐξ ἧς προκύπτει ὅτι τὸ μοριακὸν βάρος ἐνὸς αερίου εὐρίσκεται διὰ πολλαπλασιασμοῦ τοῦ ἀπολύτου εἰδικοῦ βάρους του, εἰς gr ἀνὰ lit, ἐπὶ 22,4 (βλ. § 8.12).

Τέλος τὸ μοριακὸν βάρος δύναται εἰσέτι νὰ προσδιορισθῇ, δι' αἲρια πάντοτε σώματα, βάσει τοῦ νόμου τοῦ Graham

$$\frac{v}{v'} = \sqrt{\frac{M'}{M}}$$

βάσει δηλαδὴ τῆς ἀρχῆς ὅτι τὰ μοριακὰ βάρη δύο αερίων, ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας, ἔχουν λόγον ἴσον πρὸς τὸ ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τοῦ λόγου τῶν ταχυτήτων διαχύσεώς των (βλ. § 8.13).

13.14 Ἐνὸς διαλυτοῦ στερεοῦ σώματος τὸ μοριακὸν βάρος δύναται νὰ εὐρεθῇ ἐπὶ τῇ βάσει τῆς ὠσμωτικῆς πιέσεως ἐνὸς διαλύματος κατὰ τὴν σχέσιν

$$P = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} \cdot k$$

ἥτις, διὰ $n = m/M$ λαμβάνει τὴν μορφήν

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V} \cdot k$$

ὅπου M τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ στερεοῦ διαλελυμένου σώματος καὶ m τὸ βάρος του εἰς gr (βλ. § 9.20).

Προσέτι ἐπὶ τῇ βάσει τῆς μεταβολῆς τοῦ σημείου πήξεως καὶ ζέσεως ἐνὸς διαλυτικοῦ μέσου, κατὰ τὸν γενικὸν τύπον τοῦ Raoult (βλ. § 9.22)

$$dT = K \frac{C}{M}$$

ὅπου M τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ διαλελυμένου στερεοῦ, dT ἡ αὔξησης τοῦ σημείου ζέσεως τοῦ διαλυτικοῦ μέσου ἢ ἡ μείωσις τοῦ σημείου πήξεώς του, C ἡ περιεκτικότης τοῦ διαλύματος καὶ K σταθερά τις ἐξαρτωμένη ἐκ τῆς φύσεως τοῦ διαλυτικοῦ μέσου.

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΒΑΡΩΝ

13.15 Τὸ ἀτομικὸν βάρος ἐνὸς στοιχείου εἶναι κατ' ἀρχὴν δυνατόν νὰ προσδιορισθῇ ἐφόσον εἶναι γνωστὸν τὸ μοριακὸν βάρος του ἢ τὸ μοριακὸν βάρος ἐνώσεως περιεχοῦσής τὸ προσδιοριστέον στοιχεῖον.

Οὕτω, κατ' ἀρχὴν, ἂν εἶναι γνωστὸν τὸ μοριακὸν βάρος (M) ἐνὸς στοιχείου

καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων (α) τῶν συνιστάντων τὸ μόριον, τὸ ἀτομικὸν βάρος (A) εὐρίσκεται ἐκ τῆς σχέσεως

$$A = \frac{M}{\alpha}$$

Π.χ. ἂν τὸ O_2 (μὲ μόριον ἐκ δύο ἀτόμων, $\alpha=2$) ἔχει μοριακὸν βάρος 32, ὁ δὲ ἔχη, προφανῶς, ἀτομικὸν βάρος $A=32/2$ ἥτοι $A=16$.

13.16 Ἐνάλιν ἐν στοιχεῖον σχηματίζει περισσοτέρως χημικὰ ἐνώσεις μὲ διάφορα ἄλλα στοιχεῖα, τότε τὸ ἀτομικὸν βάρος του εὐρίσκεται ὡς ἴσον πρὸς τὴν μικροτέραν ἀναλογίαν ὑφ' ἣν τὸ στοιχεῖον τοῦτο ὑπηρεσέχεται εἰς τὸν σηματοματισμὸν τῶν ἐνώσεων. Ἡ μέθοδος αὕτη περιέχει καὶ πιθανότητα τινα σφάλματος, καθόσον τὸ εὐρισκόμενον ἀτομικὸν βάρος δύναται νὰ εἶναι πολλαπλασίον τοῦ πραγματικοῦ, ἂν, κατὰ τύχην, δὲν ἐλήφθησαν αἱ ἐνώσεις ὑπὸ τὴν μικροτέραν ἀναλογίαν.

13.17 Ἐπίσης κατὰ προσέγγισιν προσδιορίζεται τὸ ἀτομικὸν βάρος ἐνὸς στερεοῦ βάσει τοῦ νόμου τῶν Dulong καὶ Petit. Πειραματικῶς ἀνευρέθη ὅτι διὰ πλεῖστα στερεὰ ἰσχύει ἡ σχέση

$$A = \frac{k}{c} \quad (13.17.1)$$

ὅπου A τὸ ἀτομικὸν βάρος, c ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ στερεοῦ καὶ k ἡ **ἀτομικὴ θερμότης**, ἥτις, ἐπειδὴ ἴσοῦται περίπου πρὸς 6,4 cal κατὰ γραμμοάτομον, συνεπάγεται τὴν μορφήν

$$A = \frac{6,4}{c}$$

Ἡ σχέση αὕτη διὰ πλεῖστα στοιχεῖα ἐμφανίζει αἰσθητὰ σφάλματα, καθόσον ὑπάρχον στερεὰ τῶν ὁποίων ἡ ἀτομικὴ θερμότης εἶναι λίαν διάφορος τοῦ 6,4 cal κατὰ γραμμοάτομον, οἷον ἦττον ὅμως ἀποτελεῖ μίαν πρόχειρον μέθοδον ἐντοπίσεως τῶν τιμῶν τῶν ζητουμένων ἀτομικῶν βαρῶν.

13.18 Τέλος ἐκ τοῦ χημικοῦ ἰσοδυνάμου ἐνὸς στοιχείου, ἡλεκτρολυτικῶς προσδιοριζομένου, δύναται νὰ προσδιορισθῇ τὸ ἀτομικὸν βάρος του ἐὰν εἶναι γνωστὸν τὸ σθένος του, συμφώνως πρὸς τὴν σχέση

$$A = X \cdot \sigma$$

Οὕτω ἂν τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ἀσβεστίου εἶναι 20 καὶ τὸ σθένος του 2, προφανῶς τὸ ἀτομικὸν βάρος του εἶναι ἴσον πρὸς 40.

14. ΓΕΝΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

14.1 Ὡς γενικοί νόμοι τῆς χημείας νοοῦνται ὁρισμένοι θεμελιώδεις ἀρχαὶ ἐπὶ τῶν ὁποίων βασίζονται ἰδίως οἱ σχηματισμοὶ τῶν χημικῶν ἐνώσεων. Ἡ ἐξέτασίς των ἀποτελεῖ σήμερον ἀπλῶς θέμα ἱστορικῆς φύσεως καθόσον τὰ νεώτερα πορίσματα ἀπ' ἐνὸς καὶ ἡ ἔνταξις τῆς χημείας εἰς τὸν γενικὸν κλάδον τῆς φυσικομαθηματικῆς ἐπιστήμης ἀπ' ἑτέρου, περιλαμβάνουν τὰς γενικὰς ἀρχὰς τὰς διεπούσας τὴν χημείαν ἐντὸς αὐστηρῶς θεωρητικοῦ πεδίου, μακρὰν πάσης πειραματικῆς βάσεως.

Ἡ σημασία ἦτο ἀξιοσημείωτος καὶ ἡ γνῶσις των ἀπαραίτητος κατὰ τὴν ἐποχὴν ὅπου οὔτε τὰ στοιχεῖα ἢ αἱ ἐνώσεις ὠρίζοντο διὰ συμβόλων, οὔτε αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις δι' ἐξισώσεων.

ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΑΦΘΑΡΣΙΑΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ (LAVOISIER)

14.2 Ἡ ἀρχὴ ὅτι ἡ ὕλη οὔτε φθείρεται οὔτε δημιουργεῖται ἐκ τοῦ μηδενὸς εἶχε κατὰ πρῶτον διατυπωθῆ ὑπὸ τῶν ἀρχαίων φιλοσόφων τῆς ἰωνικῆς σχολῆς. Πρῶτος ὁ Ἐμπεδοκλῆς διετύπωσε τὴν ἀρχὴν ταύτην, ποιητικῶ τῷ τρόπῳ :

« φύσις οὐδενός ἐστιν ἀπάντων
θνητῶν οὐδέ τις οὐλομένον θανάτιο

[τελευτή]

ἀλλὰ μόνον μῖξις τε διάλλαξις τε μίγνυνται
ἐστὶ, φύσις δὲ βροτοῖς ὀνομάζεται ἀν-

[θρόωποισιν. . . »



Σχ. 14.3.1 Ὁ Antoine Laurent Lavoisier τὸ 1777.

14.3 Ὁ Lavoisier διεπίστωσεν ἀπλῶς πειραματικῶς ὅτι κατὰ τινὰ χημικὴν ἀντίδρασιν τὸ βάρος τῶν προϊόντων ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τῶν ἀρχικῶς ἀντιδρώντων σωμάτων.

Σήμερον ὁ νόμος οὗτος περιλαμβάνεται εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς σταθερότητας

της μάζης, διὰ μικρὰς ταχύτητας, καὶ ἀποδίδεται συμβολικῶς διὰ τῆς ἰσότητος τῶν δύο μελῶν μιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως.

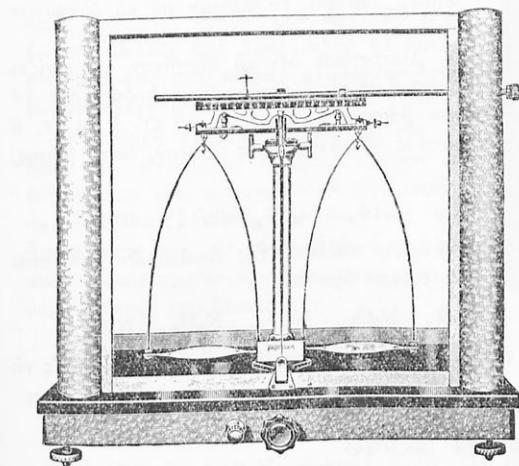
Εἶναι προφανές ὅτι ἡ ἀπώλεια μάζης ἐνεκα παραγωγῆς ἔργου (βλ. § 11.22), δὲν ἀνατρέπει τὸν νόμον τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης καθόσον αἱ προκύπτουσαι διαφοραὶ εἶναι μικρότεροι τῶν ἐκείνῃ σφαλμάτων τῆς πειραματικῆς μελέτης.

Ἡ ἀφθαρσία τῆς ὕλης ἐπεβεβαιώθη τὸ 1777 ὑπὸ τοῦ Lavoisier, ὁ ὁποῖος ἀπέδειξεν ὡς ἐσφαλμένους τὰς θεωρίας περὶ φλογιστοῦ. Ἡ ἀπόδειξις του ἐβασίσθη κυρίως ἐπὶ πειραμάτων καύσεως καὶ ἀναπνοῆς.

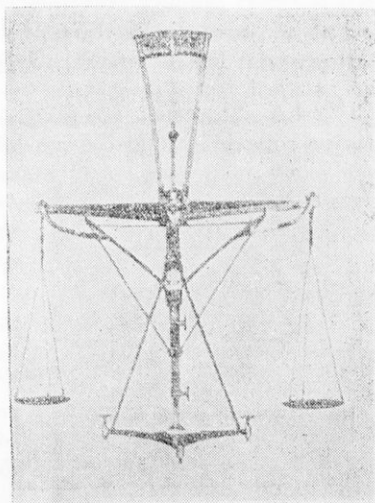
ΝΟΜΟΣ ΤΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΛΟΓΩΝ (PROUST)

14.4 Ὡς νόμος σταθερῶν λόγων νοεῖται ἡ ἀρχὴ καθ' ἣν, *πρὸς σχηματισμὸν μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς χημικῆς ἐνώσεως ὁ λόγος τῶν βαρῶν τῶν ἐννομένων στοιχείων εἶναι σταθερός.*

Οὐσιαστικῶς ὁ νόμος οὗτος περιλαμβάνεται εἰς τὴν ἀρχὴν ὅτι ἐκάστη χημικὴ ἔνωση ἔχει ὁρισμένον τύπον μορίου, κατ' ἀκολουθίαν δὲ ὁρισμένην ἀναλογίαν βαρῶν.



Σχ. 14.3.3 Ζυγὸς μεγάλης ἀκριβείας καὶ εὐπαθείας νεωτάτου τύπου.



Σχ. 14.3.2 Πρωτόγονος χημικὸς ζυγὸς χρησιμοποιηθεὶς ὑπὸ τοῦ Berzelius (1840).

Οὕτω π.χ. κατὰ τὸν νόμον τοῦ Proust ἐφόσον 1 gr ὕδρογόνου πρέπει νὰ ἐνωθῇ με 8 gr ὀξυγόνου πρὸς σχηματισμὸν ὕδατος, τοῦτο συνεπάγεται ὅτι πάντοτε εἰς τὸ ὕδωρ ἡ ἀναλογία βάρους τοῦ ὕδρογόνου πρὸς τὸ τοῦ ὀξυγόνου θὰ εἶναι 1/8. Εἶναι ὅμως γνωστὸν ὅτι τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸν ὁρισμένον τύπον τοῦ μορίου τοῦ ὕδατος (H_2O), διὰ τὸ ὁποῖον πᾶσα ἀνα-

λογία διάφορος τοῦ $1/8$ θὰ ἐσήμανε καὶ τύπον διάφορον τοῦ H_2O , ἄρα ἔνωσιν διάφορον.

ΝΟΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΛΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΩΝ (DALTON)

14.5 Ὡς νόμος τῶν ἀπλῶν πολλαπλασίων, ἢ πολλαπλῶν ἀναλογιῶν, νοεῖται τὸ γεγονός κατὰ τὸ ὅποιον, *ὅταν δύο στοιχεῖα ἐνοῦνται πρὸς σχηματισμὸν περισσοτέρων τῆς μιᾶς χημικῶν ἐνώσεων τότε ὁ λόγος τῶν βαρῶν τῶν εἶναι ἀπλοῦν πολλαπλάσιον ἐνὸς βασικοῦ λόγου.*



Σχ. 14.6.1 Ὁ Hieronymus Theodor Richter (1824 - 1898), εἰς ἐκ τῶν πλέον φημισμένων ἀναλυτικῶν χημικῶν, διευθυντὴς τῆς Μεταλλουργικῆς Σχολῆς τοῦ Freiberg.

gr ἀζώτου χρησιμοποιεῖται δευγόνον βάρους ἢ 8 gr, ἢ 16 gr, ἢ 24 gr, ἢ 32 gr, ἢ 40 gr, δηλαδή ὑπὸ ἀναλογίας δευγόνου πρὸς ἄζωτον, κατὰ βάρους, συμφώνως πρὸς τὴν σειρὰν

$$8/14, 16/14, 24/14, 32/14, 40/14$$

Σήμερον ὅμως εἶναι γνωστὸν ὅτι ἡ ἐν λόγῳ πολλαπλότης ἀναλογιῶν ὀφείλεται εἰς τὴν ὑπαρξιν τῶν κατὰ σειρὰν ἀντιστοιχῶν ὀξειδίων



ὅπου τὸ N_2O_2 ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ὀξείδιον τοῦ ἀζώτου (NO) καὶ τὸ N_2O_4 εἰς τὸ ὑπεροξείδιον (NO_2).

ΝΟΜΟΣ ΤΩΝ ΙΣΟΔΥΝΑΜΩΝ ΒΑΡΩΝ (RICHTER)

14.6 Ὁ νόμος οὗτος δύναται νὰ νοηθῇ ὡς περιφραστικὴ ἔκφρασις τῆς ὑπάρξεως μόνον ἀκεραίου σθένους. Κατὰ τοῦτον *τὰ βάρη δύο στοιχείων (Α*

καὶ B) τὰ ὁποῖα ἀπαιτοῦνται πρὸς σχηματισμὸν χημικῆς ἐνώσεως εἶναι ἴσα ἢ ἀνέκραια πολλαπλάσια τῶν βαρῶν τὰ ὁποῖα ἀπαιτοῦνται, δι' ἐν ἑκαστον στοιχεῖον, πρὸς ἔνωσην μὲ σταθερὸν βάρος τρίτου στοιχείου (Γ). Οὕτω π.χ. διὰ τὴν ἔνωσην SO_2 ἀπαιτοῦνται ἴσα βάρη θείου καὶ ὀξυγόνου, διὰ τὴν ἔνωσην H_2S ἀπαιτεῖται βάρος θείου 16-πλάσιον τοῦ βάρους τοῦ ὕδρογόνου. Ἐκ τούτου προκύπτει ὅτι διὰ τὴν ἐνωσὴν τὸ H μὲ τὸ O πρὸς σχηματισμὸν ἐνώσεως ἀπαιτεῖται βάρος ὕδρογόνου ἴσον πρὸς π φορὰς τὸ 1/16 τοῦ βάρους τοῦ ὀξυγόνου. Πράγματι εἰς τὸ ὕδωρ ἡ ἀναλογία αὕτη εἶναι διπλάσια τοῦ 1/16, εἰς δὲ τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ ὕδρογόνου εἶναι ἀκριβῶς ἴση πρὸς 1/16.

ΝΟΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΛΩΝ ΛΟΓΩΝ ΟΓΚΟΥ (GAY - LUSSAC)

14.7 Ὁ νόμος τοῦ Gay - Lussac ὁ ἀφορῶν τὴν ἔνωσην σωμάτων μεταξὺ των ἰσχύει δι' αἲρια ὑπὸ σταθερᾶς συνθήκης. Κατ' αὐτὸν ὁ λόγος τῶν ὀγκῶν αερίων, ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν, ἐνομένων πρὸς σχηματισμὸν χημικῆς ἐνώσεως εἶναι ἀπλοῦς καὶ σταθερός. "Όταν δὲ καὶ τὸ προϊόν εἶναι αἲριον τότε καὶ ὁ λόγος τοῦ ὀγκου του πρὸς ἑκαστον ὀγκον τῶν ἀρχικῶν εἶναι ἐπίσης ἀπλοῦς καὶ ἴσος πρὸς τὸ διπλάσιον τοῦ ὑπὸ μικροτέραν ἀναλογίαν ἐνομένου στοιχείου.

Ἡ ἀρχὴ αὕτη προκύπτει ἐκ τοῦ ὅτι ὅταν μία ἀντίδρασις λαμβάνει χώραν μεταξὺ αερίων τότε οἱ συντελεσταὶ τῶν μορίων, ἀπλοῖ ἀριθμοί, ἀντιπροσωπεύουν καὶ τοὺς ὀγκους των, ἐνῶ ἐκ παραλλήλου ὁ σχηματισμὸς αερίου προϊόντος συνεπάγεται κατὰ κανόνα μείωσιν τοῦ ὅλου ὀγκου.

Οὕτω π.χ.:

Κατὰ τὴν ἔνωσην ὕδρογόνου καὶ ἄζωτου πρὸς σχηματισμὸν ἀμμωνίας

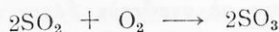


παρατηρεῖται ὅτι 1 lit N_2 ἀπαιτεῖ 3 lit H_2 (δηλαδὴ μὲ λόγον $1/3$) ἐνῶ παράγονται 2 lit NH_3 (μὲ λόγον ὡς πρὸς τὸ ἄζωτον $2/1$, ὡς πρὸς τὸ ὕδρογόνον $2/3$).



Σχ. 14.7.1 Ὁ Joseph Louis Gay-Lussac (1778 - 1850) καθηγητὴς τῆς Πολυτεχνικῆς καὶ τῆς Γεωπονικῆς Σχολῆς τῶν Παρισίων.

Κατὰ τὴν ἔνωσιν διοξειδίου τοῦ θείου μὲ ὀξυγόνον πρὸς ἀέριον τριοξειδίου



παρατηρεῖται ὅτι 1 λίτ ὀξυγόνου ἀπαιτεῖ 2 λίτ SO_2 (δηλαδή μὲ λόγον $1/2$) ἐνῶ παράγονται 2 λίτ SO_3 (μὲ λόγον ὡς πρὸς τὸ SO_2 $1/1$, ὡς πρὸς τὸ O_2 $2/1$).

RECHERCHES PHYSICO-CHIMIQUES.

PREMIÈRE PARTIE.

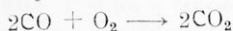
RECHERCHES SUR LA PILE.

1. Notre premier soin dans ces recherches, a dû être de nous occuper de la construction de la grande batterie que l'Ecole polytechnique doit à la munificence de S. M. I. et R. Cette batterie dont nous allons donner la description, est composée de six cents paires carrées. Chaque paire formée de l'assemblage de deux plaques, l'une de cuivre, du poids d'un kilogramme, et l'autre de zinc, du poids de trois kilogrammes, a trois décimètres de côté : la surface d'une plaque est par conséquent de neuf décimètres car-

Σχ. 14.7.2 Ἡ πρώτη σελὶς τοῦ ἔργου τῶν Gay - Lussac καὶ Thénard «Φυσικοχημικαὶ ἔρευναι», ὅπου ἐκφράζονται εὐχαριστίαι πρὸς τὸν Ναπολέοντα.

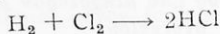
χλώριον εἶναι $1/1$, τοῦ ὑδρογόνου πρὸς τὸ HCl εἶναι $1/2$ καὶ τοῦ χλωρίου πρὸς τὸ HCl εἶναι καὶ πάλιν $1/2$. Ἰσχύει ὡς ἐκ τούτου πάντοτε ὁ νόμος τοῦ Gay - Lussac.

14.8 Ὅμοίως κατὰ τὴν καυσίν τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος πρὸς διοξείδιον



παρατηρεῖται ὅτι διὰ 2 λίτ μονοξειδίου ἀπαιτεῖται ἐν λίτρον ἀερίου ὀξυγόνου, παράγονται δὲ 2 λίτ διοξειδίου. Οὕτω ὁ λόγος τῶν ὀγκῶν τοῦ μονοξειδίου πρὸς τὸ ὀξυγόνον ἀνέρχεται εἰς $2/1$, τοῦ μονοξειδίου πρὸς τὸ διοξείδιον εἰς $1/1$ καὶ τοῦ ὀξυγόνου πρὸς τὸ διοξείδιον εἰς $1/2$.

Ἀντιστοίχως κατὰ τὸν σχηματισμὸν αερίου ὑδροχλωρίου ἀπὸ ὑδρογόνου καὶ χλωρίου κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



παρατηρεῖται ὅτι δι' ἐν λίτρον ὑδρογόνου ἀπαιτεῖται ἐν λίτρον χλωρίου, παράγονται δὲ 2 λίτ ὑδροχλωρίου. Οὕτω ὁ λόγος τῶν ὀγκῶν τοῦ ὑδρογόνου πρὸς τὸ

15. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

15.1 Ἡ ἱστορία τῆς χημείας, ὡς τέχνης κατ' ἀρχάς καὶ ὡς ἐπιστήμης βραδύτερον, εἶναι δυνατόν νὰ χωρισθῇ εἰς τρεῖς μεγάλας ἐποχάς: τὴν παλαιάν, τὴν μέσην καὶ τὴν νεωτέραν.

Ἡ παλαιὰ ἐποχὴ ἀπὸ τοῦ τέλους τοῦ παλαιολιθικοῦ μέχρι τοῦ πρώτου αἰῶνος μ. Χ., χαρακτηρίζεται ἀπὸ μίαν συνεχῆ ἀνοδὸν τῆς ἐμπειρίας καὶ μίαν σχεδὸν παράλληλον, ἐν πολλοῖς δὲ ἄσχετον, ἀνάπτυξιν φιλοσοφικῶν ἀρχῶν πρὸς ἐξήγησιν τῆς φύσεως τῶν πραγμάτων καὶ τῶν νόμων τῶν διεπόντων τὰς ἀλλοιώσεις τῶν.

Ἡ μέση ἐποχὴ, ἀπὸ τοῦ δευτέρου μέχρι καὶ τοῦ δεκάτου ἔκτου αἰῶνος, χαρακτηρίζεται ἀπὸ μίαν συνεχῶς αὐξανομένην ἐμπειρίαν ἐπὶ τῆς τεχνικῆς τῶν χημικῶν φαινομένων μὲ βίαις ὅμως καθαρῶς μυστικοπαθῇ καὶ πολλάκις πλήρως συγγέουσιν τὸ πραγματικὸν μὲ τὸ φανταστικόν.

Τέλος ἡ νεωτέρα ἐποχὴ, ἀπὸ τοῦ δεκάτου ἑβδόμου αἰῶνος μέχρι τῶν ἡμερῶν μας, χαρακτηρίζει τὴν χημείαν ὡς ἐπιστήμην ὑπὸ τὴν σημερινὴν ἔννοιαν μὲ σύγχρονον ἀνάπτυξιν τῆς θεωρίας καὶ τῆς ἐφαρμοσμένης τεχνικῆς.

ΠΑΛΑΙΑ ΕΠΟΧΗ

15.2 Αἱ πρῶται χημικαὶ γνώσεις τοῦ ἀνθρώπου ἀνάγονται εἰς τὴν πρὸ 15000 ἐτῶν ἐποχὴν καθ' ἣν ἤρχισαν νὰ γίνονται γνωσταί, ἐμπειρικῶς, αἱ φυσικαὶ ἰδιότητες τῶν πυριτικῶν ὀρυκτῶν, χρησιμοποιουμένων διὰ τὴν κατασκευὴν ἐργαλείων. Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς ταύτης ὁ ἀνθρώπος διέκρινε τὰ σκληρὰ ὀρυκτὰ (χαλαζίτας, πυριτολίθους κλπ) καὶ προέβη εἰς τὴν μηχανικὴν λάξευσίν τῶν.

Κατόπιν ἀνεκαλύφθησαν τὰ πρῶτα μέταλλα καὶ κατ' ἀρχὴν ὁ χρυσός, ὅστις ἀπαντᾷ αὐτοφύως εἰς πολλὰ μέρη τῆς γῆς. Τοῦτον ἐγνώριζον οἱ λαοὶ τῆς μέσης καὶ ἁπὼ Ἀσίας ἀπὸ τοῦ 7000 π.Χ. τοῦλάχιστον, οἱ δὲ Αἰγύπτιοι ἀπὸ τῆς πρώτης ἤδη δυναστείας εἶχον ἐμπείρους τεχνίτας ἐπεξεργαζομένους διάφορα ἐκ χρυσοῦ ἀντικείμενα.

15.3 Ὁ χαλκὸς ὑπῆρξε τὸ πρῶτον ἐξ ὀρυκτοῦ ἐξαχθὲν μέταλλον καὶ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς μέγας σταθμὸς τῆς χημικῆς ἐμπειρίας. Κατὰ πᾶσαν πιθανότητα εἰς τὴν πυρὰν τοῦ πρωτογόνου ἀνθρώπου ἢ συνθέρμανσις λίθων, χρησιμοποιουμένων ὡς στηριγμάτων καὶ περιεχόντων ὀξειδία τοῦ χαλκοῦ, μὲ τὸν ἄνθρακα τῶν ξύλων ἔδωσε γένεσιν εἰς τὴν ἀναγωγὴν τῶν ὀξειδίων πρὸς τῆγμα χαλκοῦ.

15.4 Νεώτερος είναι ο σίδηρος, γνωστός περίπου από το 1500 π.Χ., ως και ο μόλυβδος, τὸν ὁποῖον ἐξρησιμοποιήσαν οἱ Βαβυλώνιοι πρὸς κατασκευὴν πλακῶν γραφῆς.

15.5 Ἐκ τῶν ἀμετάλλων, τὸ θεῖον καὶ ὁ γαϊάνθραξ ἦσαν γνωστὰ ἀπὸ παλαιωτάτης ἐποχῆς, καθ' ὅσον ταῦτα ἀπαντοῦν εἰς πολλὰς περιοχὰς εἰς προσιτὰ στρώματα καὶ κοιτάσματα.

15.6 Παραλλήλως ὁ ἄνθρωπος ἤρχισε ἀσχολούμενος μὲ τὴν μελέτην οὐσιῶν ἐξαγομένων ἐκ φυτῶν καὶ ζώων πρὸς κατασκευὴν χρωμάτων, φαρμάκων κλπ. Ἡ τεχνικὴ τῆς μοριοποιήσεως τῶν Αἰγυπτίων δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς σημαίνουσα πρόοδος εἰς τὴν χημεῖαν τῶν μιγμάτων.

15.7 Κατὰ τὸν VIIον π. Χ. αἰῶνα ἤρχισεν ὁ ἄνθρωπος τὴν μελέτην τῆς ὕλης ἀπὸ θεωρητικῆς φιλοσοφικῆς ἀπόψεως. Οἱ πρῶτοι ἴωνες φιλόσοφοι προσεπάθησαν νὰ δώσουν ἐξηγήσιν εἰς τὴν φύσιν τοῦ ὑλικοῦ κόσμου καὶ εἰς τοὺς βασικοὺς νόμους τοὺς διέποντας τὰς διαφόρους παρατηρουμένας ἀλλοιώσεις. Πλὴν ὅμως ἡ ἐποχὴ αὕτη χαρακτηρίζεται ἀπὸ μίαν πλήρη ἀποφυγὴν πειραματικῆς μελέτης μὲ τάσιν ἐξηγήσεως τῶν πάντων μόνον διὰ τοῦ νοῦ. Ὁ Θαλῆς ὁ Μιλήσιος (περὶ τὸ 600 π.Χ.) ὑπεστήριξε ὅτι τὰ πάντα σύγκεινται ἐξ ἐνὸς σώματος: τοῦ ὕδατος. Ἡ συμπύκνωσις καὶ ἡ ἀραιώσις αὐτοῦ κατὰ διαφόρους τρόπους δίδει γένεσιν εἰς τὰς διαφόρους ποικιλίας τῶν σωμάτων. Εἶναι ἀξιοσημείωτον πῶς ἡ ἀπόψις τοῦ αὐτοῦ συμπίπτει μὲ τὴν σημερινὴν ἀντίληψιν τοῦ ἐνιαίου τῆς ὕλης.

Τὰς αὐτὰς περίπου ἀρχάς, περὶ ἐνὸς ἀρχεγόνου καὶ ἀγεννήτου στοιχείου, ὑπεστήριξαν καὶ οἱ ὁπαδοὶ τοῦ Θαλήτος: Ἀναξίμανδρος, Ἀναξίμενης, Ἰαπών.

Περὶ τὰ μέσα τοῦ Vου αἰῶνος ὁ ἐξ Ἐφέσου Ἡράκλειτος εἰσήγαγε πρῶτος τὴν ἔννοιαν τῆς κινήσεως εἰς τὴν μελέτην τῆς ὕλης, θεωρῶν ὅτι ὅλα αἱ μορφαί τῆς ὀφείλονται εἰς συνεχῆ κίνησιν τὴν ὁποίαν παρέχει εἰς τὰ σώματα τὸ πῦρ.

Πλὴν ὅμως τὴν πληρεστέραν ἐξήγησιν τῶν ὑλικῶν φαινομένων εἰς τὴν μελέτην τοῦ φυσικοῦ κόσμου ἔδωσαν οἱ φιλόσοφοι τῆς νέας ἰωνικῆς σχολῆς: Ἐμπεδοκλῆς, Ἀναξαγόρας, Δημόκριτος. Κατὰ τὸν Ἐμπεδοκλῆν ὅλα τὰ σώματα εἶναι συνδυασμοὶ τριῶν βασικῶν στοιχείων (ἄερος, γῆς, ὕδατος), τὰ ὁποῖα ἐμπλουτίζονται κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον διὰ τοῦ πυρός, σχηματίζουσι τὴν μεγάλην ποικιλίαν ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐμφανίζεται ἡ ὕλη. Εἶναι ἄξιον παρατηρήσεως ὅτι ἡ ἀποψις αὕτη δὲν διαφέρει, οὐσωδῶς, τῆς νεωτέρας ἀπόψεως καθ' ἣν πρωτόνια, νετρόνια καὶ ἠλεκτρόνια, πλούσια κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον εἰς ἐνέργειαν, δίδουν γένεσιν εἰς τὴν ποικιλίαν τῶν ὑπαρχόντων στοιχείων.

Ἐκτὸς τούτου, ὁ Ἐμπεδοκλῆς διετύπωσε καὶ πρῶτος τὸ ἀξίωμα διατηρήσεως τῆς ὕλης (βλ. § 14.2) ὡς καὶ τὸν νόμον τῶν σταθερῶν λόγων

«... αὐτὰ γὰρ ἐστὶ ταῦτα, δι' ἀλλήλων δὲ θέοντα
γίγνεται ἀλλοιωπά, τόσον διὰ κρᾶσις ἀμείβει...».

Ἀλλὰ καὶ τὴν ἔννοιαν τῆς χημικῆς συγγενείας, τῆς ἑλξεως καὶ ἀπόσεως τῶν μοριακῶν δυνάμεων, ὁ Ἐμπεδοκλῆς εἰσήγαγε εἰς τὴν μελέτην τῆς ὕλης θεωρῶν

υπαρχτὸν τὸ **νεῖκος**, ὡς δύναμιν ἀπόσεως τείνουσαν ν' ἀπομακρύνῃ τὰ σώματα ἀπ' ἀλλήλων, τὴν δὲ **φιλότητα** ὡς δύναμιν ἐλξεως τείνουσαν νὰ συγκεντρώσῃ τὰ πάντα εἰς ἓν σημεῖον.

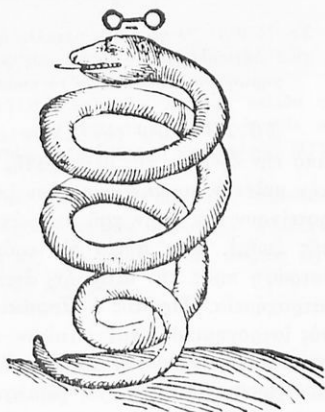
Ἡ ἐν γένει περὶ τὴν φύσιν ἀποψις τοῦ Ἐμπεδοκλέους περιλαμβάνεται σαφῶς εἰς τὸ κάτωθι χωρίον τῶν Φυσικῶν τοῦ Ἀριστοτέλους :

«... Ἐμπεδοκλῆς τὰ μὲν σωματικὰ στοιχεῖα ποιεῖ τέσσαρα: πῦρ καὶ ἀέρα καὶ ὕδωρ καὶ γῆν, αἶδια μὲν ὄντα πλήθει καὶ ὀλιγότητι, μεταβάλλοντα δὲ κατὰ τὴν σύγκρισιν καὶ διαίρισιν. Τὰς δὲ κυρίως ἀρχὰς ὑφ' ὧν κινεῖται ταῦτα φιλότητα καὶ νεῖκος. Δεῖ γὰρ διατελεῖν ἐναλλάξ κινούμενα τὰ στοιχεῖα, ποτὲ μὲν ὑπὸ τῆς φιλότητος συγκρινόμενα, ποτὲ δ' ὑπὸ τοῦ τοῦ νείκους διακρινόμενα... »

Ὁ Δημόκριτος, νεώτερος τοῦ Ἐμπεδοκλέους, ἐθεωρήθη ὁ πατὴρ τῆς νεωτέρας χημείας πρὶν γίνουιν γνωστὰ αἱ ὑπὸ τοῦ Ἐμπεδοκλέους διατυπωθεῖσαι ἀπόψεις, ὅπεστίρηξε τὴν μοριακὴν ὑφήν τῆς ὕλης δεχθεὶς τὰς **ἀτόμους** τοῦ διδασκάλου του Λευκίππου ὡς συστατικὰ τῶν σωμάτων.

15.8 Τὸ τέλος τῆς παλαιᾶς ἐποχῆς συμπίπτει μὲ τὸν Ἀριστοτέλην καὶ τοὺς μαθητάς του. Ὁ Ἀριστοτέλης (354 - 322) εἶναι ὁ πρῶτος ἐπιστήμων τῆς ἀρχαιότητος ὑπὸ τὴν σημερινὴν ἔννοιαν καθόσον ὥρισε βάσεις διὰ τὴν ἐπιστημονικὴν μελέτην τῶν πραγμάτων, εἰσήγαγε τὴν παρατήρησιν, τὸ πείραμα καὶ τὴν θεωρίαν καὶ προσέβη εἰς συστηματικὴν καὶ συγκριτικὴν κατάταξιν τῶν γνώσεων τῆς ἐποχῆς του. Ἐδέχθη τὴν ὑπαρξίν τριῶν ἀπλῶν ἀδρανῶν στοιχείων (ἀέρος, γῆς, ὕδατος) καὶ ἐνὸς δραστηικοῦ (πυρός), τὸ ἀφθαρτον τῆς ὕλης, τὴν ποιοτικὴν μεταβολὴν ὡς ἀποτέλεσμα ποσοτικῆς τοιαύτης, τὴν διάκρισιν τῶν σωμάτων εἰς γαιώδη (ἀνόργανα) καὶ φυσικὰ (ὀργανικὰ) κλπ.

Μετὰ τὸν Ἀριστοτέλην δὲν παρουσιάζεται αἰσθητὴ συμβολὴ εἰς τὴν χημείαν τόσον εἰς τὴν πρακτικὴν ὅσον καὶ εἰς τὴν θεωρητικὴν, οὕτω δὲ τερματίζεται ἡ πρώτη παλαιὰ ἐποχὴ τῆς ἱστορίας της.



Σχ. 15.9.1 Ἀλχημιστικὸν σύμβολον διὰ τὸ στοιχεῖον ἀρσενικόν.

ΜΕΣΗ ΕΠΟΧΗ

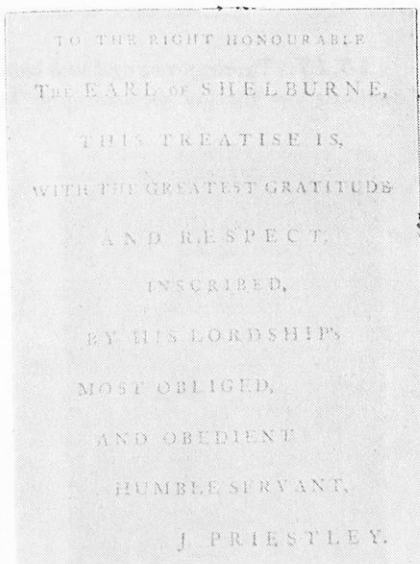
15.9 Μεταξὺν πρώτου καὶ τρίτου αἰῶνος μ. Χ. ἀνάγεται ἡ ἀρχὴ τῆς μέσης ἐποχῆς τῆς χημείας. Ὁ ἐξ Αἰγύπτου **Ζώσιμος** φέρεται ὡς ὁ πρῶτος χρησιμοποιήσας τὸν ὄρον **Χημεία** καὶ ἀσχοληθεὶς μὲ τὴν μετατροπὴν τῶν ἀγενῶν μετάλλων εἰς χρυσόν. Κατὰ τὸν VIIον αἰῶνα ὁ εἰς τὴν ὑπηρεσίαν τῶν βυζαντινῶν **Καλλίνικος** ἡσχολήθη μὲ τὴν μελέτην καυσίμων καὶ εὐφλέκτων ὑλῶν παρασκευά-

λαγμένη χειμερῶν καὶ φαντασιώσεων μεθ' ἐμελιώδη σκοπὸν τὴν μελέτην αὐτῆς ταύτης τῆς ὕλης καὶ τῶν ἀλλοιώσεων τῆς. Ἐξ αὐτῶν ὁ πρῶτος ἀνεκάλυψε τὸ ὕδρωγονόν καὶ διεπίστωσεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἀποτελεῖ ἔνωση καὶ ὀξυγονίου καὶ ὕδρωγονοῦ. ὁ δὲ δευτέρος ἐμελέτησε τὴν φύσιν τῶν ἀερίων παρεσκευάσας δὲ καὶ καθαρὸν ὀξυγόνον διὰ θερμάνσεως ὀξειδίου τοῦ ὕδραργύρου. Ἐρχονται ἀκολούθως ὁ σουηδὸς Scheele (1742-1786) ὁ παρὰσκευάσας τὸ ὀξυγόνον ἀνεξαρτήτως τοῦ Priestley καὶ ὁ γάλλος Lavoisier, ὁ θεωρούμενος ὡς ὁ πρῶτος πειραματικῶς διαπιστώσας τὴν ἀφθαρσίαν τῆς ὕλης.

Ὁ Lavoisier (1743-1794) μελετήσας κατ' ἀρχὴν τὴν θεωρίαν τῆς καύσεως ἀπέδειξε καὶ πειραματικῶς ὅτι τὰ καίόμενα σώματα μετατρέπονται εἰς ἐνώσεις τοῦ ὀξυγόνου, καθιστάμενα οὕτω βαρύτερα, εἰς αὐτὸν δὲ ὀφείλεται καὶ ὁ ὕδρος *ὀξείδιον* (oxyde). Ἐν συνεχείᾳ ἡσχολήθη περὶ τὴν ἀναλυτικὴν χημείαν, προσδιορίσας τὴν ποιοτικὴν καὶ ποσοτικὴν σύστασιν πλείστων σωμάτων, εἰσήγαγε δὲ εἰς τὴν χημείαν ὡς κύριον ὄργανον τὸν ζυγὸν ἀκριβείας.



Σχ. 15.12.1 Ὁ Jöns Jakob Berzelius.



Σχ. 15.11.2. Ἀπὸ τὴν πρώτην σελίδα τοῦ ἔργου τοῦ J. Priestley «Experiments and observations on different kinds of air» (1774).

καὶ ποσοτικὴν σύστασιν πλείστων σωμάτων, εἰσήγαγε δὲ εἰς τὴν χημείαν ὡς κύριον ὄργανον τὸν ζυγὸν ἀκριβείας.

15.12 Ὁ ἄγγλος Dalton (1766-1844)
εἰσήγαγε τρόπον στοιχειώδους συμβολισμοῦ τῶν στοιχείων, τῶν ἐνώσεων καὶ τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων, κατέστη δὲ γνωστὸς ἐκ τοῦ περὶ τὰ ἀέρια νόμου του. Ὁ συμβολισμὸς τοῦ Dalton ἐτελειοποιήθη ἐν συνεχείᾳ ὑπὸ τοῦ σουηδοῦ Berzelius (1799-1848) εἰς τὸν ὅποιον ὀφείλεται ἡ σημερινὴ μορφή τῶν συμβόλων.

Ὅντως ὁ Berzelius εἰσήγαγε τὸ C ὡς σύμβολον τοῦ ἀνθράκος, τὸ O τοῦ ὀξυγόνου κλπ. εἰσήγαγε δὲ καὶ πρῶτος τὴν ἐννοίαν τοῦ ἀτομικοῦ βάρους προσδιορίσας μάλιστα καὶ

τινα ἐξ αὐτῶν, ὡς 35,41 διὰ τὸ χλώριον, 1 διὰ τὸ ὕδρογόνον, 32,18 διὰ τὸ θεῖον κλπ.

15.13 Ταυτοχρόνως σχεδὸν ὁ ἰταλὸς Avogadro (1776 - 1856) ἔδωσε νέαν ὥθησιν εἰς τὴν χημείαν ὡς ἐπιστήμην διὰ τῆς γνωστῆς του «ὑποθέσεως» καθ’



Σχ. 15.14.1 Ὁ Friedrich Wöhler, γερμανὸς χημικός, μαθητὴς τοῦ Berzelius.



Σχ. 15.14.2 Ὁ ρώσος Ντιμήτρι Ἰβάνοβιτς Μεντελέγιεφ.

ἦν ἡ ἀέριος κατάστασις τῶν σωμάτων ἀποτελεῖ μορφήν στατιστικῆς κινήσεως μὲ ἴσον ὀριζμηδὸν μορίων ἀνὰ γραμμομόριον δι’ οἵοδήποτε ἀέριον ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας πιέσεως καὶ θερμοκρασίας.

15.14 Ὁ Woehler (1850 - 1882) παρεσκεύασε πρῶτος τὴν οὐρίαν συνθετικῶς, ἀποδείξας οὕτω πειραματικῶς τὴν ἰσχὺν τῶν αὐτῶν νόμων διὰ τὴν ὀργανικὴν καὶ τὴν ἀνόργανον χημείαν.

Ἀκολουθοῦν αἱ ἐργασίαι τοῦ ρώσου Μεντελέγιεφ (1834 - 1907) τοῦ εἰσαγαγόντος τὴν συστηματικὴν κατάταξιν τῶν στοιχείων διὰ τοῦ Περιοδικοῦ Συστήματος, καὶ τοῦ σουηδοῦ Arrhenius (1859 - 1927) τοῦ συστηματοποιήσαντος τὴν θεωρίαν τοῦ ἰοντισμοῦ καὶ τῆς ἡλεκτρολύσεως.

15.15 Περὶ τὸ τέλος τοῦ XIXου καὶ τὰς ἀρχὰς τοῦ XXου αἰῶνος μὲ τὴν M. Sklodowska - Curie (1867 - 1934) ἀνοίγουν νέοι δρόμοι διὰ τὴν χημείαν, διὰ τῆς μελέτης τῆς ραδιενεργοῦ ἀποσυνθέσεως καὶ διὰ τῆς ἀνακαλύψεως νέων στοιχείων. Ὁ νέος οὗτος σταθμὸς ἀποτελεῖ τὴν ἀπαρχὴν τῆς μελέτης τῆς σημασίας καὶ τῆς ἀξιοποιήσεως τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας, ὠδήγησε δὲ εἰς τὴν ταύτησιν τῆς

χημείας με την φυσικήν και ήνοιξε νέους ορίζοντας διὰ τὴν ἐπιστημονικὴν μελέτην πλήθους φυσικῶν, χημικῶν καὶ φυσικοχημικῶν φαινομένων.



Σχ. 15.14.3 Ὁ γερμανὸς Julius Lothar Meyer (1830 - 1895) ὁ κατὰ τάξιν τὰ στοιχεῖα βάσει τῆς περιοδικότητος, συγχρόνως καὶ ἀνεξαρτήτως τοῦ Μεντελέεφ.



Σχ. 15.15.1 Ὁ Pierre Curie (1859 - 1906).

Χορεύει δὲ ολόκληρος ἐπιστημονὸν ἀπὸ τοῦ XIXου αἰῶνος καὶ ἐντεῦθεν ἐπὶ τῇ βάσει τῶν παλαιότερων ἀρχῶν καὶ ἀνακαλύψεων ἀνύψωσε τὴν χημείαν εἰς ἐπιστήμην αὐστηρῶς διεπομένην ὑπὸ νόμων καὶ ἱκανὴν ν' ἀποτελέσῃ σημαίνοντα παράγοντα διὰ τὴν βελτίωσιν τῶν συνθηκῶν διαβιώσεως τῆς ἀνθρωπότητος.



Σχ. 15.15.2 Ἡ Μαρία Κιουρί.

νοσ διὰ τῆς ἀτομικῆς βόμβας καὶ τοῦ ἀτομικοῦ ἀντιδραστήρου.

Οὕτω ἀπὸ τὸ 1900 μέχρι τὸ 1921 ἀνακαλύπτεται σειρά ολόκληρος ἱσοτόπων, τὸ 1932 ἀνακαλύπτεται τὸ βαρὺ ἱσότοπον τοῦ ὕδρογόνου ὑπὸ ὁμάδος ἀμερικανῶν ἐπιστημόνων.

Ἡ ἐπιστημονικὴ παράδοσις τοῦ ζεύγους Κιουρί συνεχίζεται εἰς τὸ νεώτερον ζεῦγος Joliot - Curie μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ νετρονίου καὶ τὴν παρασκευὴν τῶν πρώτων τεχνητῶν ραδιενεργῶν στοιχείων.

Ἀπὸ τὸ 1934 ἡ Χημεία ἀπὸ ἱστορικῆς πλευρᾶς συγγέεται πλέον καὶ συγχωνεύεται μετὰ τὴν φυσικὴν μετὰ τελικὸν ἀποτέλεσμα τὴν ἐπίτευξιν ἀξιοποιήσεως τῆς ἐνεργείας τοῦ πυρῆ-

ΠΙΝΑΞ XV — 1

ΜΕΡΙΚΑ ΑΠΟ ΤΑ ΚΥΡΙΩΤΕΡΑ ΓΕΓΟΝΟΤΑ ΕΙΣ ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑΝ
ΤΗΣ ΝΕΩΤΕΡΑΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

- 1637 Περιγραφή τοῦ ψευδαργύρου ὑπὸ τῶν κινέζων εἰς τὸ σύγγραμμα «Τιέν - κόνγκ - κιάι - οὐ».
- 1669 Ἀνακάλυψις τοῦ φωσφόρου ὑπὸ τοῦ ἀλχημιστοῦ A Brand.
- 1735 Ἀνακάλυψις τοῦ κοβαλτίου ὑπὸ τοῦ Georg Brandt.
- 1740 Ἀνεύρεσις λευκοχρύσου ἐν Ἀμερικῇ ὑπὸ τοῦ Ch. Wood.
- 1746 Παρασκευὴ καθαροῦ ψευδαργύρου ὑπὸ τοῦ Marggraf.
- 1754 Ἀπομόνωσις καθαροῦ νικελίου ὑπὸ τοῦ Cronstedt.
- 1771 Περιγραφή τοῦ ὕδροφθορίου ὑπὸ τοῦ Scheele.
- 1772 Ἀνακάλυψις τοῦ ἀζώτου ὑπὸ τῶν Daniel Rutherford, Scheele, Priestly καὶ Cavendish, ἀνεξαρκήτως ἀλλήλων.
- 1774 Παρασκευὴ ὀξυγόνου ἀπὸ HgO ὑπὸ τοῦ Pierre Bayen.
- 1774 Ὁ Scheele δημοσιεύει τὸ σύγγραμμά του «Περὶ μαγγανίου καὶ τῶν ιδιοτήτων αὐτοῦ», τὸ ὅποτον ὠδήγησε εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τῶν στοιχείων Mn, Ba, Cl.
- 1774 Παρασκευὴ ὀξυγόνου ὑπὸ τοῦ Priestley.
- 1789 Ὁ Klaproth διαπιστώνει τὴν ὑπαρξίν τοῦ οὐρανίου εἰς τὸν πηλουργικόν.
- 1797 Ὁ Smithson Tennant διαπιστώνει ὅτι ὁ ἀδάμας εἶναι καθαρὸς ἄνθραξ.
- 1801 Ὁ μεξικανὸς μεταλλειολόγος Andrés Manuel del Rio ἀνακαλύπτει τὸ βανάδιον, τὸ ὅποτον ὀνομάζει ἐρυθρόνιον.
- 1807 Ἀπομόνωσις τοῦ κάλκειος καὶ τοῦ νατρίου εἰς καθαρὰν κατάστασιν ὑπὸ τοῦ Davy.
- 1808 Ἀπομόνωσις τοῦ βαρίου, τοῦ στρόντιου, τοῦ ἀσβεστίου, τοῦ βορίου καὶ τοῦ μαγνησίου εἰς καθαρὰν κατάστασιν ὑπὸ τοῦ Davy.
- 1811 Ἀνακάλυψις τοῦ ιωδίου ὑπὸ τοῦ Courtois.
- 1814 Ὁ Fraunhofer ἀνακαλύπτει τὸ φάσμα ἀπορροφήσεως τοῦ ἡλίου.
- 1823 Ὁ Berzelius ἀπομονώνει εἰς καθαρὰν κατάστασιν τὸ πυρίτιον.

- 1826 Ἀπομόνωσης τοῦ βρωμίου εἰς καθαρὰν κατάστασιν ὑπὸ τοῦ Balard.
- 1827 Παρασκευὴ τοῦ ἀργιλίου εἰς καθαρὰν μεταλλικὴν κατάστασιν ὑπὸ τοῦ Wöhler.
- 1829 Ὁ Döbereiner διαπιστώνει τὴν περιοδικότητα εἰς τὰς ιδιότητες τῶν στοιχείων καὶ εἰσάγει τὸ σύστημα τῆς κατὰ τριάδας κατατάξεως.
- 1841 Παρασκευὴ οὐρανίου ὑπὸ τοῦ Péligot.
- 1860 Ἐφεύρεσις τοῦ φασματοσκοπίου ὑπὸ τῶν Robert Bunsen καὶ Gustav Kirchhoff.
- 1869 Ὁ Μεντελέεφ δημοσιεύει τὸ περιοδικὸν σύστημά του διὰ τὴν κατάταξιν τῶν στοιχείων.
- 1886 Ἀπομόνωσης τοῦ φθορίου ὑπὸ τοῦ Moissan.
- 1894 Ἀνακάλυψις τοῦ ἀργοῦ ὑπὸ τῶν Ramsay καὶ Rayleigh.
- 1895 Ἀνακάλυψις τοῦ ἡλίου ὑπὸ τῶν Cleve καὶ Ramsay, ἀνεξαρτήτως ἀλλήλων.
- 1898 Ἡ Μαρία Κιουρί ἀνακαλύπτει τὸ στοιχεῖον πολώνιον (25 Σεπτ.).
- 1898 Τὸ ζεῦγος Κιουρί ἀνακαλύπτει τὸ ράδιον (12 Δεκ.).
- 1910 Ἀπομόνωσης τοῦ ραδίου εἰς καθαρὰν κατάστασιν ὑπὸ τῆς Μ. Κιουρί καὶ τοῦ M. Debierne.
- 1914 Ὁ T. W. Richards ἀνακαλύπτει τὸν ραδιενεργὸν μόλυβδον.
- 1921 Ὁ Otto Hahn ἀνακαλύπτει ἰσότοπα τοῦ οὐρανίου.
- 1923 Ἀνακάλυψις τοῦ ἀφνίου ὑπὸ τῶν Coster καὶ Hevesy.
- 1926 Τὸ στοιχεῖον ὑπ' ἀριθμ. 61 (ἑλλίνιον) ἀνακαλύπτεται ὑπὸ τῶν Hopkins, Harris, Yntema, Rolla καὶ Fernandez, πλὴν ὅμως ὁ ἰσχυρισμὸς τῶν ἀποδεικνύεται βραδύτερον λανθασμένος.
- 1932 Ἀνακάλυψις τοῦ βαρέος ὕδρογόνου ὑπὸ τῶν H. C. Urey, F. G. Brickwedde καὶ G. M. Murphy.
- 1932 Ὁ J. Chadwick καὶ τὸ ζεῦγος Jean - Frédéric Joliot καὶ Irène Joliot - Curie διαπιστώνουν τὴν ὕπαρξιν τοῦ νετρονίου.
- 1934 Τὸ ζεῦγος Joliot - Curie παρασκευάζει τεχνητῶς ραδιενεργὰ στοιχεῖα.
- 1934 Ὁ Enrico Fermi διαπιστώνει τὴν δυνατότητα παρασκευῆς στοιχείων με' ἄτομ. ἀριθμὸν ἄνω τοῦ 92.

- 1934 'Ο A. V. Grosse παρασκευάζει πρωτακτίνιον εις καθαράν κατάστασιν.
- 1940 Οἱ Mac Millan καὶ P. H. Abelson ἀνακαλύπτουν ὑπερουράνια στοιχεῖα εἰς τὰ προϊόντα τεχνητῶν μεταστοιχειώσεων.
- 1942 Ἀπομόνωσις εἰς καθαράν κατάστασιν τοῦ στοιχείου ὑπ' ἀριθμ. 43 ὑπὸ τῶν Perrier καὶ Segrè. Τὸ νέον στοιχεῖον ὀνομάζεται τεχνητῖον.
- 1943 Τὸ στοιχεῖον ἄστατον (ἀρ. 85) ταυτίζεται μετὰ τὸ ἀλαβάμιον καὶ τὸ φράγκιον (87) μετὰ τὸ βιργίνιον.
- 1949 Οἱ Marinsky καὶ Glendenin ἀπομονώνουν εἰς καθαράν κατάστασιν τὸ προμήθιον (ἀρ. 61) τὸ ὁποῖον ταυτίζεται μετὰ τὸ ἰλλίνιον.

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΟ 2000 ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ

10.1. Το 2000 θα είναι η χρονιά στην οποία θα ολοκληρωθεί η διαδικασία της μεταρρύθμισης του δημόσιου τομέα. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική.

Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική.

10.2. Το 2000 θα είναι η χρονιά στην οποία θα ολοκληρωθεί η διαδικασία της μεταρρύθμισης του δημόσιου τομέα. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική.

10.3. Το 2000 θα είναι η χρονιά στην οποία θα ολοκληρωθεί η διαδικασία της μεταρρύθμισης του δημόσιου τομέα. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική.

ΕΙΔΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

10.4. Το 2000 θα είναι η χρονιά στην οποία θα ολοκληρωθεί η διαδικασία της μεταρρύθμισης του δημόσιου τομέα. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική.

10.5. Το 2000 θα είναι η χρονιά στην οποία θα ολοκληρωθεί η διαδικασία της μεταρρύθμισης του δημόσιου τομέα. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική.

10.6. Το 2000 θα είναι η χρονιά στην οποία θα ολοκληρωθεί η διαδικασία της μεταρρύθμισης του δημόσιου τομέα. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική.

10.7. Το 2000 θα είναι η χρονιά στην οποία θα ολοκληρωθεί η διαδικασία της μεταρρύθμισης του δημόσιου τομέα. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική.

10.8. Το 2000 θα είναι η χρονιά στην οποία θα ολοκληρωθεί η διαδικασία της μεταρρύθμισης του δημόσιου τομέα. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική. Η διαδικασία αυτή θα είναι η τελευταία και η πιο σημαντική.

- 1200
- 1201
- 1202
- 1203
- 1204
- 1205

ΕΙΔΙΚΟΝ ΜΕΡΟΣ

16. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΙΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΩΝ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ

16.1 Κατά την μελέτην τῶν διαφόρων στοιχείων, ἰδίως ἐκείνων τὰ ὅποια ἐνδιαφέρουν ἀμέσως τὴν πρόοδον τῆς σημερινῆς τεχνικῆς καὶ ἐπιστήμης, ἐπιβάλλεται ἡ τήρησις ὠρισμένης τάξεως καὶ σειρᾶς.

Κατ' ἀρχὴν τὰ στοιχεία κατατάσσονται εἰς τέσσαρας μεγάλας ομάδας, βάσει ἰδίως τῶν ἀρχῶν τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, ἥτοι διακρίνονται εἰς μέταλλα, ἀμέταλλα, ἐπαμφοτερίζοντα καὶ ἀδρανῆ.

16.2 Ὡς **μέταλλα** νοοῦνται τὰ στοιχεία τὰ ὅποια παρουσιάζουν ἐκπεφρασμένην τάσιν ἀποβολῆς ἠλεκτρονίων. Τοιαῦτα εἶναι π. χ. τὰ στοιχεία K, Na, Ca, Zn, Fe, Cu κλπ.

Ὡς **ἀμέταλλα** νοοῦνται, ἀντιστοίχως, τὰ στοιχεία τὰ ὅποια παρουσιάζουν ἐκπεφρασμένην τάσιν προσλήψεως ἠλεκτρονίων. Τοιαῦτα εἶναι π. χ. τὰ στοιχεία F, Cl, S, N κλπ.

Ὡς **ἐπαμφοτερίζοντα** δύνανται νὰ χαρακτηρισθοῦν τὰ στοιχεία εἰς τὰ ὅποια εἶναι ἐξ ἴσου, ἢ σχεδὸν ἐξ ἴσου, δυνατὴ τόσον ἡ ἀποβολὴ ὅσον καὶ ἡ προσλήψις ἠλεκτρονίων. Τὰ στοιχεία ταῦτα δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἐκ τούτου καὶ ὡς ἠλεκτροθετικά καὶ ὡς ἠλεκτραρνητικά, ὡς εἶναι π. χ. τὰ C, Si, B, As κλπ.

Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ ἐπαμφοτερίζοντα, τὰ **ἀδρανῆ** στοιχεία δὲν εἶναι ἠλεκτροθετικά οὔτε ἠλεκτραρνητικά, ἀλλὰ χαρακτηρίζονται ἀπὸ πληρότητα ἐξωτερικῶν τροχιῶν καὶ ὡς ἐκ τούτου οὐδεμίαν τάσιν δεικνύουν οὔτε προσλήψεως, οὔτε ἀποβολῆς ἠλεκτρονίων. Ἡ ὁμὰς αὕτη τῶν ἀδρανῶν στοιχείων ταυτίζεται μὲ τὰ λεγόμενα εὐγενῆ ἀέρια He, Ne, A, Kr, Xe, Rn.

16.3 Θεωρητικῶς ἡ περιγραφικὴ μελέτη τοῦ εἰδικοῦ μέρους τῆς ἀνοργάνου χημείας θὰ ἔπρεπε νὰ βασίζεται ἐπὶ τῆς κατατάξεως τῶν στοιχείων εἰς ομάδας κατὰ τὸ ἀνωτέρω ἢ ἄλλο τι παρεμφερὲς σύστημα. Τοῦτο ὅμως πρακτικῶς δὲν εἶναι πάντοτε ἐπιτεύξιμον, διότι πολλάκις γεννᾶται ἡ ἀνάγκη προθυστέρου μελέτης πολλῶν ἀντιδράσεων καὶ ἰδιοτήτων.

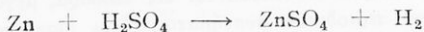
Πρακτικῶς ἐφαρμόζεται μία μέση ὁδός. Ἐξετάζονται ἀρχικῶς τὰ στοιχεία ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, τὰ ὅποια ὑπερέρχονται εἰς τὴν μελέτην ὅλου τοῦ εἰδικοῦ μέρους τῆς χημείας, καὶ ἐν συνεχείᾳ τὰ λοιπὰ ἀμέταλλα καὶ μέταλλα μὲ τὰς πλέον ἀντιπροσωπευτικὰς ἐνώσεις τῶν.

16.4 Ἡ πλήρης μελέτη ἐνὸς στοιχείου ἀπαιτεῖ τὴν κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ἀναλυτικὴν ἐξέτασιν τῆς προελεύσεώς του, τῶν παρασκευῶν του, τῶν φυσικῶν καὶ χημικῶν ἰδιοτήτων του καὶ τῶν χρήσεών του ἐν τῇ πράξει.

16.5 Ὡς *προέλευσις* ἑνὸς στοιχείου νοεῖται ἡ μελέτη τοῦ τρόπου καὶ τῆς θέσεως ἀνευρέσεώς του ἐν τῇ φύσει. Οὕτω π.χ. ὡς *προέλευσις τοῦ ὀξυγόνου* νοεῖται τὸ γεγονός ὅτι ὑπάρχει *εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, ἐλεύθερον* ὡς στοιχεῖον (O_2), ἢ *εἰς τὸ ὕδωρ, ἠνωμένον* μετὰ τοῦ ὑδρογόνου (H_2O).

16.6 Ὡς *παρασκευὴ* ἑνὸς στοιχείου ἐξετάζεται ὁ τρόπος παραγωγῆς του, εἴτε διὰ φυσικῆς εἴτε δι' ἄλλης ὁδοῦ, εἰς κατάστασιν συνήθως καθαρὰν καὶ μὲ αἰσθητὴν ἀπόδοσιν.

Οὕτω π.χ. ἡ ἔκλυσις ὑδρογόνου κατὰ τὴν ἐπίδρασιν θεικοῦ ὀξέος ἐπὶ ψευδαργύρου



θεωρεῖται ὡς παρασκευὴ τοῦ ὑδρογόνου καθόσον εἶναι καὶ ἀποδοτικὴ καὶ οἰκονομικῶς συμφέρουσα.

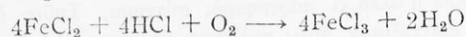
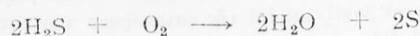
Ἀντιθέτως, ἡ λήψις χλωρίου δι' ἀποσυνθέσεως χλωριούχου ἀργύρου



δὲν θεωρεῖται ὡς παρασκευὴ τοῦ χλωρίου διότι οὔτε ἀποδοτικὴ εἶναι, οὔτε οἰκονομικῶς συμφέρουσα.

Ἀπὸ ἀπόψεως μεθόδου αἱ παρασκευαὶ δύνανται νὰ εἶναι χημικαί, φυσικαί ἢ φυσικοχημικαί, ἀπὸ ἀπόψεως δὲ προορισμοῦ ἐργαστηριακαί, βιομηχανικαί, φαρμακευτικαί κλπ.

16.7 Ὡς *χημικαὶ ιδιότητες* ἑνὸς στοιχείου θεωροῦνται αἱ κυριώτεραι ἀντιδράσεις του συμφώνως πρὸς τὴν κατηγορίαν εἰς τὴν ὁποίαν ὑπάγεται. Οὕτω π.χ. ὡς χημικὴ ιδιότης τοῦ ὀξυγόνου νοεῖται ἡ ὀξειδῶσις μετάλλων καὶ ἀμετάλλων ὡς καὶ ἡ δράσις του ἐπὶ ἀναγωγικῶν σωμάτων ἢ ἀλάτων μετάλλων κατωτέρου σθένους:



16.8 Εἰς τὰς *φυσικὰς ιδιότητας* ὑπάγεται ἡ μελέτη τῆς φυσικῆς καταστάσεως, τὸ σημεῖον πήξεως ἢ ζέσεως, ἡ διαλυτότης κλπ.

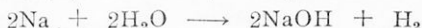
Διὰ πολλὰ στοιχεῖα, ἰδίως τὰ περισσότερον ἐνδιαφέροντα, εἶναι ἀξιοσημείωτοι καὶ ἄλλα ιδιότητες, *φυσικοχημικαὶ* καὶ *πυρηνοατομικαί*. Οὕτω π.χ. παρουσιάζει ἰδιαίτερον ἐνδιαφέρον ἡ μελέτη τῶν πυρηνικῶν μεταστοιχειώσεων τοῦ ραδίου, ἢ ἡ μελέτη τῶν ἰσοτόπων τοῦ μολύβδου.

Ἀντιστοίχως εἶναι ἀξιοσημείωτος ἡ ιδιότης τῶν μορφῶν τοῦ μορίου τοῦ ὑδρογόνου ὡς καὶ ἡ ἄλλοτροπία εἰς τὰ μόρια τοῦ θείου, ἢ τοῦ φωσφόρου.

16.9 Ὡς *χρήσεις* στοιχείου θεωροῦνται αἱ διάφοροι ἐφαρμογαί του εἰς τὴν πρᾶξιν καὶ ἰδιαιτέρως εἰς τὸν ἐκάστοτε ἐπὶ μέρους τομέα.

Αἱ χρήσεις δύνανται νὰ εἶναι ἐργαστηριακαί, βιομηχανικαί, τεχνολογικαί, βιολογικαί κλπ.

Οὕτω π.χ. ὡς βιολογικὴ χρῆσις τοῦ ὀξυγόνου θεωρεῖται ἡ συμμετοχὴ του εἰς τὸ φαινόμενον τῆς ἀναπνοῆς, ὡς ἐργαστηριακὴ θεωρεῖται ἡ χρῆσις τοῦ νατρίου διὰ τὴν παρασκευὴν ὕδρογόνου κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Ἀντιστοίχως, ἡ χρησιμοποίησις τοῦ χαλκοῦ διὰ τὴν παρασκευὴν χρωμάτων θεωρεῖται ὡς τυπικὴ βιομηχανικὴ χρῆσις του.

16.10 Ἰδιαιτέραν σημασίαν, διὰ πολλὰ στοιχεῖα, ἔχει ἡ *ἀνίχνευσις* των, ἡ ὁποία συνίσταται εἰς σειρὰν μεθόδων, ἀπλῶν ἢ συνθέτων, μετὰ τὰς ὁποίας ἐπιδώκεται ἡ ἀναγνώρισις στοιχείων ἐντὸς ἐνώσεων ἢ μιγμάτων, ὑπὸ ἐλευθέρῃ ἢ ἠνωμένην μορφήν.

Οὕτω π.χ. ὡς ἀνίχνευσις ἐλευθέρου ἰωδίου (I_2) θεωρεῖται ἡ λεγομένη ἀντίδρασις ἀμύλου, κατὰ τὴν ὁποίαν διάλυμα ἀμύλου χρώννυται κυανοῦν παρῶντος ἐλευθέρου ἰωδίου.

ΧΗΜΙΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ

16.11 Αἱ *χημικαὶ ἐνώσεις* ἐξετάζονται συνήθως *ἐν συνδυασμῷ καὶ ἐν συνεχείᾳ πρὸς τὰ στοιχεῖα* ἐκ τῶν ὁποίων συνίστανται κατὰ κύριον ποσοστόν. Οὕτω π.χ. μετὰ τὴν μελέτην τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ὕδρογόνου ἐξετάζονται τὸ ὕδωρ (H_2O) καὶ τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ ὕδρογόνου (H_2O_2). Ἀντιστοίχως τὰ ὑδραλογόνα (HF , HCl κλπ) ἐξετάζονται μετὰ ἀπὸ τὸ περὶ ἀλογόνων κεφάλαιον (F , Cl κλπ). Τὸ θεικὸν ὀξύ, τὸ διοξειδίου καὶ τὸ τριοξειδίου τοῦ θείου (H_2SO_4 , SO_2 , SO_3) ἐξετάζονται ὡς συνέχεια τοῦ περὶ θείου κεφαλαίου.

16.12 Ἐν γενικαῖς γραμμαῖς καὶ αἱ ἐνώσεις ἐξετάζονται κατὰ παρεμφερῆ πρὸς τὰ στοιχεῖα τρόπον. Ἐξετάζεται κατ' ἀρχὴν ἡ προέλευσις των, ἐν συνεχείᾳ μελετῶνται οἱ τρόποι παρασκευῆς, αἱ φυσικαὶ καὶ λοιπαὶ ἰδιότητές των, αἱ χρήσεις των καὶ, πολλάκις, ἡ ἀνίχνευσις των.

16.13 Εἰδικῶς διὰ τὰ ὀξέα θεωρεῖται ὡς προέλευσις των καὶ ἡ ἀνεύρεσις τοῦ ἀντιστοίχου ἁλτος. Π.χ. διὰ τὸ ὑδροχλωρίον λέγεται ὅτι ἀνευρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ὑπὸ μορφήν χλωριούχου νατρίου ἐντὸς τοῦ θαλασίου ὕδατος. Ὁμοίως, θεωρεῖται ὀρθῇ ἡ ἀποψις ὅτι τὸ θεικὸν ὀξύ (H_2SO_4) ὑπάρχει εἰς τὴν φύσιν ὡς θεικὸν ὑπερβέστιον (CaSO_4) καὶ τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ (H_2CO_3) ὡς ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον (CaCO_3).

Ἐπίσης θεωρεῖται ὡς προέλευσις ὀξέων καὶ ἡ ἀνεύρεσις τοῦ ἀντιστοίχου ἀμεταλλοξειδίου, οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, ὀρθῶς λέγεται ὅτι τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ (H_2CO_3) ὑπάρχει εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ὑπὸ μορφήν διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος (CO_2).

Π Ι Ν Α Ξ XVI — 1

ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΙΣ ΤΟΝ ΓΗΙΝΟΝ ΦΛΟΙΟΝ
(εἰς γραμμάρια στοιχείου ἀνὰ τόννον γῆς. Τὰ στοιχεῖα τὰ ὅποια δὲν ἀναφέρουν-
ται περιέχονται εἰς ἕχνη).

Στοιχεῖον	Σύμβ.	Περιεκτικό- της (gr/ton)	Στοιχεῖον	Σύμβ.	Περιεκτικό- της (gr/ton)
Ὄξυγόνον	O	446.000	Νικέλιον	Ni	80
Πυρίτιον	Si	227.000	Χαλκός	Cu	70
Ἀργίλλιον	Al	81.000	Βολφράμιον	W	69
Σίδηρος	Fe	50.000	Λίθιον	Li	65
Ἀσβέστιον	Ca	36.000	Ἀζωτον	N	46,3
Νάτριον	Na	28.300	Δημήτριον	Ce	46,1
Κάλι	K	25.900	Κασσίτερος	Sn	40,1
Μαγνήσιον	Mg	20.900	Ὑττριον	Y	28,1
Τιτάτιον	Ti	4.400	Νιόβιον	Nb	24,0
Φωσφόρος	P	1.180	Νεοδύμιον	Nd	23,9
Μαγγάνιον	Mn	1.030	Κοβάλτιον	Co	23,0
Φθόριον	F	900	Λανθάνιον	La	18,3
Θεῖον	S	520	Μόλυβδος	Pb	16,2
Ἀνθραξ	C	320	Γάλλιον	Ga	15,0
Χλώριον	Cl	314	Μολυβδαίνιον	Mo	14,9
Ρουβίδιον	Rb	310	Θόριον	Th	11,5
Στρόντιον	Sr	300	Γερμάνιον	Ge	7,0
Βάριον	Ba	250	Καίσιον	Cs	6,98
Ζιρκόνιον	Zr	220	Σαμάριον	Sm	6,47
Χρώμιον	Cr	200	Γαδολύνιον	Gd	6,36
Βανάδιον	V	150	Βηρύλλιον	Be	6,05
Ψευδάργυρος	Zn	132	Πρασεοδύμιον	Pr	5,53

Στοιχείον	Σύμβ.	Περιεκτιζό- της (gr/ton)	Στοιχείον	Σύμβ.	Περιεκτιζό- της (gr/ton)
Ἀρσενικόν	As	5,04	Βισμούθιον	Bi	0,20
Σκάνδιον	Sc	5,01	Θούλιον	Tm	0,20
Ἄφνιον	Hf	4,50	Κάδμιον	Cd	0,15
Δυσπρόσιον	Dy	4,47	Ἄργυρος	Ag	0,10
Οὐράνιον	U	4,00	Ἴνδιον	In	0,10
Βόρειον	B	3,04	Σελήνιον	Se	0,09
Θάλλιον	Tl	3,00	Ἀργόν	A	0,04
Ύττερβιον	Yb	2,66	Παλλάδιον	Pd	0,01
Ἐρβιον	Er	2,47	Χρυσός	Au	0,005
Ταντάλιον	Ta	2,10	Λευκόχρυσος	Pt	0,004
Βρώμιον	Br	1,62	Ἡλιον	He	0,003
Ὀλμιον	Ho	1,15	Τελλούριον	Te	0,002
Εὐρώπιον	Eu	1,06	Ρόδιον	Rh	0,001
Ἀντιμόνιον	Sb	1,00	Ρήνιον	Re	0,001
Τέρβιον	Tb	0,91	Ἰρίδιον	Ir	0,001
Λουτήτιον	Lu	0,75	Υδρογόνον	H	0,0001
Υδροάργυρος	Hg	0,50	Νέον	Ne	0,00007
Ἰώδιον	I	0,30	Ράδιον	Ra	0,000013

16.14 Ὡς συμβαίνει μὲ τὰ ὀξέα, οὕτω καὶ μὲ τὰς βάσεις λαμβάνεται πολ-
λάκις ὡς προσέλευσις ἢ τοῦ ἀντιστοίχου ὀξειδίου καὶ ἀντιστρόφως. Π.χ. τὸ ὀξει-
διον τοῦ σιδήρου (Fe_2O_3) ἀνευρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ὡς ὕδροξείδιον $\text{Fe}(\text{OH})_3$,
ἀλλὰ καὶ ἀντιστρόφως τὸ ὕδροξείδιον τοῦ σιδήρου $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ὑπάρχει εἰς τὴν
φύσιν ὑπὸ μορφὴν ὀξειδίου (Fe_2O_3).

16.15 Μεταξὺ τῶν διαφόρων χημικῶν ἐνώσεων ἰδιαιτέραν σημασίαν πα-
ρουσιάζουν ὁρισμένοι, αἱ ὁποῖαι θεωροῦνται ὡς πρῶται ὕλαι διὰ τὴν βιομηχα-
νίαν καὶ τὴν τεχνικὴν. Τοιαῦται ἐνώσεις εἶναι, π.χ., τὸ θεικὸν δξύ H_2SO_4 , τὸ
νιτρικὸν δξύ HNO_3 , ἡ ἀμμωνία NH_3 , τὸ ὑδροχλωρικόν HCl , ἡ ὤξις καὶ ἡ
οὐδετέρα σόδα NaHCO_3 καὶ Na_2CO_3 , τὸ ὀξείδιον τοῦ ἀσβεστίου CaO κλπ.

17. ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ, ΟΞΥΓΟΝΟΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ

ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ

17.1 Τὸ ὑδρογόνον ἀνευρίσκεται κυρίως εἰς τὴν φύσιν ἠνωμένον, «ἀφ' ἑνὸς μὲν ὡς ὕδωρ (H_2O) μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, ἀφ' ἑτέρου κυρίως ὡς συστατικὸν ὄλων σχεδὸν τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων, ἀποτελεῖ δὲ μόνον τὸ 1% περίπου τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς κατὰ βάρος, συμπεριλαμβανομένου τοῦ ὕδατος.

Εἰς ἀναλογίαν ἀτόμων τὸ ὑδρογόνον εἶναι, μετὰ τὸ ὀξυγόνον, τὸ περισσό-τερον διαδεδομένον ἐν τῷ στερεῷ φλοιῷ στοιχείον, καθόσον ἐκ τῶν ὄλων ὑπαρ-χόντων ἀτόμων τὸ 16% περίπου ἀντιπροσωπεύει άτομα ὑδρογόνου.

Ὑδρογόνον ἐλεύθερον (H_2) ἀνευρίσκεται εἰς τὰ ἀνώτατα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ἐν ἀερίῳ καταστάσει ὡς καὶ εἰς τινὰ ἀέρια ἠφαιστείων.

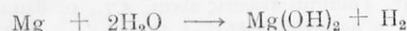
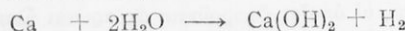
17.2 Ὁ ἄγγλος χημικὸς καὶ φυσικὸς Henry Cavendish (1731 - 1810) ὑπῆρξεν ὁ πρῶτος ὅστις ἐθεώρησε τὸ ὑδρογόνον ὡς στοιχείον διάφορον τῶν ἄλ-λων αερίων, ταυτίσας τοῦτο ἀρχικῶς μὲ τὸ φλογιστόν, τὴν ὑποθετικὴν οὐσίαν ἐξ ἧς ἐθεωροῦντο ἐμποτισμένα ὅλα τὰ ὑποκείμενα εἰς καθῆσιν σώματα.

17.3 Τὸ ὑδρογόνον *παρασπενάζεται ἐργαστηριακῶς* ἐκ διαφόρων δια-λυμάτων *ὀξέων* καὶ *μετάλλων* ἡλεκτροθετικωτέρων τοῦ ὑδρογόνου.

Συνήθως χρησιμοποιοῦνται διαλύματα θεικοῦ ἢ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος μὲ ψευδάργυρον, ἢ σίδηρον ὡς π.χ.



17.4 Διὰ χρησιμοποίησιν πολὺ *ἡλεκτροθετικωτέρων μετάλλων*, ὡς K, Na κλπ, τὸ ὑδρογόνον ἐκδιώκεται οὐχὶ μόνον ἐκ τῶν ὀξέων ἀλλὰ καὶ *ἐκ τοῦ ὕδατος*, ὁπότε συμπαράγονται μεταλλοξείδια μεταπίπτοντα τελικῶς εἰς βάσεις ὡς π.χ.

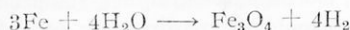


Μὲ μέταλλα οὐχὶ πολὺ δραστικά, ὁπότε ἀπαιτεῖται ὑψηλότερα θερμοκρασία μὲ

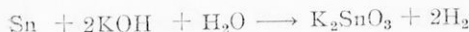
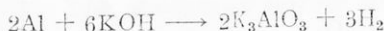
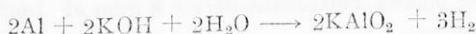
ὕδωρ εἰς κατάστασιν ἀτμῶν, συμπαράγονται μεταλλοξειδία ἀντὶ τῶν ἀντιστοιχῶν βάσεων ὥς :



17.5 Κατὰ τὴν διαβίβασιν *ὕδατιμῶν* διὰ πυρρῶντος *σιδήρου* αἱ ὡς ἀνωτέρω δύο ἀντιδράσεις ἐμφανίζονται ταυτοχρόνως ὥστε νὰ προκύπτῃ, ὡς ἀθροίσμα, ἐπιτεταροξείδιον τοῦ σιδήρου Fe_3O_4 κατὰ τὴν ἐξίσωσιν



17.6 Ὑδρογόνον παράγεται καὶ κατὰ τὴν ἐπίδρασιν *ἰσχυρῶν βάσεων*, KOH κλπ, ἐπὶ *μετάλλων* Al , Zn , Sn , ἐν τινι μέτρῳ καὶ μολύβδου, ὥς καὶ ἐπὶ κόνεως πυριτίου κατὰ τὰς ἐξισώσεις

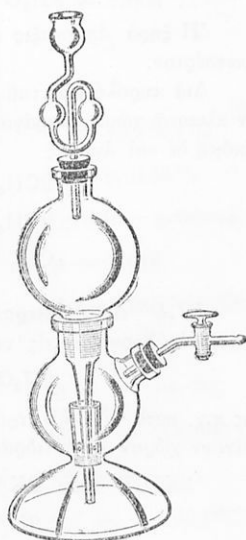


17.7 Τῇ ἐπιδράσει *ὑδατος* ἐπὶ *ὕδρογονόχων ἐνώσεων μετάλλων* τινῶν (ὕδριδίων) ὥς CaH_2 , NaH κλπ., ἐνώσεων λίαν ἀσταθῶν, ἐκλύεται ὕδρογόνον ὀφειλόμενον εἰς τὴν ἀρχικὴν διάσπασιν τοῦ ὕδριδίου καὶ εἰς τὴν περαιτέρω ἐπίδρασιν τοῦ μετάλλου ἐπὶ τοῦ ὕδατος.

Οὕτω π.χ. ἡ ἐξ *ὕδρολίδου* (CaH_2) παρασκευὴ ὕδρογόνου ἀποδίδεται εἰς τὰ δύο στάδια



ἥτοι τελικῶς ἐν ἀθροίσματι



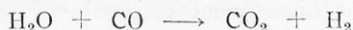
Σχ. 17.3.1 Συσκευή τοῦ Kipp κλασσικοῦ τύπου διὰ τὴν παρασκευὴν ὕδρογόνου, καὶ ἄλλων ἀερίων, τῇ ἐπιδράσει ὑγροῦ (π.χ. H_2SO_4) ἐπὶ στερεοῦ (π.χ. Zn).

17.8 Βιομηχανικῶς τὸ ὑδρογόνον παράγεται κατὰ τέσσαρας κυρίως τρόπους: δι' *ἀναγωγῆς τοῦ ὕδατος* ὑπὸ *ἀνθρακος*, διὰ *ξηραῆς ἀποστάξεως* γαιανθράκων, διὰ *πυρολύσεως* τοῦ μεθανίου καὶ δι' *ἠλεκτρολύσεως* τοῦ ὕδατος.

Διὰ τὴν ἀναγωγὴν τοῦ ὕδατος διαβιβάζεται ἀτμός διὰ διαπύρων ἀνθράκων ὁπότε λαμβάνει χώραν ἡ ἀντίδρασις

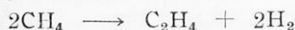


ἥτις συνεχίζεται διὰ περαιτέρω δράσεως τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος



Ἡ ξηρὰ ἀπόσταξις τῶν λιθανθράκων δίδει H_2 ἐν μίγματι μὲ μεθάνιον ὡς φωταέριον.

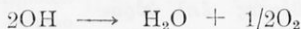
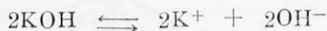
Διὰ πυρολύσεως τοῦ μεθανίου (CH_4), διὰ θερμάνσεως δηλαδὴ τοῦ μεθανίου ἐν κλειστῷ χώρῳ, παράγονται διάφορα ὑποπροϊόντα πτωχότερα εἰς ὑδρογόνον, ἀκόμη δὲ καὶ ἀνθραξ



17.9 Δι' *ἠλεκτρολύσεως* ἀραιῶν διαλυμάτων *ὀξέων* ἢ *βάσεων* λαμβάνεται τὸ ὑδρογόνον εἰς τὴν κάθοδον



ὡς π.χ. κατὰ τὴν ἠλεκτρολύσιν ἀραιοῦ διαλύματος κανστικοῦ καλίου, ὅτε λαμβάνουν χώραν αἱ ἀντιδράσεις



Τὸ δι' ἠλεκτρολύσεως παραγόμενον ὑδρογόνον περιέχει πάντοτε καί, ἔνεκα διαχύσεως, μικρὰ ποσὰ ὀξυγόνου. Τοῦτο ἀπομακρύνεται διὰ καταλυτικῆς θερμάνσεως εἰς τοὺς 250°C ὑπεράνω λεπτῶς διαμερισμένου νικελίου, συντελοῦντος εἰς τὴν ἔνωσην τοῦ ὑδρογόνου μετὰ τῶν ἰχνῶν τοῦ ὀξυγόνου.

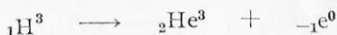
17.10 Ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν ἰδιοτήτων τὸ ὑδρογόνον εἶναι σῶμα ἀέριον, ἄχρουν, ἄοσμον. Ἡ πυκνότης του, ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας θερμοκρασίας 0°C καὶ πίεσεως 760 mmHg, ἀνέρχεται εἰς 0,0898 gr/lit, ἥτοι εἰς 89,8 γραμμάρια ἀνὰ κυβικὸν μέτρον. Εἶναι ἀέριον πολὺ ἐλαφρότερον τοῦ ἀέρος καὶ μάλιστα κατὰ 14,5 περίπου φορές. Ὑγροποιεῖται εἰς θερμοκρασίαν $-252,7^\circ\text{C}$ ἥτοι 20,4 ἀπολύτων βαθμῶν καὶ στερεοποιεῖται εἰς τοὺς $-259,2^\circ\text{C}$ ἥτοι εἰς τοὺς 13,9 μύλις ἀπολύτους βαθμούς. Εἰς ὕδωρ εἶναι πρακτικῶς ἀδιάλυτον.

Π Ι Ν Α Ξ Χ V Ι Ι — 1
Ι Δ Ι Ο Τ Η Τ Ε Σ Υ Δ Ρ Ο Γ Ο Ν Ο Υ
(ἄτομον : H, μόριον : H₂)

Ἀτομικὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	A = 1,008
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	Z = 1
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ ἰσοτόπων	1, 2, 3
Ποσοστὰ ἰσοτόπων	α = 99,9844 % α = 0,0156 %
$\left\{ \begin{array}{l} {}_1\text{H}^1 \text{ (H)} \\ {}_1\text{H}^2 \text{ (D)} \\ {}_1\text{H}^3 \text{ (T)} \end{array} \right.$	Ἱχνη (β — ραδιενεργὸν)
Μοριακὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	μ = 2,016
Πυκνότης ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας	d = 0,0898 gr/lit
Σχετ. πυκνότης ὡς πρὸς τὸν ἀέρα (KΣ)	d' = $\frac{1}{14,5}$
Σημεῖον ὑγροποιήσεως	θ = — 252,7°C
Σημεῖον πήξεως	θ' = — 259,2°C
Διαλυτότης εἰς τὸ ὕδωρ	ἀδιάλυτον
Κρίσιμος θερμοκρασία	θ'' = — 239,9°C
Διάμετρος ἀτόμου (${}_1\text{H}^1$)	δ = 3 $\overset{\circ}{\text{A}}$

17.11 Τὸ ἄτομον τοῦ ὑδρογόνου ἀπαντᾷται ὑπὸ μορφὴν τριῶν ἰσοτόπων. Ἐξ αὐτῶν τὸ ἐν (${}_1\text{H}^1$) ἀποτελεῖται ἐκ πυρῆνος ἐξ ἑνὸς μόνον πρωτονίου μὲ ἐν περιφερόμενον ἠλεκτρόνιον. Τὸ ἰσότοπον τοῦτο, καλούμενον κοινὸν ἢ σύνηθες ὑδρογόνον ἢ καὶ πρῶτιον, εἶναι τὸ περισσότερον διαδεδομένον καὶ ἀποτελεῖ τὰ 99,9844% τοῦ ὅλου ὑπάρχοντος ὑδρογόνου ἐν τῇ φύσει, ἐλευθέρου καὶ ἠνωμένου.

Κατὰ ποσοστὸν 0,0156% ἀνευρίσκεται ἐν ἄλλῳ ἰσότοπον (${}_1\text{H}^2$) τὸ καλούμενον καὶ βαρὺ ὑδρογόνον ἢ δευτέριον (συμβολιζόμενον πολλάκις ὡς D), εἰς Ἱχνη δὲ ἀνευρίσκεται καὶ ἐν τρίτῳ ἰσότοπον ραδιενεργὸν (${}_1\text{H}^3$) τὸ τρίτιον (T) ἢ καὶ ὑπερβαρὺ ὑδρογόνον καλούμενον. Τοῦτο ἀποσυντίθεται βραδέως πρὸς ἥλιον, δι' ἀποβολῆς ἀκτίνων βῆτα, μὲ χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ 12 ἐτῶν περίπου

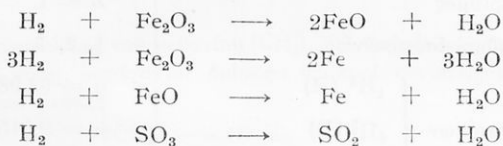


17.12 Τὸ ὑδρογόνον εἶναι σῶμα κατ' ἐξοχὴν *ἀναγωγικόν*, ἐνοῦται μετ' ὀξυγόνου καὶ σχηματίζει ὕδωρ

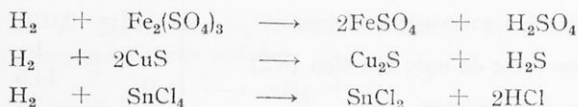


Ἡ ἀντίδρασις αὕτη, ἐμφανιζομένη ὡς ταχεῖα καὺσις, συνοδεύεται ὑπὸ ἀλλαγῆς λείαν θερμῆς φλογός, ὡς ἀντίδρασις ἐξόχως ἐξώθερμος μετὰ παραγωγὴν θερμότητος 57800 cal ἀνὰ γραμμομόριον H_2 .

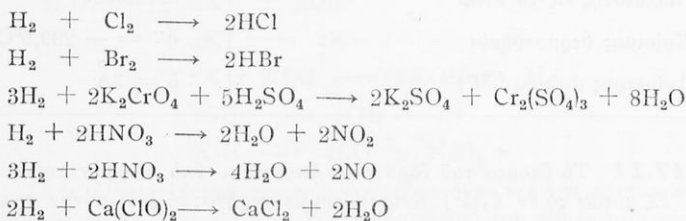
17.13 Ὡς ἀναγωγικὸν μετατρέπει εὐκόλως ὀξειδία εἰς ἄλλα κατώτερα ἢ καὶ εἰς στοιχεῖα, τῇ βοηθείᾳ θερμάνσεως ὡς π.χ.



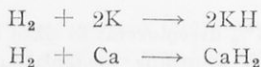
17.14 Μετατρέπει ἄλατα μετάλλων ἀνωτέρου σθένους εἰς τοιαῦτα κατώτερου σθένους, ὡς π.χ.



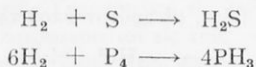
17.15 Ἀντιδρᾷ εὐκόλως μετὰ ὀξειδωτικὰ μέσα ὡς μετὰ ἀλατογόνα, χρωμικὰ ἄλατα κλπ. π.χ.

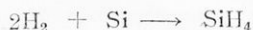
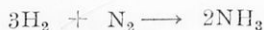


17.16 Ἐπίσης τὸ ὑδρογόνον σχηματίζει ἀσταθεῖς ἐνώσεις μετὰ ἐλαφρὰ μέταλλα



ὑπὸ εἰδικὰς δὲ συνθήκας ἐνοῦται μετὰ θεῖον, φωσφόρον, ἄζωτον, πυρίτιον κλπ ὡς ἐπὶ παραδείγματι

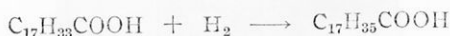




17.17 Ειδική δραστηριότητα παρουσιάζει τὸ ὑδρογόνον εἰς κατάστασιν ατόμων, ὡς *ἀτομικὸν ὑδρογόνον*, ὡς καὶ τὸ ὑδρογόνον ἐν τῷ γεννᾶσθαι, δηλαδὴ τὸ προκύπτειν ἐξ ὑγρᾶς φάσεως δι' ἀντιδράσεως δραστηκῆς ὡς κατὰ τὴν δοῶσιν μετάλλου ἐπὶ διαλύματος ὑδροχλωρίου

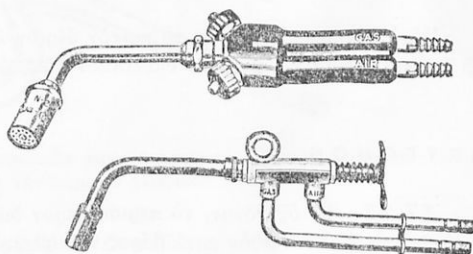


17.18 Χαρακτηριστικαὶ εἶναι αἱ ἀντιδράσεις τοῦ ὑδρογόνου μὲ ἀκορέστους ὀργανικὰς ἐνώσεις ὡς εἶναι ἡ μετατροπὴ τοῦ ἐλαϊκοῦ ὀξέος εἰς στεατικὸν κατὰ τὴν ἐξίσωσιν



ἥτις ἐπιτυγχάνεται καταλυτικῶς.

17.19 Τὸ ὑδρογόνον χρησιμοποιεῖται σήμερον ὡς καύσιμον εἰς τὴν λεγομένην ὀξυυδρικήν φλόγα, παρουσίᾳ καθαροῦ ὀξυγόνου, καθ' ἣν ἀναπύσσεται θερμοκρασία ἄνω τῶν 2500°C κατ' ἀλλήλους διὰ κοπὴν καὶ συγκόλλησιν μετάλλων. Διὰ χρήσεως ατομικοῦ ὑδρογόνου ἡ θερμοκρασία φθάνει καὶ τοὺς 5000°C .



Σχ. 17.19.1 Τύποι καυστήρων ὀξυυδρικῆς φλογός.

Μεγάλαι ποσότητες ὑδρογόνου χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν αμιμονίας διὰ τῆς καταλυτικῆς συνθέσεως



ὡς καὶ διὰ τὴν ἐπίσης συνθετικὴν παρασκευὴν μεθυλικῆς ἀλκοόλης

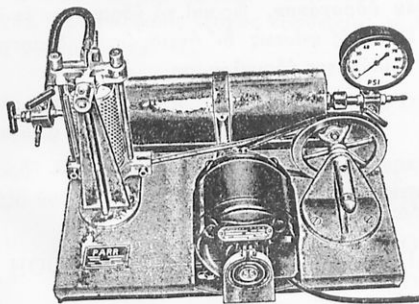


Ἰδιαίτερον σημασίαν παρουσιάζει ἡ λεγομένη ὑδρογόνωσις τῶν λιπῶν καθ' ἣν τὰ ὑγρά ἀκόρεστα ἔλαια, ὡς τὸ ἐλαϊκόν, μετατρέπονται εἰς στερεὰ κεκορεσμένα λίπη μεγαλυτέρας ἀξίας ἀπὸ ἀπόψεως θερμότητος καύσεως.

Ἡ χρῆσις τοῦ ὑδρογόνου πρὸς πλήρωσιν ἀεροστάτων δὲν παρουσιάζει σήμερον ἐνδιαφέρον ὡς παλαιότερον.

17.20 Ἀπὸ φυσικοχημικῆς ἀπόψεως τὰ μόρια τοῦ ὑδρογόνου (H_2) χαρακτηρίζονται καὶ διακρίνονται εἰς ὀρθο-μόρια καὶ εἰς παρα-μόρια.

Εἰς τὸ ὀρθο-υδρογόνον τὰ δύο ἠλεκτρόνια (τῶν δύο ατόμων) ἔχουν ὁμόρροπον ἰδιοπεριστροφὴν, εἰς τὸ μετα-υδρογόνον ἀντίρροπον, μὲ ὡς ἀποτέλεσμα διαφορὰς ἰδίως εἰς τὴν μαγνητικὴν συμπεριφορὰν τῶν.



Σχ. 17.19.2 Συσκευή τοῦ Parr, διὰ τὴν καταλυτικὴν ὑδρογόνωσιν ἐν θερμῇ ὑπὸ χαμηλὴν πίεσιν.

Ὑπὸ συνήθεις συνθήκας τὸ κοινὸν αέριον ὑδρογόνου (H_2) περιέχει κατὰ 25 % παρα-μόρια καὶ κατὰ τὸ ὑπόλοιπον 75 % ὀρθο-μόρια.

Ο Ξ Υ Γ Ο Ν Ο Ν

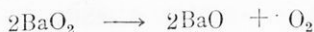
17.21 Τὸ δευγόνον, τὸ περισσότερον διαδεδομένον ἀπὸ ὅλα τὰ στοιχεῖα, ἀποτελεῖ τὸ ἥμισυ σχεδὸν κατὰ βάρος τοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς. Εὐρίσκεται ὡς ἐλεύθερον αέριον (O_2) εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα τοῦ ὁποίου ἀποτελεῖ τὸ 21 % περίπου κατ' ὄγκον καὶ ἠνωμένον μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ἀποτελεῖ τὸ ὕδωρ (H_2O) τοῦ ὁποίου συνιστᾷ τὰ 8/9 κατὰ βάρος.

Εἰσέτι τὸ δευγόνον ἀποτελεῖ ἐνώσεις στερεὰς ὡς σημαντικὸν συστατικὸν τῶν ὀρυκτῶν καὶ πετρωμάτων, ἠνωμένον κυρίως μετὰ τοῦ πυριτίου (SiO_2), τοῦ ἀργιλίου (Al_2O_3) καὶ ὑπὸ μορφὴν ἀλάτων ἐλαφρῶν μετάλλων ($CaCO_3$, $MgCO_3$ κλπ.).

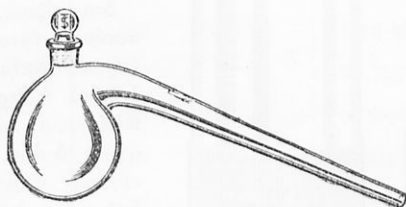
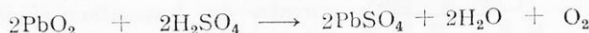
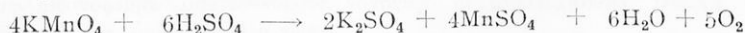
17.22 Τόσον ὁ ἄγγλος Joseph Priestly (1733 — 1804) ὅσον καὶ ὁ σουηδὸς Carl Wilhelm Scheele (1742 — 1786) φέρονται ὡς συνανακαλύψαντες τὸ δευγόνον σχεδὸν ταυτοχρότως καὶ ὡς θεωρήσαντες τὸ αέριον τοῦτο ὡς καθαρὸν στοιχεῖον. Ὁ Priestly εἰδικῶς ἐθεωρήθη καὶ ὡς ὁ πρωτοπόρος περὶ τὴν μελέτην τῶν αέριων, ἰδίως δὲ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος.

17.23 Τὸ δευγόνον παρασκευάζεται ἐργαστηριακῶς ἐκ διαφόρων **ὀξειδωτικῶν** σωμάτων ὡς π. χ. δι' ἀπλῆς θερμάνσεως χλωρικοῦ καλίου, ἢ ὑπεροξει-

δίου τοῦ βαρίου ἢ ἀκόμη καὶ ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου



Συνήθως ἡ ἐπίδρασις ἐνὸς ὀξέος διευκολύνει τὴν ἔκλυσιν αερίου ὀξυγόνου ἐκ τῶν ὀξειδωτικῶν, ὥς ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ ἀλάτων ὥς ἐπὶ παραδείγματι

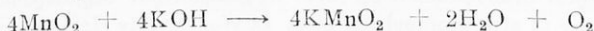
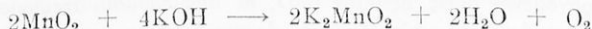


Σχ. 17.23.1 Ἀποστακτικὸν κέρας διὰ τὴν παρασκευὴν ὀξυγόνου κατὰ τὴν πύρωσιν χλωριζοῦ καλίου.

17.24 Ἐκ τῶν ὑπεροξειδίων ἑλαφρῶν μετάλλων τὸ ὀξυγόνον ἐκλύεται τῇ ἀπλῇ ἐπιδράσει ὕδατος ὥς



Εἰς πολλὰς περιπτώσεις τὰ ὀξειδια μετάλλου ἀνωτέρου σθένους (ὥς MnO_2 καὶ PbO_2) ἀποσυντίθενται καὶ μὲ βασικόν, ἀντὶ ὀξίνου, περιβάλλον. Οὕτω δὲ τὸ διοξειδίου τοῦ μαγγανίου παρουσίᾳ βάσεως δίδει γένεσιν εἰς σειρὰν ἀποσυνθέσεων ὥς π.χ.



Ὅμοιως τὸ διοξειδίου τοῦ μολύβδου μετατρέπεται εἰς ὀξίνον μολυβδῶδες κάλι

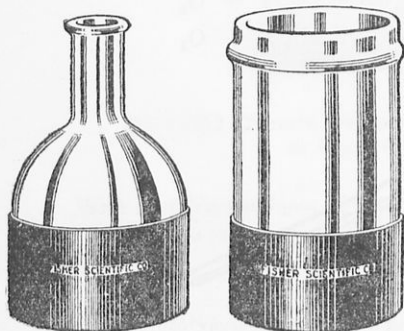


17.25 Ὁξυγόνον εἶναι δυνατόν νὰ παρασκευασθῇ καὶ ἀπὸ τὰ ὀξυγονικά ὀξέα ὥς καὶ ἀπὸ τὰ ἀλατογόνα, πλὴν ὅμως εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην εἶναι δυσ-

χερής ο καθαρισμός του αερίου δευγόνου από τα άλλα συνυπάρχοντα αέρια (ως HCl κλπ). Ούτω προκύπτουν αί αντιδράσεις



17.26 Βιομηχανικώς το δευγόνον παρασκευάζεται σήμερον διά φυσικών μεθόδων από τόν ατμοσφαιρικόν αέρα με *κλασματικήν απόσταξιν* ὅτε διαχωρίζεται εὐκόλως ἀπό τὸ ἄζωτον.



Σχ. 17.26.1 Δοχεῖα τύπου Dewar διά τήν διατήρησιν ὑγροῦ δευγόνου.

Διά ψύξεως, συμπίεσεως καί ἀποτόμου ἐκτονώσεως δι' εἰδικῆς ὑγροποιτικῆς μηχανῆς (τύπου Linde) ἡ θερμοκρασία τοῦ αἵρος κατέρχεται κάτω τῶν -195°C ὁπότε ὁ αἷρ, ἀπηλλαγμένος τῶν εὐγενῶν αερίων, ὑγροποιεῖται. Ἡ βαθμιαία ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας προκαλεῖ ἐξάτμισιν τοῦ ἄζωτου εἰς τοὺς -195°C καὶ διατήρησιν τοῦ δευγόνου ὡς ὑγροῦ μέχρι τοῦ σημείου ζεσεώς του (-183°C).

17.27 Ἄλλη βιομηχανικὴ παρασκευὴ δευγόνου ἐμμέσως ἐκ τοῦ αἵρος εἶναι ἡ διὰ τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ βαρίου, τὸ ὁποῖον εἰς θερμοκρασίαν 700°C περίπου ἀποσυντίθεται κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Τὸ παραγόμενον ὅμως ὀξειδίου BaO , δι' ἀμφιδρόμου ἀντιδράσεως, παραλαμβάνει αἷριον ατμοσφαιρικόν δευγόνον εἰς χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν (450°C) καὶ ὑπὸ πίεσιν (3 atm περίπου) καὶ δίδει ἐκ νέου γένεσιν εἰς ὑπεροξειδίου



τὸ ὁποῖον θερμαίνόμενον δίδει δευγόνον κ.ο.κ.

Καίτοι ἡ ἀντίδρασις, θεωρητικῶς, θὰ ἡδύνατο νὰ ἐπαναληφθῇ ἐπ' ἀπειρον, ἐν τούτοις ἡ δυνατότης διατηρήσεως τῆς ἀμφιδρόμου ἀντιδράσεως εἶναι περιορισμένη.

Σημαντικὴν πηγὴν παραγωγῆς ὀξυγόνου ἀποτελεῖ καὶ ἡ ἠλεκτρόλυσις τοῦ ὕδατος, καθ' ἣν συμπαράγεται καὶ ὑδρογόνον (βλ. § 17.9).

Π Ι Ν Α Ξ Χ V Η — 2
Ι Δ Ι Ο Τ Η Τ Ε Σ Ο Ξ Υ Γ Ο Ν Ο Υ
(ἄτομον: O, μόριον O₂)

Ἀτομικὸν βάρος (ΜΑΜ χημικῆς κλίμακος)	A = 16,000
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	Z = 8
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ ἰσοτόπων	14, 15, 16, 17, 18, 19
Ποσοστὰ ἰσοτόπων	$\left\{ \begin{array}{l} {}^8\text{O}^{14} \\ {}^8\text{O}^{15} \\ {}^8\text{O}^{16} \\ {}^8\text{O}^{17} \\ {}^8\text{O}^{18} \\ {}^8\text{O}^{19} \end{array} \right.$
Μοριακὸν βάρος (ΜΑΜ χημικῆς κλίμακος)	μ = 32,000
Πυκνότης ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας	d = 1,429 gr/lit
Σχετ. πυκνότης ὡς πρὸς τὸν ἀέρα (ΚΣ)	d' = 1,1
Σημεῖον ὑγροποιήσεως	θ = — 183,1°C
Σημεῖον πήξεως	θ' = — 218,8°C
Διαλυτότης εἰς τὸ ὕδωρ	α = 0,007 % (0°C)
Κρίσιμος θερμοκρασία	θ'' = — 118,8°C
Διάμετρος ἀτόμου (${}^8\text{O}^{16}$)	δ = 1,2 Å

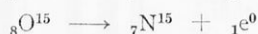
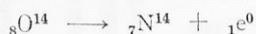
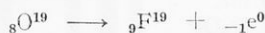
17.28 Τὸ ὀξυγόνον, ὑπὸ συνήθεις συνθήκας, εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον πολὺ ὀλίγον διαλυτὸν ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Εἰς θερμοκρασίαν 0°C διαλύεται εἰς ἀναλογίαν 0,007 gr ἀνὰ 100 gr ὕδατος, εἰς τοὺς 100°C ἡ ἀναλογία αὕτη πίπτει εἰσέτι εἰς τὰ 0,001 gr. Πάντως εἶναι ἀέριον περισσότερον διαλυτὸν ἀπὸ ὅτι τὸ ὑδρογόνον.

Ἡ ἀπόλυτος πυκνότης του, εἰς τοὺς 0°C καὶ 760 mmHg , ἀνέρχεται εἰς $1,429\text{ gr/lit}$. Τὸ ὀξυγόνον ὡς ὑγρὸν (εἰς τοὺς -183°C) εἶναι ὀλίγον τι πυκνότερον τοῦ ὕδατος καὶ μάλιστα πυκνότητος $1,13\text{ gr/cm}^3$.

Ὑπὸ συνήθεις συνθήκας εἶναι κατὰ τι μόλις βαρύτερον τοῦ αἵρος καὶ μάλιστα κατὰ $1,1$ φορές. Ὑγροποιεῖται εἰς θερμοκρασίαν $-183,1^{\circ}\text{C}$ καὶ στεροποιεῖται εἰς τοὺς $-218,8^{\circ}\text{C}$.

17.29 Τὸ ἄτομον τοῦ ὀξυγόνου ἀπαντᾷται ὑπὸ μορφὴν ἑξ διαφόρων ἰσοτόπων καὶ μάλιστα ${}_8\text{O}^{14}$, ${}_8\text{O}^{15}$, ${}_8\text{O}^{16}$, ${}_8\text{O}^{17}$, ${}_8\text{O}^{18}$ καὶ ${}_8\text{O}^{19}$. Ἐξ αὐτῶν τὸ ${}_8\text{O}^{16}$ εἶναι τὸ περισσότερον διαδεδομένον καὶ ἀνευρίσκεται εἰς ἀναλογίαν $99,757\%$ μὲ δεύτερον τὸ ${}_8\text{O}^{18}$ εἰς ἀναλογίαν $0,204\%$ καὶ τρίτον τὸ ${}_8\text{O}^{17}$ εἰς ἀναλογίαν $0,039\%$. Τὰ ὑπόλοιπα, ραδιενεργά, ἀνευρίσκονται εἰς ἴχνη μόνον.

Εἶναι ἀξιοσημείωτον ὅτι ἐνῶ τὸ ἰσότοπον μὲ μαζικὸν ἀριθμὸν 19 δίδει σωματίδια βῆτα (δηλαδὴ ἠλεκτρόνια), τὰ ἰσότοπα μὲ μαζικοὺς ἀριθμοὺς 14 καὶ 15 δίδουν θετικὰ σωματίδια βῆτα, δηλαδὴ θετικὰ ἠλεκτρόνια (ποζιτρόνια), ἥτοι

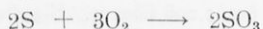


Τὸ ἰσότοπον ${}_8\text{O}^{16}$ παρουσιάζει ἰδιαιτέρον ἐνδιαφέρον καθόσον ἐλήφθη ὡς *πρότυπον διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς μονάδος ἀτομικῆς μάζης* εἰς τὴν λεγομένην *φυσικὴν κλίμακα*.

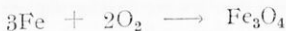
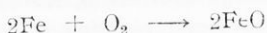
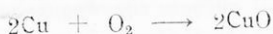
Κατὰ τὴν κλίμακα ταύτην ὡς μονὰς μάζης διὰ τὰ σωματίδια τοῦ μικροκόσμου (ἄτομα, μόρια, πρωτόνια κλπ) λαμβάνεται τὸ ἐν δέκατον ἕκτον ($1/16$) τῆς μάζης τοῦ ατόμου τοῦ καθαροῦ ἰσοτόπου ὀξυγόνου ${}_8\text{O}^{16}$, τοῦ περιέχοντος εἰς τὸν πυρῆνα του 8 πρωτόνια καὶ 8 νετρόνια.

17.30 Θεμελιώδης ιδιότης τοῦ ὀξυγόνου ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως εἶναι ἡ *ὀξειδωσις*, ἡ ἱκανότης δηλαδὴ ἐμμέσου ἢ ἀμέσου ἐνώσεώς του μὲ στοιχεῖα ἢ ἐνώσεις μὲ τελικὸν ἀποτέλεσμα τὴν αὔξησιν τοῦ θετικοῦ σθένους στοιχείων.

Τὸ αέριον ὀξυγόνον, ἐλεύθερον ὡς ἀνω ἢ καὶ ὡς καθαρὸν ὀξυγόγον, ἐνοῦται μὲ πλείστα στοιχεῖα ἀμέταλλα ἄλλοτε ὑπὸ συνήθη θερμοκρασίαν καὶ ἄλλοτε ὑπὸ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ὡς π.χ.



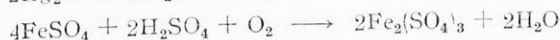
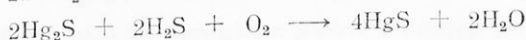
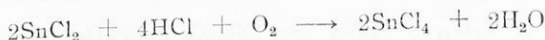
Ἐνοῦται ἐπίσης μὲ μέταλλα, πλὴν τῶν εὐγενῶν, ὥς



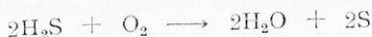
17.31 Μετατρέπεται πολλὰς ἐνώσεις πτωχοτέρας εἰς ὀξυγόγον εἰς ἄλλας πλουσιωτέρας καὶ περισσότερον σταθερὰς ὥς ἐπὶ παραδείγματι



17.32 Ὁξειδώνει ἄλλα μέταλλον χαμηλοτέρου σθένους εἰς ἄνωτερον σθένος, παρῶν δὲ ὀξίνου περιβάλλοντος ὥς

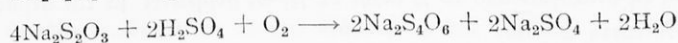


17.33 Ἀντιδρᾷ μὲ ὅλα τὰ ἀναγωγικά σώματα ὥς π.χ. μὲ τὸ ὑδρογόγον, ὁπότε δίδει συνήθως ἐλεύθερον θειὸν ὑποκείμενον περαιτέρῳ καὶ εἰς νέαν μὴ ποσοτικὴν ὀξειδῶσιν



Ἐννοεῖται ὅτι ἡ παραγωγή διοξειδίου καὶ τριοξειδίου τοῦ θείου ἰσοδυναμεῖ, ἀντιστοίχως, πρὸς διάλυμα θειῶδους καὶ θειικοῦ ὀξέος, εἰς τοῦτο δὲ ὀφείλεται ἡ κατὰ κανόνα ὀξίνος ἀντίδρασις ἢ παρατηρουμένη κατὰ τὴν καύσιν θείου.

Κατ' ἀντίστοιχον τρόπον τὸ ὀξυγόγον ἀντιδρᾷ καὶ μὲ ἄλλα ἀναγωγικά ὥς



17.34 Αἱ περισσότεραι ὀξειδώσεις εἶναι λίαν ἐξώθερμοι ἀντιδράσεις καὶ ἐπιτυγχάνονται εὐκόλως καὶ ὑπὸ ἐλαφρὰν σχετικῶς θέρμανσιν. Ἡ *ταχεῖα ἔκλυσις θερμότητος* προκαλεῖ *αὐξησιν τῆς θερμοκρασίας*, φωτεινὴν λάμψιν, κρότον κλπ., χαρακτηρίζει δὲ τὴν ὀξείδωσιν ὡς τυπικὴν καυσίν, οἷα εἶναι καὶ ἡ καύσις τοῦ ἀνθρακος εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα.

Ἡ ἀρχικὴ θέρμανσις ἀπαιτεῖται κυρίως διὰ δύο λόγους, ἀφ' ἑνὸς μὲν διὰ τὴν μετατροπὴν μέρους τῶν μορίων εἰς ἄτομα ἀφ' ἑτέρου πρὸς αὐξησιν αὐτῆς ταύτης τῆς κινητότητος τῶν μορίων.

Ἀξιοσημείωτοι εἶναι αἱ καύσεις τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων, ἥτοι ἐνώσεων τοῦ ἀνθρακος, ὅπου τὸ ὑδρογόνον μετατρέπεται πάντοτε εἰς ὕδωρ ὃ δὲ ἀνθραξ παραμένει ὡς C, ἢ γίνεται μονοξειδίου ἢ διοξειδίου. Οὕτω π.χ. μία *ἀτελεστάτη καύσις* βενζίνης C_7H_{16} δίδει πολλὴν αἰθάλην ἥτοι ἐλεύθερον ἀνθρακα



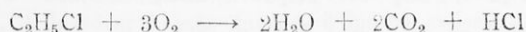
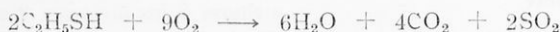
Μία ἐντονωτέρα καύσις, εἰσέτι ὁμως *ἀτελής*, θὰ δώσῃ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος



Παρουσίᾳ ὁμως ἀφθόνου ὀξυγόνου ἡ καύσις θὰ γίνῃ *τελεία* πρὸς ὕδωρ καὶ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος



Ὅταν εἰς τὰς ὀργανικὰς ἐνώσεις περιέχονται καὶ ἄλλα στοιχεῖα (ὡς P, S, μέταλλα κλπ.) τότε προκύπτουν ἀντίστοιχα ὀξείδια. Ἐξαιρέσιν ἀποτελοῦν τὰ ἡατογόνα, τὰ ὁποῖα μετατρέπονται πρὸς ὕδραλογόνα, καὶ τὸ ἄζωτον τὸ ὁποῖον ἐκλύεται συνήθως ὡς ἐλεύθερον (N_2), π.χ.



17.35 Ἡ κυριώτερα σημασία τοῦ ὀξυγόνου ἔγκειται κυρίως εἰς τὸν βιολογικὸν του ρόλον. Τὸ ὀξυγόνον εἶναι τὸ ἀπαραίτητον διὰ τὴν ἀναπνοὴν στοιχεῖον διὰ πάντα ἀνώτερον βιολογικὸν ὀργανισμόν, φυτικὸν καὶ ζωικόν.

Εἰσπνεόμενον προκαλεῖ τὴν βιολογικὴν ἐκείνην καυσίν τὴν ἀποτελοῦσαν καὶ τὸ κύριον, ἔν τινι μέτρῳ, γνώρισμα τῆς ζωῆς. Διὰ τὸν ἀνθρώπου εἶναι εἰσπνεύσιμον κανονικῶς ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας καὶ ἐν μίγματι μὲ ἀδρανῆ ἄερια εἰς ἀναλογίαν ἀπὸ 15% μέχρι 22%, ὡς συμβαίνει μὲ τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα.

17.36 Τὸ δξυγόνον εἶναι ἐπίσης ἀπαραίτητον, ὡς μίγμα εἰς τὸν ἀέρα, διὰ πᾶσαν καῦσιν φυσικοῦ ἢ τεχνητοῦ καυσίμου. Οὕτω π.χ. ὁ ἀνθραξ, τὰ ξύλα, τὸ φωταέριον, τὰ πετρελαία κλπ δὲν καίονται εἰ μὴ παρουσία ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος, καλλίτερον δὲ παρουσία καθαροῦ δξυγόνου.

Ἀπὸ βιομηχανικῆς ἀπόψεως τὸ καθαρὸν δξυγόνον ἔχει σημασίαν διὰ τὴν ἐπίτευξιν τῆς λεγομένης δξυυδρικοῦ φλογός (βλ. § 17.19). Ἐπίσης καθαρὸν δξυγόνον χρησιμοποιεῖται εἰς περιπτώσεις ἀσφυξίας, εἰς ἀνανέωσιν τῆς ἀτμοσφαίρας ὑποβρυχίων, εἰς τὴν ἀναισθησιολογίαν, ἐν μίγματι μὲ ὑποξείδιον τοῦ ἀζώτου (N_2O) ὡς καὶ διὰ τὴν τεχνητὴν δξείδωσιν πολλῶν οὐσιῶν.

17.37 Τὸ μόριον τοῦ δξυγόνου ἀπαντᾷ εἰς τὴν ἀέριον μορφήν ὡς διατομικὸν (O_2) καὶ ὡς τριτομικὸν ἥτοι ὡς ὄζον (O_3). Τὸ μόριον O_2 παρουσιάζεται παραμαγνητικόν. Εἰς ὑγρὴν κατάστασιν, ἥτοι κάτω τῶν $-183^\circ C$, τὸ μόριον τοῦ δξυγόνου παρουσιάζεται καὶ ὡς τετρατομικὸν (O_4), συμφώνως πρὸς τὴν ἀντίδρασιν

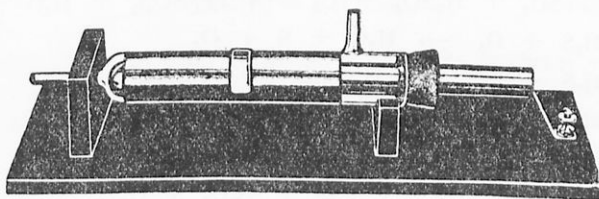


ἥτις μετατοπίζεται κατὰ τὴν μίαν ἢ τὴν ἄλλην φορὰν ἀναλόγως πρὸς τὴν θερμοκρασίαν.

O Z O N

17.38 Τὸ ὄζον (O_3), ὡς παραλλαγή τοῦ κοινοῦ δξυγόνου, εὑρίσκεται εἰς πολὺν μικρὰ ποσὰ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἰδίως εἰς μέγα ὕψος. Ἡ εἰς ὄζον περιεκτικότης τῆς ἀτμοσφαίρας αὐξάνει μὲ τὴν αὔξησιν τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων.

17.39 Κατὰ τὴν προσβολὴν μοριακοῦ δξυγόνου ὑπὸ καταλλήλου ἀκτι-



Σχ. 17.39.1 Ὁξοντιστὴρ συνήθους τύπου.

νοβολίας παράγεται ὄζον διὰ συμπτυκνώσεως τριῶν μορίων εἰς δύο, συμφώνως πρὸς τὴν ἀντίδρασιν



Ἡ ἀντίδρασις αὕτη εἶναι ἐξόχως ἐνδόθερμος καὶ εὐκόλως μεταπίπτει εἰς ἀμφίδρομον διὰ μετατροπῆς τοῦ ὄζοντος εἰς διατομικὸν καὶ πάλιν δξυγόνον.

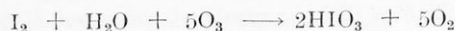
Αίσθητά σχετικῶς ποσὰ ὄζοντος εἶναι δυνατόν νὰ παραχθοῦν διὰ χρήσεως σκληρᾶς ὑπεριώδους ἀκτινοβολίας μήκους κύματος 2600 Å, ἢ διὰ σποτεινῶν ἡλεκτρικῶν ἐκκενώσεων μέσῳ εἰδικῆς συσκευῆς (ὄζοντιστήρος).

17.40 Τὸ ὄζον εἶναι ἀέριον ἄχρουν, χαρακτηριστικῆς ὁσμῆς, βαρύτερον τοῦ ἀέρος, ἐλάχιστα διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Εἰς μεγάλας ποσότητας ἐμφανίζεται ἐλαφρῶς κυανοῦν, ἔνεκα ἰσχυρᾶς ἀπορροφῆσεως τῶν ἀκτινοβολιῶν μεγάλου μήκους κύματος. Ὑγροποιεῖται πρὸς ὑποκύανον ὑγρὸν εἰς θερμοκρασίαν -112.4°C καὶ στερεοποιεῖται εἰς τοὺς -249.7°C .

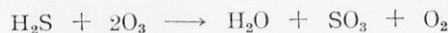
17.41 Ἐνεκα τῆς ἐξόχως ἐξωθέρμου ἀποσυνθέσεώς του πρὸς ἀτομικὸν καὶ μοριακὸν ὀξυγόνον



Τὸ ὄζον εἶναι ἰσχυρὸν ὀξειδωτικόν, οὕτω δὲ προσβάλλει καὶ τὰ πλέον δυσ-οξείδωτα σώματα, ὥς π.χ.



Ἐπίσης ἀντιδρᾷ μὲ πλεῖστα ἄλατα μετᾶλλων κατωτέρου σθένους, ὥς καὶ μὲ ἀναγωγικά μέσα, ὥς π.χ.



17.42 Ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχει ἡ ὀξείδωσις, ὑπὸ τοῦ ὄζοντος, τῶν ἀλάτων τοῦ δισθενοῦς μαγγανίου πρὸς ὑπερμαγγανικά ἐν ἀλκαλικῇ περιβάλλοντι ὥς π.χ.



Ἡ παρουσιαζομένη, ὡς ἐκ τοῦ ὑπερμαγγανικοῦ ἁλατος, ἰώδης χροιά ἀποτελεῖ εὐκόλῳ καὶ ταχὺν τρόπον ἀνιχνεύσεως τοῦ ὄζοντος, παρὰλλήλῳ πρὸς τὸν δι' ὀξειδώσεως τοῦ ἰωδιούχου καλίου.

Κατὰ τὴν ὀξειδῶσιν ταύτην



τὸ ἐλευθερούμενον ἰώδιον, καὶ ἐμμέσῳς τὸ ὄζον, προδίδεται δι' ἀμυλούχου χάρτου ὡς ἐκ τῆς προκαλουμένης ἐντόνως κυανῆς χρώσεως.

17.43 Σήμερον τὸ ὄζον χρησιμοποιεῖται κυρίως πρὸς ἀποστείρωσιν τοῦ ὕδατος, πρὸς λεύκανσιν ὀργανικῶν ὑλῶν (ὡς χάρτου κλπ) πρὸς ἀπόσμησιν καὶ πρὸς τεχνητὴν παλαίωσιν διαφόρων ἀντικειμένων.

17.44 Τὸ μόριον τοῦ ὄζοντος (O_3) δὲν ἔχει συμμετρικὴν τριγωνικὴν μορφήν ἀλλὰ, κατὰ τὰς πιθανωτέρας ἐνδείξεις, ἀσύμμετρον ὡς ἐὰν ἦτο σύνθετον ἀπὸ μοριακὸν καὶ ἀπὸ ἀτομικὸν ὀξυγόνον ($\text{O}_2 \cdot \text{O}$).

Υ Δ Ρ

17.45 Τὸ ὕδωρ (H_2O) χαρακτηρίζεται ὡς ἡ ἀπλουστερά καὶ κυριωτέρα ἔνσωσις μεταξὺ ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, ἀνευρίσκεται εἰς τὴν φύσιν δὲ ὑπὸ ποικίλης μορφῆς.

Ὡς ὑγρὸν ὕδωρ ἀποτελεῖ θάλασσας, λίμνας, ποταμούς καὶ σταγονίδια εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ὑπὸ μορφήν νεφῶν. Ὡς ἀέριον ἀποτελεῖ τοὺς ὑδρατμούς καὶ ὡς στερεὸν τὸν πάγον, τὴν πάχυνν καὶ τὴν χιόνα.

Ἡνωμένον μὲ πλεῖστα ἀνόργανα σώματα ἀνευρίσκεται ὑπὸ μορφήν κρυσταλλικοῦ ὕδατος ὡς $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ κλπ. Εἰσέτι ὡς χημικῶς ἠνωμένον θεωρεῖται καὶ ὡς συστατικὸν τῶν βάσεων ὡς π.χ. κατὰ τὴν ἐξίσωσιν



17.46 Τὸ εἰς τὴν φύσιν εὐρισκόμενον ὕδωρ ὡς ἐλευθερον σῶμα (H_2O) οὐδέποτε εἶναι χημικῶς καθαρὸν, διακρίνεται δὲ εἰς διαφόρους ἐπὶ μέρους περιπτώσεις ἀναλόγως τῶν περιεχομένων ξένων οὐσιῶν καὶ τῆς προελεύσεως.

Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, τὸ θαλάσιον ὕδωρ περιέχει κυρίως χλωριούχον νάτριον (NaCl) εἰς ἀναλογίαν κυμαινομένην ἀπὸ 20‰ (εἰς τὰς πολικὰς περιοχὰς) μέχρι 300‰ (εἰς τὰς θαλάσσιους θαλάσσας).

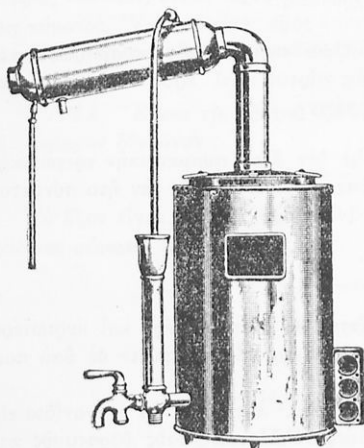
Τὸ ὕδωρ τῶν μεσογείων πηγῶν περιέχει κυρίως δισανθρακικά (ὄξινα ἀνθρακικά) ἅλατα ἀσβεστίου καὶ μαγνησίου, ἥτοι $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ καὶ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Τὰ ἱαματικά ἢ μεταλλικά ὕδατα περιέχουν κυρίως ξένας οὐσίας, οὐχὶ ἀπαραιτήτως μεταλλικὰς, διαφόρους τῶν συνήθων ἢ εἰς μεγάλας ποσότητας. Οὕτω π.χ. ὡς μεταλλικὸν χαρακτηρίζεται ἓν πηγαῖον ὕδωρ πλούσιον εἰς H_2S ἢ περιέχον μεγάλην ποσότητα, μεγαλυτέραν τοῦ συνήθους, δισανθρακικοῦ ἀσβεστίου.

Τὰ κυριώτερα μεταλλικά ὕδατα εἶναι τὰ ἁλυτοῦχα, πλούσια εἰς NaCl , τὰ θειοῦχα, περιέχοντα NaHS , KHS καὶ H_2S , τὰ ὀξυανθρακικά, περιέχοντα ἐλευ-

θερμον CO_2 , τὰ ἀλκαλικά μὲ NaHCO_3 , τὰ πικρὰ μὲ MgSO_4 , τὰ σιδηροῦχα μὲ FeSO_4 καὶ τὰ ραδιοῦχα εἰς τὰ ὁποῖα ἀνευρίσκονται ἱγνή ραδιενεργῶν ἀλάτων, ἰδίως θορίου (Th) σπανιότερον δὲ ραδίου (Ra).

17.47 Καθαρὸν ὕδωρ παράγεται ἐκ φυσικοῦ ὕδατος δι' ἀποστάξεως. Ἡ

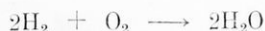


Σχ. 17.47.1 Συσκευή συνεχούς παραγωγῆς ἀπεσταγμένου ὕδατος.

συνήθης ἀπλή ἀπόσταξις εἶναι κατὰ κανόνα ἀρκετὴ διὰ τὴν λήψιν ὕδατος θεωρουμένου ἀπὸ χημικῆς πλευρᾶς ὡς ἀπολύτως καθαροῦ καὶ ἀδρανούς.

Τὸ ὕδωρ τοῦτο, ἀπεσταγμένον, εἶναι δυνατόν νὰ ὑποβληθῇ καὶ εἰς περαιτέρω ἀπόσταξιν ὅτε χαρακτηρίζεται ὡς δισαπεσταγμένον.

Ἡ παραγωγή ὕδατος ἐξ ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου



δὲν δύναται, ἔνεκα τοῦ διαπανθοῦ, νὰ θεωρηθῇ ὡς παρασκευὴ ἀλλὰ μόνον ὡς μέθοδος ἐπιβεβαιώνουσα τὴν χημικὴν σύνθεσίν του.

17.48 Ἀπὸ φυσικῆς ἀπόψεως τὸ

ὕδωρ εἶναι ὑγρόν, ἄχρουν, ἄοσμον, πυκνότητος (εἰς τοὺς 4°C) ἴσης πρὸς 1 gr/cm^3 . Εἰς τοὺς 0°C πήγνυται πρὸς

πάγον, εἰς δὲ τοὺς 100°C ζέει, ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν 760 mmHg , πρὸς ὕδρατμόν. Ἡ εἰδικὴ λανθάνουσα θερμότης πήξεώς του ἀνέρχεται εἰς 80 cal/gr περίπου, ἡ δὲ εἰδικὴ λανθάνουσα θερμότης ζέσεώς του, ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῆν πίεσιν, εἰς περίπου 540 cal/gr .

Ἡ διηλεκτρικὴ σταθερὰ τοῦ ὕδατος ἰσοῦται πρὸς $\epsilon = 80\epsilon_0$ (ἡλεκτροστατικές μονάδας διηλεκτρικῆς σταθερᾶς), ἡ δὲ εἰδικὴ θερμότης του πρὸς μίαν θερμίδα ἀνὰ γραμμάριον κατὰ βαθμὸν κελσίου (1 cal/gr.grad).

Τὰ ὑψηλὰ σχετικῶς σημεῖα πήξεως καὶ ζέσεως, αἱ μεγάλαι τιμαὶ εἰδικῆς λανθανούσης θερμότητος ἀλλαγῆς καταστάσεως, ἡ τεραστία διηλεκτρικὴ σταθερὰ καὶ ἡ ὥσαύτως τεραστία εἰδικῆς θερμότης συνηγοροῦν ὑπὲρ τῆς ἀπόψεως ὅτι μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὕδατος ἀσχοῦνται ἰσχυρόταται ἑλκτικαὶ δυνάμεις καὶ ὀδηγοῦν εἰς τὸ πόρισμα περὶ μορίων ἰσχυρᾶς πολικότητος. Τὰ μόρια τοῦ ὕδατος θεωροῦνται ὡς ἐπιμήκη με ἐμφανῆ θετικὴν φόρτισιν κατὰ τὸ ἓν ἄκρον καὶ ἀρνητικὴν κατὰ τὸ ἄλλο.

Ἡ συνεκτικότης αὕτη μετὰ τῆς ἐκπεφρασμένης πολικότητος ἐξηγοῦν τὴν ἐξάαιρετον διαλυτικὴν ἱκανότητα τοῦ ὕδατος.

Τὰ μόρια τοῦ ὕδατος θεωροῦνται ὡς ικανὰ νὰ διεισδύουν μεταξὺ τῶν μορίων ἄλλων ἐνώσεων μὲ ἀποτελεσματὴν δημιουργίαν ἐνιαίας φάσεως.

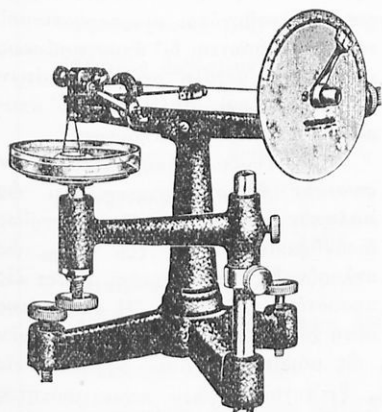
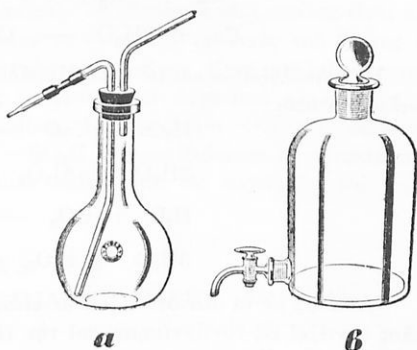
17.49 Τὸ ὕδωρ παρουσιάζει ἰδιομορφίαν περὶ τὴν πυκνότητά του, ἥτις ἐμφανίζεται ὡς μεγίστη 'εἰς τοὺς 4° C. Ἡ ἐπιφανειακὴ τάσις του ἀνέρχεται εἰς 72 dynes/cm καὶ ἡ εἰδικὴ ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις του (εἰς κατὰστασιν δισαπεσταγμένου) εἰς

$$\rho = 10^{11} \Omega \text{ mm}^2/\text{m}.$$

Τὸ ὕδωρ εἶναι δηλαδὴ, ὡς τελείως καθαρὸν, ἄριστον μονωτικόν.

17.50 Ἐκτὸς τοῦ κοινοῦ ὕδατος (H_2O) μὲ ὑδρογόνον ἀτομικῆς μάζης ἴσης πρὸς τὴν μονάδα (1H^1), ὑπάρχει καὶ τὸ λεγόμενον βαρὺ ὕδωρ (D_2O) ἥτοι ὕδωρ μὲ ὑδρογόνον ἀτομικῆς μάζης ἴσης πρὸς δύο μονάδας (2H^2).

Σχ. 17.48.1 α: Ὑδροβόλeus ἀπεσταγμένου ὕδατος. β: Φιάλη συνήθους τύπου διὰ τὴν φύλαξιν ἀπεσταγμένου ὕδατος.

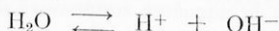


Σχ. 17.49.1 Συσκευή διὰ τὴν μέτρησιν τῆς ἐπιφανειακῆς τάσεως τοῦ ὕδατος καὶ ἄλλων ὑγρῶν.

Τὸ ὕδωρ τοῦτο (D_2O) πηγνύται εἰς τοὺς 3,82° C καὶ ζεεῖ εἰς τοὺς 101,42° C εἶναι δὲ βαρύτερον τοῦ ὕδατος μὲ πυκνότητα 1,108 gr/cm³.

Τὸ βαρὺ τοῦτο ὕδωρ ἔχει σήμερον μεγίστην σημασίαν ἀφ' ἑνὸς μὲν εἰς τὴν τεχνικὴν τοῦ διαχωρισμοῦ τῶν ἰσοτόπων εἰς τὴν πυρηνικὴν, ἀφ' ἑτέρου εἰς τὴν τεχνικὴν τῆς ἐπιβραδύνσεως τῶν νετρονίων κατὰ τὴν λειτουργίαν τῶν πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων.

17.51 Ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως τὸ ὕδωρ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀσθενὴς ἠλεκτρολύτης



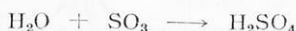
μὲ $P_{\text{H}} = 7$. Διασπᾶται εἰς λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ὡς καί, ἐμμέσως, δι' ἠλεκτρολύσεως



*Αντιδρα̃ με̃ πολλά̃ ἑλαφρὰ μέταλλα, ὡς π.χ.



Με μεταλλοξειδία καὶ με̃ ἀμεταλλοξειδία δίδει τὰς ἀντιστοιχοῦς βάσεις καὶ τὰ ἀντίστοιχα ὀξέα



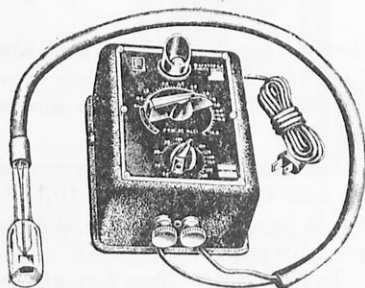
*Αντιδρα̃ με̃ τὰ ἀλατογόνα καὶ με̃ τινας ἀσταθεῖς ἐνώσεις (KH , CaH_2) καὶ τέλος συντελεῖ εἰς τὸν ἰοντισμὸν καὶ τὴν ὑδρόλυσιν τῶν ἀλάτων.

17.52 Τὸ ὕδωρ κυρίως ἔχει σημασίαν διὰ τὸν ἄνθρωπον ὡς πόσιμον. Πρὸς τοῦτο δὲν πρέπει νὰ περιέχῃ εἰ μὴ μικρὰν ποσότητα $\text{Ca(HCO}_3)_2$ καὶ $\text{Mg(HCO}_3)_2$ ὡς καὶ ὀλίγον διαλυμένον ἀέρα ὑπὸ μορφήν O_2 , N_2 καὶ CO_2 .

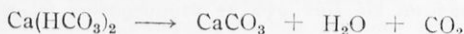
Αἱ ξέναι στερεαὶ οὐσίαι, ὡς θόλωμα, πρέπει ν' ἀπομακρύνωνται διὰ διηθήσεως, οἱ παθογόνοι μικροοργανισμοὶ νὰ καταστρέφονται δι' ἀποστειρώσεως καὶ ἡ τυχὸν μεγάλη ποσότης ἀλάτων $\text{Ca(HCO}_3)_2$ καὶ $\text{Mg(HCO}_3)_2$ ν' ἀπομακρύνεται δι' ἀποσκληρύνσεως.

*Ἀπὸ φυσικοχημικῆς πλευρᾶς ἐν **φυσικὸν ὕδωρ** χαρακτηρίζεται ὡς **μαλακὸν** ὅταν περιέχῃ ἅλατα, κυρίως δισανθρακικά, κάτω τοῦ 5 ‰ ὡς σκληρὸν δὲ ὅταν περιέχῃ ἅλατα εἰς ποσοστὸν μεγαλύτερον. Ἡ **σκληρότης** αὕτη χαρακτηρίζεται ὡς παροδικὴ μὲν

Σχ. 17.49.2 Συσκευή τύπου γεφύρας, διὰ τὴν ἀπ' εὐθείας μέτρησιν τῆς εἰδικῆς ηλεκτρικῆς ἀντιστάσεως (ρ) ὑδατικῶν διαλυμάτων.



ὅταν ὑφείλεται εἰς δισανθρακικά ἅλατα, ὡς μόνιμος δὲ ὅταν ὑφείλεται εἰς ἅλατα χλωριούχα ἢ θεικὰ. Οὕτω, π.χ., ἐν πηγαιὸν ὕδωρ περιεκτικότητος 1,5 ‰ εἰς δισανθρακικά καὶ 2,3 ‰ εἰς θεικὰ καὶ χλωριούχα θεωρεῖται ὡς ὕδωρ παροδικῆς σκληρότητος 1,5 ‰, μόνιμον 2,3 ‰ καὶ ὀλικῆς σκληρότητος 3,8 ‰. Ἡ εἰς τὰ δισανθρακικά ἅλατα ὀφειλομένη σκληρότης χαρακτηρίζεται ὡς παροδικὴ καθόσον τὰ ἅλατα ταῦτα διὰ βρασμοῦ καθίστανται ἀδιάλυτα (ὡς οὐδέτερα), καθιζάνουν καὶ ἀπομακρύνονται, συμφώνως πρὸς τὰς ἐξισώσεις



Ἀντιθέτως τὰ θεικὰ καὶ χλωριοῦχα ἄλατα, ὥς τὰ MgSO_4 , CaSO_4 , NaCl , MgCl_2 , παραμένουν ἐν διαλύσει καὶ μετὰ τὸν βρασμόν, ἀπομακρύνονται δὲ μόνον δι' εἰδικῆς ἀποσκληρύνσεως μὲ περμουτίτας. Ὁ κλασσικὸς περμουτίτης εἶναι πολυπλοῦν πυριτικὸν ἄλας ἔχει δὲ ἰδιότητα νὰ συγκρατῇ τὰ ἐντὸς τοῦ ὕδατος περιεχόμενα ἄλατα. Παραμφερεῖς πρὸς τὸν περμουτίτην εἶναι πολλὰ ὀργανικὰ ῥητῖνα ἀνταλλαγῆς ἰόντων, αἵτινες καλοῦνται καὶ ὀργανικοὶ περμουτίται. Αἱ ῥητῖναι αὗται περιέχουσαι ὀξίνους ὁμάδας, ὥς καρβοξύλια $-\text{COOH}$, φαινολικά ὕδροξύλια $-\text{OH}$, ἢ σουλφονομάδας $-\text{SO}_3\text{H}$, ἔχουν ἰδιότητος νὰ ἀνταλλάσσουν ἰόντα καὶ νὰ μετατρέπουν τὴν μόνιμον σκληρότητα εἰς παροδικὴν καὶ ὥς ἐκ τούτου εὐκόλως ἐξουδετερουμένην.

Π Ι Ν Α Ξ XVII — 3

ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΑΛΑΤΟΥΧΟΥ ΙΑΜΑΤΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ (ΑΙΔΗΨΟΥ)

Σ υ σ τ α τ ι ζ ᾶ	Περιεκτ. (gr/lit)
Χλωριοῦχον νάτριον NaCl	25,74269
Χλωριοῦχον ἀσβέστιον CaCl_2	3,96845
Χλωριοῦχον κάλι KCl	1,08066
Δισανθρακικὸν μαγνήσιον $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	0,99020
Θεικὸν ἀσβέστιον CaSO_4	0,78135
Θεικὸν μαγνήσιον MgSO_4	0,69732
Διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος CO_2	0,45870
Πυριτικὸν ὀξὺ H_2SiO_3	0,06795
Βρωμοῦχον νάτριον NaBr	0,03319
Μεταβορικὸν ὀξὺ HBO_2	0,00650
Δισανθρακικὸς ὑποσίδηρος $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$	0,00532
Ἐλεύθερον ἄζωτον N_2	0,00520
Χλωριοῦχον ἀμμώνιον NH_4Cl	0,00379
Ἐλεύθερον ὀξυγόνον O_2	0,00300
Χλωριοῦχον λίθιον LiCl	0,00270
Θεικὸν ἀργίλλιον $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	0,00046
Ὄξινον φωσφορικὸν ἀργίλλιον $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$	0,00004

Π Ι Ν Α Ξ XVII — 4

ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΟΞΥΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΙΑΜΑΤΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ (ΜΕΘΑΝΩΝ)

Σ υ σ τ α τ ι κ ά	Περιεκτ. (gr/lit)
Διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος CO_2	0,91862
Χλωριούχον νάτριον NaCl	0,91153
Δισανθρακικὸν μαγνήσιον $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	0,28761
Δισανθρακικὸν ἀσβέστιον $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	0,19170
Πυριτικὸν ὀξύ H_2SiO_3	0,13531
Χλωριούχον ἀσβέστιον CaCl_2	0,11257
Θεικὸν ἀσβέστιον CaSO_4	0,08843
Νιτρικὸν κάλι KNO_3	0,05944
Χλωριούχον κάλι KCl	0,02337
Ἐλεύθερον ὀξυγόνον O_2	0,00290
Θεικὸν ἀργίλλιον $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	0,00113
Δισανθρακικὸς ὑποσίδηρος $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$	0,00022

17.53 Ἡ τάσις πολλῶν ἀλάτων νὰ σχηματίζουν ἐνύδρους κρυσταλλικάς μορφάς δίδει γένεσιν εἰς τὸ λεγόμενον κρυσταλλικὸν ὕδωρ, τὸ ὁποῖον, ὁμοῦ μὲ τὰ ἰόντα τοῦ ἁλάτος, συμμετέχει εἰς τὸν σχηματισμὸν τῶν στοιχειωδῶν κρυστάλλων. Προκύπτουν οὕτω πολλαὶ ἐνυδροὶ μορφαὶ ὡς $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{SnCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{SnCl}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

17.54 Τὸ ὑδρογόνον σχηματίζει, μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, καὶ ἄλλην ἔνωσην, ἐκτὸς τοῦ ὕδατος, ἔνωσην ἣ ὁποία χαρακτηρίζεται ὡς ὑπεροξείδιον τοῦ ὑδρογόνου (H_2O_2).

Τὸ H_2O_2 ἀνευρίσκεται εἰς ἔχνη εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ ἐντὸς ὀρισμένων φυτικῶν κυττάρων, σχηματιζόμενον, πιθανῶς, ὡς ἐνδιάμεσον προῖον τῆς φωτοσυνθέσεως.

Π Ι Ν Α Ξ XVII — 5

ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΥΔΑΤΟΣ ΠΟΛΥ ΚΑΛΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΟΣ (ΚΗΦΙΣΙΑΣ)

Σ υ σ τ α τ ι ζ ᾶ	Περιεκτ. (gr/lit)
Δισανθρακικὸν ἀσβέστιον $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	0,42277
Θεικὸν ἀσβέστιον CaSO_4	0,02890
Χλωριούχον νάτριον NaCl	0,02793
Δισανθρακικὸν μαγνήσιον $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	0,02633
Χλωριούχον κάλι KCl	0,01518
Χλωριούχον ἀσβέστιον CaCl_2	0,00916
Πυριτικὸν ὀξὺ H_2SiO_3	0,00727
Διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος CO_2	0,00410
Δισανθρακικὸς ὑποσίδηρος $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$	0,00025
Δισανθρακικὸν μαγγάνιον $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$	0,00006
Νιτρικὸν κάλι KNO_3	0,00004
*Οξινον φωσφορικὸν ἀργίλλιον $\text{Al}_2(\text{HPO}_4)_3$	0,00002

17.55 Παρασκευάζεται ἀπὸ τὰ ὑπεροξειδία, καλίου, νατρίου, βαρίου κλπ, τῇ ἐπιδράσει ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



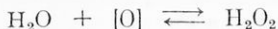
Αἱ ὡς ἀνωτέρω ἀντιδράσεις ἀποτελοῦν χαρακτηριστικὸν γνώρισμα διακρίσεως τῶν πραγματικῶν ὑπεροξειδίων ἀπὸ τὰ ψευδοὑπεροξειδία.

Οὕτω τὸ BaO_2 χαρακτηρίζεται ὡς ὑπεροξειδίου καθόσον δίδει, μὲ θεικὸν ὀξύ, ὑπεροξειδίου τοῦ ὕδρογόνου, ἀντιθέτως τὸ MnO_2 (καλούμενον πολλὰκις ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου) δὲν εἶναι πραγματικὸν ὑπεροξειδίου διότι δὲν δίδει H_2O_2 ἀλλ' ἀπλῶς ὀξυγόνον κατὰ τὴν ἐξίσωσιν

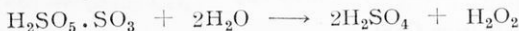


Διὰ τὸν λόγον τοῦτον διὰ τὸ MnO_2 καὶ διὰ παρεμφερεῖς ἐνώσεις (ὡς PbO_2 , SnO_2) εἶναι ὀρθότερα ἢ ὀνομασία τοῦ διοξειδίου ἀντὶ τοῦ ὑπεροξειδίου.

17.56 Εἰς μικρὰ ποσὰ παράγεται ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου καὶ κατὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ὀξυγόνου ὑπὸ δραστηκῶν ὀξειδωτικῶν, ὅποτε μέρος τοῦ ὀξυγόνου ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὕδατος πρὸς ὑπεροξειδίον



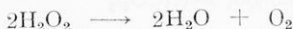
Οὕτω τὸ ὑπερθεικὸν ὀξὺ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$, θεωρούμενον ὡς $\text{H}_2\text{SO}_5 \cdot \text{SO}_3$, ὑδρολύεται πρὸς θεικὸν ὀξὺ καὶ H_2O_2 κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Ὅμοίως κατὰ τὴν δρᾶσιν φθορίου ἐπὶ ὕδατος παράγεται, πλὴν τῶν O_2 καὶ O_3 , καὶ ὑπεροξειδίον



17.57 Τὸ H_2O_2 εἶναι σῶμα ὑγρὸν, πυκνόρρευστον, ὑποκίανον, σημείου πύξεως -89°C . Ἡ τάσις ἀτμῶν του, εἰς τοὺς 80°C , φθάνει τὰ 47 mmHg, εἶναι δηλαδὴ ὑγρὸν πολὺ ὀλιγότερον πτητικὸν τοῦ ὕδατος (μὲ τάσιν 355,1 mmHg εἰς τοὺς 80°C) πλὴν ὅμως δὲν ἔχει σημεῖον ζέσεως δεδομένου ὅτι ἀποσυντίθεται ἐντόνως εἰς θερμοκρασίας ἄνω τῶν 80°C πρὸς ὕδωρ καὶ ὀξυγόνον



Εἶναι πολὺ πυκνότερον καὶ θλαστικώτερον τοῦ ὕδατος μὲ πυκνότητα 1,4649 gr/cm³, εἰς τοὺς 0°C , καὶ δείκτην διαθλάσεως $n = 1,42$ περίπου.

Διαλύεται εὐκόλως ἐντὸς ὕδατος εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν.

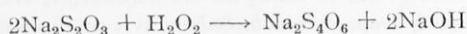
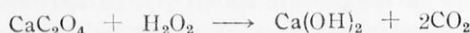
17.58 Ἀπὸ ἀπόψεως χημικῶν ἰδιοτήτων τὸ H_2O_2 εἶναι σῶμα *ὀξειδωτικόν*. Οὕτω ἀντιδρᾷ μὲ στοιχεῖα καὶ ὀξειδία

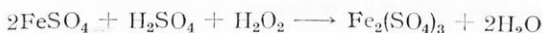


Προσβάλλει πολλὰ, σχετικῶς σταθερά, ἄλατα ὡς π.χ.



Ἀντιδρᾷ μὲ ἀναγωγικὰ σώματα

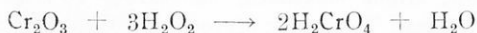




Μετατρέπει τὰς ἐνώσεις τοῦ δισθενοῦς μαγγανίου εἰς ὑπερμαγγανικάς ἐνώσεις, τοῦτο δὲ προδίδεται διὰ τῆς ἐμφανίσεως ἐντόνως ἰώδους χροῦς ὀφειλομένης εἰς τὸ ὑπερμαγγανικὸν (MnO_4^-) ἀνιόν. Π.χ.



Ὅμοιως μετατρέπει τὰς ἐνώσεις τοῦ τρισθενοῦς χρωμίου εἰς χρωμικά



17.59 Ἀξιοσημείωτος εἶναι καὶ μία *ψευδοαναγωγικὴ ἱκανότης* τοῦ H_2O_2 . Ὡς ψευδοαναγωγικὴ χαρακτηρίζεται καθόσον ἀντιδρᾷ μὲ ὀξειδωτικὰ χωρὶς ὅμως νὰ λαμβάνῃ καὶ τὸ παρεχόμενον ὑπ' αὐτῶν ὀξυγόνο.

Ἡ ἰδιότης αὕτη εἶναι περιορισμένη καὶ ἐμφανίζεται παρουσίᾳ κυρίως ἀργύρου, χρυσοῦ καί, ἐν τινι μέτρῳ, ἀλατογόνων, ὡς π.χ. εἰς τὰς ἀντιδράσεις



17.60 Τὸ H_2O_2 χρησιμοποιεῖται ὑπὸ μορφὴν διαλυμάτων ἐντὸς ὕδατος. Τὸ σύνηθες διάλυμα, περιεκτικότητος περὶ τοῦ 3%, χαρακτηρίζεται ὡς ὀξυγονοῦχος ὕδωρ (eau oxygénée) εἰς πυκνὰ δὲ διαλύματα (π.χ. 30%) φέρεται ὡς perhydrol.

Εἶναι ἀντισηπτικόν, λευκαντικόν, καὶ δίδει ἀφθόνως ὀξυγόνο ἐν ἐπαφῇ μὲ τὸ αἷμα, ἔνεκα τῆς δράσεως τῆς καταλάσης, ὀργανικοῦ καταλύτου (φυροάματος) συντελοῦντος εἰς τὴν ἔντονον διάσπασιν τοῦ H_2O_2 .

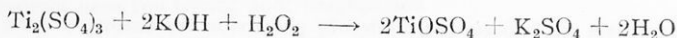
Σήμερον χρησιμοποιεῖται πολὺ ὡς πηγὴ ὀξυγόνου διὰ τὴν λειτουργίαν τῶν κινητήρων πυραύλων.

17.61 Ἀξιοσημείωτος εἶναι ἡ ἀντίδρασις ἀνιχνεύσεώς του μὲ χρωμικά ἄλατα, ὅτε σχηματίζει ὑπερχρωμικὸν ἄλας ἐντόνως κυανῆς χροῦς



Παρεμφερὲς τὸ H_2O_2 ἀντιδρᾷ μὲ θεικὸν τιτάνιον τρισθενὲς μὲ σχηματι-

σμὸν κιτρίνης χροιάς ὀφειλομένης εἰς θεικὸν ὀξειδίου τετρασθενοῦς τιτανίου TiOSO_4 , συμφώνως πρὸς τὴν ἀντίδρασιν

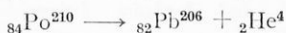
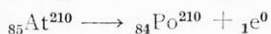


17.62 Ἡ περιεκτικότης τῶν ὑδατικῶν διαλυμάτων τοῦ H_2O_2 ἐκφράζεται συνήθως εἰς *ποσότητα ὀγκων*. Κατὰ τὴν ἀπόδοσιν ταύτην *διάλυμα Α ὀγκων* δηλώνει διάλυμα ἀποδίδον, ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας, ὄγκον αἰρίου ὀξυγόνου Α φορές μεγαλύτερον τοῦ ὄγκου τοῦ δεδομένου διαλύματος. Οὕτω π.χ. ἐν διάλυμα 8 ὀγκων δηλώνει ὅτι ἐξ ἑνὸς λίτρου διαλύματος προκύπτουν 10 λίτρα αἰρίου ὀξυγόνου ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας. Τὸ σύνθηες ὀξυγονοῦχον ὕδωρ (3% περίπου εἰς H_2O_2) εἶναι 10 ὀγκων.

18. ΑΛΑΤΟΓΟΝΑ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ

18.1 Ὡς *άλατογόνα*, ἢ *άλογόνα*, νοοῦνται τὰ στοιχεῖα φθόριον (F_2), χλώριον (Cl_2), βρώμιον (Br_2), ἰώδιον (I_2) καὶ ἄστατον (At_2). Ὁ χαρακτηρισμός των ὡς *άλατογόνων* ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι ἐνοῦνται εὐκόλως μὲ μέταλλα ἰδίως K, Na, Ca, Mg, καὶ δίδουν ἀμέσως *άλατα* παρεμφερῆ μάλιστα πρὸς τὸ κοινὸν *άλας* (NaCl).

Ἐκ τῶν *άλατογόνων* τὸ φθόριον καὶ τὸ χλώριον εἶναι ἀέρια ὑπὸ συνήθεις συνθήκας, τὸ βρώμιον ὑγρὸν, τὸ ἰώδιον καὶ τὸ ἄστατον στερεά. Τὸ τελευταῖον τοῦτο ἀνευρίσκεται εἰς ἱγνή δεδομένον ὅτι εἶναι ραδιενεργὸν μὲ πολὺ μικρὸν χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ. Τὸ σταθερώτερον ἰσότοπὸν του, τὸ $^{210}_{85}At$ ἔχει χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ 8 ὥρων περίπου καὶ μεταπίπτει τελικῶς εἰς μόλυβδον κατὰ τὰς ἀντιδράσεις

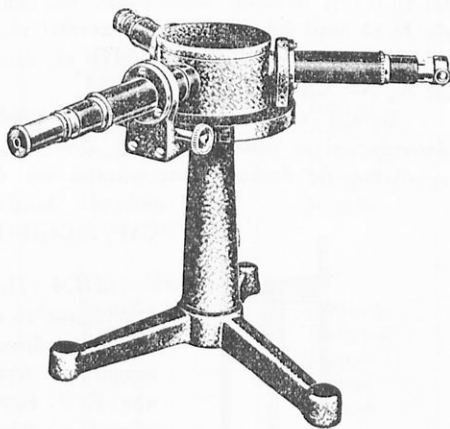


Ἐκ τῆς ἀσταθείας ταύτης προῆλθε καὶ ἡ ὀνομασία τοῦ ἐν λόγῳ στοιχείου, τοῦ ὁποῖου αἱ ἰδιότητες καθορίσθησαν κατ'ἐπέκτασιν πρὸς τὰς τοῦ ἰωδίου.

18.2 Τὰ *άλατογόνα*, ὡς ἀνήκοντα εἰς τὴν VII ὁμάδα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, παρουσιάζουν ὅλα τὴν αὐτὴν δομὴν εἰς τὰ ἠλεκτρόνια τῆς ἐξωτάτης στιβίδος των, ἦτοι 7 ὁλικῶς ἐξωτερικὰ ἠλεκτρόνια σθένους, διανεμημένα 2 εἰς μίαν πρώτην ὑποστιβίδα καὶ 5 εἰς μίαν δευτέραν.

Ὡς ἐκ τούτου ἔχουν σθένος κυρίως -1, ἀλλὰ καὶ +5 καὶ +7 ἀκόμη, ὡς ἐμφαίνεται εἰς τὰς ἐνώσεις τοῦ τύπου $HClO_3$ (ὅπου τὸ χλώριον εἶναι πεντασθενὲς ἠλεκτροθετικόν) καὶ $HClO_4$ (ὅπου τὸ χλώριον εἶναι ἑπτασθενὲς ἠλεκτροθετικόν).

Ἡ παρεμφερὲς ἠλεκτρονικὴ διανομὴ εἰς τὰ *άλατογόνα* συνεπάγεται καὶ ὁμοιότητα εἰς τὰ *φάσματα ἐκπομπῆς των*, μὲ χαρακτηριστικὰς διαφορὰς διὰ τῶν ὁποίων εἶναι δυνατόν νὰ ἀνιχνευθῇ ἐν *άλατογόνον* καί, ἐν τινι μέτρῳ, νὰ προσδιορισθῇ καὶ ποσοτικῶς.



Σχ. 18.2.1 Φασματοσκόπιον τοῦ τύπου Bunsen.

Ούτω τὸ F_2 ἐκπέμπει χαρακτηριστικὰ γραμμὰς εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ ἔρυνθρου, τὸ Cl_2 εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ ἰώδους, τὸ Br_2 εἰς τὰς περιοχὰς τοῦ κυανοῦ καὶ τοῦ ἔρυνθρου καὶ τὸ I_2 εἰς τὰς περιοχὰς τοῦ κυανοῦ, τοῦ πρασίνου καὶ τοῦ πορτοκαλλοχοῦ.

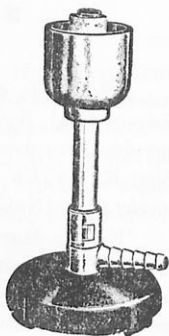
Πρὸς φασματοσκοπικὴν μελέτην τὰ ἀλατογόνα φέρονται ἐντὸς σωλῆνων ὑπὸ ἡλεκτρωμένην πίεσιν, διεγείρονται δι' ἡλεκτρικῆς ἐκκενώσεως καὶ ἐξετάζονται δι' εἰδικοῦ φασματοσκοπίου.

Φ Θ Ο Ρ Ι Ο Ν

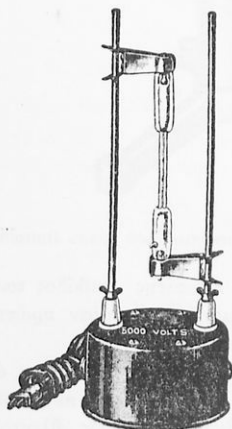
18.3 Τὸ φθόριον (F) ὑπάρχει εἰς τὴν φύσιν μόνον ὑπὸ μορφὴν ἐνώσεων καὶ εἶναι ἀρκούντως διαδεδομένον. Εἰς τὰ ἐπιφανειακὰ στοάματα πετρωμάτων ἀποτελεῖ τὸ 0,1% περίπου κατὰ βάρους τῆς ὅλης συστάσεως, εἰς δὲ τὰ ὅστ' αἰτοῦς ὁδόντας ἀποτελεῖ τὸ 0,3%.

Κυρίως ἀποτελεῖ ἄλατα τοῦ HF μὲ ἐλαφρὰ μέταλλα ὡς K, Na, Ca κλπ.

Μεταξὺ τῶν κυριωτέρων μορφῶν ὑπὸ τὰς ὁποίας ἀπαντᾷ εἶναι ἀξιοσημεῖωτος ὁ ἀργυροδάμας CaF_2 , ὁ κρυσθίθος ὡς διπλοῦν ἄλας νατρίου καὶ ἀργιλίου τοῦ τύπου $AlF_3 \cdot 3NaF$ καὶ ὁ ἀπατίτης ὡς διπλοῦν ἐπίσης αἰθῶν $CaF_2 \cdot 3Ca_3(PO_4)_2$.



Σχ. 18.2.2 Λύχνος φωταερίου εἰδικοῦ τύπου διὰ τὴν φασματοσκοπικὴν ἀνάλυσιν φλογός.



Σχ. 18.2.3 Σωλὴν περιέχων αἰμούς ὑπὸ ἡλεκτρωμένην πίεσιν.

18.4 Πρῶτος ὁ A.M. Ampère (1775 - 1836) ἀνεγνώρισε τὸ φθόριον ὡς νέον στοιχεῖον, ἡ παρασκευὴ του ὅμως καὶ ἡ ἀπομόνωσίς του εἰς καθαρὰν κατὰστασιν ὀφείλεται εἰς τὸν ἐπίσης γάλλον χημικὸν F. F. Henri Moissan (1852 - 1907) ὅστις παρεσκεύασε φθόριον δι' ἡλεκτρολύσεως φθοριούχου καλίου μὲ εἰδικὴν ἡλεκτρολυτικὴν κάμινον ὑπ' αὐτοῦ ἐπενοηθεῖσαν.

18.5 Σήμερον τὸ φθόριον παρασκευάζεται ἀποκλειστικῶς καὶ μόνον δι' ἡλεκτρολυτικῆς ὁδοῦ. Πρὸς τοῦτο ἡλεκτρολύεται τῆγμα φθοριούχου νατρίου ἢ καλίου συμφώνως πρὸς τὴν ἀντίδρασιν



παραλαμβάνεται δὲ τὸ φθόριον εἰς τὴν ἐξ ἀνθρακος ἄνοδον.

18.6 Τὸ φθόριον εἶναι, ὑπὸ συνήθεις συνθήκας, ἀέριον σῶμα ἄχρουν,

Π Ι Ν Α Ξ XVIII — 1

ΦΑΣΜΑΤΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΑΛΑΤΟΓΟΝΩΝ

(χαρακτηριστικά γραμμά με μίξη κύματος εις $\overset{\circ}{\text{A}}$)

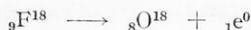
Στοιχεῖα	Χαρακτηριστικαὶ γραμμαὶ		
	$\overset{\circ}{\lambda}$ (A)	Περιοχὴ χρώματος	Ἔντασις
Φθόριον	3505,6	Ὑπεριώδης	
Φθόριον	3847,1	Ὑπεριώδης	
Φθόριον	5291,1	Πρασίνη	Μετρία
Φθόριον	6856,0	Πορτοκαλλ.	Ἰσχυρά
Φθόριον	6902,5	Ἐρυθρά	Μετρία
Φθόριον	7398,7	Ὑπερύθρος	
Χλώριον	3329,1	Ὑπεριώδης	
Χλώριον	3827,6	Ὑπεριώδης	
Χλώριον	4132,5	Ἰώδης	Ἰσχυρά
Χλώριον	4343,6	Κυανῇ	Ἀσθενής
Χλώριον	4572,1	Κυανῇ	Ἀσθενής
Χλώριον	4794,5	Κυανῇ	Ἰσχυρά
Χλώριον	5078,3	Πρασίνη	Μετρία
Χλώριον	7256,6	Ὑπερύθρος	
Βρώμιον	3914,3	Ὑπεριώδης	
Βρώμιον	4365,6	Κυανῇ	Ἀσθενής
Βρώμιον	4477,7	Κυανῇ	Ἀσθενής
Βρώμιον	4542,9	Κυανῇ	Μετρία
Βρώμιον	4785,5	Κυανῇ	Ἰσχυρά
Βρώμιον	4816,7	Κυανῇ	Ἰσχυρά
Βρώμιον	5054,6	Πρασίνη	Μετρία
Βρώμιον	5506,8	Πρασίνη	Μετρία
Βρώμιον	6350,7	Πορτοκαλλ.	Μετρία
Βρώμιον	6631,6	Ἐρυθρά	Μετρία
Βρώμιον	7348,6	Ὑπερύθρος	
Ἰώδιον	3940,3	Ὑπεριώδης	
Ἰώδιον	4452,9	Κυανῇ	Μετρία
Ἰώδιον	4862,3	Κυανῇ	Μετρία
Ἰώδιον	5119,3	Πρασίνη	Ἀσθενής
Ἰώδιον	5464,6	Πρασίνη	Ἰσχυρά
Ἰώδιον	5496,9	Πρασίνη	Ἰσχυρά
Ἰώδιον	6082,5	Πορτοκαλλ.	Ἰσχυρά
Ἰώδιον	6958,8	Ἐρυθρά	Ἰσχυρά
Ἰώδιον	7469,1	Ὑπερύθρος	

μέ ελαφρὰν ἀπόχρωσιν πρὸς τὸ ἀνοιχτοκίτρινον, ἐντόνου χαρακτηριστικῆς ἐρεθιστικῆς ὁσμῆς.

Ἡ πυκνότης του, ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας θερμοκρασίας 0°C καὶ πίεσεως 760 mmHg, ἀνέρχεται εἰς 1,696 gr/lit. Εἶναι ἀέριον βαρύτερον τοῦ ἀέρος κατὰ 1,33 φορές περίπου.

Υγροποιεῖται εἰς τοὺς $-188,3^{\circ}\text{C}$ καὶ στερεοποιεῖται εἰς τοὺς -223°C . Εἰς τὸ ὕδωρ διαλύεται ἐν ἀφθονίᾳ προκαλεῖ ὅμως ἀποσύνθεσιν.

18.7 Τὸ ἄτομον τοῦ φθορίου ἀπαντᾷται ὑπὸ μορφήν τεσσάρων διαφόρων ἰσοτόπων καὶ μάλιστα ${}^9\text{F}^{17}$, ${}^9\text{F}^{18}$, ${}^9\text{F}^{19}$ καὶ ${}^9\text{F}^{20}$. Ἐξ αὐτῶν μόνον τὸ ${}^9\text{F}^{19}$ ἀποτελεῖ τὸ 100%, πρακτικῶς, τοῦ ὑπάρχοντος εἰς τὴν φύσιν φθορίου, τὰ ὑπόλοιπα, ραδιενεργά, εὐρίσκονται εἰς ἔχνη μόνον. Εἰς τοῦτο συντελεῖ ἐπὶ πλέον καὶ ὁ μικρὸς χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ τῶν ἀσταθῶν ἰσοτόπων. Τὸ περισσότερον μακρόβιον εἶναι τὸ ἰσότοπον ${}^9\text{F}^{18}$ τὸ ὁποῖον δίδει ποζιτρόνια



μέ χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ μόλις 112 πρώτων λεπτῶν.

18.8 Ἀπὸ ἀπόψεως χημικῶν ιδιοτήτων τὸ φθόριον εἶναι *ἰσχυρὸν ὀξειδωτικὸν* ὥς παρουσιάζον μεγίστην τάσιν προσλήψεως ἐνὸς ἡλεκτρονίου

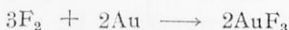


εἰς τοῦτο δὲ ἔγκειται καὶ ἡ ἔντονος ἀποσύνθεσις τοῦ ὕδατος



Ἡ ἰσχυρὰ ὀξειδωτικὴ δρᾶσις ἐπανξάνεται καὶ ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι μέρος τοῦ παραγομένου ὀξυγόνου ἐκλύεται ὑπὸ μορφήν ατομικοῦ (O), μέρος δὲ ὑπὸ μορφήν ὀζοντος (O_3).

Ὡς ὀξειδωτικὸν τὸ φθόριον προσβάλλει ὅλα τὰ μέταλλα συμπεριλαμβανομένων καὶ τῶν εὐγενῶν, ὥς π.χ.



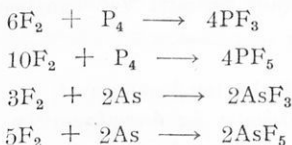
Ἐπίσης ἀντιδρᾷ μέ πολλὰ ἀμέταλλα, ὥς π.χ. μέ τὸ θεῖον δίδει τελικῶς τριοξειδίου τοῦ θείου



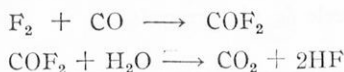
Ὁμοίως ἀντιδρᾷ μέ τὸν ἀνθράκα καὶ δίδει τελικῶς διοξειδίου



Με φωσφόρον, αρσενικόν, ὡς καὶ με ἀντιμόνιον καὶ βισμούθιον δίδει φθορωμένα προϊόντα ὡς π.χ.



Με μονοξειδίον τοῦ ἀνθρακος δίδει, ἐμμέσως, διοξειδίον κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



Με ἀμμωνίαν προκαλεῖ ἐκλυσιν ἀερίου ἀζώτου



18.9 Ἀξιοσημείωτος εἶναι ἡ δράσις τοῦ φθορίου ἐπὶ τῶν *ἐνώσεων τοῦ πυριτίου*, τὰς ὁποίας καὶ προσβάλλει, εἰς τοῦτο δὲ ὀφείλεται καὶ ἡ *φθορὰ τῆς ὑάλου*, ὡς πυριτικῆς ἐνώσεως, ὑπὸ τοῦ στοιχείου φθορίου.

Μεταβάλλει τὸ SiO_2 εἰς τετραφθοριούχον πυρίτιον



καὶ τὰ πυριτικά ἄλατα εἰς φθοριοπυριτικά π.χ.



18.10 Ἀπὸ ἀπόψεως *χρήσεων* τὸ φθόριον εὐρίσκει σήμερον ἐφαρμογὴν εἰς τὴν παρασκευὴν μεγάλης ποικιλίας ὀργανικῶν ἐνώσεων ὡς εἶναι τὸ διχλωροδιφθορομεθάνιον (fréon) τύπου CF_2Cl_2 , χρησιμοποιούμενον ὡς ὑγρὸν πρὸς παραγωγὴν ψύχους δι' ἐκτονώσεως.

Χ Λ Ω Ρ Ι Ο Ν

18.11 Τὸ χλώριον (Cl) ὑπάρχει εἰς τὴν φύσιν μόνον ἡνωμένον καὶ εἶναι διαδεδομένον περισσότερον ἀπὸ ὅλα τὰ ἁλτογόνα, καθ' ὅσον ἀποτελεῖ τὰ 0,2% περίπου εἰς τὰ συστατικά τοῦ γηίνου φλοιοῦ, συμπεριλαμβανομένης καὶ τῆς θαλάσσης.

Κυρίως ἀνευρίσκεται ὑπὸ μορφὴν χλωριούχου νατρίου NaCl εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ, ἀλλὰ ἀκόμη καὶ ὑπὸ ἄλλας μορφάς.

Ὡς ὀρυκτὸν NaCl ἀποτελεῖ μεγάλα σχετικῶς κοιτάσματα τοῦ λεγομένου ὀρυκτοῦ ἁλτος.

Σημαντικαὶ προελεύσεις χλωρίου εἶναι ἐπίσης τὰ ὀρυκτὰ συλβίνης KCl καὶ καρναλλίτης ὡς διπλοῦν ἄλλας καλίον καὶ μαγνησίον $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Εἰς μικρότερα ποσὰ τὸ χλώριον ἀποτελεῖ καὶ ὑποχλωριώδεις ἐνώσεις ὡς εἶναι π.χ. τὰ NaClO καὶ KClO .

18.12 Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ χλωρίου ὀφείλεται εἰς τὸν Scheele, ὁ ὁποῖος ἐθεώρησε κατ' ἀρχάς (1774) τὸ χλώριον ὡς **ἀποφλογισθὲν** σπῖρτο τοῦ ἁλατος, δηλαδὴ ὡς ὕδροχλωρίον (σπῖρτο τοῦ ἁλατος) ἀπὸ τὸ ὁποῖον ἀφηρέθη τὸ φλογιστικὸν στοιχείον.

Μόνον μετὰ παρέλευσιν 36 ἐτῶν ὁ Davy, τὸ 1810, ἐθεώρησε τὸ ἀποφλογισθὲν τοῦτο ἄεριον τοῦ Scheele ὡς νέον στοιχείον.

18.13 Τὸ χλώριον **παρασκευάζεται βιομηχανικῶς** καὶ εἰς μεγάλα ποσὰ δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ χλωριούχου νατρίου εἰς κατάστασιν τήγματος



Κατὰ τὴν ἀντίδρασιν ταύτην τὸ μὲν χλώριον παραλαμβάνεται ὡς ἄεριον, μέσῳ ἀνόδου σχήματος κώδωνος, τὸ δὲ νάτριον μεθ' ὕδατος σχηματίζει κανστικὸν νάτριον NaOH . Ἡ χρησιμοποίησις τήγματος, ἀντὶ διαλύματος, ἀποβλέπει εἰς τὴν ἀποφυγὴν συμπαρασκευῆς αερίου ὀξυγόνου εἰς τὴν ἄνοδον. Οὕτω, ἐνῶ μὲ διάλυμα ἁλατος περιεκτικότητος 2% παράγεται ἄεριον εἰς τὴν ἄνοδον μὲ σύστασιν, κατ' ὄγκον, 80% εἰς ὀξυγόνον καὶ 20% εἰς χλώριον, μὲ καθαρὸν τήγμα παράγεται ἄεριον ἀποτελούμενον ἀπὸ Cl_2 κατὰ 100%.

18.14 Ἄλλη **βιομηχανικὴ** μέθοδος παρασκευῆς χλωρίου εἶναι ἡ δι' ἀπ' εὐθείας ὀξειδώσεως τοῦ HCl ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ὀξυγόνου



Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην (μέθοδον τοῦ Deacon) παρασκευάζοντο κατὰ τὸ παρελθὸν αἰσθηταὶ ποσότητες χλωρίου, μὲ χρῆσιν καταλλήλων καταλυτῶν.

Σήμερον ἡ ἠλεκτρολυτικὴ μέθοδος ἐξετόπισε, εἰς τὴν βιομηχανίαν, τὴν μέθοδον τῆς ἀπ' εὐθείας ὀξειδώσεως, ἔνεκα τοῦ χαμηλοῦ κόστους τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.

18.15 Ἐργαστηριακῶς τὸ χλώριον παρασκευάζεται δι' ὀξειδώσεως τοῦ HCl , ὡς διαλύματος ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος, μὲ ὀξειδωτικά.

Οὕτω π.χ. παράγεται χλώριον ἀπὸ HCl καὶ πυρολουσίτην διὰ θερμάνσεως



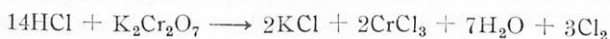
Ἐπίσης ἀπὸ HCl καὶ ὑπερμαγγανικὸν κάλι



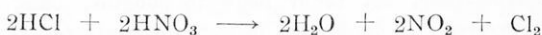
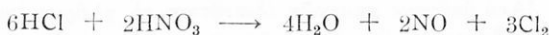
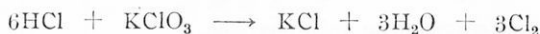
ἢ HCl καὶ χρωμικὸν κάλι



ἢ HCl καὶ διχρωμικὸν κάλι

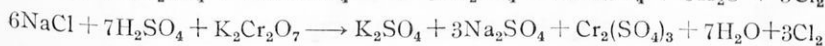
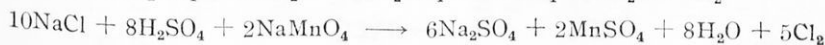
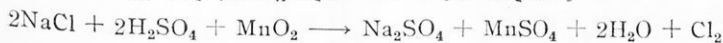


Γενικῶς πᾶν ὀξειδωτικὸν θερμαινόμενον μετὰ διάλυμα HCl δίδει ἀέριον χλώριον ὡς π.χ.



18.16 Εὐχερέστερον παρασκευάζεται τὸ χλώριον οὐχὶ δι' ἀπ' ἐνθιᾶς ὀξειδώσεως τοῦ HCl ὑπὸ ὀξειδωτικοῦ, ἀλλὰ διὰ ταυτοχρόνου παραγωγῆς HCl ἀπὸ ἓν χλωριούχον ἄλας (π.χ. NaCl) παρουσίᾳ θειικοῦ ὀξέος.

Οὕτω π.χ. παράγεται χλώριον κατὰ τὰς ἀντιδράσεις:



18.17 Δι' ἀντικαταστάσεως μετὰ ἄλλο ἄλατογόνον τὸ χλώριον παράγεται μόνον μέσῳ τοῦ φθορίου



Τοῦτο ὁμῶς δὲν ἀποτελεῖ συμφέρουσαν παρασκευήν.

18.18 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ιδιοτήτων* τὸ χλώριον εἶναι, ὑπὸ συνήθεις συνθήκας, στοιχεῖον ἀέριον, πρασίνου χρώματος, ἐντόνου χαρακτηριστικῆς ἐρεθιστικῆς ὁσμῆς.

Ἡ πυκνότης του, ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας, ἀνέρχεται εἰς 3,168 gr/lit. Εἶναι ἀέριον βαρύτερον τοῦ ἀέρος κατὰ 2,36 φορές περίπου.

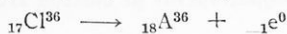
Υγροποιεῖται εἰς τοὺς $-34,7^\circ\text{C}$ καὶ στερεοποιεῖται εἰς τοὺς $-102,1^\circ\text{C}$ εἶναι δηλαδή ἀέριον ὀλιγότερον πτητικὸν τοῦ φθορίου. Εἰς τὸ ὕδωρ διαλύεται ἀρκούντως καὶ ἀποτελεῖ τὸ λεγόμενον *χλωριούχον ὕδωρ*. Ἡ διαλυτότης του, εἰς τοὺς 20°C καὶ ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρας, φθάνει τὰ 0,09 mol/lit ἤτοι τὰ 6,39 gr/lit.

Ἐν ἀερίῳ καταστάσει σχηματίζει μόρια διατομικὰ τοῦ τύπου Cl_2 .

18.19 Τὸ ἄτομον τοῦ χλωρίου ἀπαντᾷ ὑπὸ μορφὴν ἑπτὰ διαφόρων ἰσοτόπων καὶ συγκεκριμένους ^{33}Cl , ^{34}Cl , ^{35}Cl , ^{36}Cl , ^{37}Cl , ^{38}Cl , ^{39}Cl .

Ἐξ αὐτῶν τὰ ἰσότοπα μετὰ μαζικοὺς ἀριθμοὺς 35 καὶ 37 ἀποτελοῦν τὸ σύνολον πρακτικῶς τοῦ ὑπάρχοντος εἰς τὴν φύσιν χλωρίου καὶ μάλιστα τὸ χλώριον—35 ἀποτελεῖ τὰ 75,4% τὸ δὲ χλώριον—37 τὰ ἐπύλοιπα 24,6%.

Τὰ ἄλλα ἰσότοπα εἶναι ραδιενεργά, μὲ περισσότερον μακρόβιον τὸ χλώριον—36 ($T = 2.10^6$ ἔτη) τὸ ὁποῖον ἀποσυντίθεται κατὰ διττὸν τρόπον, δίδον καὶ σωματίδια βῆτα (ἠλεκτρόνια) καὶ ποζιτρόνια κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



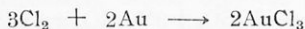
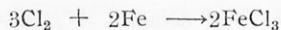
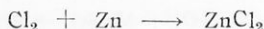
Τὰ ὑπόλοιπα ἰσότοπα εἶναι πολὺν βραχύβια.

18.20 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* τὸ χλώριον χαρακτηρίζεται ὡς ἰσχυρὸν *ὀξειδωτικόν*, ὅχι τόσον ὅσον τὸ φθόριον, ὅμως περισσότερον τῶν λοιπῶν ἀλατογόνων. Ἡ ὀξειδωτικὴ δρᾶσις του ὁφείλεται εἰς τὴν ἔμμεσον ἔκλυσιν ὀξυγόνου

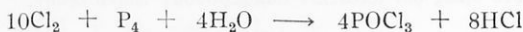


μέγα μέρος τοῦ ὁποῖου ἐμφανίζεται ὑπὸ μορφὴν ἀτομικοῦ ὀξυγόνου.

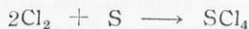
Μὲ ὅλα τὰ μέταλλα σχηματίζει χλωριούχα ἄλατα ὡς π.χ.



Ἀντιδρᾷ μὲ τὰ περισσότερα ἀμέταλλα, ὡς π. χ. μὲ φωσφόρον, μὲ σχηματισμὸν ἐνδιαμέσων ὀξυχλωριούχων ἐνώσεων



Μὲ θειὸν δίδει καὶ ὀξειδία καὶ χλωριούχους ἐνώσεις, ὡς



Ἀντιδρᾷ μὲ μονοξείδιον τοῦ ἀνθρακος καὶ δίδει, ἐμμέσως, φωσγένιον, COCl_2 , μὲ τελικὸν προϊὸν CCl_4 ἢ CO_2 ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν

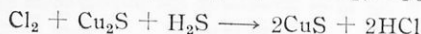
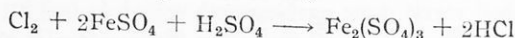
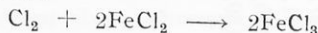


Ὁξειδώνει ἄλατα ὑποσιδήρου, ὑποχαλκοῦ κλπ πρὸς ἄλατα μετάλλων ἀνω-

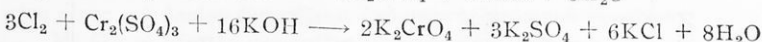
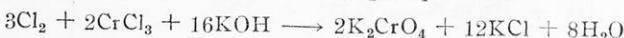
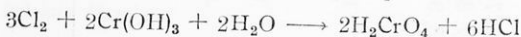
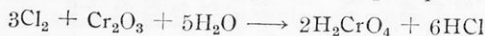
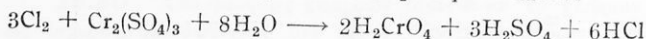
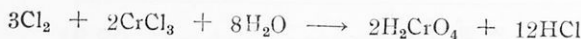
ΠΙΝΑΞ XVIII — 2
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΛΑΤΟΓΟΝΩΝ

	Φθόριον F_2	Χλωρίον Cl_2	Βρώμιον Br_2	Ίώδιον I_2
Ατομικὸν βάρος (MAM χημ. κλίμακος)	19,000	35,460	79,916	126,92
Ατομικὸς ἀριθμὸς (Z)	9	17	35	53
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ ἰσοτόπων	17, 18, 19, 20	33, 34, 35, 36, 37, 38, 39	75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88	124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140
Μοριακὸν βάρος (MAM χημ. κλίμακος)	38,000	70,920	159,832	253,84
Πυκνότης ἀτμῶν (VKΣ) εἰς gr/lit	1,696	3,168	—	—
Σχετ. πυκνότης ὡς πρὸς τὸν ἀέρα	1,33	2,36	—	—
Φυσικὴ κατάστασις	ἀέριον	ἀέριον	ὑγρὸν	στερεὸν
Σημεῖον ζέσεως — ὑγροποιήσεως ($^{\circ}C$)	— 188,3	— 34,4	58,0	183
Σημεῖον τήξεως — πήξεως ($^{\circ}C$)	— 223	— 102,1	— 7,3	113
Διαλυτότης εἰς τὸ ὕδωρ ($^{\circ}/_{100}$) εἰς 20 $^{\circ}C$	∞	6,39	32	0,25
Κρίσιμος θερμοκρασία ($^{\circ}C$)	....	144	302	553
Διάμετρος ἀτόμου (εἰς Å)	1,36	1,94	2,26	2,70

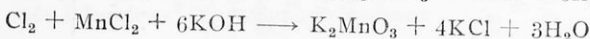
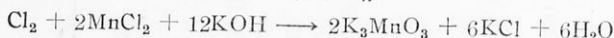
τέρου σθένους ὡς π.χ.



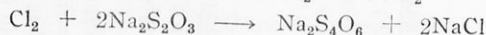
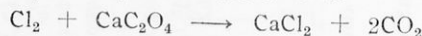
*Αξιοσημείωτος εἶναι ἡ δράσις τοῦ χλωρίου ἐπὶ ἐνώσεων τοῦ χρωμίου, με σχηματισμὸν χρωμικοῦ ὀξέος, ἐν ὧν περιβάλλοντι, χρωμικοῦ δὲ ἁλατος, ἐν ἀλκαλικῷ, π. χ.



Κατὰ παρεμφερῆ τρόπον ὀξειδοῦνται αἱ ἐνώσεις τοῦ δισθενοῦς μαγγανίου πρὸς τοιαύτας τοῦ τρισθενοῦς, τοῦ τετρασθενοῦς, τοῦ πεντασθενοῦς, τοῦ ἑξασθενοῦς καὶ τοῦ ἑπτασθενοῦς, ὡς π.χ.



18.21 Ὡς ὀξειδωτικὸν ἐπίσης ἀντιδρᾶ λίαν εὐκόλως με ἀναγωγικὰ ὡς π. χ. :



Τὴν ἀμμωνίαν ὀξειδώνει πρὸς ἀμμωνιακὸν ἅλας με ἔκλυσιν ἀερίου ἀζώτου



Δι' ἐντόνον δράσεως ἢ ὀξείδωσις αὕτη δίδει ὡς προῖον ἀέριον χλωριοῦχον ἄζωτον



18.22 Με διαλύματα κανστικῶν ἀλκαλίων τὸ χλώριον δίδει χλωριοῦχα καὶ ὑποχλωριώδη, ἢ χλωρικά, ἅλατα. Ὑποχλωριώδη παράγονται κατὰ τὴν δρᾶ-

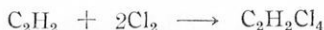
σιν χλωρίου ἐν ψυχρῷ ἐπὶ ἀραιῶν διαλυμάτων



ἀντιθέτως, παράγονται χλωρικά ἄλατα κατὰ τὴν δρασὶν ἐν θερμῷ ἐπὶ πυκνῶν διαλυμάτων



Ἰδιαζούσης φύσεως εἶναι ἡ ἐπίδρασις τοῦ χλωρίου ἐπὶ *ὀργανικῶν ἐνώσεων*, ἰδίως ἀκορέστων, ὅτε δίδει προϊόντα προσθήκης ὡς π. χ.



ἢ ἐπὶ ὠρισμένων κεκορεσμένων ἐνώσεων ὡς π. χ. ἐπὶ τοῦ μεθανίου μεθ' οὗ ἀντιδρῶ κατὰ τὸν γενικὸν τύπον



ὅπου διὰ $x = 1, 2, 3$ ἢ 4 προκύπτουν ἀντιστοίχως αἱ ἐνώσεις CH_3Cl , CH_2Cl_2 , CHCl_3 καὶ CCl_4 .

18.23 Τὸ χλώριον χρησιμοποιεῖται, ἔνεκα τῆς ὀξειδωτικῆς του δράσεως, ὡς ἀποστειρωτικὸν καὶ λευκαντικόν. Οὕτω τὸ *πόσιμον ὕδωρ χλωριοῦται* κατὰ κανόνα πρὸς καταστροφὴν τῶν ἐν αὐτῷ ὑπαρχόντων μικροοργανισμῶν. Πολλοὶ ὑφάνισμοι ἔλαι ἀποκοτῶν λευκὸν χρῶμα διὰ χλωρίου, ὃ δὲ χαρτοπολτὸς συνήθως λευκαίνεται ἀποκλειστικῶς καὶ μόνον με χλώριον.

Τὸ χλώριον χρησιμοποιεῖται ἐπίσης διὰ τὴν παρασκευὴν ὀργανικῶν χρωμάτων, ἐκρηκτικῶν ὑλῶν καὶ ἀνοργάνων ἐνώσεων ὡς π. χ. ὑποχλωριωδῶν ἁλάτων. Ὡς στοιχεῖον φέρεται κατὰ τὸ πλείστον ἐντὸς σιδηρῶν ὀβίδων ὑπὸ πίεσιν.

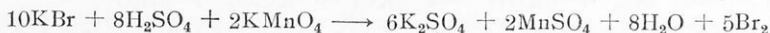
18.24 Τὸ ἐλεύθερον χλώριον (Cl_2) ἀνιχνεύεται, καὶ προσδιορίζεται ποσοτικῶς διὰ χρωματομετρικῆς ὁδοῦ, με ὀργανικὴν τινα ἔνωση, ἡ ὁποία καλεῖται ὀρθοτολιδίνη. Με τὴν ἔνωση ταύτην τὸ Cl_2 δίδει χροαὶν κιτρίνην πρὸς τὸ καστάνιον τόσον ἐντονωτέραν ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ εἰς χλώριον περιεκτικότης.

Β Ρ Ω Μ Ι Ο Ν

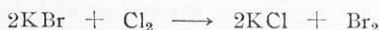
18.25 Τὸ βρώμιον (Br) ἀποτελεῖ, ἠνωμένον, τὸ 0,001% κατὰ βάρος τοῦ γῆινου φλοιοῦ. Ἀνευρίσκεται ὡς ἄλλας καλίου καὶ νατρίου KBr , NaBr , ὡς ἄλλας ἀργύρου AgBr , συνηθέστερον ὅμως ὑπὸ μορφὴν πολλαπλῶν ἁλάτων ὡς εἶναι τὸ λεγόμενον βρωμοῦχον ἄλας τῆς Στασφούρης ἢ καρναλλίτης διὰ βρωμίου $\text{KBr} \cdot \text{MgBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Τὸ βρώμιον ἀνευρίσθη ὡς στοιχεῖον ὑπὸ τοῦ Carl Loewig (1803 - 1890), ὃ ὅποιος, τὸ 1825, ἀπεμόνωσε ἐν καθαρῷ καταστάσει τὸ Br, χωρὶς ὅμως ν' ἀνακοινώσῃ τὴν ἀνακάλυψίν του. Οὕτω φέρεται ὡς πρῶτος ἀπομονώσας τὸ στοιχεῖον τοῦτο ὁ γάλλος A. J. Balard (1802 - 1876), ὃ ὅποιος τὸ 1826 ἀνεκοίνωσε τὴν ἀνακάλυψίν του εἰς τὸ περιοδικὸν Annales de Chimie et de Physique.

18.26 Τὸ βρώμιον *παρασκευάζεται κατὰ παρεμφερεῖς πρὸς τὸ χλώριον τρόπους*, ἥτοι δι' ὀξειδώσεως μίγματος βρωμιούχου ἄλατος (π.χ. KBr) καὶ θεικοῦ ὀξέος, παρουσίᾳ ὀξειδωτικῶν μέσων (ὡς π.χ. MnO₂, K₂CrO₄ κλπ.). Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι

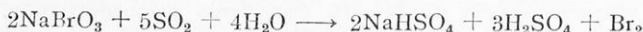


Τὸ χλώριον, ὡς ἰσχυρότερον τοῦ βρωμίου, ἐκτοπίζει τοῦτο ἀπὸ τὰς ἐνώσεις του δι' ἀντικαταστάσεως



Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην παρασκευάζεται συνήθως τὸ βρώμιον *βιομηχανικῶς*.

Εἰς μικρὰ ποσὰ παράγεται βρώμιον ἀπὸ βρωμικά ἄλατα, δι' ἀναγωγῆς ὡς π.χ.



18.27 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ιδιοτήτων*, τὸ βρώμιον εἶναι βαρὺ ὑγρὸν, χρώματος βαθέος λαμπροῦ ἐρυθροῦ, ἐντόνως ἀτμίζον. Ἡ ὁσμὴ του, ἐντόνως χαρακτηριστική, ὁμοιάζει πρὸς τὴν τοῦ χλωρίου.

Τὸ βρώμιον καὶ ὁ ὑδράργυρος εἶναι τὰ μόνα ὑγρά στοιχεῖα εἰς θερμοκρασίαν κανονικῶν συνθηκῶν.

Ὡς ὑγρὸν ἔχει πυκνότητά 3,18 gr/cm³ καὶ διαλύεται, ἐντὸς ὕδατος, εἰς ἀναλογίαν 32⁰/₁₀₀ εἰς τοὺς 20° C ὅτε σχηματίζει τὸ βρωμιούχον ὕδωρ. Εἰς τοὺς -7,3° C στερεοποιεῖται, εἰς δὲ τοὺς 58° C ζεεῖ σχηματίζον ἀτμοὺς ἐρυθροῦ χρώματος, προκαλοῦντας ἐντονώτατον ἐρεθισμόν καὶ ἐπὶ τῆς ἐπιδερμίδος καὶ κατὰ τὴν ἔστω καὶ ἐλαχίστην εἰσπνοήν.

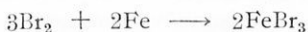
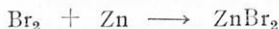
Τὰ διὰ βρωμίου ἐγκαύματα εἶναι λίαν ἐπώδυνα καὶ θεραπεύονται βραδύτατα.

18.28 Εἶναι γνωστὰ σήμερον 13 διάφορα ἰσότοπα τοῦ βρωμίου ἀπὸ ³⁵Br⁷⁵ μέχρι καὶ ³⁵Br⁸⁸, ἐξ αὐτῶν ὅμως μόνον τὰ μὲ μαζικοὺς ἀριθμοὺς 79 καὶ 81 εἶναι σταθερά, ὅλα τὰ ἄλλα εἶναι ραδιενεργὰ καὶ ἀποδίδουν ἢ σωματίδια βῆτα ἢ ποζιτρόνια μεταπίπτοντα, ὡς ἐκ τούτου, εἰς ἰσότοπα τοῦ κρυπτοῦ (³⁶Kr) ἢ τοῦ σεληνίου (³⁴Se). Ἡ ἰσοτοπικὴ σύνθεσις τοῦ βρωμίου εἶναι 50,5% εἰς βρώμιον -79 (δηλαδὴ ³⁵Br⁷⁹) καὶ 49,5% εἰς βρώμιον -81, ἥτοι τὸ ἥμισυ περίπου τῶν ἀτόμων τοῦ βρωμίου ἔχει μαζικὸν ἀριθμὸν 79 καὶ τὸ ἄλλο ἥμισυ μαζικὸν ἀριθμὸν 81.

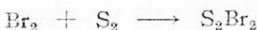
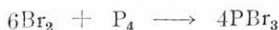
18.29 Αἱ *χημικαὶ ιδιότητες* τοῦ βρωμίου εἶναι ὅμοιαι πρὸς τὰς τοῦ χλωρίου, μὲ μικροτέραν ὁμως ἰσχύν. Οὕτω π.χ. τὸ As καὶ τὸ Sb δὲν ἀντιδρῶν μὲ βρώμιον, ἐνῶ ἀντιδρῶν μὲ χλώριον καὶ φθόριον.

Ἐπίσης δὲν ἀντιδρᾷ μὲ Br τὸ διοξειδίου τοῦ θείου εἰ μὴ μόνον ὑπὸ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν.

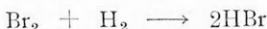
Ἀντιθέτως τὰ περισσότερα μέταλλα σχηματίζουν βρωμιούχους ἐνώσεις, π.χ.



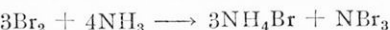
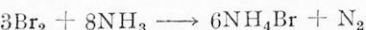
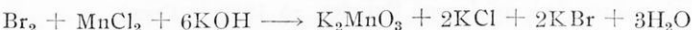
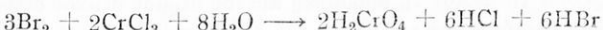
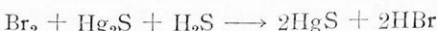
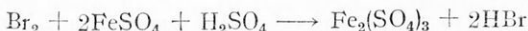
Ὅμοίως μὲ φωσφόρον καὶ θεῖον



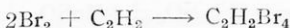
Μὲ ὑδρογόνον ἀντιδρᾷ ἐντόνως σχηματίζον ἄεριον ὑδροβρώμιον



Ἀντιδρᾷ μὲ εὐοξειδωτὰ ἄλατα ὡς καὶ μὲ τυπικῶς ἀναγωγικὰ μέσα, π.χ.

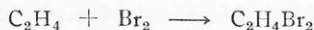


18.30 Αἱ ἀντιδράσεις μὲ τὰ *καυστικὰ ἀλκάλια* εἶναι παρεμφερεῖς πρὸς τὰς τοῦ χλωρίου (βλ. § 18.22), τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μὲ τὰς ἀντιδράσεις μὲ ὀργανικὰς ἐνώσεις. Οὕτω π.χ.



18.31 Μεταξὺ τῶν χρήσεων τοῦ βρωμίου σημαντικὴ εἶναι ἡ παρασκευὴ τοῦ *αιθυλενοβρωμίδιον*. Τὸ αἰθυλενοβρωμίδιον, ἡ συμμετρικὸν διβρωμοαιθάν

νιον, είναι ένωσης του τύπου $C_2H_4Br_2$ και παράγεται δια προσθήκης βρωμίου επί του αιθυλενίου



Η σημασία του $C_2H_4Br_2$ έγκειται εις τὸ γεγονός ὅτι ἀποτελεῖ, σήμερον, ἀπαραίτητον συστατικὸν τῶν βενζινῶν, καθ' ὅσον ἀπομακρύνει τὰς σκωρίας ἀπὸ τὸ ἐσωτερικὸν τῶν θαλάμων τῶν βενζινομηχανῶν.

Ἐπίσης τὸ βρώμιον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν χρωμάτων, φαρμάκων καταπραϋντικῶν, φωτογραφικῶν γαλακτωμάτων (AgBr) κλπ.

ΙΩΔΙΟΝ

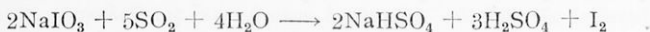
18.32 Ἐκ τῶν συνήθων ἀλατογόνων (F, Cl, Br καὶ I) τὸ ἰώδιον (I) ἀποτελεῖ τὸ ὀλιγώτερον διαδεδομένον εις τὴν φύσιν, καθ' ὅσον εις τὸν ἐξώτατον γήινον φλοιὸν ἀνευρίσκεται εις ἀναλογίαν κάτω τοῦ 0,00095%. Ἀποτελεῖ συνήθως ἰωδικὰς ἐνώσεις, ὡς $NaIO_3$, ὡς προσμίξεις ἐντὸς τῶν κοιτασμάτων τοῦ νίτρου τῆς Χιλῆς ($NaNO_3$) ἢ τοῦ νίτρου τῶν Ἰνδιῶν (KNO_3). Ἐντὸς τοῦ θαλάσσιου ὕδατος ἐμπεριέχεται καὶ ὑπὸ μορφὴν NaI καὶ MgI_2 .

18.33 Παρασκευάσθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ γάλλου φαρμακοποιοῦ Bernard Courtois (1777 - 1838), ὅστις, τὸ 1811, ἐκ τοῦ ἄλμολόιπου τῶν φυκῶν, περιέχοντος KBr , παρέλαβε τὸ ἰώδιον τῇ προσθήκῃ πυκνοῦ θερμοῦ θεικοῦ ὀξέος.

Ὡς στοιχεῖον ἐθεωρήθη ὑπὸ τοῦ Davy (τὸ 1818) καί, ἀνεξαρτήτως αὐτοῦ, ὑπὸ τοῦ Gay - Lussac. Ὡς φάρμακον κατὰ τοῦ ὑπερθυρεοειδισμοῦ ἐχρησιμοποιεῖται τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ ἱατροῦ Coindet, τὸ 1820 ἐν Γενεύῃ.

18.34 Τὸ ἰώδιον *παρασκευάζεται βιομηχανικῶς* ἀπὸ τὸ $NaIO_3$ τὸ λαμβανόμενον ὡς παραπροϊὸν τοῦ νίτρου τῆς Χιλῆς.

Ἡ παρασκευὴ ἐπιτυγχάνεται δι' ἀναγωγικῆς ὁδοῦ μὲ διοξειδίου τοῦ θείου ἢ θειώδη ἅλατα, ὡς π.χ.



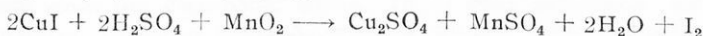
Ἑργαστηριακῶς παρασκευάζεται κατὰ μεθόδους παρεμφερεῖς πρὸς τὰς τοῦ Cl_2 καὶ τοῦ Br_2 , ἀπὸ ἰωδιοῦχα ἅλατα δι' ὀξειδώσεως, π.χ.



Ἐπίσης *ἐκ τῶν φυκῶν* ἐξάγεται ὑπὸ μορφὴν ἰωδιούχον νατρίου, τὸ ὁποῖον μετατρέπεται κατ' ἀρχὰς εις ἀδιάλυτον ἰωδιούχον ὑποχλωρῶν, παρουσίᾳ ἀναγωγικῶν μέσων



Ἀκολουθῶς ὁ CuI , ὡς ἀδιάλυτος, παραλαμβάνεται καὶ ὀξειδοῦται πρὸς ἰώδιον παρουσίᾳ ὀξειδωτικῶν, ὡς π.χ.

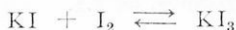


18.35 Ἀπὸ τὰς ἰωδιούχους ἐνώσεις ἐλευθεροῦται ἰώδιον τῇ ἐπιδράσει ἰσχυροτέρων ἀλατογόνων, ὡς π.χ.



18.36 Τὸ ἰώδιον εἶναι σῶμα *στερεόν* κρυσταλλικόν, σχηματίζει καστανομέλας λαμπροὺς κρυστάλλους τοῦ ρομβικοῦ συστήματος, μεταλλικῆς λάμψεως.

Εἰς τὴν λάμπην ταύτην ὀφείλεται καὶ ἡ ὀνομασία τοῦ καθαροῦ ἰωδίου ὡς μεταλλικοῦ ἰωδίου. Τίθεται εἰς τοὺς 113°C καὶ ζέει εἰς τοὺς 183°C , ἔνεκα ὅμως ὑπερπήξεως ἐξαχνοῦται ἀπ' εὐθείας εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν καὶ σχηματίζει ἀτμούς ἰώδους χρώματος. Ἔχει χαρακτηριστικὴν ὁσμὴν, ὀλιγότερον ἐρεθιστικὴν τῆς τῶν λοιπῶν ἀλατογόνων, ἔχει πυκνότητα $4,93 \text{ gr/cm}^3$ καὶ διαλύεται ὀλίγον ἐντὸς τοῦ ὕδατος ($0,25\%$ εἰς τοὺς 20°C). Ἀντιθέτως διαλύεται ἐνκόλως ἐντὸς ὕδατικοῦ διαλύματος ἰωδιούχου καλίου, τοῦτο δὲ ὀφείλεται εἰς τὸν σχηματισμὸν τῆς ἀσταθοῦς ἐνώσεως KI_3 κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Ἐντὸς οἶνοπνεύματος διαλύεται εὐχερέστερον μέχρις ἀναλογίας 20% περίπου, ἰδίως ὅταν εἰς τὸ οἶνόπνευμα περιέχεται καὶ ὀλίγον KI .

Τὸ οἶνοπνευματικὸν διάλυμα, **βάμμα ἰωδίου**, ἔχει χρῶμα καστανὸν γεγονὸς τὸ ὅποιον ὀφείλεται εἰς ἀσθενῆ ἔνωσιν τοῦ I_2 μὲ τὸ οἶνόπνευμα.

Τὰ μόρια τοῦ ἰωδίου εἶναι συνήθως διατομικά (I_2), εἰς ὑψηλὴν ὅμως θερμοκρασίαν (ἄνω τῶν 700°C) εἶναι μονοατομικά (I).

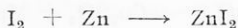
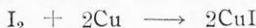
18.37 Τοῦ ἰωδίου εἶναι γνωστὰ δεκαεπτὰ ἰσότοπα, ἀπὸ τὸ $^{53}\text{I}^{124}$ μέχρι τὸ $^{53}\text{I}^{140}$.

Πλὴν τοῦ $^{53}\text{I}^{127}$, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖ πρακτικῶς τὸ 100% τῶν ὑπαρχόντων ἀτόμων, ὅλα τὰ ἄλλα ἰσότοπα εἶναι ραδιενεργὰ ἀποδίδοντα σωματίδια βῆτα ἢ ποζιτρόνια μὲ σχηματισμὸν, ἀντιστοίχως, ἰσοτόπων τοῦ ξένου (^{54}Xe) ἢ τοῦ τελλουρίου (^{52}Te).

18.38 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ἰδιοτήτων* καὶ ἰωδίου εἶναι ὀξειδωτικὸν ὅπως τὰ ἄλλα ἀλατογόνα. Ἐξαιρουμένου τοῦ ἀστάτου, (At) θεωρεῖται ὡς τὸ ἥπιότερον ὀξειδωτικόν, μὲ ὀξειδωτικὴν δράσιν ὀφειλομένην καὶ πάλιν εἰς τὴν ἕμμεσον ἐπίδρασιν τοῦ ὕδατος.

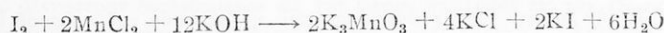
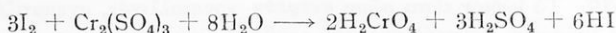
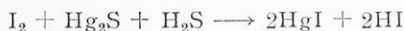
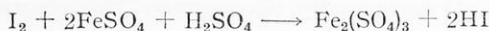


Προσβάλλει τὰ μέταλλα καὶ δίδει ἄλλατα ἰωδιοῦχα, ὡς π. χ.

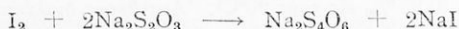
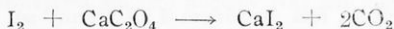


Δὲν ἀντιδρᾷ μὲ φωσφόρον, οὔτε μὲ θεῖον, οὔτε μὲ CO ἢ SO_2 ὅπως τὰ F_2 , Cl_2 καὶ Br_2 . Ἐπίσης, ὑπὸ ἡπίας συνθήκας, δὲν προσβάλλει τὴν ἀμμωνίαν.

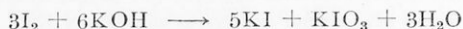
Ἀντιθέτως προκαλεῖ εὐκόλως ὀξειδώσεις ἐνώσεων ὑποσιδήρου, ὑφωδραργύρου, χρωμίου καὶ μαγγανίου ὡς π.χ.



Ἀντιδρᾷ ἐπίσης μὲ εὐπαθῆ ἀναγωγικὰ ὡς π.χ.



Μὲ διαλύματα καυστικῶν ἀλκαλίων δρᾷ κατὰ τρόπους παρεμφερεῖς πρὸς τὰς ἀντιστοιχοῦς ἀντιδράσεις μὲ χλώριον, ὡς π.χ.



Μὲ ὀργανικὰς ἐνώσεις ἀντιδρᾷ ποικιλοτρόπως, μὲ ἀκορεστοὺς δὲ δίδει προϋόντα προσθήκης, ὡς ἐπὶ παραδείγματι μὲ τὸ αἰθυλένιον

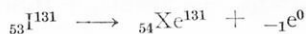


18.39 Ἰδιαζούσης σημασίας εἶναι ἡ ἀντίδρασις τοῦ ἰωδίου μὲ διάλυμα ἀμύλου. Ἰζην ἰωδίου προκαλοῦν *κνανῆν χρῶσιν ἐπὶ διαλύματος ἀμύλου*. Ἡ ἀντίδρασις εἶναι λίαν εὐαίσθητος καὶ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἀνίχνευσιν ἰωδίου καὶ εἰς περιεκτικότητα ἀκόμη ἴσην πρὸς 1/5.000.000.

18.40 Τὸ ἰώδιον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν πολλῶν ἐνώσεων ὀργανικῶν καὶ ἀνοργάνων, ὡς ἰωδιοφορμίου CHI_3 , ἰωδιούχων ἁλάτων KI , NaI , AgI . Εὐρυτάτη εἶναι ἐπίσης ἡ χρῆσις τοῦ ἰωδίου διὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ **βάμματος**, ἥτοι διαλύματος ἐντὸς οἶνοπνεύματος μὲ μικρὰν πρὸςμειν ἰωδιούχου καλίου, χρυσοῦ ὡς ἀντισηπτικοῦ.

Μεγάλην σημασίαν ἔχει, ἀπὸ ἀπόψεως ἱατρικῶν ἐφαρμογῶν, ἐν **ραδιενεργὸν ἰσότοπον τοῦ ἰωδίου**, τὸ ἰώδιον — 131 ($_{53}\text{I}^{131}$). Διὰ παρασκευῆς ἰωδιούχων παρασκευασμάτων περιεχόντων ὀλίγον ραδιενεργὸν ἰώδιον δύναται νὰ ἐπιτευχθῇ

ἀφ' ἐνὸς μὲν ἢ διάγνωσις καὶ ὁ ἐντοπισμὸς κακοήθων ὄγκων, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἡ θεραπεία νόσων τοῦ θυρεοειδοῦς ἀδένος. Τὸ ἐν λόγῳ ραδιενεργὸν ἰσότοπον ἀποσυντίθεται, μὲ χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ 8 ἡμερῶν, δίδον σωματίδια βῆτα πρὸν σταθερὸν ἀέριον ξένον, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Ἡ μεταστοιχείωσις αὕτη συνοδεύεται ὑπὸ ἐντόνου σχετικῆς **ἀκτινοβολίας γάμμα**, εἰς τὴν ὁποίαν θρεΐλεται ἡ διαγνωστικὴ καὶ ἡ θεραπευτικὴ δρᾶσις.

Α Σ Τ Α Τ Ο Ν

18.40 Τὸ στοιχεῖον μὲ ἀτομικὸν ἀριθμὸν 85 (ἄστατον) ἀνευρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ὡς προϊόν μεταστοιχειώσεων εἰς ποσὰ μὴ ἀνιχνεύσιμα, ἔνεκα τοῦ ταχυτάτου τῆς ἀποσυνθέσεώς του. Παρεσκευάσθη τὸ πρῶτον τεχνητῶς ὑπὸ ομάδος ἐπιστημόνων μὲ ἐπὶ κεφαλῇ τὸν Ἰταλὸν ἐρευνητὴν Ε. Segrè, τὸ 1940 ἐν ΗΠΑ, διὰ βομβαρδισμοῦ τοῦ βισμούθιου μὲ ἀκτίνες ἄλφα



Διὰ μελέτης τῶν φυσικοχημικῶν ἰδιοτήτων τοῦ εὐρέθη ὅτι τὸ στοιχεῖον τοῦτο διαφέρει σαφῶς πρὸς τὰ λοιπὰ ἄλατογόνα. Οὕτω ἔχει ἔντονον ἠλεκτροθετικὸν χαρακτήρα, ὀξειδοῦται ὑπὸ τῶν λοιπῶν ἄλατογόνων καὶ σχηματίζει ὀξειδία τοῦ τύπου At_2O_5 καὶ At_2O_7 .

Ἀπὸ φυσικῆς ἀπόψεως εἶναι σῶμα στερεόν, ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἐξαχνοῦται ὡς περίπου τὸ ἰώδιον.

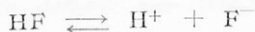
Ἰσότοπα τοῦ ἀστατίου εἶναι σήμερον γνωστὰ περὶ τὰ δέκα, μὲ μαζικοὺς ἀριθμοὺς μεταξὺ 207 καὶ 218.

Υ Δ Ρ Α Λ Ο Γ Ο Ν Α

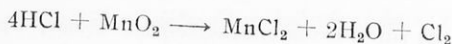
18.41 Ὡς **ὕδραλογόνα** χαρακτηρίζονται αἱ ὕδρογονοῦχοι ἐνώσεις τῶν ἄλατογόνων HF, HCl, HBr καὶ HI. Αἱ ἐνώσεις αὗται παρουσιάζουν ὠρισμένα κοινὰ γνωρίσματα ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν καὶ χημικῶν ἰδιοτήτων ὡς καὶ ἀπὸ ἀπόψεως γενικῶν μεθόδων παρασκευῆς.

Εἶναι σώματα **ἀέρια**, ἄχρσα, διαλυτὰ εἰς τὸ ὕδωρ, ἐρεθιστικῆς ὁσμῆς καὶ ὀξίνου γεύσεως.

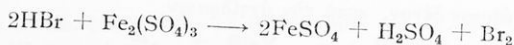
Ἐντὸς ὕδατος διίστανται εἰς ἰόντα καὶ ὡς ἐκ τούτου χαρακτηρίζονται ὡς **ὀξέα**, οὕτω π.χ.



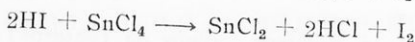
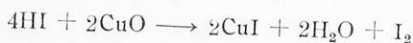
Εἶναι σώματα **εὐοξειδωτα**, πλὴν τοῦ HF, ἡ δὲ ἀναγωγικὴ τῶν δρᾶσις αὐτῆς ἀπὸ τοῦ HCl πρὸς τὸ HI. Οὕτω ἐνῶ τὸ HF δὲν ὀξειδοῦται, τὸ HCl ὀξειδοῦται ὑπὸ ἰσχυρῶν ὀξειδωτικῶν



τὸ ὑδροβρώμιον ὀξειδοῦται καὶ παρουσιάζει ἀσθενῶν ὀξειδωτικῶν ὡς π. χ. θειικοῦ σιδήρου

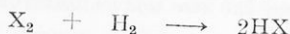


τέλος δὲ τὸ ὑδροϊώδιον ὀξειδοῦται καὶ ὑπὸ τοῦ ατμοσφαιρικοῦ ὀξυγόνου καὶ δρᾷ ὡς κατ' ἐξοχὴν ἀναγωγικὸν σῶμα, ὡς



18.42 Τὰ ὑδραλογόνα εἶναι δυνατὸν νὰ παρασκευασθοῦν κατὰ δύο γενικούς τρόπους. Ἀφ' ἑνὸς δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως τῶν συνιστῶντων στοιχείων, ἀφ' ἑτέρου ἐκ τῶν ἀντιστοιχῶν ἀλάτων τῇ ἐπιδράσει ἰσχυρῶν μὴ πτητικῶν ὀξέων.

Οὕτω πᾶν ἀλατογόνον (X_2) ἐνοῦται, ὡς ὀξειδωτικόν, ἀπ' εὐθείας μὲ τὸ ὑδρογόνον κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



ὡς π. χ.



Ἄλλη γενικὴ μέθοδος εἶναι ἡ ἀντικατάστασις τοῦ μετάλλου ἀντιστοιχῶν ἀλάτων, κυρίως ἀλάτων ἐλαφρῶν μετάλλων, ὑπὸ τοῦ ὑδρογόνου ὀξέος ἰσχυροῦ καὶ μὴ πτητικοῦ ὡς H_2SO_4 κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



Κατὰ τὴν ἀντίδρασιν ταύτην ἐν θερμῷ προκύπτουν συνήθως οὐδέτερα θεικὰ ἄλατα, ἐνῶ ἐν ψυχρῷ ὤξινά, ὡς π. χ.



Ἐκτὸς ἀπὸ τὰς γενικὰς ταύτας μεθόδους τὰ ὑδραλογόνα παρασκευάζονται καὶ κατὰ εἰδικούς τρόπους δι' ἕκαστον ὡς π. χ. ἀπὸ φωσφορούχους ἢ ὀργανικὰς ἐνώσεις.

Π Ι Ν Α Ξ Χ V Ι Ι Ι — 3
Ι Δ Ι Ο Τ Η Τ Ε Σ Υ Δ Ρ Α Λ Ο Γ Ο Ν Ω Ν

Ἰ δ ι ό τ η τ ε ς	HF	HCl	HBr	HI
Μοριακὸν βάρος (ΜΑΜ χημικῆς κλίμακος)	20,008	36,465	80,924	127,918
Σημεῖον ὑγροποιήσεως (°C)	19,4	— 83,7	— 67	— 36
Σημεῖον πήξεως (°C)	—92,3	—114,0	— 87	— 51
Διαλυτότης ἐντὸς ὕδατος εἰς 20°C καὶ 760 mm Hg (κατὰ βάρος)	35,3	42	49	57
Πυκνότης ἀερίου ΥΚΣ (εἰς gr/lit)	0,921	1,639	3,50	5,66
Σχετ. πυκνότης ὡς πρὸς τὸν ἀέρα (ΥΚΣ)	0,7	1,2	2,7	4,3
Ἐνέργεια συνδέσεως (kcal/mol)	134	102	86	70
Μέση πυκνότης ὑγροῦ HX (εἰς gr/cm³)	0,987 (0°C)	1,19 (— 86°C)	2,77 (— 67°C)	2,85 (— 47°C)

ΥΔΡΟΦΘΟΡΙΟΝ

18.43 Τὸ *ὕδροφθόριον* (HF) ἀνευρίσκεται εἰς τὴν φύσιν κυρίως ὡς ἄλας τοῦ ἀσβεστίου, ὡς ἀργυροδάμας (φθορίτης) CaF_2 , ὑπὸ μορφὴν κρυστᾶλλον τοῦ κυβικοῦ συστήματος μετὰ ὑαλώδη λάμψιν.

18.44 Παρασκευάζεται συνήθως ἀπὸ CaF_2 τῇ ἐπιδράσει θεικοῦ ὀξέος



ἢ καὶ δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως τῶν στοιχείων του



Π Ι Ν Α Ξ ΧVΙΙΙ — 4
ΑΖΕΟΤΡΟΠΙΚΑ ΜΙΓΜΑΤΑ ΥΔΡΑΛΟΓΟΝΩΝ
(σταθεροῦ σημείου ζέσεως ὑπὸ 760 mm Hg)

	HF	HCl	HBr	HI
Περιεκτικότης κατὰ βάρος	35,35 %	20,24 %	47 %	57 %
Πυκνότης (gr/cm ³)	1,14	1,10	1,49	1,70
Σημεῖον ζέσεως (°C)	120°	110°	126°	127°

18.45 Ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν ιδιοτήτων τὸ HF εἶναι σῶμα ἀέριον ἄχρουν, ἀτμίζον, ἐντόνου ἐρεθιστικῆς ὁσμῆς, διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Εἰς τοὺς 19,4°C ὑγροποιεῖται καὶ εἰς τοὺς — 92,3 στερεοποιεῖται. Τὸ ὕδατικὸν διάλυμά του περιεκτικότητος 35,35 % εἶναι ἀξιοσημείωτον ὥς ἀποτελοῦν ὑγρὸν μὲ σταθερὸν σημεῖον ζέσεως εἰς τοὺς 120°C (ἄζεοτροπικὸν μίγμα).

18.46 Ἀπὸ ἀπόψεως χημικῶν ιδιοτήτων τὸ HF εἶναι πρακτικῶς ἀνοξεῖ-δωτον, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὰ ἄλλα ὑδραλογόνα.

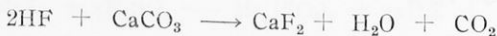
Τὸ ὕδατικὸν διάλυμά του συμπεριφέρεται ὡς ὀξὺ καὶ καλεῖται *ὕδροφθορικὸν ὀξύ*, ἔνεκα τοῦ ἰοντισμοῦ



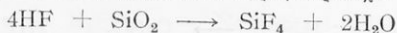
Ὡς ὀξὺ ἀντιδρᾷ μὲ βάσεις καὶ μεταλλοξειδία, ὡς π. χ.



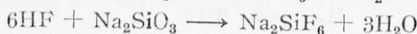
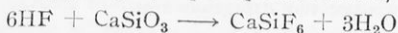
ἀντιδρᾷ ἐπίσης μὲ ἄλατα ἰδίως ἀσθενῶν καὶ μέσων ὀξέων, ὡς π. χ.



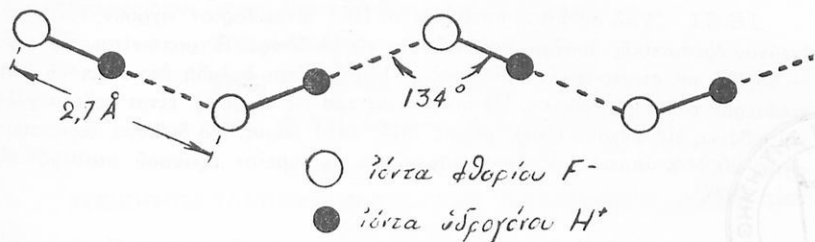
18.47 Ὅπως τὸ F₂ οὕτω καὶ τὸ HF *προσβάλλει τὸ πυρίτιον καὶ τὰς ἐνώσεις αὐτοῦ*, τοῦτο δὲ ἀποτελεῖ χαρακτηριστικὴν διαφορὰν ἀπὸ τὰ ἄλλα ἀλατογόνα. Οὕτω μὲ τὸ SiO₂ σχηματίζει τετραφθοριοῦχον πυρίτιον



μὲ τὰ πυριτικά ἄλατα σχηματίζει φθοριοπυριτικά τοιαῦτα, ὡς π. χ.



Ὡς ἐκ τούτου ἡ *θάλος*, συγκειμένη ἐκ πυριτικῶν ἀλάτων, *καταστρέφεται* ὑπὸ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑδροφθορίου.



18.46.1 Τὰ μόρια τοῦ ὑδροφθορίου HF πολυμερίζονται, διὰ δευτερευόντων σθενῶν, σχηματίζοντα αλύσεις τοῦ γενικοῦ τύπου $(HF)_x$.

18.48 Τὸ ὑδροφθόριον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ποικίλσιν τῆς ὑάλου, ἢ ὁποία προσβάλλεται ἀναλόγως τοῦ χρόνου ἐκθέσεώς της εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἀτμῶν τοῦ HF . Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης διὰ τὴν παρασκευὴν φθοριούχων ἀλάτων ὡς καὶ ὁργανικῶν ἐνώσεων.

Ὡς διαλύμα φυλάσσεται ἐντὸς εἰδικῶν φιαλῶν ἐκ καταλλήλου πλαστικῆς ὕλης.

Υ Δ Ρ Ο Χ Λ Ω Ρ Ι Ο Ν

18.49 Τὸ *ὑδροχλωρίον* (HCl) ἀνευρίσκεται εἰς τὴν φύσιν κυρίως ὑπὸ μορφὴν χλωριούχου νατρίου $NaCl$ ἐν διαλύσει εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ. Ὑπὸ μικροτέραν ἀναλογίαν ἀποτελεῖ ἅλατα καλίου, ασβεστίου καὶ μαγνησίου, ἥτοι KCl , $CaCl_2$, $MgCl_2$.

18.50 Παρασκευάζεται κυρίως ἀπὸ τὸ μαγειρικὸν ἅλας τῇ ἐπιδράσει θεικοῦ ὀξέος ὁπότε ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν συμπιράγεται καὶ ὄξινον ἢ οὐδέτερον θεικὸν ἅλας.

Συγκεκριμένως εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, $350^{\circ}C$ περίπου, παράγεται οὐδέτερον ἅλας κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



εἰς χαμηλοτέραν ὁμως θερμοκρασίαν παράγεται ὄξινον ἅλας συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν



Παρασκευάζεται ἐπίσης κατὰ τὴν ἀπ' εὐθείας ἔκθεσιν τῶν στοιχείων του

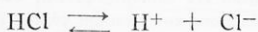


καθόσον ἡ χημικὴ συγγένεια μεταξὺ ὑδρογόνου καὶ χλωρίου εἶναι πολὺ μεγάλη.

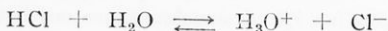
Τοῦτο ἐμφαίνεται ἐκ τοῦ ὅτι ἡ ἐνέργεια συνδέσεως ἀνέρχεται εἰς 102.000 cal/mol, ἐνῶ εἰς τὸ ὑδροϊώδιον φθάνει μόλις τὰς 70.000 cal/mol.

18.51 Ὑπὸ συνήθεις συνθήκας τὸ HCl εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἀμίζον, ἐντόνου ἐρεθιστικῆς ὁσμῆς, λίαν διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Ὑγροποιεῖται εἰς τοὺς $-83,7^{\circ}\text{C}$ καὶ στερεοποιεῖται εἰς τοὺς -114°C , εἶναι δηλαδὴ ἀέριον πολὺ πτητικώτερον τοῦ ὑδροφθορίου. Ἡ διαλυτότης του εἰς τὸ ὕδωρ εἶναι πολὺ μεγάλη καὶ φθάνει, εἰς ψυχρὸν ὕδωρ, μέχρις 80% κατὰ βάρος. Τὸ διάλυμα περιεκτικότητος 20,24% ἀποτελεῖ ἀξοτροπικὸν μίγμα μὲ σημεῖον βρασμοῦ σταθερὸν εἰς τοὺς 110°C .

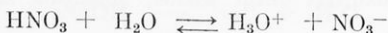
18.52 Τὸ HCl ὡς διάλυμα συμπεριφέρεται ὡς δξύ, φέρεται δὲ τότε συνήθως ὡς *ὕδροχλωρικὸν δξύ*



Ἡ μεγάλη σχετικῶς ηλεκτρολυτικὴ διάστασις του καὶ ἡ μεγάλη, ὡς ἐκ τούτου, ἰσχὺς του ὠδήγησαν τὸ πρῶτον εἰς τὴν ὑπόνοιαν ὅτι τὸ κατιὸν ὑδρογόνου H^{+} δὲν προκύπτει ἀπλῶς ἀπὸ τὴν διάσπασιν τοῦ μορίου τοῦ HCl διὰ παρεμβολῆς τῶν μορίων τοῦ ὕδατος, ἀλλ' ἀπὸ τὴν προσρόφησίν του ὑπὸ τῶν μορίων τοῦ ὕδατος μὲ σχηματισμὸν ἑνὸς συνθέτου ἰόντος H_3O^{+} τὸ ὁποῖον καλεῖται *ὕδρονιον* ἢ ὀξόνιον. Οὕτω ἡ ὀξινος ἀντίδρασις δὲν θεωρεῖται ὀφειλομένη εἰς τὸ κατιὸν H^{+} ἀλλ' εἰς τὸ H_3O^{+} τὸ σχηματιζόμενον κατὰ τὴν ἀντίδρασιν

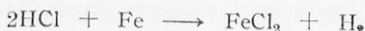


Σήμερον θεωρεῖται ὀρθὴ ἡ ἄποψις περὶ ἰόντος H_3O^{+} δι' ὅλα τὰ ὀξέα, ὡς π. χ.

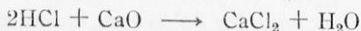


πλὴν ὅμως διὰ λόγους ἀπλότητος διατηρεῖται ἡ παλαιὰ γραφὴ τοῦ κατιόντος H^{+} ἀντὶ τοῦ H_3O^{+} , δεδομένου ὅτι κατ' οὐδὲν μεταβάλλεται ἡ ἐρμηνεία τῶν χημικῶν φαινομένων.

Ὡς ἰσχυρὸν δξύ τὸ ὑδροχλωρικὸν προσβάλλει πολλὰ μέταλλα ὑπὸ ἔκλυσιν ὑδρογόνου, ὡς π. χ.

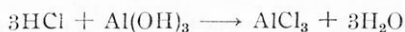


ἀντιδρᾶ μὲ μεταλλοξειδία καὶ δίδει ἄλατα, ὡς π. χ.





Με βάσεις δίδει επίσης άλατα με έντονον εκλυσιν θερμότητας



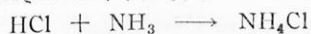
Π Ι Ν Α Ξ XVIII — 5

ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

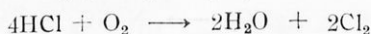
(HCl) ΕΙΣ 20°C

Περιεκτιζό- της (εις % κατά βάρος)	Πυκνότης gr/cm³	Περιεκτιζό- της (εις gr/lit)	Βαθμοί Beaumé	Περιεκτιζό- της (εις % κατά βάρος)	Πυκνότης gr/cm³	Περιεκτιζό- της (εις gr/lit)	Βαθμοί Beaumé
1	1,0032	10,03	0,5	22	1,1083	243,8	14,2
2	1,0082	20,16	1,2	24	1,1187	268,5	15,4
4	1,0181	40,72	2,6	26	1,1290	293,5	16,6
6	1,0279	61,67	3,9	28	1,1392	319,1	17,7
8	1,0376	83,01	5,3	30	1,1493	344,8	18,8
10	1,0474	104,7	6,6	32	1,1592	371,3	19,9
12	1,0574	126,9	7,9	34	1,1691	397,6	21,0
14	1,0675	149,5	9,2	36	1,1789	424,4	22,0
16	1,0776	172,4	10,4	38	1,1885	451,6	23,0
18	1,0878	195,8	11,7	40	1,1980	479,2	24,0
20	1,0980	219,6	12,9	42	1,2083	502,3	21,1

Με τήν άμμωνίαν αντιδρά έντόνως, με σχηματισμόν καπνοῦ εκ χλωριούχου άμμωνίου, και εις άνυδρον άκόμη μορφήν

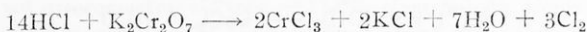


Τò HCl **δξειδούται** προς ὕδωρ και χλώριον κατά τò σχήμα

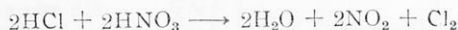
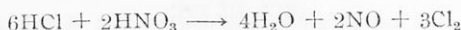


ή δξειδωσις όμως αυτή δεν είναι πολύ εύκολος και επιτυγχάνεται με ισχυρά κυ-

οίως οξειδωτικά ὡς εἶναι τὰ χρωμικά, τὰ διχρωμικά καὶ τὰ υπερμαγγανικά ἅλατα κλπ

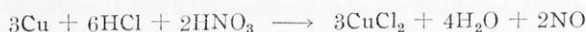


18.53 Μὲ νιτρικὸν ὀξὺ δίδει ἐπίσης χλώριον κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



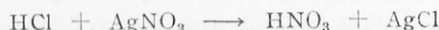
Παρουσία ἀναγωγικῶν ἰδίως σωμάτων καὶ εἰς κατάστασιν διαλύματος ἐπικρατεῖ ἡ ἀποσύνθεσις μὲ ἔκλυσιν οξειδίου τοῦ ἁζώτου (NO), ὁπότε ἡ εἰς μοῖ ἀναλογία ὑδροχλωρίου πρὸς νιτρικὸν ὀξὺ εἶναι ἴση μὲ 3 : 1.

Ὑπὸ τὴν ἀναλογίαν ταύτην (3 : 1) τὸ μῖγμα φέρεται ὡς *βασικὸν ὕδωρ* καὶ ἀποτελεῖ ἄριστον διαλυτικὸν μέσον, δι' οξειδωτικῆς ὁδοῦ, διὰ τὰ μέταλλα, ἰδίως διὰ τὰ εὐγενῆ, ὡς π.χ.



18.54 Τὸ ὑδροχλώριον χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα συνήθως ὑπὸ μορφὴν πυκνοῦ ὕδατικοῦ διαλύματος, εὐρίσκει δὲ μεγάλην ἐφαρμογὴν εἰς τὴν βιομηχανικὴν καὶ τὴν ἀναλυτικὴν χημεῖαν. Εἰς τὴν βιομηχανίαν χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν ἁλάτων, διὰ τὴν καθάρισιν καὶ διάλυσιν μετάλλων, διὰ τὴν παρασκευὴν ἀσθενῶν ὀξέων ἐκ τῶν ἁλάτων τῶν κλπ. Εἰς τὴν ἀναλυτικὴν χημεῖαν ἀποτελεῖ θεμελιῶδες ἀντιδραστήριον τόσον εἰς τὴν ποιοτικὴν ἀνάλυσιν, ὅσον καὶ εἰς τὴν ὀγκομετρικὴν ποσοτικὴν ἀνάλυσιν.

18.55 Τὸ HCl καὶ γενικῶς τὰ ἰόντα χλωρίου Cl^- ἀνιχνεύονται τῇ ἐπιδράσει νιτρικοῦ ἀργύρου



ὁπότε σχηματίζεται λευκὸν ἕξημα χλωριούχου ἀργύρου.

ΥΔΡΟΒΡΩΜΙΟΝ

18.56 Τὸ *ὕδροβρωμίον* (HBr) ἀνευρίσκεται ὑπὸ μορφὴν ἀλάτων ὡς KBr, CaBr₂ κλπ.

Παρασκευάζεται κατὰ μεθόδους παρεμφερεῖς πρὸς τὰς τοῦ HCl.

Οὕτω σχηματίζεται δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως τῶν στοιχείων του

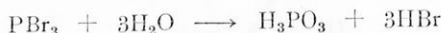


ἢ ἐκ τῶν ἀλάτων του τῇ ἐπιδράσει ἀραιῶν οὐχὶ ἰσχυρῶν ὀξέων ὡς



Ἡ παρουσία πυκνῶν ὀξέων, ἰδίως θειικοῦ, πρέπει ν' ἀποφεύγηται καθόσον τὸ HBr εἶναι λίαν εὐοξειδωτόν.

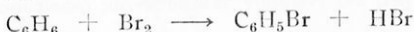
Τῇ ἐπιδράσει βρωμίου ἐπὶ φωσφόρου σχηματίζεται HBr δι' ὕδρολύσεως τοῦ ἐνδιαμέσως σχηματιζομένου τριβρωμιούχου φωσφόρου



Συνήθης παρασκευή εἶναι ἡ ἐπίδρασις βρωμίου ἐπὶ εὐοξειδωτῶν ὕδρογονούχων ἐνώσεων, ὡς ὕδροθειοῦ



ἢ ἐπὶ ἀρωματικῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων, ὡς βενζολίου



κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



18.57 Τὸ HBr εἶναι ἀέριον πολὺ ὅμοιον πρὸς τὸ HCl ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν ἰδιοτήτων, εἶναι δὲ κατὰ τι περισσότερον εὐδιάλυτον.

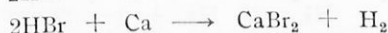
Ἀζεοτροπικὸν μίγμα σχηματίζει ὡς διάλυμα περιεκτικότητος 47% κατὰ βάρος μὲ σημεῖον ζέσεως 126°C.

18.58 Ὡς διάλυμα ἀποτελεῖ τὸ *ὕδροβρωμικόν ὀξὺς*



ἀσθενέστερον τοῦ ὕδροχλωρικοῦ.

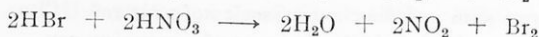
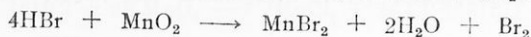
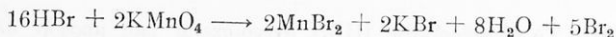
Ἀντιδρᾷ ὡς ἐκ τούτου μὲ μέταλλα



ἀντιδρᾷ μὲ βάσεις καὶ μεταλλοξειδία



Είναι περισσότερον ευοξειδωτον από τὸ HCl καὶ ὀλιγώτερον τοῦ HI , ὡς π.χ.



Ἡ κυριώτερα χρῆσις τοῦ ὑδροβρωμίου εὐρίσκεται εἰς τὰς ἐφαρμογὰς του εἰς τὴν ποιοτικὴν ἀναλυτικὴν χημείαν.

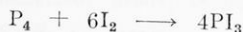
ΥΔΡΟΪΩΔΙΟΝ

18.59 Καὶ τὸ *ὑδροϊώδιον* (HI) εὐρίσκεται, ὡς καὶ τὰ λοιπὰ ὑδραλογόνα, μόνον ὑπὸ μορφὴν ἀλάτων ἰδίως KI , MgI_2 εἰς θαλάσσια φιντά.

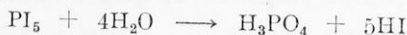
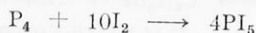
Παρασκευάζεται κατὰ τρόπους ὁμοίους πρὸς τοὺς τοῦ ὑδροβρωμίου, ἥτοι δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως τῶν στοιχείων



δι' ἐμμέσου χρήσεως φωσφόρου



μὲ παραγωγὴν, ἐν μέρει, καὶ ἐνώσεων πεντασθενοῦς φωσφόρου



Παρασκευάζεται ἐπίσης καὶ μέσῳ ἀρωματικῶν ὑδρογονανθράκων κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



ὡς π.χ. μὲ ναφθαλίνιον



18.60 Κατὰ τὰς φυσικὰς του ιδιότητας τὸ HI κατ' οὐδὲν σχεδὸν διαφέρει τοῦ HCl ἢ τοῦ HBr .

Σχηματίζει ἄζεοτροπικὸν μίγμα εἰς ἀναλογίαν διαλύματος 57% μὲ σημεῖον ζέσεως 127°C .

Ὡς δὲ *ὑδροϊωδιδόν*

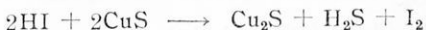
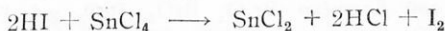


ἀντιδρᾶ ὅπως καὶ τὸ HBr , εἶναι ὅμως πολὺ περισσότερον *ἀναγωγικόν*, οὕτω π.χ. ἀντιδρᾷ μὲ ὀξειδωτικά

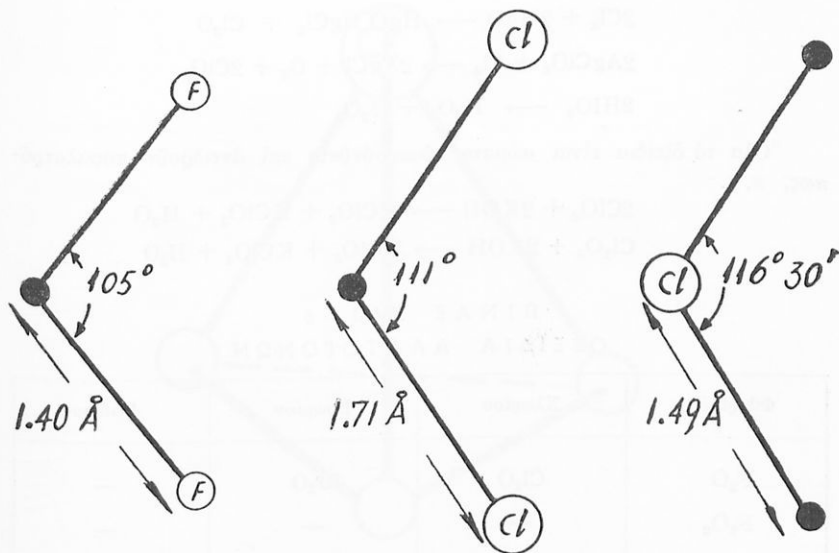




Ελαττώνει τὸ σθένος μετάλλων ἀνωτέρου σθένους ἀλάτων



Χαρακτηριστικαὶ εἶναι αἱ ἀντιδράσεις τοῦ HI μετ' ὀργανικὰς ἐνώσεις διὰ τὴν συνθετικὴν παρασκευὴν ἰωδοπαραγώγων.



● : ἄτομα ὀξυγόνου

Σχ. 18.62.1 Στερεοχημικοὶ τύποι τῶν ὀξειδίων F_2O , Cl_2O καὶ ClO_2 .

ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΕΝΩΣΕΙΣ

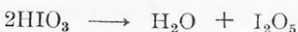
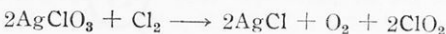
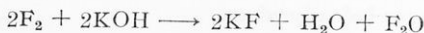
18.61 Ἐκτὸς ἀπὸ τὰ ὕδραλογόνα εἶναι ἀξιοσημεῖοι καὶ ἄλλαι πολλαὶ ἐνώσεις τῶν ἀλατογόνων.

Μεταξὺ αὐτῶν πρωτεύουσιν θέσιν κατέχει τὸ *χλωριούχον νάτριον*, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ καὶ τὸ κύριον ἅλας τοῦ θαλασσίου ὕδατος ὅπου περιέχεται εἰς ποικίλην ἀναλογία. Τὸ NaCl , καλούμενον καὶ μαγειρικὸν ἅλας, ἐξάγεται εἴτε ἐκ τοῦ θαλασσίου ὕδατος εἰς τὰς ἀλικὰς εἴτε ὡς ὀρυκτόν.

Ἀποτελεῖ κύριον ἄρτυμα καὶ συντηρητικὸν τῶν τροφίμων, εἰς τὴν ἱατρικὴν χρησιμοποιεῖται ὡς διάλυμα ὑπὸ μορφὴν φυσιολογικοῦ ὁρροῦ.

18.62 Μεταξὺ τῶν ὀξειδίων εἶναι ἀξιοσημεῖωτα δύο *ὀξείδια τοῦ φθορίου*, τὰ F_2O καὶ F_2O_2 , τέσσαρα *ὀξείδια τοῦ χλωρίου* Cl_2O , ClO_2 , Cl_2O_6 , Cl_2O_7 , τρία *ὀξείδια τοῦ βρωμίου* Br_2O , BrO_2 , BrO_3 καὶ ἓν καὶ μόνον *ὀξείδιον τοῦ ἰωδίου* I_2O_5 .

Ἐξ αὐτῶν τὰ F_2O , Cl_2O , ClO_2 καὶ I_2O_5 παρασκευάζονται ἀντιστοιχῶς ὡς κάτωθι :



Ὅλα τὰ ὀξείδια εἶναι σώματα εὐαποσύνθετα καὶ ἀντιδρῶν ποικιλοτρόπως, π. χ.



Π Ι Ν Α Ξ Χ V I I I — 6
Ο Ξ Ε Ι Δ Ι Α Α Λ Α Τ Ο Γ Ο Ν Ω Ν

Φθορίου	Χλωρίου	Βρωμίου	Ἰωδίου
F_2O	Cl_2O	Br_2O	—
F_2O_2	—	—	—
—	ClO_2	BrO_2	—
—	—	—	I_2O_5
—	Cl_2O_6	BrO_3	—
—	Cl_2O_7	—	—

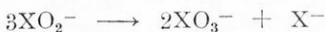
18.63 Τὰ *ὀξυγονικά ὀξέα* τοῦ τύπου HXO (ὑποχλωριῶδες, ὑποβρωμιῶδες κλπ) εἶναι γνωστὰ μόνον ὡς ὕδατικά διαλύματα ἀντιστοιχῶν ἀλάτων, παράγονται δὲ δι' ἐπιδράσεως ἀλατογόνων ἐπὶ ἀραιῶν διαλυμάτων ἀλκαλίων ἐν ψυχρῷ, ὡς π. χ.



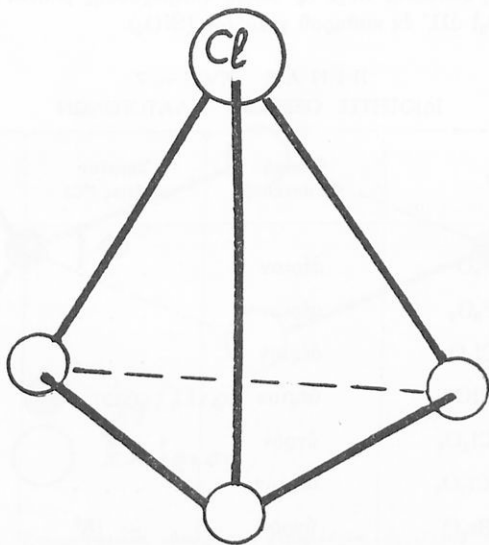
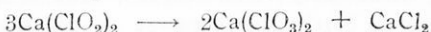
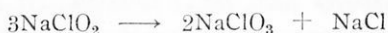
Τὰ ὀξεῖα τοῦ τύπου HXO_2 (χλωριῶδες κλπ) εἶναι ἐπίσης γνωστὰ μόνον ὡς διαλύματα ἀλάτων καὶ παράγονται ἀπὸ ὀξειδία τοῦ τύπου XO_2 , ὡς π.χ.



Ὅλα τὰ ἄλατα ταῦτα εἶναι λίαν ἀσταθῆ καὶ ἀποσυντίθενται εὐκόλως κατὰ τὸ σχῆμα



ὡς π.χ.



Σχ. 18.63.1 Στερεοχημικὸς τύπος τοῦ χλωριτικοῦ ἀνιόντος ClO_2^- με πυραμιδικήν μορφήν.

Τὸ μόνον ὀξυγονικὸν ὀξὺ ὑπαρκτὸν ὡς ὀξὺ εἶναι τὸ *ιωδικὸν ὀξὺ* HIO_3 τὸ ἀνήκον εἰς τὴν ομάδα τῶν HXO_3 .

Τὸ ὀξὺ τοῦτο παρασκευάζεται διὰ προσεκτικῆς ὀξειδώσεως τοῦ ιωδίου ὑπὸ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος



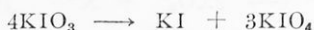
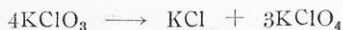
Τὰ ἄλατα τῶν ὀξέων HXO_3 παράγονται δι' ἐπιδράσεως ἀλατογόνων ἐπὶ πυκνῶν ἀλκαλίων ἐν θερμῷ, ὡς π.χ.



Είναι σώματα δίδοντα ὀξυγόνον διὰ θερμάνσεως



Κατὰ τὴν θέρμανσίν των σχηματίζουν (πλὴν τοῦ KBrO_3) καὶ ὑπεράλατα ἐν μέρει ὥς



Ἡ εἰδικὴ αὕτη ἀποσύνθεσις γίνεται ποσοτικῇ ὅταν ἡ θέρμανσις (εἰς τοὺς 480°C) λάβῃ χώραν ἐντὸς δοχείου ἀπηλλαγμένου καὶ τῆς ἐλαχίστης ἀλκαλικότητος, δηλαδὴ ἐντὸς συσκευῆς οὐχὶ ἐξ ὕαλου (περιεχοῦσης βασικὰ πυριτικὰ ἄλατα CaSiO_3 , Na_2SiO_3) ἀλλ' ἐκ καθαροῦ χαλαζίου (SiO_2).

Π Ι Ν Α Ξ XVIII — 7
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΑΛΑΤΟΓΟΝΩΝ

Ὅ ξ ε ἰ δ ῖ α	Φυσικὴ κατάστασις	Σημεῖον πήξεως ($^\circ\text{C}$)	Σημεῖον ζέσεως ($^\circ\text{C}$)
Φθορίου F_2O	ἀέριον	. . .	— 145^0
Φθορίου F_2O_2	ἀέριον	. . .	— 95^0
Χλωρίου Cl_2O	ἀέριον	. . .	2^0
Χλωρίου ClO_2	ἀέριον	. . .	11^0
Χλωρίου Cl_2O_6	ὑγρὸν	4^0	. . .
Χλωρίου Cl_2O_7	ἀέριον	. . .	— 92^0
Βρωμίου Br_2O	ὑγρὸν	— 18^0	. . .
Βρωμίου BrO_2	ὑγρὸν	— 40^0	. . .
Βρωμίου BrO_3	ὑγρὸν	— 80^0	. . .
Ἰωδίου I_2O_5	στερεὸν	300^0	. . .

18.64 Αἱ ἐνώσεις αἱ *παράγωγοι τῶν ὕδραλογόνων*, τῆς γενικῆς μορφῆς YX_n δὲν εἶναι πάντοτε ἄλατα.

Οὕτω *εἶναι ἄλατα* τὸ χλωριοῦχον κάλι, τὸ βρωμιοῦχον νάτριον κλπ καθὼς σον ἰοντίζονται

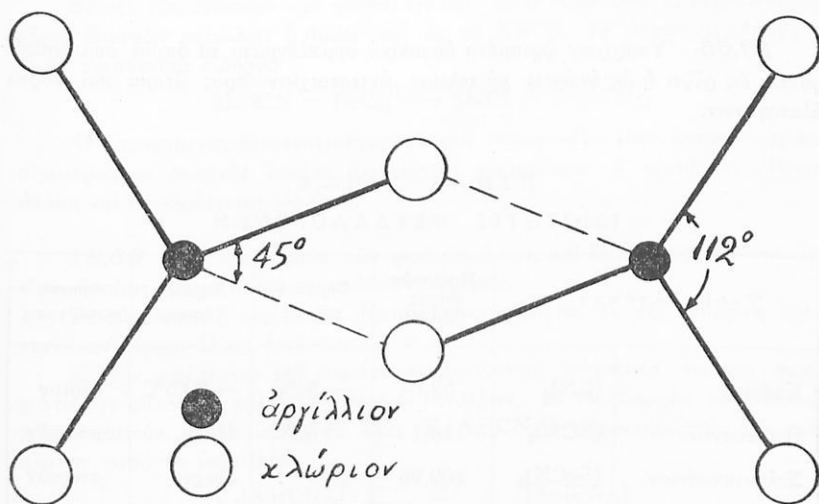


Ἀντιστοίχως δὲν *εἶναι ἄλατα* αἱ ἐνώσεις τοῦ φωσφόρου, τοῦ ἀνθράκος

κλπ καθόσον δὲν ιοντίζονται



Εἶναι ὅμως ἀξιοσημείωτον τὸ γεγονός ὅτι ὑπάρχουν ὠρισμένα ἐνώσεις μεταξὺ μετάλλων καὶ ἀλατογόνων αἱ ὁποῖαι εἶναι **ψευδοάλατα**. Αἱ ἐνώσεις αὗται καίτοι περιέχουν μέταλλα δὲν ιοντίζονται ὅσον προβλέπει τὸ ἀλογονοῖόν, σχη-

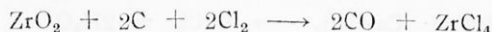
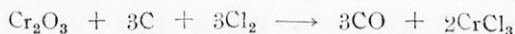


Σχ. 18.64.1 Στερεοχημικὸς τύπος τοῦ χλωριούχου ἀργιλίου AlCl_3 παρουσιάζοντος, ἐν κρυσταλλικῇ καταστάσει, διμοριακὴν μορφήν Al_2Cl_6 .

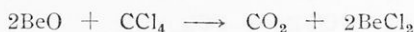
ματίζουν δὲ κρυσταλλικὰ πλέγματα διὰ συμμετοχῆς ὁλοκλήρων μορίων καὶ οὐχὶ ἰόντων.

Ὡς ψευδοάλατα χαρακτηρίζονται κυρίως αἱ ἐνώσεις μὲ βηρύλλιον (Be), βόριον (B), ἀργίλλιον (Al), τρισθενὲς χρώμιον (Cr), ζιρκόνιον (Zr), οὐράνιον (U) καὶ σπανίας γαίας.

Εἶναι χαρακτηριστικὸν τὸ γεγονός ὅτι, τὰ ψευδοάλατα δὲν παρασκευάζονται κατὰ τοὺς συνήθεις τρόπους. Οὕτω π.χ. τὰ μὲ Cr καὶ Zr παράγονται ἀπὸ μίγμα ὀξειδίων καὶ ἄνθρακος διὰ διαβιβάσεως ἀλατογόνου



τὰ μὲ Be καὶ U ἀπὸ ὀξειδία μὲ τετραχλωριούχον ἄνθρακα



καὶ τὰ τῶν σπανίων γαιῶν μὲ χλώριον καὶ χλωριούχον θειὸν ὡς π.χ.



ΨΕΥΔΑΛΟΓΟΝΑ

18.65 Ὑπάρχουν ὁρισμένα ὀργανικὰ συμπλέγματα τὰ ὁποῖα συμπεριφέρονται ὡς ρίζαι ἢ ὡς ἐνώσεις μὲ τελείαν ἀντιστοιχίαν πρὸς ἄτομα καὶ μόρια ἀλατογόνων.

ΠΙΝΑΞ XVIII — 8

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΨΕΥΔΑΛΟΓΟΝΩΝ

Ψευδαλογόνον		Μοριακὸν βάρος (ΜΑΜ)	Σημεῖον τήξεως	Σημεῖον ζέσεως	Φυσικὴ κατάστασις
Κυάνιον	(CN) ₂	52,04	— 34°C	— 20,5°C	ἀέριον
Θειοκυάνιον	(SCN) ₂	116,1	60°C	ἔξαχν.	στερεόν
Σεληνιοκυάνιον	(SeCN) ₂	209,96	. . .	ἔξαχν.	στερεόν
Ἀζιδοκαρβιδισ.	(SCSN ₃) ₂	128,5	40°	ἀποσύνθ.	στερεόν

Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, ἡ μονοσθενὴς **ρίζα κυάνιον** (CN) συμπεριφέρεται ὡς ἐν μονοσθενὲς ἄτομον χλωρίου (Cl). Σχηματίζει ὕδροκυάνιον ἀντίστοιχον πρὸς τὸ ὕδροχλώριον



σχηματίζει κυανιοῦχα ἄλατα ἀντίστοιχα πρὸς τὰ χλωριούχα



Ἡ ρίζα κυάνιον δίδει γένεσιν πρὸς τὴν *ἐνώσειν κυάνιον* $(\text{CN})_2$ ἀντίστοιχον πρὸς τὸ μόριον τοῦ χλωρίου Cl_2 . Οὕτω π. χ. δι' ὀξειδώσεως τοῦ HCN παράγεται κυάνιον ὅπως δι' ὀξειδώσεως τοῦ HCl παράγεται χλωρίον



Ἐκτὸς τοῦ κυανίου ὑπάρχουν καὶ τρία ἀκόμη ἀξιοσημείωτα συμπλέγματα παρουσιάζοντα πλήρη ἀντιστοιχίαν πρὸς τὰ ἡατογόνα καὶ χαρακτηριζόμενα, ὡς ἐκ τούτου, ὡς *ψευδαλογόνα*. Ταῦτα εἶναι: τὸ θειοκυάνιον $(\text{SCN})_2$, τὸ σεληνιοκυάνιον $(\text{SeCN})_2$ καὶ τὸ ἀζιδοκαρβοδισουλφίδιον $(\text{SCSN})_2$.

Μεταξὺ τῶν ἐνώσεων τῶν ψευδαλογόνων εἶναι σημαντικὰ τὰ θειοκυανιοῦχα ἄλατα ἑλαφρῶν μετάλλων ἢ ἀμμωνίου, ὡς τὸ KSCN , τὰ ὁποῖα ἀντιδρῶν με ἄλατα τρισθενοῦς σιδήρου



Ὁ παραγόμενος θειοκυανιοῦχος σίδηρος παρουσιάζει λίαν ἔντονον χροιάν αἱματέρυθρον διὰ τῆς ὁποίας ἀνιχνεύεται εὐχερέστατα ὁ τρισθενὴς σίδηρος ἀκόμη καὶ ἂν εὗρίσκεται εἰς ἔχνη.

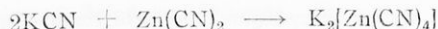
18.66 Μία ἰδιομορφία τῶν ψευδαλογόνων, καὶ ἰδιαίτερος τοῦ κυανίου, εἶναι ἡ τάσις σχηματισμοῦ *συμπλόκων ἁλάτων*.

Τὰ σύμπλοκα, ἢ περίπλοκα, ἄλατα χαρακτηρίζονται ἐκ τῆς ὑπάρξεως πολυσυνθέτων ἰόντων ἰδίως ἀνιόντων.

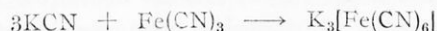
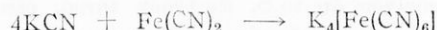
Εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ κυανίου σχηματίζονται σύμπλοκα ἀνιόντα περιέχοντα τὴν ρίζαν CN καὶ ἄτομα βαρέων μετάλλων, με ἓν ἑλαφρὸν μέταλλον ὡς κύριον κατιόν. Οὕτω π. χ. τὸ ἄλας $\text{K}_2[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ χαρακτηρίζεται ὡς σύμπλοκον καθόσον ἰοντίζεται



Τοιαῦτα ἄλατα σχηματίζονται δι' ἀλληλεπιδράσεως δύο κυανιοῦχων ἁλάτων, ὡς π. χ. ἀπὸ KCN καὶ $\text{Zn}(\text{CN})_2$ σχηματίζεται τὸ ψευδαργυροκυανιοῦχον κάλι



ὁμοίως σχηματίζονται τὸ σιδηροκυανιοῦχον κάλι (με δισθενῆ Fe) καὶ τὸ σιδηρικοκυανιοῦχον κάλι (με τρισθενῆ Fe)



Ὅπως τὸ θειοκυανιοῦχον, οὕτω καὶ τὸ σιδηροκυανιοῦχον κάλι ἀποτελεῖ ἀντιδραστήριον ἀνιχνεύσεως καὶ χρωματομετρικοῦ προσδιορισμοῦ τοῦ τρισθενοῦς σιδήρου



Ἔνεκα τοῦ ἐντόνου κυανοῦ χρώματος τοῦ παραγομένου σιδηροκυανιοῦχου σιδήρου.

19. ΟΜΑΣ ΘΕΙΟΥ

ΘΕΙΟΝ

19.1 Τὸ θείον (S) ἀποτελεῖ τὸ 0,1 % περίπου τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς, ὡς ἐλεύθερον καὶ ὡς ἠνωμένον.

Ὡς ἐλεύθερον ἀποτελεῖ ἐπιφανειακά **θειοχώματα**, ἥτοι χόματα περιέχοντα ἐν εἶδει ὁμογενοῦς μίγματος θείον ἄμορφον, καὶ ὡς **κοιτάσματα**, ἥτοι συμπαγῆ πηγματα σχεδὸν καθαροῦ θείου εἰς μέγα σχετικῶς βάθος.

Ὡς **ἠνωμένον** ἀνευρίσκεται ὡς ὑδροθείον H_2S καὶ ὑπὸ μορφὴν θειούχων ἐνώσεων βαρέων ἰδίως μετάλλων. Εἰσέτι μεγάλα ποσὰ θείου ἀποτελοῦν καὶ τὰ θευκὰ ἄλατα.

Μεταξὺ τῶν ὀρυκτῶν ἐνώσεων τοῦ θείου εἶναι ἀξιοσημεῖωτοι ὁ σιδηρο-πυρίτης FeS_2 , ὁ γαληνίτης PbS , ὁ σφαλερίτης ZnS , ὁ ἀρσеноπυρίτης $FeAsS$, ὁ ἀντιμονίτης Sb_2S_3 , ὁ χαλκοσίνης Cu_2S , τὸ κιννάβαρι HgS , ἡ χαλκάνθη $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, ὁ γύψος $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, ὁ ἀνυδρίτης γύψος $CaSO_4$, ὁ μολυβδαίνιτης MoS_2 κλπ.

19.2 Τὸ θείον ἦτο γνωστὸν ἀπὸ ἀρχαιοτάτων χρόνων, ἡ δὲ χρῆσις του ἦτο σχετικῶς εὐρεῖα ὡς ἀπολυμαντικοῦ. Ἐπανελημμένως ἀναφέρεται ὑπὸ τοῦ Ὁμήρου, τόσον εἰς τὴν Ἰλιάδα

... τό ῥα τότ' ἐκ χηλοῖο λαβὼν ἐκάθηρε θείῳ
(ΙΙ. 228)

ὅσον καὶ εἰς τὴν Ὀδύσσειαν

... οἷσε θέειον ... κακῶν ἄκος
ὄφρα θειώσω μέγαρον ...

(χ. 481)

Ὁ Lavoisier πρῶτος ἀνεγνώρισε τὴν στοιχειακὴν ὑφὴν του.

19.3 Τὸ θείον παρασκευάζεται δι' ἐντόνου θερμάνσεως τῶν **θειοχωμάτων** ἐντὸς εἰδικῆς καμίνου, ὅτε τὸ S, ὡς ὑγρὸν τήγμα, ρέει μέσῳ καταλλήλου ἐσχάρου καὶ ἀποχωρίζεται τῶν στερεῶν γαιωδῶν προσμίξεων.

Ἐξάγεται ἐπίσης ἀπὸ τὰ κοιτάσματα κατὰ τὴν λεγομένην μέθοδον τοῦ Frasch. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην διαβιβάζεται, δι' εἰδικῶν σωληνώσεων, ὑπερθερμὸς ἀτμὸς ὑπὸ πίεσιν εἰς μέγα βάθος ἐντὸς τοῦ θειοκοιτάσματος. Τὸ θείον θερμαίνεται, παρασύρεται ὑπὸ πίεσιν καὶ ἀνέρχεται ὡς τήγμα εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς.

Τὸ κατὰ τὰ ὡς ἄνω λαμβανόμενον θείον, ἰδίως τὸ εἰς θειοχωμάτων, δὲν εἶναι ποτὲ ἀπολύτως καθαρὸν καὶ ὑποβάλλεται ὡς ἐκ τούτου εἰς ἀπόσταξιν.

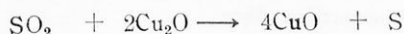
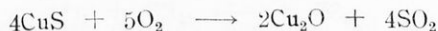
Π Ι Ν Α Ξ Χ Ι Χ — 1
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΜΑΔΟΣ ΘΕΙΟΥ

	Θείον S	Σελήνιον Se	Τελλούριον Te
Ἀτομικὸν βάρος (ΜΑΜ χημ. κλίμακος)	32,07	78,96	127,61
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς (Ζ)	16	34	52
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ ἰσοτόπων	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37	14, 75, 76, 77, 78, 80, 82, 83	118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130
Φυσικὴ κατάσταση	στερεὸν	στερεὸν	στερεὸν
Μέση πυκνότης (gr/cm ³)	2	4,5	6,2
Σημεῖον τήξεως (°C)	120	215	450
Σημεῖον ζέσεως (°C)	444,6	688	1390
Διάμετρος ἀτόμου (εἰς Ἄ)	2,12	2,32	2,91

19.4 Ἐργαστηριακῶς παράγεται θεῖον δι' ὀξειδώσεως ὑδροθείου



ἢ δι' ἀτελοῦς καύσεως θειούχων ἐνώσεων, ὡς π.χ.



19.5 Τὸ χαρακτηριστικὸν τοῦ θείου, ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν ιδιοτήτων, ἔγκειται εἰς τὴν ὑπαρξίν περισσοτέρων **ἀλλοτροπικῶν μορφῶν**.

Ὑπὸ συνήθεις συνθήκας εὐσταθεῖ μία μορφή ἢ ὁποία χαρακτηρίζεται ὡς **α-θεῖον**. Ὑπὸ τὴν μορφήν ταύτην, τὸ θεῖον ἀποτελεῖ κρυστάλλους τοῦ ρομβικοῦ συστήματος με κλειστάς ἀλύτους ὀκταμελεῖς.

Εἰς θερμοκρασίαν ἄνω τῶν 95,5°C τὸ α-θεῖον μεταπίπτει εἰς **β-θεῖον**, εἰς θεῖον δηλαδὴ κρυσταλλούμενον κατὰ τὸ μονοκλινὲς σύστημα με ἀλύτους καὶ πάλιν ὀκταμελεῖς.

Ἡ μετατροπὴ τοῦ α-θειοῦ εἰς β-θειοῦ εἶναι, διὰ θερμοκρασίας ἄνω τῆς τῶν 95,5°C, ἐλαφρῶς ἐξώθερμος μὲ ἔκλυσιν θερμότητος 100 cal περίπου ἀνὰ γραμμοάτομον.

Διὰ τήξεως θείου καὶ ἀποτόμου ψύξεώς του ἐντὸς ὕδατος σχηματίζεται μία ἄλλη ἁλλοτροπικὴ μορφή, τὸ **μ-θειον** ἢ πλαστικὸν θεῖον, τὸ ὁποῖον βραδέως σκληρύνεται μεταλίπτον εἰς μίγμα α-θειοῦ καὶ μ-θειοῦ κατὰ τὸ σχῆμα



Καὶ τὸ S_{μ} , καίτοι ἄμορφον, ἀποτελεῖ συμπλέγματα ἀπὸ ὀκτὼ ἄτομα.

Ὑπὸ **ὕγρην μορφήν** τὸ θεῖον ἀπαντᾷται εἰς δύο ἁλλοτροπικὰς μορφάς, αἰτίνες συμβολίζονται ὡς S_{λ} καὶ S_{π} , **ἐν ἀερίῳ καταστάσει** ἀποτελεῖ μόρια μὲ ὀκτὼ, τέσσαρα καὶ δύο ἄτομα ἀντιστοίχως S_8 , S_4 , S_2 .

Κατὰ τὸ πλεῖστον τὸ θεῖον ὡς στερεὸν εἶναι κίτρινον μὲ τόνους ἀπὸ τὸ πρασινοκίτρινον μέχρι τὸ κιτρινόλευκον. Ἔχει λάμψιν ἀδαμαντοειδῆ στεατώδη, θραύεται ἐνκόλως καὶ ἀνωμάλως, εἶναι ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Διαλύεται εἰς τὸν θειοῦχον ἀνθρακα ὅταν εὐρίσκεται ὑπὸ τὰς क्रυσταλλικὰς μορφάς S_{α} καὶ S_{β} . Διαλύεται πολὺ ὀλίγον εἰς αἰθέρα καὶ βενζίνην.

19.6 Ἡ πυκνότης τοῦ στερεοῦ θείου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἁλλοτροπικὴν μορφήν του, Οὕτω τὸ S_{α} ἔχει πυκνότητα ἴσην πρὸς 2,07 gr/cm³, τὸ S_{β} εἶναι ἐλαφρότερον μὲ 1,96 gr/cm³, τὸ δὲ ἄμορφον εἶναι εἰσέτι ἐλαφρότερον μὲ πυκνότητα 1,92 gr/cm³. Τὸ **σημεῖον τήξεως** ἀνέρχεται εἰς τοὺς 120°C, δὲν εἶναι ὁμως σταθερὸν ἐνεκα τῆς συνεχοῦς μεταβολῆς τῆς ἰσορροπίας μεταξὺ τῆς μιᾶς καὶ τῆς ἄλλης ἁλλοτροπικῆς μορφῆς.

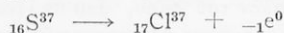
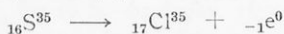
Ὡς ὕγρον ζεεῖ εἰς τοὺς 444,6°C.

19.7 Τὸ ἄτομον τοῦ θείου ἀπαντᾷται ὑπὸ μορφήν ἐπὶ διαφόρων ἰσοτόπων, ἀπὸ $^{16}\text{S}^{31}$ μέχρι καὶ $^{16}\text{S}^{37}$. Τὸ κοινὸν ἰσότοπον $^{16}\text{S}^{32}$ ἀποτελεῖ τὰ 95,06 % τῶν ἀτόμων, μὲ δεύτερον τὸ $^{16}\text{S}^{34}$ εἰς ποσοστὸν 4,18 %, τρίτον τὸ $^{16}\text{S}^{33}$ (0,74 %) καὶ τέταρτον τὸ $^{16}\text{S}^{36}$ (0,016 %).

Ἐκ τῶν λοιπῶν ἰσοτόπων τὸ $^{16}\text{S}^{31}$ δίδει ταχύτατα ποζιτρόνια



τὰ δὲ ἄλλα δίδουν σωματίδια βῆτα



Μεταξὺ τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων σταθερώτερον εἶναι τὸ $^{16}\text{S}^{35}$ μὲ $T = 87,1$ ἡμερῶν.

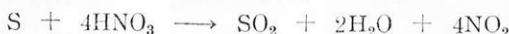
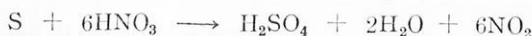
19.8 Τὸ θεῖον **καίεται**, παρὸνσίᾳ ἀέρος, μὲ κyanῆν φλόγα πρὸς SO_2 , τὸ ὁποῖον προδίδεται διὰ τῆς ἐντόνου χαρακτηριστικῆς ὁσμῆς του



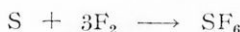
εἰς μικρὰ δὲ ποσὰ σχηματίζει καὶ τριοξειδίον



Ὑπὸ τῶν ὀξειδωτικῶν προσβάλλεται πρὸς SO_2 ἢ καὶ πρὸς SO_3 , μὲ σχηματισμὸν πολλάκις ἀντιστοιχῶν θειωδῶν ἢ θεικῶν ἐνώσεων ὡς π.χ.



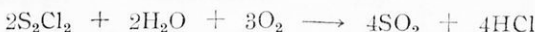
Μὲ ἀλατογόνα, πλὴν τοῦ ἰωδίου, σχηματίζει ἐνώσεις κυρίως τοῦ τύπου SX_4 καὶ SX_6 ὡς π.χ.



ἀναλόγως ὅμως τῶν συνθιγκῶν σχηματίζει *σειρὰν ὁλόκληρον ἀλογονομένων* ἐνώσεων ἐκτὸς ἀπὸ τὰς τοῦ τύπου SX_4 καὶ SX_6 .

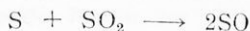
Οὕτω μὲ φθόριον εἶναι γνωστὰ αἱ ἐνώσεις S_2F_2 , SF_4 , SF_6 , μὲ χλώριον αἱ S_3Cl_2 , S_2Cl_2 , SCl_2 , SCl_4 , SCl_6 καὶ μὲ βρώμιον αἱ S_2Br_2 , SBr_4 καὶ SBr_6 .

Τὰ περισσότερα ἀλογονομένα προϊόντα ὑδρολύονται τελικῶς, ἐν ὀξειδωτικῇ συνήθως περιβάλλοντι πρὸς SO_2 ἢ SO_3 καὶ ὑδραλογόνον ὡς π.χ.

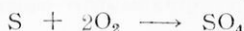


19.9 Ἐκτὸς ἀπὸ SO_2 καὶ SO_3 εἶναι δυνατὴ καὶ ἡ παραγωγή καὶ ἄλλων ὀξειδίων.

Οὕτω, δι' ἠλεκτρικοῦ σπινθήρος καὶ εἰς θερμοκρασίαν 2000°C λαμβάνεται, ἀπὸ μίγμα S καὶ SO_2 , τὸ μονοξειδίον

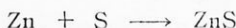
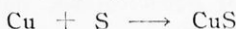


Ὑπὸ παρεμφερεῖς εἰδικῆς συνθήκας παράγονται καὶ τὰ ὀξειδια S_2O_3 καὶ SO_4 π.χ.



Εἰδικῶς τὸ SO_4 παρασκευάζεται ἐμμέσως δι' ἰσχυρῆς ὀξειδώσεως μὲ ὤζον.

19.10 Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τὸ θεῖον *ἐνοῦται μὲ πλεῖστα μέταλλα* καὶ σχηματίζει θειούχους ἐνώσεις ὡς π.χ.



Π Ι Ν Α Ξ XIX — 2

ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ ΟΞΕΑ

Όξείδιον		Ό ξ υ		Αντιστοιχία όξεος
Μονοξείδιον	SO	Υποθειώδες	H ₂ SO ₂	SO.H ₂ O
Μονοξείδιον	SO	Θειοθεικόν	H ₂ S ₂ O ₃	2SO.H ₂ O
Μονοξείδιον	SO	Πενταθειονικόν	H ₂ S ₅ O ₆	5SO.H ₂ O
Υποξείδιον	S ₂ O ₃	Θειονιῶδες	H ₂ S ₂ O ₄	S ₂ O ₃ .H ₂ O
Διοξείδιον	SO ₂	Θειῶδες	H ₂ SO ₃	SO ₂ .H ₂ O
Διοξείδιον	SO ₂	Πυροθειῶδες	H ₂ S ₂ O ₅	2SO ₂ .H ₂ O
Τριοξείδιον	SO ₃	Θεικόν	H ₂ SO ₄	SO ₃ .H ₂ O
Τριοξείδιον	SO ₃	Πυροθεικόν	H ₂ S ₂ O ₇	2SO ₃ .H ₂ O
Τετροξείδιον	SO ₄	Υπερθεικόν	H ₂ SO ₅	SO ₄ .H ₂ O
(SO ₃ .SO ₄)	S ₂ O ₇	Υπερθεικόν	H ₂ S ₂ O ₈	S ₂ O ₇ .H ₂ O
(SO ₂ .SO ₃)	S ₂ O ₅	Διθειονικόν	H ₂ S ₂ O ₆	S ₂ O ₅ .H ₂ O
(S ₂ O ₃ .SO ₂)	S ₃ O ₅	Τριθειονικόν	H ₂ S ₃ O ₆	S ₃ O ₅ .H ₂ O
(2SO.S ₂ O ₃)	S ₄ O ₅	Τετραθειονικόν	H ₂ S ₄ O ₆	S ₄ O ₅ .H ₂ O

19.11 Ἀπὸ ἀπόψεως *χρήσεων* μέγα μέρος τοῦ θείου ἀποτελεῖ σήμερον τὴν πρώτην ὕλην παρασκευῆς τοῦ θεικοῦ ὀξέος. Μικρότερα ποσὰ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν θείωσιν τοῦ καουτσούκ καὶ διὰ τὴν παρασκευὴν θειωδῶν καὶ θειοθεικῶν ἀλάτων.

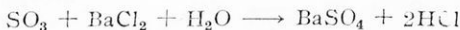
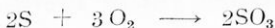
Σημαντικὴ εἶναι ἐπίσης ἡ χρῆσις τοῦ θείου εἰς τὴν θείωσιν τῆς ἀμπέλου καὶ ἄλλων φυτῶν, διὰ τὴν καταπολέμησιν ὥρισμένων παθογόνων μικροοργανισμῶν.

Εἰς τὴν τεχνικὴν φέρεται πολλάκις καὶ ὑπὸ μορφὴν γαλακτώματος (ὡς γάλα θείου) καὶ ὑπὸ μορφὴν λεπτοῦ διαμερισμοῦ (ὡς ἄνθος θείου).

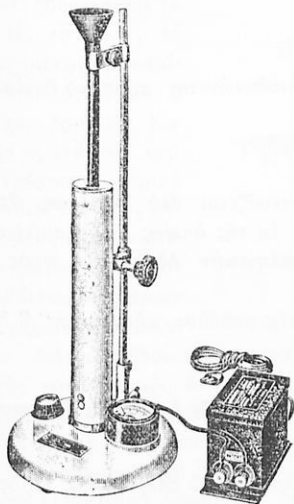
19.12 Ὁ *ποσοτικὸς προσδιορισμὸς* τοῦ θείου γίνεται δι' ἐμμέσου μετατροπῆς του εἰς θεικόν βάθρον.

Πρὸς τοῦτο ἡ περιέχουσα τὸ S ἔνωσις κατακαίεται, ὅτε τὸ παραγόμενον

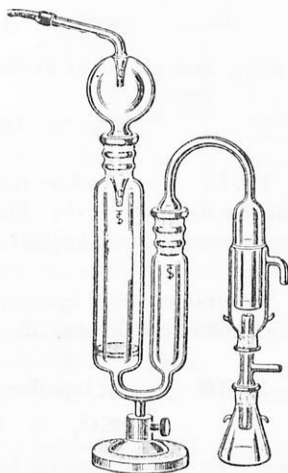
τριοξειδίου δια διαλύματος BaCl_2 γίνεται BaSO_4 κατά τὰς αντιδράσεις



Τὸ BaSO_4 , ὡς ἀδιάλυτον ἴζημα, προσδιορίζεται ἐν συνεχείᾳ εὐχερῶς.



Σχ. 19.12.1 Θολωσίμετρον διὰ τὸν προσδιορισμὸν θείου. Τὸ S μετατρέπεται, δι' αὐτομάτου διατάξεως, εἰς BaSO_4 τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ θόλωμα ἐλεγχόμενον ἠλεκτροοπτικῶς.



Σχ. 19.12.2 Συσκευὴ διὰ τὸν ποσοτικὸν προσδιορισμὸν τοῦ θείου ἐντὸς πετρελαιοειδῶν.

ΘΕΙΚΟΝ ΟΞΥ

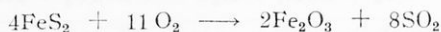
19.13 Τὸ θεικὸν ὀξύ H_2SO_4 εἶναι οὐχὶ μόνον ἡ σπουδαιότερα ἔνωση τοῦ θείου ἀλλὰ μία ἐκ τῶν σπουδαιότερων ἐνώσεων ὁλοκλήρου τῆς χημείας, ἀνοργάνου καὶ ὀργανικῆς.

Ἐλεύθερον εὐρίσκεται εἰς μικρὰ ποσὰ ὑπὸ μορφὴν SO_2 εἰς τὰ ἀέρια ἡφαιστίων εἰς ἴζην δὲ ἐντὸς θειούχων πηγῶν.

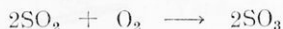
Ἡνωμένον ἀποτελεῖ τὰ θεικὰ ἄλατα, ἔνυδρα κατὰ τὸ πλεῖστον, ὡς εἶναι ἡ χαλκάνθη $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ καὶ ὁ γύψος $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

19.14 Τὸ θεικὸν ὀξύ παρασκευάζεται σήμερον κατὰ ἓνα καὶ τὸν αὐτὸν μηχανισμόν εἰς τρία βασικὰ στάδια.

Κατά τὸ *πρῶτον στάδιον* παράγεται SO_2 διὰ καύσεως θείου ἢ θειούχων ὀρυκτῶν



Κατὰ τὸ *δεύτερον στάδιον*, τὸ ὁποῖον εἶναι καὶ τὸ δυσκολότερον, μετατρέπεται τὸ διοξειδίου εἰς τριοξειδίου



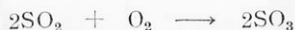
καὶ τέλος, κατὰ τὸ *τρίτον στάδιον*, τὸ SO_3 ἑνυδατώνεται πρὸς τὸ ἀντίστοιχον ὄξυ



19.15 Τὸ διοξειδίου τοῦ θείου παρασκευάζεται διὰ *φρύξεως θείου ἢ θειούχων ὀρυκτῶν* ἐντὸς εἰδικῆς καμίνου, ἐκ τῆς ὁποίας παραλαμβάνεται ἐν ἀερίῳ καταστάσει καὶ ὑποβάλλεται εἰς *καταλυτικὴν ὀξείδωσιν* πρὸς *τριοξειδίου*.

Ἡ κατάλυσις αὕτη ἐπιτυγχάνεται ἢ διὰ τῆς μεθόδου τῆς ἐπαφῆς ἢ διὰ τῆς τῶν μολυβδίνων θαλάμων.

19.16 Διὰ τῆς λεγομένης *μεθόδου τῆς ἐπαφῆς* ἡ βραδεία ὀξείδωσις



ἐπιταχύνεται δι' αἰξίσεως τῆς δρῶσης ἐπιφανείας μεταξὺ SO_2 καὶ O_2 . Πρὸς τοῦτο τὸ ἀέριον μίγμα διοξειδίου καὶ ἀέρος διαβιβάζεται διὰ σπογγώδους ὕλικου ἐν θερμῷ. Ὡς σπογγώδη ὕλικά χρησιμοποιοῦνται ἢ μεταλλικὸς λευκόχρυσος (Pt) ἢ ὀξείδιον τοῦ βαναδίου (V_2O_5).

Εἰς θερμοκρασίαν μεταξὺ 4000°C καὶ 4500°C μὲ περίσσειαν ἀέρος ἐπιτυγχάνεται τὸ μέγιστον τῆς ἀποδόσεως, μὲ καταλύτην Pt, ὁπότε μετατρέπονται εἰς SO_3 τὰ 99 % τοῦ SO_2 .

Ὁ σπογγώδης λευκόχρυσος παρασκευάζεται δι' ἐντόνου πυρώσεως γλωριό-λευκοχρυσικοῦ ὀξέος H_2PtCl_6 .

Ἡ ὑπαρξίς ἐλευθέρου θείου, ὕδραργύρου, σεληνίου καὶ ἄλλων προσμίξεων *δηλητηριάζει* τὸν καταλύτην καὶ ἐπιβραδύνει τὴν μετατροπὴν τοῦ SO_2 εἰς SO_3 .

19.17 Ἡ *μέθοδος τῶν μολυβδίνων θαλάμων* ἔγκειται εἰς τὴν χρησιμοποίησιν τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ ἄζωτου NO_2 ὥς ἐμμέσον ὀξειδωτικοῦ. Ἡ ὅλη ἀντίδρασις εἶναι δυνατὸν σχηματικῶς καὶ συμβατικῶς ν' ἀποδοθῇ διὰ τῶν ἀντιδράσεων



Συμφώνως πρὸς ταῦτα τὸ NO_2 δρᾷ ὡς ὀξειδωτικὸν καὶ ἀνασχηματίζεται, ὥστε τὸ ὅλον φαινόμενον ν' ἀποτελῇ κλειστὸν κύκλον μὲ τὸ NO_2 ὡς καταλύτην συνεχῶς ἀναπαραγόμενον.

Τὸ SO_3 κατὰ τὴν παραγωγὴν του παραλαμβάνεται ὡς H_2SO_4 .

Ἡ ὅλη ἐργασία γίνεται εἰς τρεῖς φάσεις. Κατὰ τὴν πρώτην, ἐντὸς τοῦ λε-

γομένου **πύργου τοῦ**

Glover, προστίθεται τὸ

NO_2 εἰς τὸ SO_2 , τὸ

προερχόμενον ἐκ καμί-

νου καύσεως θείου ἢ

θειούχων ὀρυκτῶν. Κα-

τὰ τὴν προσθήκην ταύ-

την ἐπέρχεται μερικὴ

ὀξειδῶσις τοῦ SO_2 συ-

νεχιζομένη εἰς τὴν δευ-

τέραν φάσιν, ἐντὸς τῶν

μολυβδίνων θαλάμων

ἵτοι γῶρων ἐπενδεδυ-

μένων διὰ μολύβδου, μὴ προσβαλλομένου ὑπὸ τοῦ H_2SO_4 , ὅπου γίνεται

συνεχῆς καταιονισμὸς ὕδατος μὲ μετατροπὴν τοῦ SO_3 εἰς H_2SO_4 .

Κατὰ τὴν τρίτην φάσιν, εἰς τὸν πύργον τοῦ Gay - Lussac, ἀνασχηματίζε-

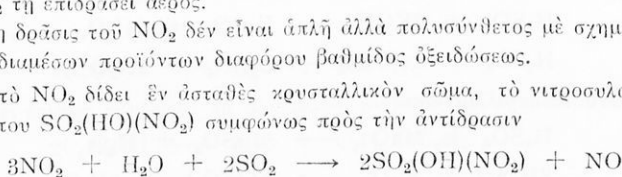
ται τὸ NO_2 τῇ ἐπιδρᾷσει ἀέρος.

Ἡ ὅλη δρᾷσις τοῦ NO_2 δέν εἶναι ἀπλὴ ἀλλὰ πολυσύνθετος μὲ σχηματισμὸν

πλήθους ἐνδιαμέσων προϊόντων διαφόρου βαθμίδος ὀξειδῶσεως.

Οὕτω τὸ NO_2 δίδει ἐν ἀσταθῆς κρυσταλλικὸν σῶμα, τὸ νιτροσυλοθεικὸν

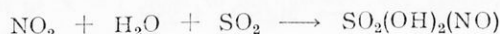
ὀξὺ τοῦ τύπου $\text{SO}_2(\text{HO})(\text{NO}_2)$ συμφώνως πρὸς τὴν ἀντίδρασιν



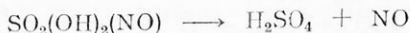
τὸ ὁποῖον ἀποσυντίθεται ἀκολούθως πρὸς H_2SO_4 καὶ μίγμα ὀξειδίων τοῦ ἁζώτου



Ἀκόμη σχηματίζεται καὶ ἄλλο παράγωγον τοῦ H_2SO_4 κατὰ τὴν ὀξειδῶσιν

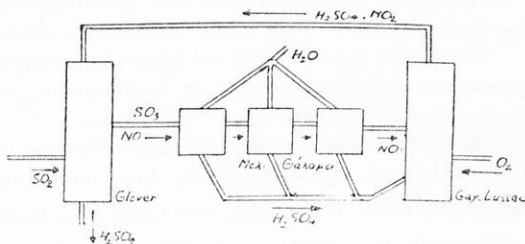


τὸ ὁποῖον καὶ πάλιν ἀποσυντίθεται πρὸς H_2SO_4 καὶ ὀξείδιον τοῦ ἁζώτου



Ὅλα τὰ ἐνδιάμεσα ταῦτα προϊόντα θεωροῦνται ὡς φορεῖς τοῦ δευτέρου κατὰ τὴν μετατροπὴν τοῦ SO_2 πρὸς τριοξείδιον SO_3 .

19.18 Ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν ιδιοτήτων τὸ H_2SO_4 εἶναι σῶμα ὑγρὸν, ἐλαϊώδες, ἄχρουν, πυκνότερον τοῦ ὕδατος καὶ μάλιστα πυκνότητος $1,84 \text{ gr/cm}^3$ ὑπὸ συνήθεις συνθήκας.



Σχ. 19.17.1 Σχηματική παράστασις διατάξεως μολυβδίνων θαλάμων διὰ τὴν παρασκευὴν θειικοῦ ὀξέος.

Τὸ καθαρὸν ὑγρὸν H_2SO_4 πηγνύται εἰς τοὺς $10,5^\circ\text{C}$, πλὴν ὅμως διατηρεῖται ὡς ὑγρὸν καὶ εἰς πολὺ χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν ἕνεκα τῆς ὑπάρξεως ὕδατος καὶ ἐλευθέρου SO_3 .

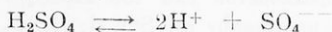
Εἶναι ἐλάχιστα πτητικὸν καὶ ζέει εἰς τοὺς 270°C περίπου ὑπὸ ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν.

Τὸ σημεῖον ζέσεώς του εἶναι ἄνευ πρακτικῆς σημασίας καθόσον εἰς διαφόρους ἀναλογίας μὲ τὸ ὕδωρ σχηματίζει μίγματα μὲ ποικίλον σημεῖον ζέσεως.

Ἡ ἀνάμειξις θειικοῦ ὀξέος καὶ ὕδατος συνοδεύεται ἀπὸ συστολὴν τοῦ ὄγκου προκαλοῦσαν ἀπτότομον αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας, γεγονὸς τὸ ὁποῖον ἐπιβάλλει τὴν προσεκτικὴν διάλυσιν ὀξέος ἐντὸς ὕδατος.

Ἡ συστολὴ ὁφείλεται εἰς σχηματισμὸν ἐνύδρων προϊόντων ὡς $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ καὶ $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ὡς ἐμφαίνεται κατὰ τὴν ἔξοχον δρᾶσιν τοῦ H_2SO_4 ὡς ἀφυδατικοῦ.

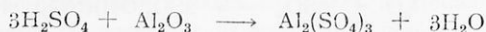
19.19 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* τὸ H_2SO_4 χαρακτηρίζεται ὡς ἰσχυρὸν ὀξύ. Ἰοντίζεται ἀρχικῶς ἐν μέρει πρὸς HSO_4^- τελικῶς δὲ πρὸς SO_4^{--} κατὰ τὰς ἐξισώσεις



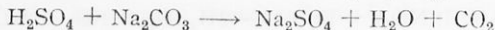
Ὡς ὀξύ ἀντιδρᾷ μὲ βάσεις



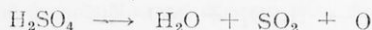
προσβάλλει τὰ μεταλλοξειδία



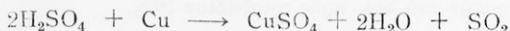
Μὲ ἄλατα ἀσθενῶν ὀξέων δίδει θεικὰ ἄλατα, ὡς π.χ.



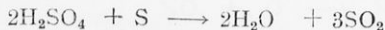
Ὡς *πυκνὸν καὶ ἐν θερμῷ* συμπεριφέρεται ὡς *ὀξειδωτικόν*, καθόσον ἀποσυντίθεται κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Οὕτω διαλύει πολλὰ μέταλλα, ὡς π.χ.



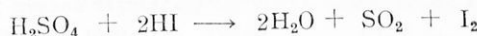
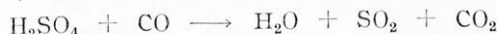
προσβάλλει ἀμέταλλα ὡς τὸν φωσφόρον, τὸ θειὸν κλπ



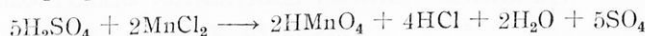
Μετατρέπει άλατα ύποσιδήρου, ύποχαλκού κλπ πρὸς αντίστοιχα άλατα σιδήρου, χαλκού κλπ, ὡς π. ζ.



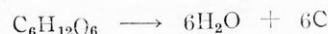
Ἀντιδρῶ με ἀναγωγικά σώματα



καὶ με ἐνώσεις χρωμίου καὶ μαγγανίου σχηματίζει ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον χρωμικὸν καὶ ὑπερμαγγανικὸν δξϋ



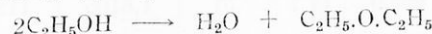
19.20 Ὡς ἰσχυρὸν *ἀφυδατικὸν* ἀφαιρεῖ καὶ τὸ χημικῶς ἠνωμένον ὕδωρ, διὰ θερμάνσεως καὶ εἰς πυκνὰ διαλύματα. Οὕτω ἀφυδατώνει τὰ σάκχαρα μέχρις ἀπανθρακώσεως



ἀφυδατώνει τὸ μυρμηκικὸν δξϋ



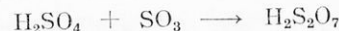
ἀφυδατώνει ἐλίσης, ἐμμέσως, τὰ ἀλκοολικά μίγματα με σχηματισμὸν αἰθέρων



Με SO_3 σχηματίζει, ὑπὸ ποικίλης ἀναλογίας ἀτμίζοντα δξειδωτικά σύνθετα προϊόντα κατὰ τὸν γενικὸν τύπον



Εἰδικῶς δὲ με $x = 1$ δίδει τὸ πυροθεικὸν δξϋ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ἢ $\text{H}_2\text{SO}_4.\text{SO}_3$ κατὰ τὴν ἑξίσωσιν



Εἰς τὰ δξέα τοῦ τύπου $\text{H}_2\text{SO}_4.x\text{SO}_3$, τὰ ὅποια γράφονται καὶ ὡς $\text{H}_2\text{O}.\text{SO}_3.x\text{SO}_3$ ἢ $\text{H}_2\text{O}.(x+1)\text{SO}_3$ τὸ SO_3 τοῦ H_2SO_4 χαρακτηρίζεται ὡς *ἠνωμένον τριοξειδίων*, τὸ $x\text{SO}_3$ ὡς *ἐλεύθερον* καὶ τὸ $(x+1)\text{SO}_3$ ὡς *δλικόν*.

19.21 Τὸ H_2SO_4 ἀποτελεῖ τὴν κυρίαν ἔκθεσιν εἰς τὴν βιομηχανίαν καὶ τὴν τεχνικήν. Δὲν ὑπάρχει τομεὺς ὅπου νὰ μὴ εὐρίσκη ἐφαρμογὰς.

Μεγάλα ποσὰ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν *λίπασμάτων*, εἰς τὴν *μεταλλουργίαν* καὶ τὴν βιομηχανίαν τῶν *πετρελαίων*.

Ἀποτελεῖ πρωτεῖον ὕλικὸν διὰ τὴν χημικὴν βιομηχανίαν, διὰ τὴν βιομηχανίαν χρωμάτων, διὰ τὴν ἐπεξεργασίαν καὶ κατασκευὴν μετάξης καὶ ἄλλων ὑφανσίμων ὑλῶν, διὰ τὴν κατασκευὴν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν, φαρμάκων κλπ.

19.22 Τὸ H_2SO_4 , ὥς καὶ τὸ θεικὸν ἀνιὸν ἐν γένει, ἀνιχνεύονται διὰ διαλύματος χλωριούχου βαρίου



ὥς ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ ἀδιαλύτου λευκοῦ ἱζήματος ἐκ θεικοῦ βαρίου.

Π Ι Ν Α Ξ XIX — 3

ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΘΕΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

(H_2SO_4) ΕΙΣ 20°C

Περιεκτικό- της (εἰς % κα- τὰ βάρος)	Πυκνότης gr/cm ³	Περιεκτικό- της (εἰς gr/lit)	Βαθμοὶ Beaumé	Περιεκτικό- της (εἰς % κα- τὰ βάρος)	Πυκνότης gr/cm ³	Περιεκτικό- της (εἰς gr/lit)	Βαθμοὶ Beaumé
5	1,0317	51,6	4,5	55	1,4453	794,9	44,7
10	1,0661	106,6	9,0	60	1,4983	899,0	48,2
15	1,1020	165,3	13,4	65	1,5533	1010,2	51,7
20	1,1394	227,9	17,7	70	1,6105	1127,4	55,0
25	1,1783	294,6	21,9	75	1,6692	1252,5	58,1
30	1,2185	365,6	26,0	80	1,7272	1382,0	61,1
35	1,2599	441,0	29,9	85	1,7786	1512,4	63,5
40	1,3028	521,1	33,7	90	1,8144	1633,4	65,1
45	1,3476	606,4	37,4	95	1,8337	1742,2	65,8
50	1,3951	697,6	41,1	100	1,8395	1830,5	65,9

Υ Δ Ρ Ο Θ Ε Ι Ο Ν

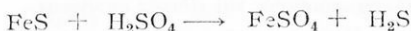
19.23 Ὡς ἐλεύθερον τὸ *ὕδρoθειον* (H_2S) εὐρίσκεται εἰς τινὰ ὕδατα θειούχων πηγῶν ὥς καὶ εἰς ἡφαιστιογενῆ ἀέρια.

Συνηθέστερον ἀποτελεῖ ἄλατα τοῦ τύπου KHS καὶ NaHS.

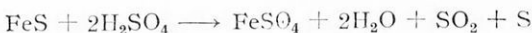
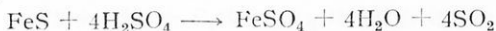
19.24 Παρασκευάζεται δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως τῶν στοιχείων του



ὥς καὶ τῇ ἐπιδράσει διαλύματος ὀξέων HCl ἢ H_2SO_4 ἐπὶ θειούχων ἀλάτων



Ἡ χορήσις πυκνοῦ H_2SO_4 ὥς καὶ HNO_3 ἀπαγορεύεται ἔνεκα τοῦ εὐοξειδώ-
του τοῦ ὑδροθείου

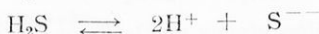


Δι' ἐργαστηριακοὺς σκοποὺς τὸ H_2S παρασκευάζεται ἐντὸς συσκευῶν τύπου
Kipp, ὅπως παρασκευάζεται καὶ τὸ ὑδρογόγονον.

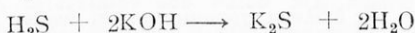
19.25 Ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν ἰδιοτήτων εἶναι σῶμα ἀέριον, ἄχρουν,
χαρκτηριστικῶς δυσαρέστον ὁσμῆς, ὀλίγον διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ καὶ δηλητη-
ριῶδες. Ἡ πυκνότης του, ὑπὸ θερμοκρασίαν 0°C καὶ πίεσιν 760 mmHg, ἀνέρ-
χεται εἰς 1,539 gr/lit. Εἶναι ἀέριον κατὰ τι βαρύτερον τοῦ ἀέρος καὶ δὴ κατὰ
1,16 φορὰς περίπου. Ὑφροποιεῖται εἰς τοὺς $-61,8^\circ\text{C}$ καὶ στερεοποιεῖται εἰς
τοὺς $-82,9^\circ\text{C}$.

Τὸ ἐντὸς ὕδατος διάλυμά του χαρακτηρίζεται ὡς θειούχον ἢ ὑδροθειού-
χον ὕδωρ.

19.26 Ὡς ὁξὺ εἶναι ἀσθενὲς καὶ ἰοντίζεται καὶ μερικῶς καὶ ὀλικῶς
κατὰ στάδια



ἀντιδρᾶ ὥς ἐκ τούτου μὲ βάσεις καὶ μεταλλοξείδια

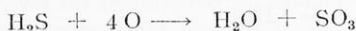
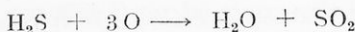


ἀντιδρᾶ ἐπίσης μὲ τὰ περισσότερα διαλυτὰ ἅλατα τῶν βαρέων μετάλλων καὶ σχη-
ματίζει ἀδιάλυτα χαρακτηριστικὰ ἰζήματα, ὥς π.χ.



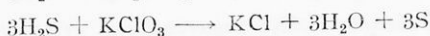
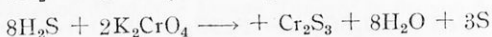
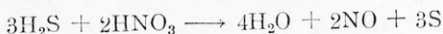
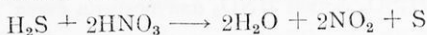
19.27 Εἶναι ἀναγωγικὸν σῶμα συμφώνως πρὸς τὰς ἀντιδράσεις



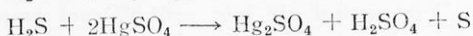
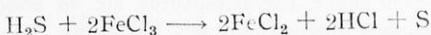


Συνήθως όμως επικρατεῖ ἡ πρώτη μορφή πρὸς ἐλεύθερον S, δυσκολώτερον ἐπιτυγχάνεται ἡ δευτέρα πρὸς SO₂ καὶ εἰσέτι δυσκολώτερον ἡ τρίτη πρὸς SO₃, τοῦτο δὲ συμβαίνει ὑπὸ περιορισμοῦς καὶ εἰδικῶς συνθήκας.

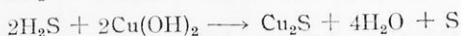
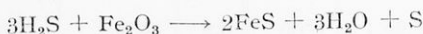
Ὡς ἀναγωγικὸν τὸ H₂S ἀντιδρᾷ μὲ ὀξειδωτικά, π.χ.



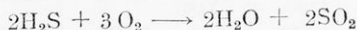
μετατρέπει ἄλατα σιδήρου, χαλκοῦ κλπ πρὸς τοιαῦτα μετάλλου κατωτέρου σθένους, ὥς



Εἰς ὄξινον περιβάλλον ἐπιδρᾷ ἐπὶ μεταλλοξείδιων καὶ βάσεων, ὥς π.χ.



Εἰς τὸν ἀέρα καίεται μὲ ὑποκῆανον φλόγα καὶ ἐν περισσεΐᾳ ἀέρος δίδει



εἰς περιορισμένον ὁμως ἀέρα δίδει γένεσιν εἰς ἐλεύθερον θεῖον



19.28 Τὸ H₂S, ὥς διάλυμα, χρησιμοποιεῖται κυρίως εἰς τὴν ἀναλυτικὴν χημεῖαν καὶ μάλιστα εἰς τὸν ποιοτικὸν διαχωρισμὸν μετάλλων.

Ἀνιχνεύεται διὰ διαλυτῶν ἀλάτων μολύβδου

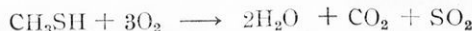
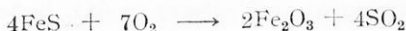
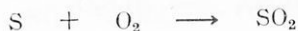


ὥς ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ μέλανος ἱζήματος ἐκ θειούχου μολύβδου.

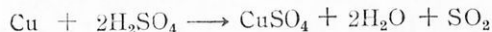
ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ

19.29 Εἶναι γνωστὰ πέντε διάφορα ὀξείδια τοῦ θείου, τὰ SO, SO₂, S₂O₃, SO₃ καὶ SO₄. Ἐξ αὐτῶν σημαντικώτερα εἶναι τὸ διοξείδιον τοῦ θείου καὶ τὸ τριοξείδιον τοῦ θείου.

Τὸ *διοξειδίδιον τοῦ θείου* SO_2 εἶναι τὸ σύνηθες προϊόν καύσεως τοῦ θείου καὶ τῶν θειούχων ἐνώσεων, ἀνοργάνων καὶ ὀργανικῶν, ὡς π.χ.



Διοξειδίδιον τοῦ θείου παράγεται ἐπίσης κατὰ τὴν ὀξειδωτικὴν δρασίν τοῦ H_2SO_4 , ὡς π.χ. κατὰ τὴν ἐν θερμῷ ἐπίδρασίν του ἐπὶ χαλκοῦ



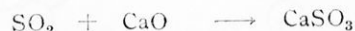
Εἶναι σῶμα ἀέριον ἄχρουν, ἐρεθιστικῆς ὁσμῆς, βαρύτερον τοῦ ἀέρος, ὑγροποιούμενον εἰς τοὺς -10°C .

Ὡς ἀμεταλλοξειδίδιον συμπεριφέρεται ὡς θειῶδες ὀξύ ἐν διαλύματι

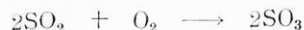


Δεδομένου ὅτι τὸ ἐλεύθερον, καθαρὸν H_2SO_3 δὲν εὐσταθεῖ, χαρακτηρίζεται ὡς *θειῶδες ὀξύ* πολλάκις αὐτὸ τοῦτο τὸ SO_2 καὶ μάλιστα συνηθέστερον ὡς μεταθειῶδες ὀξύ.

Ἀντιδρῶν μὲ βάσεις καὶ μεταλλοξειδία πρὸς θειῶδη ἅλατα, ὡς



Ὁξειδοῦται δυσκόλως πρὸς SO_3 , ἰδίως καταλυτικῶς, ὑπὸ ἰσχυρῶν ὅμως ἀναγωγικῶν σωμάτων ἀνάγεται πρὸς θεῖον, εἶναι δηλαδὴ καὶ ἀσθενὲς ἀναγωγικὸν



καὶ ἀσθενὲς ὀξειδωτικόν



19.30 Τὸ *τριοξειδίδιον τοῦ θείου* SO_3 παράγεται εἰς ἴζην κατὰ τὴν καύσιν θείου ἢ θειούχων ἐνώσεων. Κυρίως παρασκευάζεται ἐκ τοῦ SO_2 καταλυτικῶς διὰ τῆς μεθόδου τῆς ἐπαφῆς (βλ. § 19.16) ἢ διὰ τῆς τῶν μολυβδίνων θαλάμων.

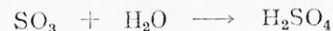
Υπὲρ συνήθους συνθήκας ἀποτελεῖ ὑγρὸν ἄχρουν τὸ ὁποῖον πηγνυται εἰς τοὺς 15°C καὶ ζεῖ πρὸς ἀτμὸν εἰς τοὺς 46°C .

Ἐν στερεῇ καταστάσει πολυμερίζεται κατὰ τὸ σχῆμα



καὶ ἀπὸ διαφανὲς υἰαῶδες καθίσταται ἀδιαφανὲς κρυσταλλικόν.

Ἐντὸς ὕδατος διαλύεται ἀφθόνως μετατρέπόμενον εἰς θεικὸν ὀξύ



Ἡ ἀντίδρασις εἶναι λίαν ἐξώθερος καὶ συνεπάγεται ἔκλυσιν 38 kcal/mol .

Ἐντὸς πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος τὸ SO_3 διαλύεται μὲ σχηματισμὸν πυρο-θειικοῦ ὀξέος



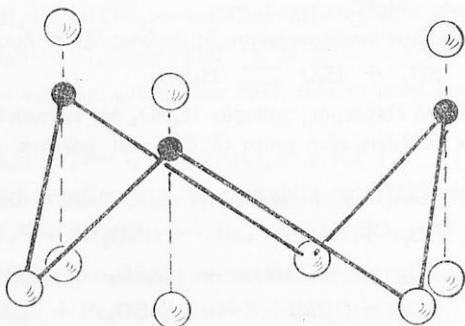
Γενικῶς τὸ SO_3 σχηματίζει, μεθ' ὕδατος, πολλὰ ἐνυδατωμένα προϊόντα κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



ἢ



Οὕτω ἔκτος τοῦ H_2SO_4 (ὅπου $x=1$ καὶ $y=1$) καὶ τοῦ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ (ὅπου



Σχ. 19.30.1 Πολυμερισμὸς τοῦ SO_3 . Τριμοριακὴ μορφή $(\text{SO}_3)_2$ ἐν κρυσταλλικῇ καταστάσει.

$x=2$ καὶ $y=1$) παράγονται καὶ ἄλλαι μορφαὶ ὀξέων, ὥς π.χ. μὲ $x=1$ καὶ $y=2$



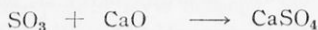
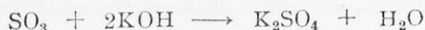
μὲ $x=1$ καὶ $y=3$



μὲ $x=2$ καὶ $y=3$

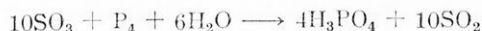
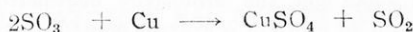


Ὡς ἀμεταλλοξειδίων τὸ SO_3 ἀντιδρᾷ μὲ βάσεις καὶ μεταλλοξειδία πρὸς θεικὰ ἅλατα



Ὅπως τὸ H_2SO_4 οὕτω καὶ τὸ SO_3 συμπεριφέρεται ὥς ὀξειδωτικὸν παρου-

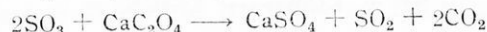
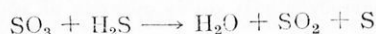
σίς σωμάτων υποκειμένων εις ὀξειδωσιν. Οὕτω π.χ. ὀξειδώνει μέταλλα καὶ ἀμέταλλα



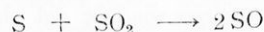
προσβάλλει εὐσταθῆ ἄλατα, ὡς π.χ.



ἀντιδρῶν με ἀναγωγικὰ σώματα



19.31 Ἐκτὸς ἀπὸ τὸ SO_2 καὶ τὸ SO_3 τὸ θείον σχηματίζει καὶ ἄλλα ὥς τὸ **μονοξειδίου τοῦ θείου** SO , τὸ ὁποῖον παρασκευάζεται τῇ ἐπιδράσει ἡλεκτρικοῦ σπινθηρὸς ἐπὶ μίγματος S καὶ SO_2 εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν



Ὑπάρχει ἀκόμη καὶ ἓν ὀξείδιον τοῦ τύπου S_2O_3 καὶ ἓν ὑπεροξείδιον τοῦ τύπου SO_4 , ὅλα ὅμως εἶναι ἀσταθῆ.

19.32 Ὅπως τὸ SO_2 καὶ τὸ SO_3 ἀντιστοιχοῦν πρὸς θειῶδες καὶ θεικὸν ὄξύ, οὕτω καὶ τὰ λοιπὰ ὀξείδια ἀντιστοιχοῦν πρὸς διάφορα ὀξέα εὐσταθῆ μόνον εἰς κατάστασιν διαλύματος ὥς καὶ ὑπὸ μορφὴν ἀλάτων.

Π Ι Ν Α Κ Σ Χ Ι Χ — 4

ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑΙ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΗΣ VI ΟΜΑΔΟΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

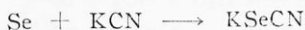
	O	S	Se	Te	Po
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	8	16	34	52	84
Ἀκτὺς ἀτόμου ($\overset{\circ}{\text{A}}$)	0,64	1,06	1,16	1,47	1,64
Ἀκτὺς ἰόντος X^- ($\overset{\circ}{\text{A}}$)	1,40	1,84	1,98	2,21	...
Ὑδρογονοῦχος ἔνωσις	H_2O	H_2S	H_2Se	H_2Te	...
Δυναμικὸν ἰοντισμοῦ (eV)	13,61	10,63	9,75	9,01	8,33

ΣΕΛΗΝΙΟΝ ΚΑΙ ΤΕΛΛΟΥΡΙΟΝ

19.33 Ἡ VI κυρία ὁμάς τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, εἰς τὴν ὁποίαν ἀνήκει τὸ S, περιέχει καὶ τὰ στοιχεῖα ὀξυγόνον, σελήνιον, τελλούριον καὶ πολώνιον. Δεδομένου ὅμως ὅτι τὸ ὀξυγόνον, ὡς ἰδιόμορφον, καὶ τὸ πολώνιον, ὡς ραδιενεργόν, ἀνήκουν εἰς ἰδίας κατηγορίας, μένουν εἰς τὴν ὁμάδα τοῦ θείου πρακτικῶς μόνον τὰ στοιχεῖα σελήνιον καὶ τελλούριον.

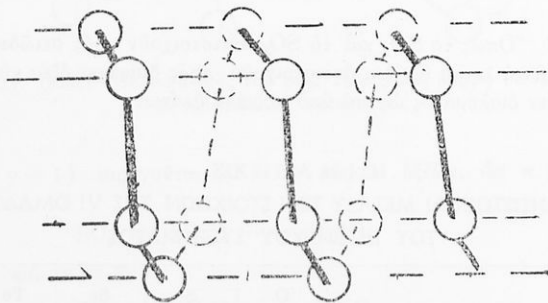
19.34 Τὸ σελήνιον Se ἀπαντᾷ εἰς μικρὰ ποσὰ ἠνωμένον ὡς τὸ θεῖον καὶ ἀνευρίσκεται συνήθως εἰς θειοῦχα ὀρυκτὰ ὡς πρόσμιξις.

Παραλαμβάνεται ὡς ὑποπροϊὸν ἀπὸ τοῦ θείου κατὰ τὴν ἐπεξεργασίαν τῶν θειούχων ὀρυκτῶν μὲ κυανιοῦχον κάλι καὶ ἐν συνεχείᾳ μὲ ὑδροχλώριον



Ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν καὶ χημικῶν ἰδιοτήτων τὸ Se ὁμοιάζει πολὺ πρὸς τὸ θεῖον, ἐμφανίζεται ἐπίσης καὶ ὑπὸ ἀλλοτροπικὰς μορφάς.

Σήμερον χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα διὰ τὴν κατασκευὴν φωτοκυττάρων, ἔνεκα τῶν ἰδιαζουσῶν ἠλεκτρικῶν ἰδιοτήτων του, ὡς καὶ εἰς τὴν ὑαλοτεχνίαν διὰ τὸν ἀποχρωματισμὸν τῆς ὑάλου.



Σχ. 19.35.1 Ἑλικοειδὴς διάταξις ἀτόμων τελλουρίου, ἐν στερεᾷ καταστάσει.

19.35 Τὸ τελλούριον Te, κατὰ τι σπανιώτερον τοῦ σεληνίου, ἔχει περισσότερον ἔντονον τὴν μεταλλικὴν χροὴν καὶ εὐρίσκεται συνήθως εἰς ὀρυκτὰ χαλκοῦ. Χρησιμοποιεῖται ὑπὸ μορφὴν ἐνώσεων εἰς τὴν ὑαλοτεχνίαν.

19.36 Τὰ στοιχεῖα Se καὶ Te σχηματίζουν ἐνώσεις παρεμφερεῖς πρὸς τὰς τοῦ θείου ὡς διοξειδία SeO_2 , TeO_2 , τριοξειδία SeO_3 , TeO_3 , ὡς καὶ σεληνι-
κόν καὶ τελλουρικόν ὀξὺ H_2SeO_4 , H_2TeO_4 .

20. ΑΖΩΤΟΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΟΥ

Α Ζ Ω Τ Ο Ν

20.1 Τὸ ἄζωτον εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν καὶ ἐλεύθερον καὶ ἠνωμένον. Ὡς ἐλεύθερον ἄεριον (N_2) ἀποτελεῖ τὸ κύριον συστατικὸν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος τοῦ ὁποίου συνιστᾷ τὰ 78 % περίπου κατ' ὄγκον.

Ἡνωμένον ἀποτελεῖ κυρίως νιτρικὰ ἅλατα καλίου KNO_3 , ὡς νίτρον τῶν Ἰνδιῶν, καὶ νατρίου $NaNO_3$, ὡς νίτρον τῆς Χιλῆς. Εἰσέτι ἀνευρίσκεται καὶ ὑπὸ μορφὴν νιτρωδῶν ὑλάτων, ὡς KNO_2 καὶ $NaNO_2$, ὡς καὶ ὑπὸ μορφὴν ἀμμωνίας NH_3 καὶ ἀμμωνιακῶν ὑλάτων, ὡς NH_4HCO_3 καὶ NH_4NO_3 . Ὁργανικῶς ἀποτελεῖ τὰς πρωτεΐνας.

20.2 Ὁ Daniel Rutherford (1749·1819), σκώτος ἱατρός, βοτανολόγος καὶ χημικός, ὑπῆρξεν ὁ πρῶτος ὁ ὁποῖος ἀνεγνόρισε τὸ ἄζωτον ὡς ἄθρανες συστατικὸν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ὡς στοιχεῖον ἀνεγνωρίσθη κατόπιν τῶν ἐπιπόνων ἐργαστηριακῶν ἐρευνῶν τῶν Scheele, Cavendish καὶ Priestley.

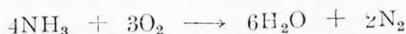
20.3 Ὡς ἄεριον παρασκευάζεται ἐργαστηριακῶς διὰ θερμάνσεως νιτρώδους ἀμμωνίου



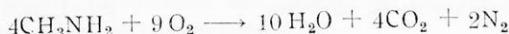
ἢ, γενικώτερον, μίγματος νιτρωδῶν καὶ ἀμμωνιακῶν ὑλάτων, ὡς π.χ.



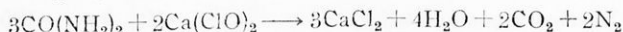
Παρασκευάζεται ἐπίσης δι' ὀξειδώσεως τῆς ἀμμωνίας



Κατὰ τὴν ὀξειδωσιν ὀργανικῶν ἀζωτούχων ἐνώσεων παράγεται κατὰ κανόνα ἄζωτον ὡς π.χ. ἐκ μεθυλαμίνης διὰ καύσεως



ἢ ἐξ οὐρίας μὲ ὑποχλωριῶδες ἀσβέστιον



Βιομηχανικῶς τὸ N_2 παραλαμβάνεται ἐκ τοῦ ὑγροποιηθέντος, δι' ἐντόνου ψύξεως, ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος μὲ κλασματικὴν ἀπόσταξιν.

Ἀπὸ τὸν ἀέρα εἶναι δυνατόν νὰ παραληφθῇ καὶ ὑπὸ μορφὴν ἐνώσεων ὡς NH_3 ἢ NO κατὰ τὴν συνθετικὴν παρασκευὴν ἀμμωνίας καὶ νιτρικοῦ ὀξέος.

20.4 Ὑπὸ συνήθεις συνθήκας τὸ ἄζωτον εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον, ἐλάχιστα διαλυτὸν ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Εἰς θερμοκρασίαν $0^\circ C$ διαλύεται εἰς ἀναλο-

γίαν 0,002 gr ανά 100 γραμμάρια ύδατος, εις τοὺς 60°C ἡ διαλυτότης πίπτει εἰς τὸ ἥμισυ (0,001), εἶναι ὡς ἐκ τούτου ἀέριον ὀλιγότερον διαλυτὸν ἀπὸ τὸ ὀξυγόνον καὶ περισσότερον τοῦ ὕδρογόνου.

Ἡ ἀπόλυτος πυκνότης του, εἰς 0°C καὶ 760 mmHg, ἀνέρχεται εἰς 1,2506 gr/lit, εἰς στερεὰν δὲ κατάστασιν (εἰς τοὺς — 252,5°C) ἡ πυκνότης του εἶναι ἴση πρὸς 1,026 gr/cm³, ὅση περίπου ἡ τοῦ ὕδατος.

Εἰς συνήθεις συνθήκας εἶναι ἀέριον μὲ σχετικὴν πυκνότητα 0,96 ὡς πρὸς τὸν ἀέρα, εἶναι δηλαδὴ ἐλαφρότερον κατὰ τι τοῦ ἀέρος καὶ μάλιστα κατὰ 1,03 φορὰς περίπου.

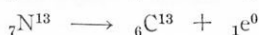
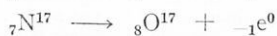
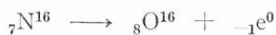
Υγροποιεῖται εἰς τοὺς — 195,8°C καὶ στερεοποιεῖται εἰς τοὺς — 209,86°C.

Π Ι Ν Α Ξ XX — 1
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΖΩΤΟΥ
(ἄτομον: N, μόριον: N₂)

Ἀτομικὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	A = 14,008
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	Z = 7
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ ἰσοτόπων	13, 14, 15, 16, 17
Ποσοστὰ ἰσοτόπων	$\left\{ \begin{array}{l} {}^7\text{N}^{13} \\ {}^7\text{N}^{14} \\ {}^7\text{N}^{15} \\ {}^7\text{N}^{16} \\ {}^1\text{N}^{17} \end{array} \right.$
Μοριακὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	μ = 28,016
Πυκνότης ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας	d = 1,2506 gr/lit
Σχετ. πυκνότης ὡς πρὸς τὸν ἀέρα (KΣ)	d' = 0,96
Σημεῖον ὑγροποιήσεως	θ = — 195,8°C
Σημεῖον πήξεως	θ' = — 209,86°C
Διαλυτότης εἰς τὸ ὕδωρ	α = 0,002 % (0°C)
Κρίσιμος θερμοκρασία	θ'' = — 147,1°C
Διάμετρος ἀτόμου (${}^7\text{N}^{14}$)	δ = 1,06 Å

20.5 Τὸ ἄτομον τοῦ ἄζωτου ἀπαντᾷται ὑπὸ μορφήν πέντε διαφόρων ἰσοτόπων καὶ μάλιστα ${}^7\text{N}^{13}$, ${}^7\text{N}^{14}$, ${}^7\text{N}^{15}$, ${}^7\text{N}^{16}$, ${}^7\text{N}^{17}$. Ἐξ αὐτῶν τὸ ${}^7\text{N}^{14}$ εἶναι τὸ περισσότερο διαδεδομένον καὶ ἀποτελεῖ τὰ 99,62% τοῦ συνόλου τῶν ἀτόμων τοῦ ἄζωτου, τὸ ὑπόλοιπον δὲ 0,38% ἀποτελεῖται ἀπὸ ${}^7\text{N}^{15}$.

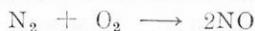
Τὰ ὑπόλοιπα ἰσότοπα εἶναι ραδιενεργὰ καὶ δίδουν σωματίδια βῆτα, τὰ ${}^7\text{N}^{16}$ καὶ ${}^7\text{N}^{17}$, καὶ ποζιτρόνια τὸ ${}^7\text{N}^{13}$, μὲ σχηματισμὸν δευτέρου καὶ ἀνθρακος ἀντιστοιχῶς



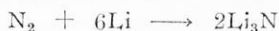
Ἐκ τῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων τὸ πλέον μακρόβιον εἶναι τὸ ἄζωτον —13 μὲ χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ $T = 10 \text{ min}$ περίπου.

20.6 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν* ἰδιοτήτων τὸ ἄζωτον χαρακτηρίζεται ὡς *ἀδρανὲς* στοιχεῖον, καθόσον ἀντιδρᾷ δυσκόλως μὲ ἄλλα στοιχεῖα ἢ ἐνώσεις καὶ μόνον ὑπὸ εἰδικῆς συνθήκας.

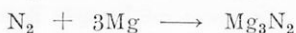
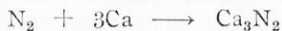
Ὑπὸ ὠρισμένην πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν καὶ παρουσίᾳ καταλυτῶν ἐνοῦται μὲ τὸ O_2 καὶ μὲ τὸ H_2 πρὸς δεξίδια τοῦ ἄζωτου καὶ ἀμμωνίαν



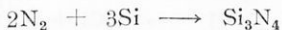
Ἐκ τῶν μετᾶλλων μόνον τὸ λίθιον ἐνοῦται εἰς ἡπίαν θερμοκρασίαν (80°C περίπου) μὲ τὸ ἄζωτον καὶ σχηματίζει *νιτρίδιον* κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Τὰ λοιπὰ ἀλκάλια καὶ αἱ ἀλκαλικαὶ γαῖαι (Ca , Mg κλπ) ἐνοῦνται ἐν καταστάσει ἐρυθροπυρώσεως καὶ δίδουν ἐπίσης νιτρίδια

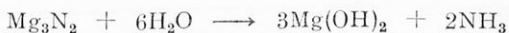


Τέλος τὸ βόριον, τὸ ἀργίλλιον καὶ τὸ πυρίτιον ἐνοῦνται πρὸς νιτρίδια εἰς λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν λευκοπυρώσεως



Ὅλαι αἱ ἀντιδράσεις πρὸς νιτρίδια εἶναι πολὺν περισσότερο ἐύκολοι παρουσίᾳ ατομικοῦ ἄζωτου.

Ἐκ τῶν νιτρίδιων δι' ὑδρολύσεως λαμβάνεται κατὰ κανόνα ἀμμωνία ὡς π.χ.



20.7 Ὁ κυριώτερος ρόλος τοῦ ἄζωτου εἶναι ὁ βιολογικός, καθόσον καθιστᾷ τὸν ἀέρα ἀναπνεύσιμον, μετριάζον τὴν δεξιδωτικὴν δρᾶσιν τοῦ δευτέρου.

*Επίσης μεγάλης σημασίας είναι η χρήση του ατμοσφαιρικού αζώτου δια την συνθετικήν παρασκευήν αμμωνίας καὶ νιτρικού ὀξέος.

Π Ι Ν Α Ξ XX — 2

ΥΔΑΤΙΚΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΑΜΜΩΝΙΑΣ (NH₃)

Περιεκτικό- της κατὰ βάρος (%)	Πυκνότης gr/cm ³	Βαθμοὶ ἀραιομέτρου Beaumé	Περιεκτικό- της κατὰ βάρος (%)	Πυκνότης gr/cm ³	Βαθμοὶ ἀραιομέτρου Beaumé
0,40	0,9982	10,25	8,49	0,9672	14,75
2,04	0,9912	11,25	10,73	0,9573	16,25
3,30	0,9859	12,00	15,84	0,9396	19,00
4,60	0,9807	12,75	21,60	0,9211	22,00
5,88	0,9756	13,50	26,46	0,9061	24,50
6,74	0,9722	14,00	30,87	0,8931	26,75
7,61	0,9689	14,50	35,28	0,8805	29,00

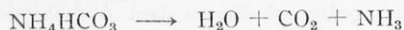
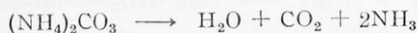
Α Μ Μ Ω Ν Ι Α

20.8 Ἡ ἀμμωνία (NH₃) εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ἐν ἐλευθέρῳ καταστάσει εἰς μικρὰ ποσά, ὡς προϊόν σήψεως ὀργανικῶν αζωτούχων οὐσιῶν. Συνηθέστερον ἀπαντᾷ ἡνωμένη, ὑπὸ μορφὴν ἀμμωνιακῶν ἀλάτων ὡς NH₄Cl, NH₄NO₃, NH₄NO₂, NH₄HCO₃ κλπ, ἔνεκα τοῦ ἰσχυροῦς βασικοῦ χαρακτηῆρος της.

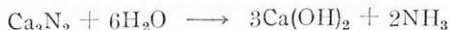
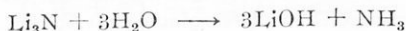
20.9 Παρασκευάζεται *ἐργαστηριακῶς* ἀπὸ ἀμμωνιακὰ ἄλατα διὰ συνθερμάνσεως μὲ ἰσχυρὰς βάσεις ἢ μεταλλοξείδια ἀλκαλικῶν γαιῶν ὡς π.χ.



Ἐπίσης ἐκλύεται ἀμμωνία καὶ δι' ἀπλῆς θερμάνσεως ἀμμωνιακῶν ἀλάτων, ἰδίως ἀνθρακικῶν



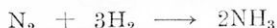
20.10 Ἀμμωνία παράγεται επίσης καὶ δι' ὑδρολύσεως τῶν νιτριδίων π.χ.



ὥς καὶ δι' ὑδρολύσεως ἀσβεστοκυαναμίδης



20.11 Βιομηχανικῶς ἡ ἀμμωνία παρασκευάζεται διὰ *συνθεταικῆς ὁδοῦ*, ἐκ τοῦ ἁζώτου τῆς ἀτμοσφαίρας διὰ δεσμεύσεώς του μὲ ὑδρογόνον



Ὑπὸ *χαμηλὴν θερμοκρασίαν* ἡ ἀντίδρασις εἶναι *μεγάλης ἀποδόσεως ἀλλὰ βραδεῖα*, ὥς ἐξαιρετικῶς ἐνδόθερμος, ἀντιθέτως ὑπὸ *ὕψηλὴν θερμοκρασίαν* εἶναι *μικρᾶς ἀποδόσεως ἀλλὰ ταχύτερα*, οὕτω ἐπιδιώκεται ἐκάστοτε ἡ ἐκλογὴ συνθηκῶν ὅπου ἡ μικρὰ ἀπόδοσις ν' ἀναιρῆται ὑπὸ τῆς μεγάλης ταχύτητος καὶ ἀντιστροφῆς.

Ἡ χρῆσις καταλυτῶν ὥς μεταλλοξειδίων διευκολύνει τὴν παρασκευήν.

Εἰδικῶς κατὰ τὴν παλαιότεραν μέθοδον τῶν Haber καὶ Claude χρησιμοποιοῦνται πιέσεις ἀπὸ 100 atm μέχρι 1000 atm μὲ θερμοκρασίας ἀντιστοιχοῦς ἀπὸ 500°C μέχρι 200°C καὶ μὲ καταλύτας Fe, FeO, Fe₂O₃ καὶ Al₂O₃.

Π Ι Ν Α Ξ XX - 3

ΑΠΟΔΟΣΙΣ (%) ΚΑΤ' ΟΓΚΟΝ ΣΥΝΘΕΣΕΩΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ
ΕΙΣ ΜΟΡΙΑΚΟΝ ΜΙΓΜΑ 3H₂ : N₂

Θερμοκρασία (°C)	Π ί ε σ ι ς (atm)				
	30	100	300	600	800
200	68	82	90	95	99
300	30	52	71	84	93
400	10	25	47	65	81
500	3	11	26	42	59
600	2	4	14	23	33

20.12 Ἐν ἐλευθέρῳ καταστάσει ἡ NH₃ εἶναι σῶμα ἀέριον, ἄχρουν, ἐντόνου ἐρεθιστικῆς ὁσμῆς. Ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας ἔχει πυκνότητα 0,771 gr/lit καὶ εἶναι 1,7 φορὰς ἐλαφροτέρα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ὑγροποιεῖται εἰς τοὺς

—33,4°C, ὑπὸ πίεσιν ἀτμοσφαιρικήν, καὶ στερεοποιεῖται εἰς τοὺς —77,8°C. Ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τῆς εἶναι 133°C ἢ δὲ κρίσιμος πίεσίς τῆς 112 atm, ἐξ οὗ προκύπτει τὸ εὐκόλον τῆς ὑγροποιήσεώς τῆς διὰ συμπίεσεως. Εἰς τοὺς 25°C ὑγροποιεῖται ὑπὸ πίεσιν 9,9 atm, ἐκτονουμένη δὲ ἐξατμίζεται μὲ μεγάλην εἰδικὴν λανθάνουσαν θερμότητα ἐξαερίωσεως 330 cal/gr καὶ προκαλεῖ πτώσιν τῆς θερμοκρασίας εἰς τοὺς —33°C.

Εἰς τὸ ὕδωρ εἶναι λίαν διαλυτή, εἰς τοὺς 0°C φθάνει τὰ 90 gr ἀμμωνίας ἐντὸς 100 gr ὕδατος εἰς δὲ τοὺς 100°C φθάνει τὰ 7,4 gr.

Διαλύεται ἐπίσης ἐντὸς οἰνοπνεύματος, αἰθέρος καὶ ἄλλους ὀργανικοὺς διαλύτες.

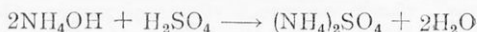
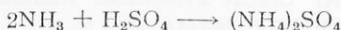
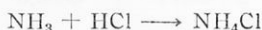
20.13 Ἡ κυριώτερα ἰδιότης τῆς ἀμμωνίας εἶναι ἡ *βασικὴ* συμπεριφορὰ τῆς. Κατὰ τὴν ἐντὸς ὕδατος διάλυσιν σχηματίζει τὸ καυστικὸν ἀμμώνιον



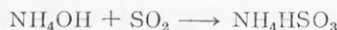
τὸ ὁποῖον συμπεριφέρεται ὡς μέσης ἰσχύος βάσις μὲ τὴν ρίζαν ἀμμώνιον NH_4^+ ὡς μονοσθενὲς μέταλλον



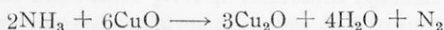
Ὡς βάσις ἀντιδρᾷ εἴτε ἀμέσως, ὡς NH_3 , εἴτε ἐμμέσως, ὡς NH_4OH , μὲ ὀξέα καὶ δίδει ἀμμωνιακὰ ἅλατα



ἀντιδρᾷ ἐπίσης μὲ ἀμεταλλοξείδια

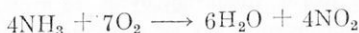


20.14 Ἡ ἀμμωνία *ὀξειδοῦται*, διὰ καύσεως εἰς τὸν ἀέρα ἢ μὲ ὀξειδωτικά μέσα, συνήθως πρὸς ἄζωτον



Παρουσία καταλυτῶν, ὡς π.χ. Pt, ἡ ὀξείδωσις βαίνει καὶ πρὸς ἀνώτερα στά-

δια παραγομένου μίγματος αζώτου και οξειδίων, ως



20.15 Η NH_3 σχηματίζει, με άλατα, *έναμμόνια* προϊόντα παρεμφερή προς τα ένυδρα τοιαῦτα καὶ τοῦτο οφείλεται εἰς τὴν μεγάλην φυσικοχημικὴν ὁμοιότητα μεταξύ τῶν μορίων τοῦ ὕδατος καὶ τῆς ἀμμωνίας.

Οὕτω, ὅπως ἀπὸ CaCl_2 λαμβάνεται τὸ ένυδρον ἄλας



οὕτω λαμβάνεται, με NH_3 , τὸ έναμμόνιον χλωριούχον ἀσβέστιον



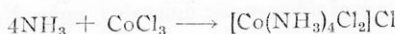
20.16 Με πολλὰ ἄλατα σχηματίζει *σύνπλοκα έναμμόνια προϊόντα* ὡς



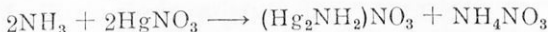
ὅπου ἡ NH_3 με τὸν Ag ἀποτελεῖ ἓν ἑνιαῖον κατιόν



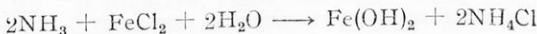
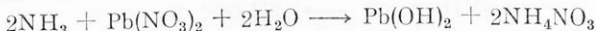
Παρεμφερεῖς εἶναι καὶ αἱ ἀντιδράσεις με ἄλατα χαλκοῦ, κοβαλτίου, νικελίου ὡς π.χ.



Με μερικὰ ἄλατα σχηματίζει *ἀμιδοενώσεις* ὡς π.χ.



με ἄλλα σχηματίζει *ἀδιαλύτους βάσεις* ὡς π.χ.



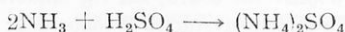
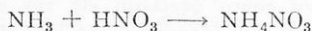
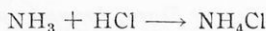
20.17 Τὸ μεγαλύτερον ποσοστὸν τῆς παρασκευαζομένης ἀμμωνίας, τὸ 60% περίπου, καταναλίσκεται διὰ τὴν παραγωγὴν *λιπασμάτων*. Μέγα μέρος χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν οξειδωσίν του πρὸς *νιτρικὸν ὀξύ* καὶ μικρότερα ποσὰ διατίθενται διὰ τὴν ἀναλυτικὴν χημίαν καὶ τὴν ἱατρικὴν.

Σημαντικὴ εἶναι ἡ χορῆσις τῆς ἀμμωνίας εἰς τὰ ψυγεῖα *διὰ τὴν παραγωγὴν ψύχους* δι' ἐκτονώσεως, ἔνεκα τῆς μεγάλης εἰδικῆς λανθανούσης θερμότητος ἐξαερίωσεως. Εἰς τὸ ἐμπόριον φέρεται εἴτε καθαρὰ ἐντὸς σιδηρῶν ὀβίδων ὑπὸ πίεσιν, εἴτε ὡς διάλυμα (ἀμμωνιακὸν ὕδωρ).

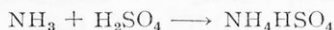
Α Μ Μ Ω Ν Ι Α Κ Α Α Λ Α Τ Α

20.18 Ὡς ἀμμωνιακά ἄλατα χαρακτηρίζονται τὰ περιέχοντα ὡς κατιὸν τὴν ρίζαν **ἀμμώνιον** NH_4 συμπεριφερομένην ὡς μονοσθενὲς μέταλλον.

Παρασκευάζονται ἀπὸ ἀμμωνίαν καὶ ὀξέα ἐν διαλύματι, ὡς π.χ.



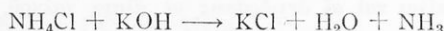
Ὡς ἀνθρακικά, θειικά, θειώδη, θειοῦχα καὶ φωσφορικά εὐσταθοῦν καὶ ὑπὸ ὀξινον μορφήν ὡς π.χ.



20.19 Εἶναι σώματα *λίαν ἐνδιάλυτα* καὶ *εὐαποσύνθετα* διὰ θερμάνσεως



ιδίως παρουσία ἰσχυρῶν βάσεων



Ἡ ἀποσύνθεσις, διὰ θερμάνσεως, τῶν ἀμμωνιακῶν ἀλάτων ὀξειδωτικῶν ὀξέων συνοδεύεται ἀπὸ *αὐτοξείδωσιν* τῆς ἀμμωνίας πρὸς N_2 ἢ, σπανιότερον, πρὸς N_2O , NO κλπ.

Οὕτω π.χ. ἡ θέρμανσις τοῦ NH_4NO_2 δύναται νὰ θεωρηθῇ ὅτι ἀντιστοιχεῖ εἰς τὰ συμβατικά στάδια



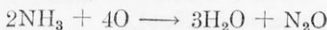
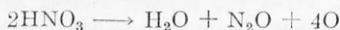
ὁπότε δι' ἀπλοποιήσεως καὶ προσθέσεως κατὰ μέλη προκύπτει ἡ ἀντίδρασις



Ὁμοίως δικαιολογεῖται ἡ θερμικὴ ἀποσύνθεσις τοῦ νιτρικοῦ ἀμμωνίου



κατὰ συμβατικά στάδια



20.20 Ἐκ τῶν ἀμμωνιακῶν ἀλάτων σημαντικά εἶναι τὸ *χλωριούχον ἀμμώνιον* NH_4Cl , τὸ *ἀνθρακικόν* καὶ τὸ *δισανθρακικόν* $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NH_4HCO_3 καὶ τὸ *θεικόν* $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Ὅλα ταῦτα παρασκευάζονται δι' ἀλληλεπιδράσεως ἀμμωνίας καὶ ἀντιστοίχου ὀξέος ἢ ὀξειδίου καὶ εὗρισκουν ποικίλας ἐφαρμογὰς εἰς τὴν τεχνικὴν καὶ τὴν ἀναλυτικὴν χημεῖαν.

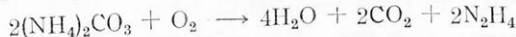
Π Ι Ν Α Ξ XX — 4
ΦΑΣΜΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΑΖΩΤΟΥ

Μήκος κύματος γραμμῆς (Å)	Περιοχή χρώματος	Ἔντασις γραμμῆς	Μήκος κύματος γραμμῆς (Å)	Περιοχή χρώματος	Ἔντασις γραμμῆς
3994,99	Ὑπεριώδης	(ἀσθενῆς)	5679,56	Πρασίνη	μετρία
4109,98	Ἰώδης	ἰσχυρὰ	6008,48	Πορτοκαλλ.	ἰσχυρὰ
4151,46	Ἰώδης	ἰσχυρὰ	6482,07	Ἐρυθρὰ	ἀσθενῆς
4447,03	Κυανῇ	ἀσθενῆς	6482,74	Ἐρυθρὰ	μετρία
4630,55	Κυανῇ	ἀσθενῆς	6644,96	Ἐρυθρὰ	μετρία
5005,14	Πρασίνη	μετρία	6723,12	Ἐρυθρὰ	μετρία
5666,64	Πρασίνη	ἀσθενῆς	7468,79	Ὑπέρυθρος	(ἀσθενῆς)

Υ Δ Ρ Ο Γ Ο Ν Ο Υ Χ Ο Ι Ε Ν Ω Σ Ε Ι Σ

20.21 Ἐκτὸς τῆς ἀμμωνίας, τὸ *ἄζωτον* σχηματίζει καὶ ἄλλας ἐνώσεις μὲ ὕδρογόνον μεταξὺ τῶν ὁποίων σημαντικαὶ εἶναι ἡ *ὕδραζίνη* καὶ τὸ *ὕδραζωτικόν* ὀξύ.

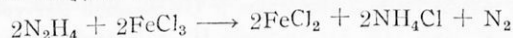
20.22 Ἡ *ὕδραζίνη*, ἔνωση τοῦ τύπου N_2H_4 παρασκευάζεται κατὰ τὴν ὑπὸ ὠρισμένης συνθήκας ἠλεκτρολυτικὴν ὀξειδωσιν ἀμμωνιακῶν ἀλάτων, ὡς π.χ.



Παρασκευάζεται ἐπίσης διὰ παρατεταμένης ἐπιδράσεως γλωρίου ἐπὶ ἀμμωνίας



εἶναι σῶμα ὑγρὸν, σημείου ζέσεως $113,5^\circ\text{C}$, ἀναγωγικόν. Εὗρισκει ἐφαρμογὰς εἰς τὴν ὀργανικὴν ἰδίως χημεῖαν ὡς ἐκ τῆς ἀναγωγικῆς ἰδιότητός του. Ἐπιδρᾷ καὶ ἐπὶ ἀνοργάνων ἐνώσεων, ὡς π.χ. ἐπὶ ἀλάτων σιδήρου



Τὸ *ὕδραζωτικόν ὀξὺ* HN_3 , σῶμα ὑγρὸν σημείου ζέσεως 37°C , παρασκευάζεται συνήθως δι' ὀξειδώσεως ὑδραζίνης ὑπὸ νιτρώδους ὀξέος



εἶναι ἀσθενὲς ὀξὺ καὶ ἰοντίζεται ἐλαφρῶς



καὶ σχηματίζει ἄλατα ἰδίως μὲ ἀλκάλια, ὥς π.χ.



Εἶναι σῶμα ταυτοχρόνως καὶ ὀξειδωτικὸν καὶ ἀναγωγικόν, καθόσον ὑπόκειται εἰς τὰς ἀντιδράσεις



καὶ



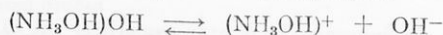
Ἡ ὀξειδωτικὴ ἢ ἀναγωγικὴ δρασὶς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν παρουσίαν ἀναγωγικῶν ἢ ὀξειδωτικῶν ἀντιστοίχως σωμάτων.

20.23 Ἄλλη ἀζωτοῦχος ἔνωσις, παρεμφερὲς πρὸς τὴν ἀμμωνίαν, εἶναι ἡ *ὕδροξυλαμίνη* τύπου NH_2OH .

Παρασκευάζεται δι' ἀναγωγῆς τοῦ νιτρώδους ὀξέος ὑπὸ εἰδικᾶς συνθήκας

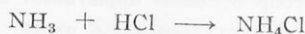


Εἶναι σῶμα στερεόν, ἄχρουν, διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Τήκεται εἰς τοὺς 33°C , εἰς ὑψηλοτέραν δὲ θερμοκρασίαν ἀποσυντίθεται. Συμπεριφέρεται ὡς ἀσθενὲς βάσις σχηματίζουσα ἰόντα ἐμμέσως δι' ἐνώσεως μεθ' ὕδατος

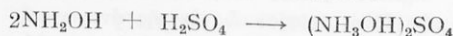
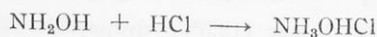


Τὸ ἰὸν $(\text{NH}_3\text{OH})^+$ καλεῖται ὑδροξυλαμμώνιον καὶ εἶναι ἀνάλογον τοῦ ἀμμωνίου, δυνάμενον νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀμμώνιον μὲ ἓν H ἀντικατεστημένον ὑπὸ ἐνὸς ὁμοιοπολικοῦ OH .

Οὕτω, ὅπως ἡ NH_3 δρᾷ μὲ ὀξεᾶ



ὁμοίως δρᾷ καὶ ἡ NH_2OH



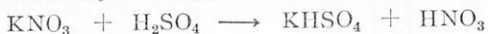
Αἱ ὑδρογονοῦχοι ἐνώσεις τοῦ ἀζώτου, πλὴν τῆς ἀμμωνίας, εἶναι κατὰ κανόνα ἀσταθεῖς.

ΝΙΤΡΙΚΟΝ ΟΞΥ

20.24 Τὸ νιτρικὸν ὀξύ (HNO_3) εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ὑπὸ μορφὴν νιτρικοῦ νατρίου NaNO_3 , ὡς νίτρον τῆς Χιλῆς, καὶ νιτρικοῦ καλίου KNO_3 , ὡς νίτρον τῶν Ἰνδιῶν.

Τὸ HNO_3 παρασκευάζεται κατὰ τρεῖς θεμελιώδεις τρόπους καὶ δὴ ἀπὸ νιτρικὰ ἄλατα, ἀπὸ ὀξειδίου τοῦ ἄζωτου συνθετικῶς παρασκευασθὲν καὶ ἀπὸ ἀμμωνίαν.

Ἀπὸ νιτρικὰ ἄλατα παράγεται HNO_3 τῇ ἐπιδράσει θεικοῦ ὀξεος μὲ ὄξινα ἢ οὐδέτερα ἄλατα ὡς ὑπόλειμμα



Τὸ παραγόμενον HNO_3 ὡς πτητικὸν διαχωρίζεται καὶ εἰς ἡπίαν θερμοκρασίαν.

ΠΙΝΑΞ XX — 5

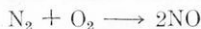
ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΝΙΤΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ (HNO_3) ΕΙΣ 20°C

Περιεχτιζόμενης (εἰς % κατὰ βάρος)	Πυκνότης gr/cm ³	Περιεχτιζόμενης (εἰς gr/lit)	Βαθμοὶ Beaumé	Περιεχτιζόμενης (εἰς % κατὰ βάρος)	Πυκνότης gr/cm ³	Περιεχτιζόμενης (εἰς gr/lit)	Βαθμοὶ Beaumé
1	1,0036	10,04	0,5	50	1,3100	655,0	34,3
3	1,0146	30,44	2,1	55	1,3393	736,6	36,7
5	1,0255	51,28	3,6	60	1,3667	820,0	38,9
10	1,0543	105,4	7,5	65	1,3913	904,3	40,8
15	1,0842	162,6	11,3	70	1,4134	989,4	42,4
20	1,1150	223,0	15,0	75	1,4337	1075,0	43,9
25	1,1469	286,7	18,6	80	1,4521	1162,2	45,1
30	1,1800	354,0	22,1	85	1,4686	1248,2	46,3
35	1,2140	424,9	25,6	90	1,4826	1334,0	47,2
40	1,2463	498,5	28,7	95	1,4932	1419,0	47,9
45	1,2783	575,2	31,6	100	1,5129	1513,0	49,2

Ἀπὸ ὀξειδίου τοῦ ἄζωτου NO ἡ παρασκευὴ ἀπαιτεῖ εἰδικὰς συνθήκας καὶ κατανάλωσιν ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας. Ἡ σύνθεσις τοῦ NO ἀπὸ N_2 καὶ O_2 τοῦ

ατμοσφαιρικού αέρος επιτυγχάνεται κατά μέθοδον ἐπινοηθεῖσαν ὑπὸ τῶν νορβηγῶν Birkeland καὶ Eyde.

Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην ὁ ἀήρ διαβιβάζεται, ὑπὸ θερμοκρασίαν 2000°C , μεταξὺ τῶν πόλων βολταϊκοῦ τόξου ὁπότε σχηματίζεται, ὡς ἀσταθὲς προϊόν, τὸ NO κατὰ τὴν ἀντίδρασιν

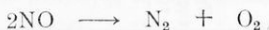


Πρὸς αὐξήσιν τῆς ἀποδόσεως χρησιμοποιεῖται κατ'ἀρχὴν τόξον μὲ σπινθήρα ὁ ὁποῖος **σαρῶνει** τὸ μίγμα καὶ τοῦτο ἐπιτυγχάνεται διὰ τόξου ἐναλλασσομένου ρεύματος ἐντὸς ἰσχυροῦ μαγνητικοῦ πεδίου.

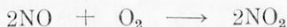
Ἐν συνεχείᾳ ἡ ἀπόδοσις βελτιοῦται μὲ ἀπότομον μείωσιν τῆς θερμοκρασίας

Σχ. 20.24.1 Σχηματικὴ διάταξις τόξου σαρώσεως, διὰ τὴν σύνθεσιν τοῦ NO.

ὅπου, ἀφ' ἑνὸς μὲν ἀποφεύγεται ἡ ἀποσύνθεσις



ἀφ' ἑτέρου διευκολύνεται ἡ ἔνωσις τοῦ NO μὲ τὸ ὀξυγόνον τοῦ αέρος πρὸς ὑπεροξειδίου



Ὑπὸ τὰς συνθήκας ταύτας ἡ ἀπόδοσις δύναται νὰ φθάσῃ τὰ 2,5 %, ποσοστὸν λίαν ἱκανοποιητικόν, δεδομένου τοῦ χαμηλοῦ σημερινοῦ κόστους τῆς ἡλεκτρικῆς ἐνεργείας καὶ τῆς δωρεάν παροχῆς τῆς πρώτης ὕλης (αέρος).

Τὸ παραγόμενον NO_2 διαλύεται ἐντὸς ὕδατος καὶ μετατρέπεται ἐν μέρει πρὸς μίγμα NO καὶ HNO_3



ἐν μέρει πρὸς μίγμα HNO_2 καὶ HNO_3



Ἀπὸ ἀμμωνίαν ἡ μέθοδος εἶναι καὶ πάλιν συνθετικὴ ἀπὸ ατμοσφαιρικὸν ἄζωτον καὶ ὕδρογονον. Ἡ κατὰ καταλυτικὸν τρόπον παρασκευασθεῖσα ἀμμωνία (βλ. § 20.11) ὀξειδοῦται ὑπὸ ατμοσφαιρικοῦ αέρος παρουσίᾳ ἐρυθροπυρρῶ θέντος λευκοχρύσου



Πρὸς τοῦτο μίγμα αέρος καὶ ἀμμωνίας προθερμαίνεται εἰς τοὺς 300°C καὶ ἐν συνεχείᾳ διαβιβάζεται διὰ τοῦ Pt εἰς θερμοκρασίαν 1000°C περίπου.

Δι' αποτόμου ψήξεως παράγεται, ὥς καὶ κατὰ τὴν ἀπ' εὐθείας μέθοδον, ὑπεροξειδίου τοῦ ἰξώτου, τὸ ὁποῖον τελικῶς δίδει γένεσιν εἰς μίγμα ὀξειδίου, νιτρώδους καὶ νιτρικοῦ ὀξέος.

20.25 Τὸ HNO_3 εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, πυκνότητος $1,54 \text{ gr/cm}^3$ μὲ σημεῖον πήξεως εἰς τοὺς -47°C καὶ σημεῖον ζέσεως, ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῇ πίεσιν, εἰς τοὺς 86°C .

Δεδομένου ὅτι τὸ HNO_3 εἶναι εὐαποσύνθετον ἐνδείκνυται ἡ ζέσις ὑπὸ ἡλιαττωμένην πίεσιν.

Εἰς τὸ ὕδωρ διαλύεται ἀπεριορίστως καὶ σχηματίζει ἄξοτροπικὸν μίγμα, ὥς διάλυμα περιεκτικότητος 68 %, μὲ σημεῖον βρασμοῦ σταθερὸν εἰς τοὺς $120,5^\circ\text{C}$.

Ὡς πυκνὸν διάλυμα ἐμφανίζει κιτρίνην χροιάν ὀφειλομένην εἰς τὸν σχηματισμὸν τοῦ ὀξειδίου NO_2 .

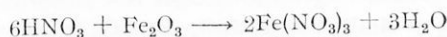
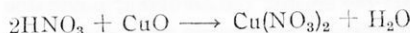
20.26 Ἀπὸ ἀπόψεως χημικῶν ἰδιοτήτων χαρακτηρίζεται ὡς *ισχυρὸν ὀξύ*



καὶ ἀντιδρᾷ, ὥς ἐκ τούτου, μὲ βάσεις ὑπὸ ἔκλυσιν θερμότητος, π.χ.



Ἀντιδρᾷ ἐπίσης μὲ μεταλλοξείδια, π.χ.

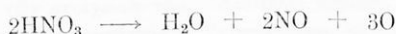
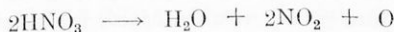


ὥς καὶ μὲ πλείστα ἄλατα



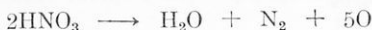
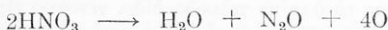
20.27 Εἶναι ἐπίσης *ισχυρὸν ὀξειδωτικὸν* διότι δίδει ὀξυγόνον ἰδίως ἐν θερμῇ καὶ παρουσίᾳ εὐοξειδῶτων σωμάτων.

Ἡ ἀποσύνθεσις λαμβάνει χώραν κυρίως μὲ συμπαραγωγὴν NO καὶ NO_2 κατὰ τὰς ἐξισώσεις



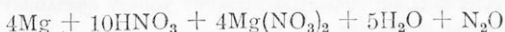
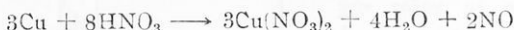
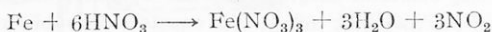
Εἰς μικρὰ ὅμως ποσά, ἰδίως μὲ πολὺ ἀναγωγικὰ σώματα, ἡ ἀποσύνθεσις

βαίνει καὶ πρὸς ἄλλας μορφάς, ὥς π.χ.



Ἐν θερμῷ καὶ μὲ πυκνὰ διαλύματα επικρατεῖ ἡ ἀποσύνθεσις πρὸς NO_2 , εἰς ἀραιὰ δὲ καὶ ἐν ψυχρῷ ἡ πρὸς NO .

20.28 Ὡς ὀξειδωτικὸν τὸ HNO_3 διαλύει τὰ μέταλλα, ὥς π.χ.



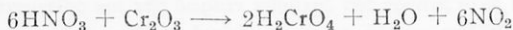
ἀντιδρῶ μὲ ἀμέταλλα, ὥς π.χ.



Ὁξειδώνει εὐοξειδωτὰ ἄλατα καὶ ἄλλας ἐνώσεις, ὥς π.χ.



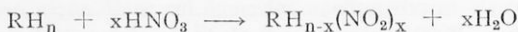
Εἰδικῶς μετατρέπει τὰς ἐνώσεις τοῦ δισθενοῦς μαγγανίου εἰς ὑπερμαγγανικὸν ὀξὺ καὶ τὰς τοῦ τρισθενοῦς χρωμίου εἰς χρωμικόν, π.χ.



Μὲ μέταλλα ἐπαμφοτερίζουσας πολικότητος, ὥς εἶναι τὰ Zn , Sn , Pb κλπ, δίδει πολλάκις ὄξινα προϊόντα, ἰδίως μὲ τὸν Sn ὅπου τὸ προϊόν εἶναι ποσοτικῶς κασσιτερικὸν ὀξὺ



20.29 Ἡ δρασὶς τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος εἶναι ἀξιοσημείωτος *ἐπὶ ὁργανικῶν ἐνώσεων*, ὅτε εἰσάγεται ἡ ὁμὰς NO_2 (νιτροομάς) εἰς τὴν θέσιν ἀντιστοίχων ἀτόμων ὑδρογόνου κατὰ γενικὴν τινα ἀντίδρασιν ἥτις καλεῖται νίτρωση καὶ ἀποδίδεται ὥς



Αἱ παραγόμεναι νιτροενώσεις ἀποτελοῦν σήμερον πρώτην ὕλην διὰ τὴν περαιτέρω παρασκευὴν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν, χρωμάτων, φαρμάκων, πλαστικῶν κλπ.

20.30 Ἀπὸ ἀπόψεως χρήσεων τὸ HNO_3 εὐρίσκει εὐφυτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τὴν βιομηχανίαν ἰδίως ἐκρηκτικῶν ὑλῶν καὶ νιτρικῶν ἁλμάτων ὡς λιπασμάτων. Ἡ λεγομένη **βιομηχανία ἀζώτου** ἔγκειται ἀκριβῶς εἰς τὴν διὰ συνθετικῆς ὁδοῦ παρασκευὴν νιτρικοῦ ὀξέος διὰ τὴν ἐν συνεχείᾳ παρασκευὴν ἰδίως νιτρικῶν καὶ νιτρῶδων ἁλμάτων.

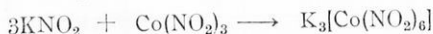
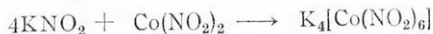
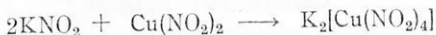
Εἰς τὴν ἀναλυτικὴν χημεῖαν ἀποτελεῖ θεμελιῶδες ἀντιδραστήριον χρησιμώτατον διὰ τὴν διαλυτοποίησιν κραμάτων, ὀρυκτῶν κλπ.

ΟΞΥΓΟΝΟΥΧΟΙ ΕΝΩΣΕΙΣ

20.31 Ἐκτὸς ἀπὸ τὸ HNO_3 ὑπάρχουν καὶ ἄλλαι ἐνώσεις τοῦ ἀζώτου μὲ δξυγόνον ὡς εἶναι τὸ νιτρῶδες ὀξύ καὶ τὰ διάφορα ὀξειδία.

20.32 Τὸ **νιτρῶδες ὀξύ** HNO_2 εὐσταθεῖ ὡς διάλυμα μὲ κyanῆν ἀπόχρωσιν καὶ ἀποτελεῖ ἀσθενὲς ὀξύ. Κυρίως σχηματίζει ἅλατα μὲ ἑλαφρὰ μέταλλα ὡς KNO_2 καὶ NaNO_2 ἀπὸ τὰ ὁποῖα παρασκευάζεται συνήθως.

Τὰ νιτρῶδη ἅλατα ἔχουν ἰδιάζουσιν σημασίαν καθόσον μετατρέπονται εὐκόλως εἰς σύμπλοκα παρουσίᾳ βαρέος μετᾶλλου, ὡς π. χ.



Τὸ κοβαλτιεξανιτρῶδες κάλι $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ἔχει σημασίαν εἰς τὴν ἀνάλυσιν καθόσον ὡς ἴζημα διαχωρίζεται τοῦ νικελιεξανιτρῶδους καλίου $\text{K}_3[\text{Ni}(\text{NO}_2)_6]$, τὸ ὁποῖον εἶναι διαλυτόν. Οὕτω διαχωρίζονται, ἰδίως ἐξ ὀρυκτῶν, τὰ δύο μέταλλα Co καὶ Ni τὰ ὁποῖα κατὰ τὰς λοιπὰς ιδιότητάς των εἶναι σχεδὸν ὅμοια καὶ ὡς ἐκ τούτου μὴ διακρίσιμα.

20.33 Ἐκ τῶν ὀξειδίων τὸ λεγόμενον **ὑποξείδιον τοῦ ἀζώτου** ἢ ἱλαρινιζόν ἀέριον (N_2O) παρασκευάζεται συνήθως διὰ θερμάνσεως νιτρικοῦ ἁμμωνίου



Ὑπὸ συνήθεις συνθήκας ἀποτελεῖ ἀέριον σταθερόν καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς ἀναισθητικόν.

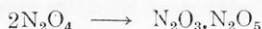
Τὸ **ὀξείδιον τοῦ ἀζώτου** (NO) παράγεται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἀπὸ τὴν ἀπ' εὐθείας σύνθεσιν τῶν στοιχείων του. Ἀποτελεῖ ἀέριον, ἄχρουν ὀλίγον διαλυτόν εἰς τὸ ὕδωρ, σχετικῶς σταθερόν. Ὑγροποιεῖται εἰς τοὺς $-151,8^\circ\text{C}$ καὶ στερεοποιεῖται εἰς τοὺς $-163,6^\circ\text{C}$ πρὸς σώματα κyanῆς χροῦς. Εἶναι ἐξόχως παραμαγνητικόν.

20.34 Μεγαλντέραν σημασία έχει τὸ *υπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου* (NO_2), σῶμα ἀέριον εἰς θερμοκρασίαν ἄνω τῶν $21,3^\circ\text{C}$. Ὡς ὑγρὸν ἔχει χροῶμα ὑποκίτρινον καὶ στερεοποιεῖται εἰς τοὺς $-9,3^\circ\text{C}$ πρὸς ἄχρουν κρυσταλλικὸν στερεόν. Διμερίζεται εἰς σύνθετα μόρια τοῦ τύπου N_2O_4 κατὰ τὴν ἀντίδρασιν

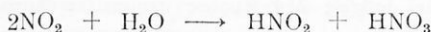


Τὸ ποσοστὸν ἐκάστης μορφῆς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν. Οὕτω εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας, ὡς στερεόν, ἔχει κατὰ 100 % τὴν μορφήν N_2O_4 , ὡς ἀέριον ἄνω τῶν 120°C ἀποτελεῖται ἀπὸ μόρια κατὰ 100 % σχεδὸν τοῦ τύπου NO_2 . Τὸ ὑγρὸν ἀποτελεῖται ἀπὸ μῖγμα τῶν δύο μορφῶν.

Ἀπὸ ἀπόψεως χημικῶν ἰδιοτήτων συμπεριφέρεται ὡς *σύνθετον ἀμεταλλοξειδίου* κατὰ τὴν συμβατικὴν ἐξίσωσιν



καὶ δι' αὐτὸν ἀκριβῶς τὸν λόγον μὲ H_2O δίδει μῖγμα νιτρώδους καὶ νιτρικοῦ ὀξέος



Λογῶ ὀξειδωτικῶς μετατρέπομενον εἰς ὀξειδίου.

Π Ι Ν Α Ξ XX — 6
ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

	N_2O	NO	N_2O_3	N_2O_4	N_2O_5
Μοριακὸν βάρος	44	30	76	92	108
Σημεῖον τήξεως ($^\circ\text{C}$)	-102,4	-163,6	-102,0	-9,3	(30)
Σημεῖον ζέσεως ($^\circ\text{C}$)	-88,5	-151,8	(3,5)	(21,3)	(47)
Ἀντίστοιχον ὀξύ	—	—	HNO_2	μῖγμα	HNO_3

Τὸ *τριοξειδίου τοῦ ἀζώτου* N_2O_3 θεωρεῖται ὡς ἀνυδρίτης τοῦ νιτρώδους ὀξέος



εὐσταθεῖ εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας ὡς στερεόν, κάτω τοῦ σημείου πήξεώς του (-102°C).

Ἀντίστοιχον εἶναι καὶ τὸ *πεντοξειδίου τοῦ ἀζώτου* N_2O_5 τὸ ὁποῖον παράγεται δι' ἀφυδατώσεως τοῦ HNO_3 . Ὡς στερεόν κρυσταλλικὸν σῶμα εὐσταθεῖ εἰς θερμοκρασίαν κάτω τῶν 8°C . Εἰς ἀνωτέραν θερμοκρασίαν ἀποσυντίθεται ὀξειδωτικῶς καθ' ὃν τρόπον καὶ τὸ νιτρικὸν ὀξύ, τοῦ ὁποῖου εἶναι ἀνυδρίτης.

Π Ι Ν Α Ξ XX — 7

ΜΕΣΗ ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ ΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ (εις gr/lit)

Θερμοκρα- σία (°C)	Πυκνότης	Θερμοκρα- σία (°C)	Πυκνότης
—20	1,3957	22	1,1964
—10	1,3424	24	1,1883
—8	1,3322	26	1,1803
—6	1,3222	28	1,1725
—4	1,3124	30	1,1647
—2	1,3026	32	1,1570
0	1,2931	34	1,1495
2	1,2836	36	1,1420
4	1,2743	38	1,1347
6	1,2652	40	1,1274
8	1,2561	42	1,1202
10	1,2472	44	1,1132
12	1,2385	46	1,1062
14	1,2298	48	1,0993
16	1,2213	50	1,0924
18	1,2129	52	1,0857
20	1,2046	54	1,0791

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΑΗΡ

20.35 Ἡ σημασία τοῦ αἰζώτου εἰς τὴν φύσιν εἶναι μεγάλη ἀφ' ἑνὸς μὲν διότι ἀποτελεῖ τὸ κύριον μέρος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος, ἀφ' ἑτέρου διότι συμμετέχει, ὡς κύριον συστατικόν, εἰς τὴν συγκρότησιν τοῦ ζώντος κυττάρου.

Ὁ αἰρ, ὁ ὁποῖος ἄλλοτε ἐθεωρεῖτο ὡς στοιχεῖον, εἶναι *μίγμα αἰζώτου, ὀξυγόνου καὶ ἄλλων σωμάτων*.

Τὸ αἰζωτον ἀποτελεῖ, κατ' ὄγκον, τὰ 78% τοῦ ὅλου αέρος εἰς τὰ κατώτατα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, τὸ ὀξυγόνον ἀποτελεῖ τὰ 21% καὶ τὸ ὑπόλοιπον 1% εἶναι ὕδατμός, διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ἀργὸν κλπ.

20.36 Ὁ ἀήρ ἔχει μέσην πυκνότητα εἰς τοὺς 0°C ἀνερχομένην εἰς 1,2931 gr/lit καὶ λαμβάνεται ὡς μονὰς σχετικῆς πυκνότητος διὰ τὰ ἄλλα ἀέρια ὑπὸ κανονικῶς συνθήκας.

Ἡ πυκνότης του μεταβάλλεται, καὶ ὡς ἐκ τούτου μεταβάλλεται καὶ ἡ ἀσκουμένη ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, ἰδίως ἔνεκα τῆς μεταβολῆς τῆς εἰς ὑδρατμούς περιετικότητος.

Εἶναι ἀξιοσημείωτον τὸ γεγονός ὅτι ὁ ἐμπλουτισμὸς τοῦ ἀέρος εἰς ὑδρατμούς προκαλεῖ μείωσιν τῆς πυκνότητος καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, δεδομένου ὅτι ὁ ὑδρατμὸς ἔχει μοριακὸν βάρος $\mu = 18$ μικρότερον τοῦ μέσου μοριακοῦ βάρους τοῦ ἀέρος ($\mu' = 29$).

Π Ι Ν Α Ξ XX — 8
ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ ΕΙΣ ΕΥΓΕΝΗ ΑΕΡΙΑ

Ἀέριον		Σύστασις % κατ' ὄγκον	Ἀέριον		Σύστασις % κατ' ὄγκον
Ἀργὸν	A	0,94000	Κρυπτόν	Kr	0,000052
Νέον	Ne	0,00123	Ξένον	Xe	0,000006
Ἡλίου	He	0,00040	Ραδόνιον	Rn	....

20.37 Ἡ μελέτη τῆς συστάσεως τοῦ ἀέρος ἀποτελεῖ ἐν ἐκ τῶν κυριωτέρων θεμάτων τῆς ἀναλυτικῆς χημείας. Εἰδικῶς τὸ ὀξυγόνον προσδιορίζεται ποσοτικῶς δι' ὀξειδώσεως ἐρυθροπυρρυνθέντος χαλκοῦ



τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθράκος διὰ δεσμεύσεώς του μὲ KOH



τὸ ὕδωρ δι' ἀφυδατικῶν μέσων, ὡς ξηρανθέντος χλωριούχου ἀσβεστίου, καὶ τέλος τὸ ἄζωτον καὶ τὰ εὐγενῆ ἀέρια ἐκ τῆς διαφορᾶς. Διὰ τὴν ἐπὶ μέρους εὔρεσιν ποσοστῶν τοῦ ἄζωτου καὶ τῶν εὐγενῶν αερίων ἐφαρμόζεται ἡ κλασματικὴ ἀπόσταξις ὑπὸ λίαν χαμηλὴν θερμοκρασίαν, ὅτε τὸ ἄζωτον ὑγροποιεῖται πρῶτον καὶ διαχωρίζεται τῶν λοιπῶν εὐγενῶν αερίων.

21. ΟΜΑΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Φ Ω Σ Φ Ο Ρ Ο Σ

21.1 Ὁ φωσφόρος (P) ἀποτελεῖ τὸ 0,11 % τοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς, συμπεριλαμβανομένων καὶ τῶν θαλασσῶν, καὶ εὐρίσκεται μόνον ἠνωμένος. Τὰ πετρώδη ἔδαφη περιέχουν κατὰ μέσον ὄρον 1.180 gr φωσφόρου ἀνὰ τόννον γῆς ὑπὸ μορφὴν ἰδίως φωσφορίτου $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$.

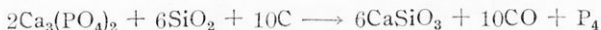
Ὑπὸ μορφὴν ἐνώσεων εἶναι ἐπίσης λίαν διαδεδομένος, εἰς τοὺς ζῶντας ὀργανισμούς, εἰς τὸ ἀνθρώπινον σῶμα ἀποτελεῖ τὰ 0,9% κατὰ βάρους τοῦ συνόλου, ὡς ἐκ τῶν κυρίων συστατικῶν τῶν ὀστέων.

21.2 Ὁ φωσφόρος ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ γερμανοῦ ἄλλχημιστοῦ A. Brand τὸ 1669, παρεσκευάσθη δὲ εἰς σχετικῶς καθαρὰν κατάστασιν ὑπὸ τοῦ J. Kunckel τὸ 1679.

21.3 Παρασκευάζεται *βιομηχανικῶς* διὰ συντήξεως τῶν φωσφορικῶν ὀρυκτῶν, ἐντὸς ἡλεκτρικῆς καμίνου, παρουσία ἄμμου SiO_2 καὶ ἀνθρακος. Τὸ SiO_2 δρᾷ ὡς ὀξινον προϊόν καὶ μετατρέπει τὸ φωσφορικὸν ἄλλας εἰς πυριτικόν, ὃ δὲ ἀνθραξ ἀνάγει τὸ παραγόμενον πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου, κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



ἥτοι, ἐν ἀθροίσματι



21.4 Ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν ἰδιοτήτων ὁ φωσφόρος ἐμφανίζεται ὑπὸ *ἁλλοτροπικὰς μορφὰς* ὅπως τὸ θεῖον.

Ὁ *λευκὸς* ἢ κίτρινος φωσφόρος ἀποτελεῖ τὴν μορφὴν ὑπὸ τὴν ὁποίαν παραλαμβάνεται κατὰ τὴν ἐκ τοῦ φωσφορίτου παρασκευήν. Εἶναι σῶμα κρυσταλλούμενον κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα πυκνότητος 1,82 gr/cm³. Εἶναι ἰσχυρὸν δηλητήριο, φωσφορίζει εἰς τὸ σκότος καὶ εἶναι ὀλίγον διαλυτὸς ἐντὸς τοῦ CS_2 .

Διὰ παρατεταμένης θερμάνσεως εἰς τοὺς 250°C, ὡς καὶ κατὰ τὴν παραμονὴν του εἰς τὸ φῶς, ὁ λευκὸς μετατρέπεται εἰς *ἐρυθρὸν* φωσφόρον, εἰς σῶμα μὲ κρυσταλλικὴν μορφὴν τοῦ κυβικοῦ συστήματος ἐπίσης, μὲ χρῶμα καστανέρυθρον καὶ ἠῤῥημένον σχετικῶς εἰδικὸν βάρους (2,20 gr/cm³).

Ἡ μετατροπὴ τοῦ λευκοῦ φωσφόρου εἰς ἐρυθρὸν διευκολύνεται ὑπὸ ὥρισμένων καταλυτῶν ὡς P_2I_4 . Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸν λευκὸν ὁ ἐρυθρὸς δὲν εἶναι ἰσχυρὸν δηλητήριο, οὔτε φωσφορίζει, οὔτε διαλύεται εἰς τὸν διθειοῦχον ἀνθρακα.

Π Ι Ν Α Κ Ξ XXI — 1
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΜΑΔΟΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

	Φωσφόρος P ₄	*Αρσενιζόν As ₄	*Αντιμόνιον Sb	Βισμούθιον Bi
*Ατομικὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	30,975	74,91	121,76	209,00
*Ατομικὸς ἀριθμὸς (Z)	15	33	51	83
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ κυριωτέρων ἰσοτόπων	29, 30, 31 , 32, 34	71, 72, 73, 74, 75 , 76, 77, 78	119, 121 , 123 , 124, 125, 126, 129 132, 133	197, 199, 200, 204, 206, 209 , 211, 212, 213
Μοριακὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	123,9	299,64	(121,76)	(209,00)
Πυκνότης (gr/cm ³)	2,20	5,70	6,62	9,81
Σημεῖον τήξεως (°C)	(44)	817 (36 atm)	630	271
Σημεῖον ζέσεως (°C)	280	616 (ἐξαχν.)	1440	1420
Διάμετρος ἀτόμου (εἰς Å)	2,16	2,50	3,23	3,64

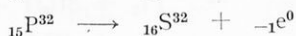
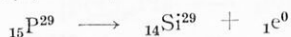
Εἰς θερμοκρασίαν 280°C ὁ φωσφόρος εξαεριοῦται.

Τόσον ὡς λευκὸς ὅσον καὶ ὡς ἐρυθρὸς ὁ φωσφόρος ἐν στερεᾷ καὶ ὑγρᾷ καταστάσει ἀποτελεῖται ἀπὸ μόρια τετρατομικὰ P_4 , ἐν ἀερίῳ δὲ καταστάσει ἀποτελεῖ μῖγμα ἀπὸ P_4 καὶ P_2 .

Ὁ μέλας φωσφόρος, κρυσταλλικὸς κατὰ τὸ ἐξαγωνικὸν σύστημα καὶ καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, παρεσκευάζετο παλαιότερον δι' ἰσχυρᾶς συμπίεσεως τοῦ ἐρυθροῦ. Σήμερον παρασκευάζεται ὑπὸ συνήθεις συνθήκας παρουσίᾳ ὑδραργύρου ὡς καταλύτου. Ὁ μέλας φωσφόρος ἔχει μεγάλην πυκνότητα, $2,70 \text{ gr/cm}^3$, καὶ δὲν ἀναφλέγεται.

Υπάρχουν καὶ ἄλλαι ἀλλοτροπικαὶ μορφαὶ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ἀσταθεῖς, ὡς εἶναι ὁ *κόδης* φωσφόρος, εἰς χαμηλᾶς θερμοκρασίας, καὶ ὁ *καστανὸς* φωσφόρος ὁ παραγόμενος δι' ἀποτόμου ψύξεως ἀτμῶν φωσφόρου ἀπὸ τοὺς 1000°C εἰς τοὺς -196°C ἐντὸς ὑγροῦ ἀέρος.

21.5 Τὸ ἄτομον τοῦ φωσφόρου ἀπαντᾷται ὑπὸ μορφήν πέντε διαφόρων ἰσοτόπων καὶ συγκεκριμένως $^{15}\text{P}^{29}$, $^{15}\text{P}^{30}$, $^{15}\text{P}^{31}$, $^{15}\text{P}^{32}$ καὶ $^{15}\text{P}^{34}$. Ἐξ αὐτῶν σταθερὸν εἶναι μόνον τὸ ἰσότοπον $^{15}\text{P}^{31}$ τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ πρακτικῶς τὸ 100 % τῶν ὑπαρχόντων ἀτόμων. Ἐκ τῶν λοιπῶν ραδιενεργῶν ἰσοτόπων τὰ δύο ἐλαφρότερα δίδουν ποζιτρόνια, μεταστοιχειοῦμενα εἰς πυρίτιον, τὰ δὲ δύο βαρύτερα δίδουν σωματίδια βῆτα καὶ μεταλίττων εἰς θείοι, ὡς π. χ.



Ἐκ τῶν ραδιενεργῶν ὁ $^{15}\text{P}^{32}$ εἶναι ὁ μακροβιώτερος μετ' χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ $T = 14$ ἡμερῶν περίπου.

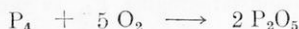
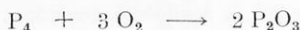
Π Ι Ν Α Ξ XXI — 2

ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΑ ΙΣΟΤΟΠΑ ΤΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Ραδιοϊσότοπον	Χρόνος ὑποδιπλασιασμοῦ (T)	Ἀκτινοβολία	
		Εἶδος	Ἐνέργεια
Φωσφόρος — 29	4,6 sec	ποζιτρόνια	3,63 MeV
Φωσφόρος — 30	2,55 min	ποζιτρόνια	3,50 MeV
Φωσφόρος — 32	14,3 ἡμερῶν	βῆτα	1,72 MeV
Φωσφόρος — 34	12,4 sec	βῆτα	5,10 MeV

21.6 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* ὁ φωσφόρος χαρακτηρίζεται

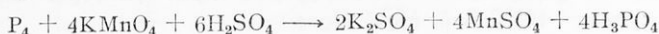
ὡς εὐοξειδωτον σῶμα δυνάμενον νὰ μετατραπῇ εἰς τριοξειδιον καὶ πεντοξειδιον



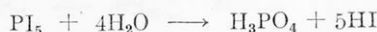
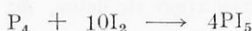
Ὁ λευκὸς εἶναι περισσότερος εὐοξειδωτος τοῦ ἐρυθροῦ, διὰ τὸν λόγον δὲ τοῦτον φωσφορίζει καὶ αὐταναφλέγεται με ἀλαμπῇ φλόγα πρὸς P_2O_3 . Τὸ εὐοξειδωτον τοῦ λευκοῦ φωσφόρου ἐπιβάλλει τὴν φύλαξιν του ἐντὸς ὕδατος.

Ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸν λευκόν, ὁ ἐρυθρὸς φωσφόρος καίεται εἰς τὸν ἀέρα εἰς ὑψηλὴν μόνον θερμοκρασίαν ἢ παρουσίᾳ ἰσχυρῶν ὀξειδωτικῶν.

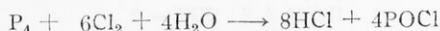
Ἀντιδρῶ με HNO_3 , $KMnO_4$ κλπ ὡς π.χ.



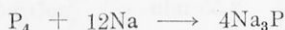
Μὲ ἀλατογόνα δίδει προϊόντα ἀλογονομένα, ὡς τρισθενὴς καὶ πεντασθενὴς, τὰ ὅποια ὑδρολύονται ἐν συνεχείᾳ πρὸς φωσφορῶδες καὶ φωσφορικὸν ὀξὺ ἀντιστοιχῶς



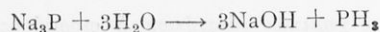
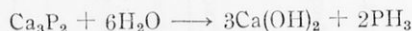
Εἰδικῶς με χλώριον δίδει καὶ πολλὰ ἐνδιάμεσα ὀξυχλωριοῦχα προϊόντα, ὑδρολύόμενα πρὸς φωσφορῶδες καὶ φωσφορικόν, ὡς π.χ.



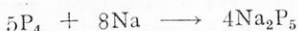
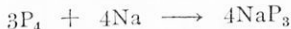
Ἀντιδρῶ ἐπίσης με μέταλλα καὶ σχηματίζει φωσφίδια ὡς π.χ.



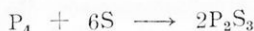
τὰ ὅποια ὑδρολύονται με σχηματισμὸν **φωσφίνης**, ἐνώσεως ἀναλόγου πρὸς τὴν ἀμμωνίαν



Πλήν τῶν κανονικῶν φωσφιδίων, με Na καὶ Fe σχηματίζει καὶ μίγμα πολυσυνθέτων φωσφιδίων, ὡς



Ἀντιδρᾷ ἐπίσης με θειόν, εἰς ὑψηλὴν γενικῶς θερμοκρασίαν, με παραγωγὴν ἀσταθῶν προϊόντων, ὡς π.χ.



Π Ι Ν Α Ξ XXI — 3
ΕΝΩΣΕΙΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΜΕ ΑΛΑΤΟΓΟΝΑ

Φθορίου	Χλωρίου	Βρομίου	Ιωδίου
—	$[PCl_2]_2$	—	$[PI_2]_2$
PF_3	PCl_3	PBr_3	PI_3
PF_5	PCl_5	PBr_5	(PI_5)

21.7 Ὁ φωσφόρος χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν *πυρρείων*, ἀποκλειστικῶς ὑπὸ μορφὴν ἐρυθροῦ φωσφόρου. Τὸ ξυλάριον τοῦ πυρρείου, ἐμπλουτισμένον διὰ παραφίνης, φέρεי κεφαλὴν περιέχουσαν χλωρικὸν κάλι $KClO_3$ καὶ θειοῦχον ἀντιμόνιον Sb_2S_3 . Διὰ προστριβῆς του ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κυτίου, φερούσης κόκκους ἐρυθροῦ φωσφόρου, MnO_2 καὶ τρίμματα ὑάλου, προκαλεῖ ἀπόσπασιν κόκκων φωσφόρου ἀναφλεγόμενων διὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἐκλυομένου ὑπὸ τῶν ὀξειδωτικῶν. Ἡ ἀνάφλεξις μεταδίδεται εἰς τὸ Sb_2S_3 τὸ ὁποῖον προκαλεῖ ἔντονον ἀποσύνθεσιν τοῦ $KClO_3$ με δολοκλήρωσιν τῆς καύσεως τοῦ ξυλαρίου.

Τὰ πυρεῖα τοῦ εἵδους τούτου, ἀσφαλείας, διαφέρουν τῶν λεγομένων εὐρωπαϊκοῦ τύπου, ὅπου ὁ P_4 , ἐρυθρὸς καὶ ἄλλιν, εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς κεφαλῆς τοῦ ξυλαρίου, ὁπότε ἡ ἀνάφλεξις ἐπιτυγχάνεται διὰ προστριβῆς ἐπὶ οἵασδήποτε μὴ λείας ἐπιφανείας.

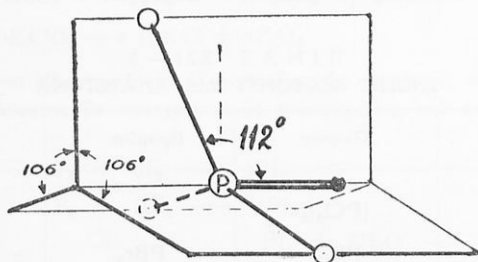
21.8 Χρησιμοποιεῖται ὁ φωσφόρος καὶ διὰ τὴν κατασκευὴν *ἐμπρηστικῶν* καὶ *καπνογόνων* ὑλικῶν ὡς καὶ διὰ τὴν σύνθεσιν διαφόρων ὀργανικῶν ἐνώσεων.

Εἰς μικρὰ ποσά, ἐντὸς γραμμάτων χαλκοῦ, ἐφαρμόζεται εἰς τὸν *φωσφοροῦ-χον βροῦτζον*.

21.9 Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ὁ ραδιενεργὸς φωσφόρος $^{32}_{15}\text{P}$ ἐχρησιμο-ποιήθη πολὺ διὰ τὴν *ἐκνηθέτησιν* φωσφορικῶν λιπασμάτων κατὰ τὴν μελέτην τῆς πορείας τοῦ φωσφόρου διὰ μέσου τῶν ἰστῶν τῶν φυτῶν.

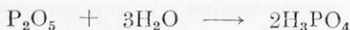
Φ Ω Σ Φ Ο Ρ Ι Κ Ο Ν Ο Ξ Υ

21.10 Τὸ φωσφορικό, ἢ ὀρθοφωσφορικό, ὀξύ H_3PO_4 ἀποτελεῖ σῶμα στερεόν, ἄχρουν, κρυσταλλούμενον κατὰ τὸ ρομβικὸν σύστημα εἰς κρυστάλλους διαρρέοντας εἰς τὸν ἀέρα.



Σχ. 21.10.1 Στερεοχημικὴ διάταξις τοῦ ὀρθοφωσφορικοῦ ὀξέος $\text{PO}(\text{OH})_3$.

Παρασκευάζεται διὰ διαλύσεως τοῦ P_2O_5 ἐντὸς ὕδατος



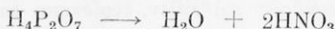
ὥς καὶ ἀπὸ φωσφορικά ἄλατα



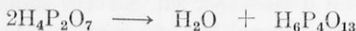
Εἰς τοὺς $42,4^\circ\text{C}$ τήκεται πρὸς ὑγρόν, εἰς ὑψηλότεραν ὅμως θερμοκρασίαν (213°C) ἀφυδατοῦται πρὸς *πυροφωσφορικό*ν ὀξύ



τὸ ὁποῖον ἐν συνεχείᾳ, εἰς τοὺς 316°C , ἀφυδατοῦται καὶ πάλιν πρὸς *μετα-φωσφορικό*ν ὀξύ



Διὰ προσεκτικῆς θερμάνσεως ἀποχωρίζεται καὶ ἕτερον ὀξύ, μεταξὺ τοῦ $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ καὶ τοῦ HPO_3 ἀπὸ ἀπόψεως ὕδατος, τὸ *τετραφωσφορικό*ν

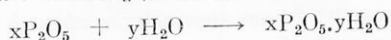


Π Ι Ν Α Ξ ΧΧΙ — 4
ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΟΞΕΙΔΙΩΝ ΚΑΙ ΟΞΕΩΝ ΤΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

Ὅξείδιον		Ὅξυ		Ἀντιστοιχία
—	—	Ὑποφωσφορῶδες	H_3PO_2	$[3H_2O.P_2O]$
Τριοξείδιον	P_2O_3	Ὄρθοφωσφορῶδες	H_3PO_3	$3H_2O.P_2O_3$
Τριοξείδιον	P_2O_3	Πυροφωσφορῶδες	$H_4P_2O_5$	$2H_2O.P_2O_3$
Τριοξείδιον	P_2O_3	Μεταφωσφορῶδες	HPO_2	$H_2O.P_2O_3$
Τετροξείδιον	P_2O_4	Ὑποφωσφορικόν	$H_4P_2O_6$	$2H_2O.P_2O_4$
Πεντοξείδιον	P_2O_5	Ὄρθοφωσφορικόν	H_3PO_4	$3H_2O.P_2O_5$
Πεντοξείδιον	P_2O_5	Πυροφωσφορικόν	$H_4P_2O_7$	$2H_2O.P_2O_5$
Πεντοξείδιον	P_2O_5	Τετραφωσφορικόν	$H_6P_4O_{13}$	$3H_2O.2P_2O_5$
Πεντοξείδιον	P_2O_5	Μεταφωσφορικόν	HPO_3	$H_2O.P_2O_5$

21.11 Ἡ παρατήρησις πολλῶν ὀξέων τοῦ φωσφορικοῦ τύπου ὡδήγησεν εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι τὸ P_2O_5 σχηματίζει εἰς ποικίλης ἀναλογίας μὲ τὸ H_2O σειρὰν ὁλόκληρον ὀξέων, ὅπως ἀκριβῶς συμβαίνει καὶ μὲ τὸ θεικὸν ὀξύ (βλ. § 19.20).

Τοῦτο δύναται ν' ἀποδοθῇ μὲ τὴν γενικὴν ἐξίσωσιν

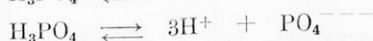
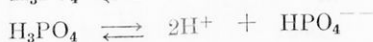


ἢ τὴν



ὅπου διὰ $x=1$ καὶ $y=1$ προκύπτει τὸ HPO_3 , διὰ $x=1$ καὶ $y=2$ τὸ $H_4P_2O_7$, διὰ $x=1$ καὶ $y=3$ τὸ H_3PO_4 καὶ τέλος διὰ $x=2$ καὶ $y=3$ τὸ $H_6P_4O_{13}$.

Ὡς ὀξύ ἰοντίζεται κατὰ στάδια εἰς τρεῖς βαθμίδας



καὶ σχηματίζει οὐδέτερα, μονοξίνα καὶ δισξίνα ἄλατα, ἰδίως μὲ ἐλαφρὰ μέταλλα καὶ ἀμμωνίαν, ὥς π.χ.





Θεωρείται ως μᾶλλον ἀσθενὲς ὀξύ.

21.12 Ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχουν τὰ φωσφορικά ἄλατα ὡς *λιπάσματα*. Διὰ κατεργασίας τοῦ ὀρυκτοῦ φωσφορίτου μὲ H_2SO_4 λαμβάνει χώραν ἡ ἀντίδρασις

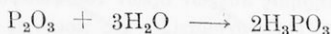


Τὸ παραγόμενον μίγμα δισοξίνου φωσφορικοῦ ἀσβεστίου καὶ ἐνύδρου γύψου φέρεται ὡς ἐνιαῖον σῶμα ὡς *ὑπερφωσφορικὸν λίπασμα*, ἔνεκα τῆς μεγάλης σχετικῶς περιεκτικότητος εἰς φωσφόρον.

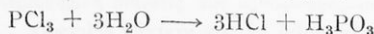
Μεταξὺ τῶν ἄλλων φωσφορικῶν ἁλάτων εἶναι ἀξιοσημείωτον τὸ φωσφορομολυβδαινικὸν ἀμμώνιον $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$. Τὸ σύνθετον τοῦτο ἄλλας ἀποτελεῖ κίτρινον ἴζημα διὰ τοῦ ὁποίου ἀνιχνεύονται τὰ φωσφορικά ἀνιόντα ἐν γένει καὶ ἐμμέσως ὁ φωσφόρος.

ΦΩΣΦΟΡΩΔΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΦΩΣΦΟΡΩΔΕΣ ΟΞΕ

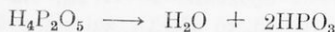
21.13 Διὰ διαλύσεως τριοξειδίου τοῦ φωσφόρου ἐντὸς ὕδατος παράγεται τὸ *ὀρθοφωσφορῶδες* ὀξύ H_3PO_3 ἢ ἀπλῶς φωσφορῶδες



Τὸ αὐτὸ ὀξύ παράγεται καὶ δι' ὑδρολύσεως τριχλωριούχου φωσφόρου



Τὸ H_3PO_3 εἶναι στερεόν, ἄχρουν κρυσταλλικὸν σῶμα τὸ ὁποῖον τήκεται εἰς τοὺς $73,6^\circ\text{C}$ καὶ διὰ προσεκτικῆς παρατεταμένης θερμάνσεως μετατρέπεται εἰς *πυροφωσφορῶδες* καὶ ἐν συνεχείᾳ εἰς *μεταφωσφορῶδες*



Τοῦ H_3PO_3 δὲν παρατηρήθησαν οὐδέτερα ἄλατα, γεγονός τὸ ὁποῖον ἐπιβάλλει τὴν παραδοχὴν ὅτι τὸ ἐν ἄτομον H εὐρίσκεται, ἐντὸς τοῦ ἀνιόντος, ἀπ' εὐθείας ἠνωμένον μὲ τὸν P . Οὕτω εἶναι προτιμώτερος ὁ τύπος $\text{H}_2(\text{HPO}_3)$ ἀντὶ τοῦ H_3PO_3 .

Ὡς ὀξύ ἰοντίζεται



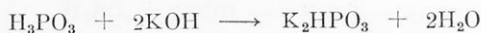
ἀντιδρᾶ ὡς ἐκ τούτου μὲ βάσεις καὶ μεταλλοξειδία ὡς π.χ.



Π Ι Ν Α Ξ XXI — 5

ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΦΩΣΦΟΡΙΚΟΥ ΟΞΕΩΣ
($P_2O_5 \cdot xH_2O$) ΕΙΣ 20°C

Περιεκτικότητα (% P_2O_5 κατά βάρος)	Πυκνότης gr/cm ³	Περιεκτικότητα gr P_2O_5 /lit	Βαθμοί Beaumé
0,72	1,0038	7,27	0,6
1,40	1,0092	14,62	1,3
3,0	1,0200	29,56	2,8
5,8	1,0420	60,39	5,8
7,2	1,0532	76,29	7,3
10,1	1,0764	109,2	10,3
13,0	1,1008	143,5	13,3
15,9	1,1263	179,5	16,3
17,4	1,1395	198,1	17,8
18,8	1,1529	217,1	19,2
20,3	1,1665	236,6	20,7
21,7	1,1805	256,5	22,2
25,4	1,2160	308,3	25,8
29,0	1,2543	363,4	29,4
32,6	1,2930	421,5	32,9
39,8	1,3790	549,4	39,9
47,1	1,4750	694,5	46,7
54,3	1,5790	857,9	53,2
61,6	1,6890	1040,0	59,2
66,6	1,7700	1180,0	63,1
69,5	1,8190	1265,0	65,3
72,4	1,8700	1355,0	67,5



Με ὀξειδωτικά σώματα μετατρέπεται εἰς φωσφορικό οξύ.

21.14 Τὸ *ὑποφωσφορῶδες* ὀξύ H_3PO_2 , εὐσταθεῖς μόνον ὑπὸ τὴν ὀρθομορφὴν καὶ παρασκευάζεται διὰ διαλύσεως φωσφόρου ἐντὸς κανστικῶν ἀλκαλίων ἐν θερμῷ, ὅτε παράγεται τὸ ἄλλας KH_2PO_2 τὸ ὁποῖον μετατρέπεται ἀκολούθως εἰς ὀξύ

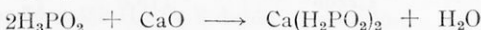


Ἀποτελεῖ κρυσταλλικὸν σῶμα, διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ μὲ σημεῖον τήξεως εἰς τοὺς $26,5^\circ \text{C}$.

Σχηματίζει μόνον δισόξινα ἄλατα ἔνεκα τοῦ ἰοντισμοῦ



οὕτω π.χ. ἀντιδρᾷ μὲ βάσεις καὶ μεταλλοξειδία



21.15 Κατὰ τὴν διάλυσιν τοῦ P_2O_5 ἐντὸς ὕδατος σχηματίζεται καὶ ἐν ἀκόμῃ ὀξύ τοῦ τύπου $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ τὸ ὁποῖον συνήθως καλεῖται *ὑποφωσφορικό*. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν μερικὴν ἀποσύνθεσιν τοῦ P_2O_5 κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Δύναται νὰ θεωρηθῇ, συμβατικῶς, εἴτε ὡς ἔνυδρον τετροξείδιον τοῦ φωσφόρου



εἴτε ὡς σύνθετον ἔνυδρον ὀξύ



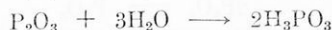
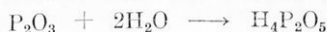
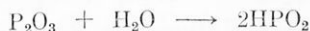
ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

21.16 Τὸ *τριοξείδιον* τοῦ φωσφόρου P_2O_3 παράγεται κατὰ τὴν ἀτελῇ καύσιν τοῦ φωσφόρου

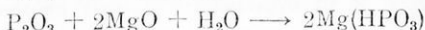


καὶ ἀποτελεῖ διαρρέοντας ἀχρόους κρυστάλλους τηκομένους εἰς τοὺς 24°C . Εἰς ὑψηλότεραν θερμοκρασίαν, 173°C , ἑξαερούται εἰς περιβάλλον στερούμενον ὀξυγόνου.

Ἡ δξείδιον ἀμετάλλου ἀντιδρᾷ μετ' ὕδατος πρὸς διαφόρους ἐνυδατωμένας μορφὰς τοῦ φωσφορόδους δξέος



Με βάσεις καὶ μεταλλοξείδια δίδει ἄλατα συνήθως τῆς ὀρθο-μορφῆς



Εἰς στερεὰν κατάστασιν παρουσιάζεται ὡς διμοριακὸν κατὰ τὴν ἐξίσωσιν



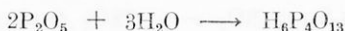
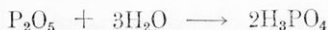
Ὁξειδοῦται πρὸς πεντοξείδιον παρουσίᾳ ὀξυγόνου ἐν θερμῷ.

21.17 Τὸ *πεντοξείδιον* τοῦ φωσφόρου P_2O_5 παράγεται κατὰ τὴν τελείαν καύσιν τοῦ φωσφόρου

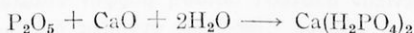
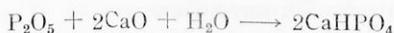


Ἡ στερεὸν κρυσταλλικὸν σῶμα δὲν τήκεται, ἀλλ' ἐξαχνούται εἰς τοὺς 347°C πρὸς ἀτμόν.

Ἐχει ἰσχυροτάτην ἀφυδατικὴν ἱκανότητα καὶ ἀντιδρᾷ ἐντόνως μετ' τὸ H_2O πρὸς φωσφορικὸν ὀξύ (βλ. § 21.11).



Ἡ ἀμεταλλοξείδιον ἀντιδρᾷ μετ' βάσεις καὶ μεταλλοξείδια πρὸς φωσφορικά ἄλατα

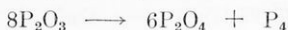


Ὅπως τὸ P_2O_3 οὕτω καὶ τὸ P_2O_5 παρουσιάζεται ὑπὸ διμοριακὴν μορφήν κατὰ τὴν ἐξίσωσιν



21.18 Διὰ θερμάνσεως τοῦ P_2O_3 ἐν κλειστῷ χώρῳ παράγεται τὸ *τετρο-*

ξείδιον τοῦ φωσφόρου P_2O_4 κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Τὸ ὀξείδιον τοῦτο, στερεόν, ἑξαχνοῦται εἰς τοὺς $180^\circ C$ καὶ σχηματίζει ἀτμούς διμοριακοῦ τύπου



Ἐν στερεᾷ καταστάσει παρουσιάζεται πολυμερισμένον κατὰ τὸν γενικὸν τύπον $(PO_2)_x$.

Ὡς ἀμεταλλοξείδιον δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀνυδρίτης τοῦ ὑποφωσφορικοῦ ὀξέος κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Α Ρ Σ Ε Ν Ι Κ Ο Ν

21.19 Τὸ ἀρσενικὸν (As) ἀπαντᾷ εἰς τὴν φύσιν ἠνωμένον ὑπὸ μορφὴν θειούχων ἐνώσεων, ὡς ἀρσеноπυρίτης $FeAsS$, ὡς κιτρίνη σανδαράχη As_2S_3 , ὡς ἔρυθρὰ σανδαράχη As_2S_2 κλπ.

Τὸ ἀρσενικὸν τῶν ἀρχαίων δὲν ἦτο τὸ στοιχεῖον As ἀλλὰ τὸ ὀρυκτὸν As_2S_3 .

Ὁ Ἀλβέρτος ὁ Μέγας (Albertus Magnus 1193 - 1280) θεωρεῖται ὁ πρῶτος παρασκευάσας ἀρσενικὸν διὰ θερμάνσεως ἔρυθρᾶς σανδαράχης μὲ σάπωνα. Ὁ ἱατροχημικὸς Παράκελσος (1493 - 1541) παρεσκεύασεν ἐπίσης ἀρσενικὸν διὰ συνθεσμάνσεως σανδαράχης μὲ λεύκωμα ὠν.

21.20 Παρασκευάζεται συνήθως **διὰ φρύξεως** τῶν θειούχων ὀρυκτῶν καὶ ἐν συνεχείᾳ **ἀναγωγῆς** τοῦ προϊόντος μὲ ἀνθρακα



ἢ δι' ἀπ' εὐθείας θερμάνσεως, ἀπουσίᾳ ἀέρος, τοῦ ἀρσеноπυρίτου



21.21 Ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν ἰδιοτήτων τὸ As χαρακτηρίζεται ἐκ τῆς ὑπάρξεως **ἀλλοτροπικῶν μορφῶν**, παρεμφερῶν πρὸς τὰς τοῦ φωσφόρου.

Τὸ **κρυσταλλικὸν μέλαν** ἀρσενικὸν κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ ἑξαγωνικὸν σύστημα, παρουσιάζει μεταλλικὴν λάμψιν ὁμοιάζουσαν πρὸς τὴν τοῦ ἀργύρου καὶ ἐμφανίζει χρῶμα ἐρυθρόλευκον ἕως τεφρομέλαν.

Τὸ **κίτρινον** ἀρσενικὸν ἀποτελεῖ ἀσταθῆ μορφὴν εὐκόλως μεταπίπτουσαν εἰς τὴν τοῦ κρυσταλλικοῦ μέλανος. Παράγεται συνήθως διὰ διαβίβασεως ἀτμῶν As διὰ ψυχροῦ διθειούχου ἀνθρακος, εἶναι λεπτοκρυσταλλικόν, παρ' ὅλον ὅτι θεωρεῖται ὡς ἄμορφον, καὶ κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα.

Ὑπάρχουν καὶ ἄλλαι μορφαὶ ὡς ἡ τοῦ **ἀμόρφου μέλανος**.

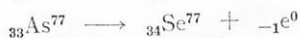
Ὡς στερεὸν ἔχει πυκνότητά 5,7 gr/cm³, ἑξαχνοῦται εἰς τοὺς $616^\circ C$. Ὑπὸ ἰσχυρὰν πίεσιν (36 atm) ὑγροποιεῖται εἰς τοὺς $817^\circ C$. Εἶναι **ἰσχυρότατον δη-**

λητήριον τόσον ὡς ἐλευθέριον ὅσον καὶ ὡς ἠνωμένον καὶ **φωσφορίζει** ἐλαφρῶς, ὅχι ὅσον ὁ φωσφόρος.

Μέχρι τῆς θερμοκρασίας τῶν 1400° C εὐσταθεῖ ὑπὸ μορφὴν τετρατομικῶν μορίων (As₄), εἰς ἀνωτέραν θερμοκρασίαν καθίσταται διατομικὸν (As₂).

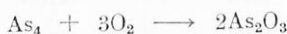
21.22 Τοῦ As εἶναι γνωστὰ σήμερον ὀκτὼ ἰσότοπα, ἀπὸ ³³As⁷¹ μέχρι ³³As⁷⁸. Ἐξ αὐτῶν τὸ ἔχον μαζικὸν ἀριθμὸν 75 εἶναι τὸ μόνον σταθερὸν καὶ ἀποτελεῖ, πρακτικῶς τὸ 100% τοῦ συνόλου.

Τὰ ἐλαφρὰ ἰσότοπα εἶναι β⁺—ραδιενεργὰ τὰ δὲ βαρύτερα β—ραδιενεργὰ καὶ μεταπίπτουν ἀντιστοίχως εἰς γερμάνιον καὶ σελήνιον, ὡς π.χ.

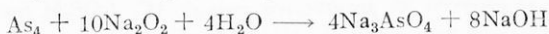


Τὸ περισσότερον μακρόβιον εἶναι τὸ ἀρσενικὸν—73 μὲ χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ 90 ἡμερῶν.

21.23 Ἀπὸ ἀπόψεως **χημικῶν ιδιοτήτων** θεωρεῖται ὡς εὐοξειδωτον σῶμα. Ἀντιδρῶ μὲ ὀξυγόνον



καὶ μὲ ὀξειδωτικὰ μεταβάλλεται εἰς ἀρσενινώδεις καὶ ἀρσενικαὶς ἐνώσεις, ὡς π.χ.



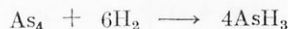
Μὲ ἀλατογόνα δίδει προϊόντα τοῦ τρισθενοῦς καὶ τοῦ πεντασθενοῦς ἀρσενικοῦ



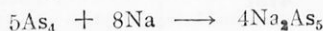
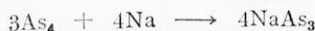
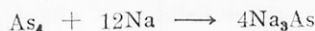
ἀντιδρῶ ἐπίσης μὲ S καὶ P₄ πρὸς ποικίλα προϊόντα ὡς



Μὲ ὕδρογόνον ἐν τῇ γεννᾷσθαι σχηματίζει **ἀρσίνην**, ἀέριον δηλητηριώδεςστατον



καὶ μὲ μέταλλα σχηματίζει ἀρσενίδια παρεμφερῇ πρὸς τὰ φωσφίδια



Π Ι Ν Α Ξ ΧΧΙ — 6
 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΝ ΦΑΣΜΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΜΑΔΟΣ ΦΩΣΦΟΡΟΥ
 ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΥΑΝΟΥ
 (ΜΕΤΑΞΥ 4240 Å ΚΑΙ 4912 Å)

Μήκος κύματος εις Ångström (Å)			
Φωσφόρος	Άρσενιζόν	Αντιμόνιον	Βισμουθιον
4247	4243	4596	4260
4249	4265	4599	4302
4385	4315	4612	4308
4414	4324	4647	4341
4420	4336	4711	4379
4452	4352	4765	4705
4475	4353	4784	4722
4499	4371	4802	4730
4522	4427	4877	
4531	4431		
4546	4458		
4554	4474		
4558	4494		
4587	4508		
4590	4540		
4602	4543		
4658	4602		
4679	4607		
4727	4628		
4877	4630		
	4707		
	4731		

21.24 Ἐκ τῶν στοιχείων τῆς ομάδος τοῦ φωσφόρου τὸ As εἶναι τὸ πρῶτον τὸ ὁποῖον ἐμφανίζει *εὐλαφρὰς μεταλλικὰς ιδιότητας* ὡς τρισθενές.

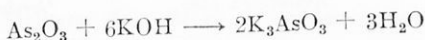
Οὕτω τὸ As_2O_3 ἐνῶ θεωρεῖται ὡς ἀμεταλλοξειδίου καὶ δίδει γένεσιν εἰς ἄρσενιῶδες ὅξυ



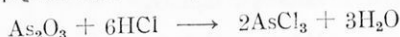
θεωρεῖται καὶ ὡς μεταλλοξειδίου ἀντίστοιχον πρὸς ὕδροξειδιον τοῦ τρισθενοῦς ἄρσενικοῦ



Ἡ ἀμεταλλικὴ ιδιότης ἐκδηλοῦται ἐν οὐδετέρῳ ἢ ἀλκαλικῷ περιβάλλοντι ἢ δὲ μεταλλικῇ ἐν ὀξίνῳ. Οὕτω π.χ. μὲ KOH τὸ As_2O_3 συμπεριφέρεται ὡς ἀμεταλλοξειδίου



ἐνῶ μὲ HCl συμπεριφέρεται ὡς μεταλλοξειδίου



21.25 Ἔνεκα τῆς δηλητηριώδους ἐνεργείας του τὸ As δὲν χρησιμοποιεῖται εἰς μεγάλην ἔκτασιν.

Εἰς μικρὰ ποσὰ (π.χ. 0,5%) χρησιμοποιεῖται εἰς κράματα μολύβδου πρὸς ἐπαύξησιν τῆς ἐπιφανειακῆς τάσεως τοῦ τήγματος. Πολλὰ ἀγροτικά φάρμακα περιέχουν ἄρσενικόν, ὡς ὁ ἄρσενικὸς μολύβδος ὁ ὁποῖος εὐρίσκει ἐφαρμογὴν διὰ τὴν προφύλαξιν τῶν ὀπωροφόρων δένδρων ἀπὸ σκώληκος.

21.25 Τὸ As ἀνιχνεύεται, ἰδίως ἱατρικῶς, διὰ μετατροπῆς του εἰς AsH_3 (μὲ μίγμα Zn καὶ H_2SO_4). Ἡ ἀρσίνη ἀνιχνεύεται ἐν συνεχείᾳ ἐκ τῆς ἀτελοῦς καύσεώς της ὅτε ἐγκαταλείπει μέλαιναν κηλίδα ἐκ μεταλλικοῦ ἄρσενικοῦ.

ANTIMONION

21.26 Τὸ ἀντιμόνιον (Sb) εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ἡνωμένον ὑπὸ μορφῇν θειούχων ἐνώσεων καὶ ὀξειδίων, ὡς Sb_2S_3 , Sb_2S_2 , Sb_2O_3 , Sb_2O_4 .

21.27 Παρασκευάζεται συνήθως ἀπὸ τὸν ἀντιμόνιτην Sb_2S_3 διὰ φρύξεως καὶ ἐν συνεχείᾳ ἀναγωγῆς μὲ ἀνθρακα κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



Παρασκευάζεται ἐπίσης καὶ δι' ἀπ' εὐθείας ἀντικαταστάσεως μὲ σίδηρον



21.28 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ιδιοτήτων* τὸ Sb χαρακτηρίζεται ὡς στερεὸν κρυσταλλικόν, μεταλλικῆς ὕφης, κρυσταλλούμενον κατὰ τὸ ἑξαγωνικὸν σύ-

στημα, άργυρόχρουν πρὸς τὸ λευκόν. Τήκεται εἰς τοὺς 630°C καὶ ἐξαεριοῦται εἰς τοὺς 1440°C .

Ἡ ἄλλοτροπία εἰς τὸ Sb εἶναι ὀλιγώτερον αἰσθητὴ ἀπὸ ὅτι εἰς τὸ As_4 καὶ τὸν P_4 . Κυρίως εὐσταθεῖ ὡς *τεφρὸν* ἀντιμόνιον, ὑπάρχει ὅμως, εἰς χαμηλὴν θερμοκρασίαν, καὶ ὡς *κίτρινον*.

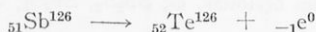
Ἡ κίτρινη ἄλλοτροπία μεταπίπτει εὐκόλως καὶ ταχέως εἰς τὴν τεφρὰν ὑπὸ συνήθεις συνθήκας.

Π Ι Ν Α Ξ XXI — 7

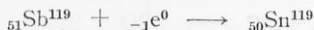
ΟΞΕΙΔΙΑ ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΒΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ As, Sb, Bi

Ὅξειδια	Ἀντίστοιχα ὀξεῖα	Ἀντίστοιχοι βάσεις
As_2O_3	HAsO_2 , H_3AsO_3	—
As_2O_5	HAsO_3 , H_3AsO_4	—
Sb_2O_3	HSbO_2 , H_3SbO_3	Sb(OH)_3 , SbO(OH)
Sb_2O_5	HSbO_3 , H_3SbO_4	$\text{SbO}_2(\text{OH})$
Bi_2O_3	HBiO_2 , H_3BiO_3	Bi(OH)_3 , BiO(OH)
Bi_2O_5	HBiO_3 , H_3BiO_4	$\text{BiO}_2(\text{OH})$, BiO(OH)_3

21.29 Ἰσότοπα τοῦ Sb ὑπάρχουν ἄνω τῶν εἴκοσι, κυρίως μεταξὺ $^{117}\text{Sb}_{51}$ καὶ $^{134}\text{Sb}_{51}$. Σταθερὰ εἶναι τὸ ἀντιμόνιον—121, εἰς ποσοστὸν 57,25%, καὶ τὸ ἀντιμόνιον—123, εἰς ποσοστὸν 42,75%. Τὰ υπόλοιπα εἶναι *ραδιενεργὰ* καὶ δίδουν τὰ μὲν ἐλαφρὰ ποζιτρόνια τὰ δὲ βαρύτερα σωματίδια βῆτα ὡς



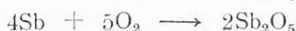
Εἶναι ἀξιοσημείωτον ὅτι πολλὰ ἰσότοπα ραδιενεργὰ τοῦ ἀντιμονίου μεταστοιχειοῦνται διὰ τῆς λεγομένης **K - συλλήψεως**, δηλαδὴ συλλαμβάνουν ἐν ἡλεκτρονίον ἐκ τῶν πλανητικῶν τῶν μὲ μείωσιν τοῦ ατομικοῦ ἀριθμοῦ τῶν, ὡς



Τὸ φαινόμενον ὠνομάσθη K - σύλληψις καθόσον τὸ δεσμευόμενον ἡλεκτρόνιον ἀνήκει εἰς τὸν πλησιέστερον πρὸς τὸν πυρῆνα φλοιὸν K (βλ. § 7.19).

Ἡ ἰδιόμορφος αὕτη μεταστοιχειώσις ὁδηγεῖ εἰς τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα ὡς καὶ ἡ ἀποβολὴ ποζιτρονίων καὶ παρουσιάζεται εἰς πολλὰ στοιχεῖα μὲ μεγάλους ατομικοὺς ἀριθμούς.

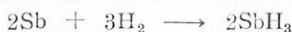
21.30 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* χαρακτηρίζεται ὡς εὐοξειδω-
τον σῶμα καὶ παρουσίᾳ ὀξυγόνου μετατρέπεται, εἰς ὑψηλᾶς θερμοκρασίας, εἰς
ὀξειδίου τρισθενοῦς καὶ πέντασθενοῦς ἀντιμονίου



Μὲ θεῖον δίδει κυρίως Sb_2S_3

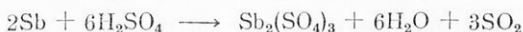


καὶ μὲ H_2 δίδει ἀντιμονίνην, ἀέριον παρεμφερὲς πρὸς τὴν ἀμμωνίαν καὶ τὴν
ἀρσίνην

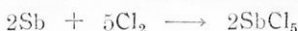


Αἱ μεταλλικαὶ ιδιότητες εἶναι εἰς τὸ Sb περισσότερον ἔντοναι ἀπὸ ὅτι εἰς
τὸ As.

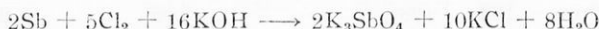
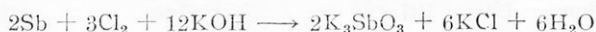
Οὕτω π.χ. παρουσίᾳ ὀξειδωτικῶν δίδει καὶ κατιόντα ἀντιμονίου καὶ ἀνιόντα
ἀντιμονιώδη καὶ ἀντιμονικά ὡς



Ὅμοιως μὲ ἀλατογόνα, ὡς Cl_2 , δίδει μεταλλικά μὲν προϊόντα εἰς ὄξινον
περιβάλλον



καὶ ἀμεταλλικά εἰς ἀλκαλικὸν



Ὁ ἐπαμφοτερίζων χαρακτήρ τοῦ Sb συντελεῖ εἰς τὴν εὐκόλουν ὑδρόλυσιν
τῶν ἀλάτων του πρὸς ὀξυάλατα καὶ βασικά ἄλατα, ὡς π.χ.



Ἡ μονοσθενὴς ρίζα SbO^+ καλεῖται **ἀντιμονύλιον**, οὕτω τὸ ἄλλας SbOCl
ὀνομάζεται γλωριούχον ἀντιμονύλιον, ἢ βάσις $\text{SbO}(\text{OH})$ ὑδροξείδιον τοῦ ἀντι-
μονυλίου κλπ.

21.31 Τὸ Sb εἶναι πολὺ εὐθηγὸν στοιχεῖον καὶ εὐρίσκει εὐρυτάτην κα-
τανάλωσιν εἰς τὴν ἐφαρμογὴν του. Χρησιμοποιεῖται εἰς γράμματα, ἰδίως μὲ Pb,
πρὸς παρασκευὴν ἀφ' ἑνὸς τῶν πλακῶν τῶν συσσωρευτῶν, ἀφ' ἑτέρου ἀντιτρι-
βικῶν ἐπιφανειῶν ἐδράνων, ἀξόνων μηχανῶν κλπ.

ΒΙΣΜΟΥΘΙΟΝ

21.32 Τὸ βισμούθιον (Bi) εὐρίσκεται καὶ ἠνωμένον, ὥς π.χ. Bi_2S_3 , καὶ εἰς μικρὰ ποσὰ ὥς ἐλεύθερον αὐτοφυεῖς στοιχεῖον.

Παρασκευάζεται συνήθως διὰ φρυξέως καὶ ἀναγωγῆς



21.33 Εἶναι τὸ περισσότερον **μεταλλικὸν στοιχεῖον** μεταξὺ τῶν τῆς δμάδος τοῦ ἀρσενικοῦ (As, Sb, Bi) καὶ τοῦτο ἐκδηλοῦται καὶ εἰς τὰς φυσικὰς ἀκόμη ιδιότητάς του. Εἶναι κρυσταλλικὸν σῶμα, μεταλλικῆς λάμψεως καὶ ὑφῆς, ἀργυρόχρουν ἕως χαλκόχρουν, ὀλκιμον καὶ ἐλατόν, μεγάλου εἰδικοῦ βάρους ($9,81 \text{ gr/cm}^3$). Τήκεται εἰς χαμηλὴν σχετικῶς θερμοκρασίαν (271°C) καὶ ζεεἰ εἰς τοὺς 1420°C .

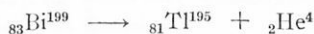
ΠΙΝΑΞ XXI — 8

ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΑ ΙΣΟΤΟΠΑ ΤΟΥ ΒΙΣΜΟΥΘΙΟΥ ($_{83}\text{Bi}$)

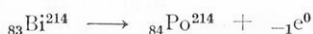
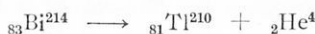
Ἰσότοπον	Μαζικὸς Ἀριθμὸς	Ραδιενεργὸς οἰζογένεια	*Ακτινοβολία	T
Βισμούθιον — 179	197	—	ἄλφα	2 min
Βισμούθιον — 198	198	—	ἄλφα	9 min
Βισμούθιον — 199	199	—	ἄλφα καὶ K	27 min
Βισμούθιον — 200	200	—	ἄλφα καὶ K	62 min
Βισμούθιον — 204	204	—	βῆτα καὶ K	12 h
Βισμούθιον — 206	206	—	βῆτα	6,4 ἡμερ.
Βισμούθιον — 208	208	—	K	2 msec
Ράδιον — E	210	οὐρανίου	βῆτα	4 ἡμερ.
*Ακτίνιον — C	211	ἀκτινίου	ἄλφα - βῆτα	2,16 min
Θόριον — C	212	θορίου	ἄλφα - βῆτα	1 h
Βισμούθιον — 213	213	νεπτονίου	ἄλφα - βῆτα	46 min
Ράδιον — C	214	οὐρανίου	ἄλφα - βῆτα	19,7 min

21.34 Ὑπάρχει ὑπὸ μορφὴν *ἄνω τῶν δέκα ἰσοτόπων*, ἀπὸ ${}_{83}\text{Bi}^{197}$ μέχρι ${}_{83}\text{Bi}^{214}$. Σταθερὸν εἶναι μόνον τὸ βισμούθιον — 209 τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ πρακτικῶς τὸ 100% τοῦ ὑπάρχοντος βισμούθιου.

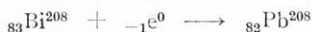
Εἶναι ἀξιοσημείωτον ὅτι τὸ ἰσότοπον τοῦτο εἶναι τὸ τελευταῖον προϊόν μεταστοιχείωσης τῆς *οἰκογενείας τοῦ νεπτουνίου* (βλ. § 7.36). Τὰ περισσότερα ἰσότοπα εἶναι ἄλφα ραδιενεργὰ καί, ὡς μέλη τῶν ραδιενεργῶν οἰκογενειῶν, δίδουν πολλὰ ἐνδιάμεσα ραδιενεργὰ προϊόντα ὡς



Μερικὰ ἰσότοπα εἶναι καὶ ἄλφα-βῆτα ραδιενεργὰ (βλ. § 7.35) ὡς τὸ



καὶ μερικὰ ὑπόκεινται εἰς K-σύλληψιν μεταστοιχειούμενα εἰς μόλυβδον, ὡς π. χ.



21.35 Ἡ μεταλλικὴ ὑφὴ ἐκδηλοῦται εἰς τὸ βισμούθιον καὶ εἰς τὰς *χημικὰς ιδιότητάς του*.

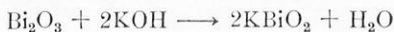
Οὕτω τὰ δι' ὀξειδώσεως προκύπτοντα ὀξειδία



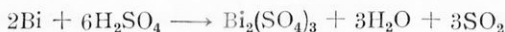
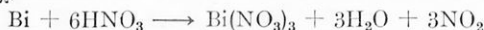
συμπεριφέρονται ὡς μεταλλοοξειδία



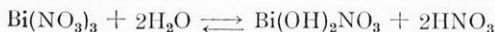
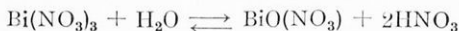
ἐνῶ ἡ ἀμεταλλικὴ τῶν ιδιοτήτων εἶναι ὀλιγώτερον ἐμφανής. Οὕτω π. χ. τὰ βισμούθιωδη καὶ βισμούθικὰ ἄλατα δὲν εἶναι σταθερὰ



Ὡς εὐοξειδωτον σῶμα ἀντιδρᾷ μὲ ὀξειδωτικὰ συνηθέστερον πρὸς τρισθενὲς κατιὸν ὡς π. χ.



Τὰ ἄλατα τόσοι τοῦ τρισθενοῦς, ὅσον καὶ τοῦ πεντασθενοῦς βισμούθιου ὑδρολύονται πρὸς ὀξυάλατα (ἄλατα τοῦ βισμούθυλίου BiO^+), βασικὰ ἄλατα κλπ ὡς



Π Ι Ν Α Ξ XXI — 9
ΕΥΤΗΚΤΑ ΚΡΑΜΑΤΑ ΤΟΥ ΒΙΣΜΟΥΘΙΟΥ

Κ ρ α μ α	Σημείον τήξεως (°C)	Σύνθεσις κράματος (%)				
		Bi	Pb	Sn	Cd	Hg
Ευτήκτον α	96	53	32	15		
Ευτήκτον β	91,5	52	40		8	
Κρᾶμα τοῦ Rose	94	50	27	23		
Κρᾶμα τοῦ Lipowitz	70	50	27	13	10	
Κρᾶμα τοῦ Wood	71	50	25	12,5	12,5	
Κρᾶμα συντήξεως	111	40	40	20		
Κρᾶμα ἐμφράξεων	102	45	30	17		18

21.36 Τὸ βισμούθιον εὐρίσκει σήμερον ἐφαρμογὰς εἰς τὴν σύνθεσιν κυρίως τῶν λεγομένων *ευτήκτων κραμάτων*. Τὰ κράματα ταῦτα (ὡς εἶναι τὸ λεγόμενον κρᾶμα τοῦ Wood) τήκονται εἰς χαμηλὰς σχετικῶς θερμοκρασίας καὶ χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν κατασκευὴν ἠλεκτρικῶν ἀσφαλειῶν, αὐτομάτων πυροσβεστήρων κλπ.

Σημαντικὴ εἶναι καὶ ἡ χρῆσις τοῦ βισμούθιου εἰς τὴν φαρμακευτικὴν ὑπὸ μορφὴν ἀνοργάνων καὶ ὀργανικῶν ἐνώσεων.

22. ΑΝΘΡΑΞ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΟΥ

Α Ν Θ Ρ Α Ξ

22.1 Ὁ ἄνθραξ (C) εἶναι λίαν διαδεδομένος εἰς τὴν φύσιν τόσον ὥς ἐλεύτερον στοιχεῖον ὅσον καὶ ἠνωμένος.

Ὡς στοιχεῖον ἀποτελεῖ τὸν γραφίτην, τὸν ἀδάμαντα καὶ τοὺς γαιάνθρακας, ὥς ἠνωμένος ἀποτελεῖ τὸ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, τὰ ἀνθρακικὰ ἄλατα καὶ τὰς ὀργανικὰς ἐνώσεις.

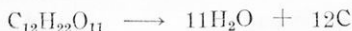
Εἰς τὸν γήινον φλοιόν, συμπεριλαμβανομένων τῶν ἐμβίων ὄντων, φυτῶν καὶ ζώων, καὶ τῆς ἀτμοσφαιρας, ἀποτελεῖ τὰ 0,2%, εἰς δὲ τὸ πετρώδες τμήμα τοῦ φλοιοῦ ἀποτελεῖ τὰ 3,2% περίπου καὶ εὐρίσκεται κυρίως ὑπὸ μορφὴν ἀνθρακικῶν ἀλάτων.

Εἰς τὸν ἀνθρώπινον ὀργανισμόν ἀποτελεῖ τὰ 17,5% κατὰ βάρους.

22.2 Εἰς καθαρὰν μορφὴν παράγεται δι' ἀτελεστάτης καύσεως ὀργανικῶν ἐνώσεων, ἰδίως ὕδρογονανθράκων, ὅτε τὸ ἐμπριεχόμενον ὕδρογόνον μετατρέπεται εἰς ὕδωρ κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



Παράγεται ἐπίσης δι' ἰσχυρᾶς ἀφυδατώσεως σακχαρῶν, παρὸνσίᾳ ἰδίως πυκνοῦ θεικοῦ ὀξέος ὡς π.χ.



Συνήθως ὁμως ἐξάγεται ὡς αὐτοφυής, οὐχὶ βεβαίως καθαρός, ὑπὸ μορφὴν γαιανθράκων.

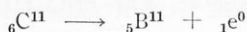
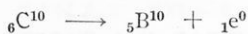
22.3 Ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν ιδιοτήτων παρουσιάζει διαφορὰς ἀναλόγως τοῦ ἂν εὐρίσκεται ὑπὸ μορφὴν γραφίτου, ἀδάμαντος ἢ ἀμόρφου ὀρυκτοῦ γαιάνθρακος (βλ. §§ 22.7, 22.12, 22.13).

Ἀνεξαρτήτως ὁμως μορφῆς εἶναι σῶμα στερεόν, σημείου τήξεως 3500°C περίπου καὶ λίαν ὑψηλοῦ σημείου ζέσεως (4200°C).

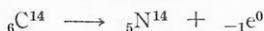
Εἶναι ἀδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ καὶ τὰ πλεῖστα ἀνόργανα καὶ ὀργανικὰ διαλυτικά ὑγρά.

22.4 Ἰσότοπα τοῦ ἄνθρακος εἶναι γνωστὰ ἔν συνόλῳ πέντε, τὰ ${}^6C^{10}$, ${}^6C^{11}$, ${}^6C^{12}$, ${}^6C^{13}$ καὶ ${}^6C^{14}$. Ἐξ αὐτῶν εἶναι σταθερὸς ὁ ἄνθραξ - 12 (ὁ συνήθης ἄνθραξ), εἰς ποσοστὸν 98,9% καὶ ὁ ἄνθραξ - 13 (ὁ βαρὺς ἄνθραξ) εἰς ποσοστὸν

1,1 %. Ἐκ τῶν λοιπῶν, ραδιενεργῶν, τὰ ἐλαφρὰ ἰσότοπα μεταστοιχειοῦνται δι' ἀποβολῆς ποζιτρονίων πρὸς βόριον



τὸ δὲ βαρύτερον δι' ἀποβολῆς σωματιδίου βῆτα πρὸς ἄζωτον



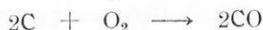
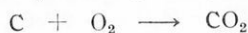
μὲ χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ $T = 5100$ ἐτῶν περίπου.

Π Ι Ν Α Ξ XXII — 1
Ι Δ Ι Ο Τ Η Τ Ε Σ Α Ν Θ Ρ Α Κ Ο Σ
(ἄτομον: C, μόριον: C_x)

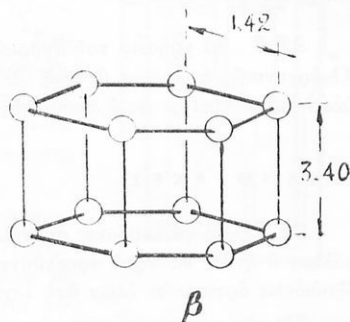
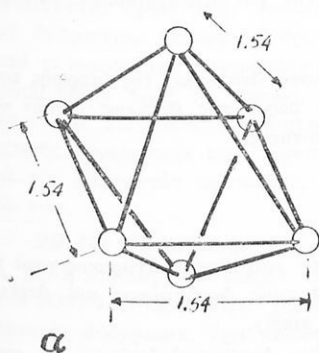
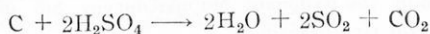
Ἀτομικὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	$A = 12,011$
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	$Z = 6$
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ ἰσοτόπων	10, 11, 12, 13, 14
Ποσοστὰ ἰσοτόπων	$\left\{ \begin{array}{l} {}_6\text{C}^{10} \\ {}_6\text{C}^{11} \\ {}_6\text{C}^{12} \\ {}_6\text{C}^{13} \\ {}_6\text{C}^{14} \end{array} \right.$
	ἴχνη (β^+ — ραδιενεργὸν) ἴχνη (β^+ — ραδιενεργὸν) 98,9 % 1,1 % ἴχνη (β — ραδιενεργὸν)
Μοριακὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	$(\mu = 12,011x)$
Πυκνότης	$\left\{ \begin{array}{l} \text{ὡς ἀδάμας} \\ \text{ὡς γραφίτης} \end{array} \right.$
	$d = 3,52 \text{ gr/cm}^3$ $d = 2,25 \text{ gr/cm}^3$
Σημεῖον τήξεως	$\vartheta = 3500^\circ\text{C}$
Σημεῖον ζέσεως	$\vartheta' = 4200^\circ\text{C}$
Κρυσταλλικὸν σύστημα	$\left\{ \begin{array}{l} \text{ὡς ἀδάμας} \\ \text{ὡς γραφίτης} \end{array} \right.$
	κυβικὸν ἐξαγωνικὸν
Δείκτης διαθλάσεως	$\left\{ \begin{array}{l} \text{ὡς ἀδάμας} \\ \text{ὡς γραφίτης} \end{array} \right.$
	$n = 2,4173$ —
Διάμετρος ἀτόμου (${}_6\text{C}^{12}$)	$\delta = 1,54 \text{ \AA}$

22.5 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* ὁ ἄνθραξ θεωρεῖται ὡς ἰσχυ-

ρὸν ἀναγωγικὸν σῶμα. Εἰς τὸν ἀέρα καίεται τελείως πρὸς CO_2 καὶ ἀτελῶς πρὸς CO (ἀέριον λίαν δηλητηριώδες) κατὰ τὰς ἀντιδράσεις

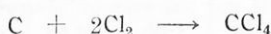
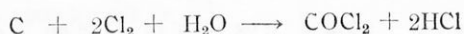


Προσβάλλεται ὑπὸ τῶν ὀξειδωτικῶν ὡς π. χ.

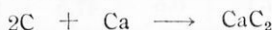


Σχ. 22.3.1 Στερεοχημικὴ διάταξις κρυστάλλων ἀδάμαντος (α) καὶ γραφίτου (β) με ἀποστάσεις εἰς Å.

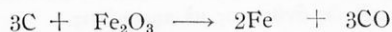
Μὲ ἀλατογόνα σχηματίζει δξυγονωμένα ἢ μὴ παράγωγα ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν



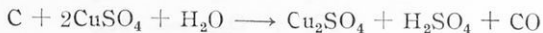
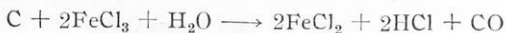
Μὲ πολλὰ μέταλλα καὶ ἀμέταλλα σχηματίζει, εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας, ἀνθρακούχους ἐνώσεις ὡς π. χ.



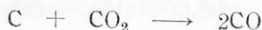
Ἀνάγει ὀξειδία πρὸς κατώτερα ὀξειδία ἢ καὶ πρὸς στοιχεῖα ὡς



μετατρέπει άλατα του σιδήρου προς τοιαύτα του υποσιδήρου, χαλκού προς υποχαλκού κλπ



Η σπονδαιοτέρα αναγωγική δράσις του C είναι επί αυτού τούτου του διοξειδίου του. Διοξειδίου του άνθρακος διαβιβαζόμενον διά μέσου ξυνδροπυρωθέντος C μετατρέπεται εις μονοξείδιον



εις τούτο οφείλεται και η δηλητηριώδης ενέργεια των αναθυμιάσεων καμίνων και καυστήρων.

22.6 Αί χρήσεις του άνθρακος ποικίλλουν αναλόγως της μορφής του. Ο οργανικώς ήνωμένος άνθραξ αποτελεί την βάση της θρέψεως φυτών και ζώων και θεωρείται ως η κυρία πηγή της θερμότητος.

Γ Α Ι Α Ν Θ Ρ Α Κ Ε Σ

22.7 Οί γαιάνθρακες αποτελούν ευρύτατα κοιτάσματα άνθρακος κατά το μάλλον ή ήττον καθαρού προελθόντα από βαθμιαίας αφυδατώσεις και άτελείς δξειδώσεις οργανικών ύλων υπό ισχυράν ιδίως πίεσιν.

Είς την πραγματικότητα οί γαιάνθρακες είναι *οργανικά ένώσεις* με συμ-

Π Ι Ν Α Ξ ΧΧΙΙ — 2

ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΞΙΑ ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΩΝ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ

Τύπος	Σύστασις % κατά βάρος					Θερμική άξια kcal/kg
	C	H	N	O	S	
Άνθρακίτης	85,4	3,28	1,12	3,59	0,80	8760
Λιθάνθραξ	81,73	4,74	1,50	6,54	0,70	8640
Λιγνίτης	61,3	5,5	1,5	14,4	1,4	6600
Τύρφη	35,2	7,1	0,5	47,5	1,3	3600

πεπυκνωμένα άτομα υπό μορφήν *κλειστών δακτυλίων*. Η περιεκτικότης όμως των ενώσεων τούτων εις υδρογόνον και άλλα στοιχεία είναι τόσον μικρά ώστε να προτιμάται η θεώρησις των ως άνθρακος με προσμίξεις.

Ἀναλόγως τῆς γεωλογικῆς ἡλικίας των οἱ γαιάνθρακες διακρίνονται εἰς ομάδας ποικίλης περιεκτικότητος εἰς ἄνθρακα καὶ ποικίλης θερμοαντικῆς ἱκανότητος.

22.8 Ἡ παλαιότερα καὶ πλουσιωτέρα εἰς ἄνθρακα (82-95%) μορφή εἶναι ὁ **ἀνθρακίτης** μετ' ἐλάχιστην θερμοαντικὴν ἱκανότητα (8500 Kcal/Kgr κατὰ μέσον ὄρον). Εἶναι χρώματος μέλανος μετ' ἐλαφρῶδη μεταλλικὴν λάμψιν, πυκνότητος $1,5 \text{ gr/cm}^3$ καὶ δὲν διατηρεῖ ἴχνη τῆς φυτικῆς του προελεύσεως.

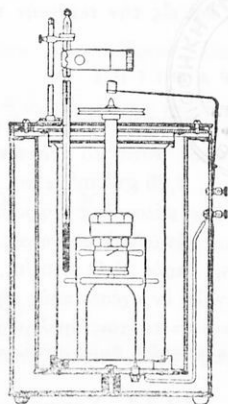
22.9 Ὁ **λιθάνθραξ** ἔχει μεγαλυτέραν περιεκτικότητα ἀρωματικῶν ἐνώσεων, μετ' ἐλαφρότερον τοῦ ἀνθρακίτου καθαρὸν ἄνθρακα (78-82%) καὶ κατὰ τι μικροτέραν θερμοαντικὴν ἱκανότητα. Ἔχει χροῶμα μέλαν πρὸς τὸ τεφρὸν, λάμψιν πισσώδη, πυκνότητα $1,2 \text{ gr/cm}^3$ καὶ διατηρεῖ ὀλίγα ἴχνη τῆς φυτικῆς προελεύσεώς του. Χρησιμοποιεῖται κυρίως διὰ τὴν παραγωγὴν φωταερίου, λιθανθρακοπίσεως καὶ κώκ.

22.10 Ὁ **λιγνίτης** εἶναι πτωχὸς εἰς ἄνθρακα (65% περίπου) μετ' ἐλαφρὰν θερμοαντικὴν ἱκανότητα 5000 kcal/kg. Ἔχει χροῶμα πισσομέλαν μετ' ἐλαφρὰν ἀπόχρωσιν, ἔχει γαιώδη ὄψιν, εἶναι εὐθραστός καὶ ἔχει μικρὰν πυκνότητα $1,1 \text{ gr/cm}^3$. Διατηρεῖ καταφανῆ ἴχνη φυτικῆς προελεύσεως καὶ χρησιμοποιεῖται, ἐν μίγματι μετ' πλουσιωτέρα καύσιμα, εἰς τὴν θέρμανσιν ἀποπαραγωγῶν λεβήτων.

Εἰς τὸν λιγνίτην εἶναι αἰσθητὴ ἡ περιεκτικότης εἰς S, γεγονόςς τὸ ὁποῖον συντελεῖ εἰς τὴν διάβρωσιν τῶν ἐγκαταστάσεων ὡς ἐκ τοῦ παραγομένου SO_2 .

22.11 Ἡ πτωχοτέρα εἰς ἄνθρακα μορφή εἶναι ἡ **τύρφη**. Νεωτάτης γεωλογικῆς περιόδου, ἀποτελεῖ γαιάνθρακα μετ' πολλὴν ὑγρασίαν καὶ πολὺ μικρὰν θερμικὴν ἀπόδοσιν 2000 Kcal/Kgr.

Τὰ ἴχνη τῆς φυτικῆς προελεύσεώς του εἶναι λίαν αἰσθητά.



Σχ. 22.7.1 Θερμιδόμετρον καύσεως διὰ τὴν μέτρησιν τῆς θερμικῆς ἀξίας γαιάνθρακος.

Α Δ Α Μ Α Σ

22.12 Ὁ **αδάμας** ἀποτελεῖ καθαρὰν μορφήν κρυσταλλικοῦ ἄνθρακος. Εὐρίσκεται ὑπὸ μορφήν κρυστᾶλλον τοῦ **κυβικοῦ** συστήματος μετ' τετραεδρικήν μορφήν. Εἶναι σῶμα μεγάλης πυκνότητος $3,52 \text{ gr/cm}^3$, ὡς διαφανὴς εἶναι λίαν θλαστικός, μετ' εἰδικὴν διαθλάσεως $n = 2,4173$, καὶ παρουσιάζει ἐλάχιστην σκληρότητα. Εἰς τὴν σκληρομετρικὴν κλίμακα τοῦ Mohs θεωρεῖται ὡς σκληρότητος 10 βαθμῶν.

Είναι συνήθως άχρους, πολλάκις όμως είναι έλαφρώς κεχρωσμένοι κίτρινος, φαιός, καστανός, μέλας και σπανιότατα ερυθρός και κυανούς.

Ο γεωλογικός σχηματισμός του αδάμαντος οφείλεται εις αποτόμους ψύξεις υπό ίσχυράν πίεσιν, ως απέδειξε πειραματικώς ο Moissan.

Κατεργαζόμενος ο αδάμας χρησιμοποιείται κυρίως εις την κοσμηματοποιάν ως και εις την τεχνικήν της κοπής της ύαλου.

Γ Ρ Α Φ Ι Τ Η Σ

22.13 Ο γραφίτης αποτελεί επίσης καθαράν μορφήν κρυσταλλικού άνθρακος κατά το *έξαγωνικόν* σύστημα. Έχει μικροτέραν του αδάμαντος πυκνότητα, $2,25 \text{ gr/cm}^3$, είναι αδιαφανής, μαλακός, αποβάφει επί του χάρτου και έχει χρώμα μέλαν έως τεφρόν. Τριβόμενος λάμπει μεταλλικώς.

Είναι καλός άγωγός του ηλεκτρισμού με ειδικήν ηλεκτρικήν αντίστασιν (ρ) ίσην προς $8 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$. Παρ' όλον ότι ή ειδική αντίστασίς του είναι πολύ μεγάλη έν σχέσει προς την των μετάλλων (ό Cu π.χ. έχει $\rho = 0,017 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) είναι έν τούτοις άμελητέα ως προς την των άμετάλλων, δι' αυτό και ο γραφίτης θεωρείται ο άριστος άγωγός μεταξύ των άμετάλλων.

22.14 Χρησιμοποιείται εις την κατασκευήν γραφίδων και εις την γαλβανοπλαστικήν διά την πρόσδοσιν ιδιοτήτων εηλεκτραγωγού εις αντικείμενα κακής ηλεκτρικής άγωγιμότητος.

ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

22.15 Ός τεχνητός άνθραξ χαρακτηρίζεται ο παραγόμενος δι' άπλης καύσεως ώρισμένων οργανικών ουσιών. Ο τεχνητός άνθραξ χαρακτηρίζεται συνήθως ως άμορφος άν και είναι πάντοτε κρυσταλλικός, ως απέδειξαν νεώτατα έρευναι, με μορφήν μικροκρυσταλλικήν, διαφεύγουσαν της παρατηρήσεως.

Μεταξύ των πολλών παραλλαγών σημαντικές είναι ο *ξύλάνθραξ*. Παράγεται δι' άπανθρακώσεως ξύλων, κυτταρίνης ή ύπολειμμάτων σακχάρου και χρησιμοποιείται ως κοινόν καύσιμον.

Τό *κώκ* παράγεται ως υπόλειμμα της ξηράς άποσταύσεως των λιθανθράκων κατά την βιομηχανικήν παρασκευήν του φωταερίου. Είναι συμπαгоύς μορφής και αποτελεί άριστον βιομηχανικόν αναγωγικόν κατά την μεταλλουργίαν.

22.16 Ο *άνθραξ των άποστακτήρων* λαμβάνεται από τα ύψηλότερα σημεία των άποστακτήρων κατά την παραγωγήν του φωταερίου. Είναι μαλακός, πλάθεται εύκόλως και χρησιμοποιείται διά την κατασκευήν ηλεκτροδίων.

Ο *ξωικός άνθραξ*, εκ της άτελοϋς καύσεως όστων, δερμάτων κλπ, είναι κοκκώδης, λεπτόμορφος και αποτελεί άριστον ύλικόν διά την προσρόφησιν αερίων και διά τόν άποχρωματισμόν έγχρώμων υγρών.

Τέλος ἡ *αἰθάλη*, ἡ προκύπτουσα ἰδίως ἐκ τῆς καύσεως αερίων υγρογονανθράκων ἐλλείπει πολλοῦ ὀξυγόνου, χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν χρωμάτων, μελάνης ὡς καὶ εἰς τὴν βιομηχανίαν τοῦ καουτσούκ.

ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

22.17 Τὸ μονοξείδιον τοῦ ἀνθράκος (CO) εἶναι σῶμα αἰέριον, λίαν δηλητηριῶδες.

Παρασκευάζεται κατὰ τὴν *ἀτελῆ καυσίν* ἀνθράκων ἢ ἀνθρακούχων ἐν γένει ἐνώσεων



Ἐπίσης παρασκευάζεται, βιομηχανικῶς, διὰ διαβιβάσεως ὑδρατμῶν διὰ διαπύρου ἀνθράκος

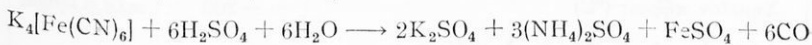


ὁπότε, ὡς μίγμα μετὰ τὸ H_2 , ἀποτελεῖ καύσιμον ὑπὸ τὴν ὀνομασίαν *ὕδραέριον*

22.18 Ἐργαστηριακῶς παρασκευάζεται δι' ἀφνδατώσεως, ἐν θερμῷ μετὰ H_2SO_4 , τοῦ μυρμηκικοῦ ἢ τοῦ ὀξαλικοῦ ὀξέος



Παρασκευάζεται ἐπίσης κατὰ τὴν ἐπίδρασιν θεικοῦ ὀξέος ἐπὶ σιδηροκυανούχου καλίου, κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



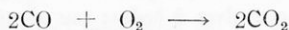
22.19 Εἶναι αἰέριον ἄχρουν, ἄοσμον, *λίαν δηλητηριῶδες*, πρακτικῶς ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Εἶναι ὑπὸ συνήθεις συνθήκας τέλειον αἰέριον, καθόσον ἡ κρίσιμος θερμοκρασία του εἶναι πολὺ χαμηλὴ ($-139^\circ C$).

Εἰς τοὺς $-190^\circ C$ υγροποιεῖται καὶ εἰς τοὺς $-200^\circ C$ στερεοποιεῖται.

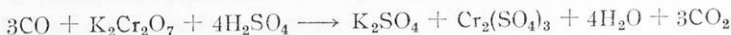
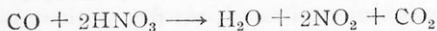
Ὑπὸ συνήθεις συνθήκας ἔχει πυκνότητα 1,25 gr/lit καὶ σχετικὴν πυκνότητα ὡς πρὸς τὸν αέρα ἴσην μετὰ 0,9, εἶναι δηλαδὴ μόλις κατὰ 1,1 φορὰς ἐλαφρότερον τοῦ αέρος.

22.20 Ἀπὸ ἀπόψεως χημικῶν ἰδιοτήτων χαρακτηρίζεται ὡς *ἀναγωγικόν* σῶμα.

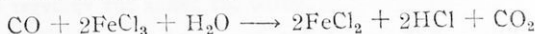
Εἰς τὸν αέρα καίεται πρὸς διοξειδίον



Ἀντιδρῶ με ὀξειδωτικά μέσα, ὡς π. χ.



Ἀνάγει ἄλατα μετάλλων ἀνωτέρου σθένους



Με ἁλατογόνα δίδει, ἐνδιαμέσως, προϊόντα προσθήκης ὡς



τὰ ὁποῖα ἀκολουθῶς ὑδρολύονται



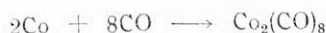
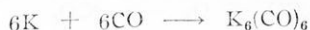
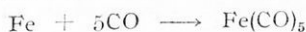
Π Ι Ν Α Ξ XXII — 3

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΚΑΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

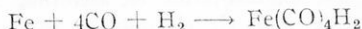
Ἰ δ ι ό τ η τ ε ς	CO	CO ₂
Μοριακὸν βάρος (ΜΑΜ χημικῆς κλίμακος)	28,011	44,011
Σημεῖον ὑγροποιήσεως (°C)	—190	(—56,6)
Σημεῖον πήξεως (°C)	—200	—78,5 ἑξαχν.
Διαλυτότης ἐντὸς ὕδατος εἰς 20°C καὶ 760 mmHg (κατὰ βάρος)	—	0,2
Πυκνότης αερίου ΥΚΣ (εἰς gr/lit)	1,25	1,977
Σχετικὴ πυκνότης ὡς πρὸς τὸν ἀέρα (ΥΚΣ)	0,9	1,5
Ἐνέργεια συνδέσεως (kcal/mol)	27	94
Φυσιολογικὴ δρᾶσις	δηλητηριῶδες	—
Μέση πυκνότης ὑγροῦ ὀξειδίου (εἰς gr/cm ³)	0,793	1,101
Κρίσιμος θερμοκρασία (°C)	—139	31,1

22.21 Ἀξιοσημείωτος εἶναι ἡ δρᾶσις του με μέταλλα εἰς ὑψηλὴν θερμο-

κρυσιάν, ὁπότε σχηματίζονται ποικίλα *μεταλλοκαρβονύλια* ὡς π.χ.



Εἰδικῶς μὲ Fe δίδει, παρουσίᾳ ὑδρογόνου, καὶ ἐν ὑδροκαρβονύλιον



Μὲ πυκνά ἀλκάλια δίδει *μυρμηκικά* ἄλατα



καὶ διὰ τὸν λόγον τοῦτο θεωρεῖται, τελειῶς *συμβατικῶς*, ὡς ἀνυδρίτης τοῦ μυρμηκικοῦ ὀξέος

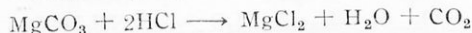
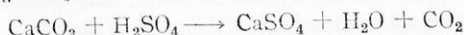


22.22 Ἀπὸ ἀπόψεως *χρήσεων* εἶναι ἀξιοσημεῖτον ὡς καύσιμον, πάντοτε ἐν μίγματι λόγῳ τῆς ἰσχυρῶς δηλητηριώδους δράσεώς του, καὶ ὡς ἀναγωγικὸν εἰς τὴν μεταλλουργίαν.

ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

22.23 Τὸ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος (CO_2) εἶναι ὡς ἐλεύθερον ἀρχοῦντως διαδεδομένον εἰς τὴν φύσιν τόσον εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα ὅσον καὶ διαλυμένον ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἡνωμένον ἀποτελεῖ τὰ ἀνθρακικά ἄλατα ὡς CaCO_3 , MgCO_3 κλπ.

22.24 Παρασκευάζεται κυρίως, *βιομηχανικῶς καὶ ἐργαστηριακῶς*, ἀπὸ ἀσβεστολίθους τῇ ἐπιδράσει θεικοῦ ἢ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, ὡς π.χ.



Ἐπίσης δι' ἐντόνου πυρώσεως ἀνθρακικῶν ἀλάτων ἰδίως ἀσβεστίου καὶ μαγνησίου



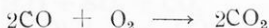
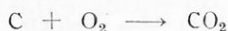
ἐξαιρουμένων τῶν K_2CO_3 καὶ Na_2CO_3 τὰ ὁποῖα δὲν ἀποσυντίθενται.

Εὐκολωτέρα εἶναι ἡ παρασκευὴ διὰ θερμάνσεως τῶν ὀξίνων ἀλάτων ὡς π.χ.



Εἶναι αὐτονόητον ὅτι CO_2 παράγεται καὶ κατὰ οἰανδήποτε *τελεῖαν καύσιν*

άνθρακος ή οξειδωσίμου άνθρακούχου ένωσης



22.25 Έν αντιθέσει πρὸς τὸ CO , τὸ CO_2 δὲν εἶναι δηλητηριῶδες, οὔτε καὶ τόσον ἀσφυκτικὸν ὅσον ἐνομίζετο παλαιότερον.

Ἡ **δυσφορία** ἢ ὁποία δημιουργεῖται εἰς κλειστοὺς πολυπληθεῖς χώρους δὲν **ὀφείλεται εἰς τὸ CO_2** , ἀλλ' εἰς τὴν αὔξησιν τῆς σχετικῆς ὑγρασίας ἐκ τῆς ἐκπνοῆς ὑδρατμῶν.

Τὸ CO_2 δημιουργεῖ δυσφορίαν μόνον εἰς περιεκτικότητα ἄνω τοῦ 5 % καὶ καθιστᾷ τὸν ἀέρα μὴ ἀναπνεύσιμον εἰς περιεκτικότητα ἀπὸ 40 % καὶ ἄνω.

Υπὸ συνήθεις συνθήκας εἶναι ἀέριον εὐκόλως ὑδροποιήσιμον. Ἔχει κρίσιμον θερμοκρασίαν ἴσην πρὸς $31,1^\circ\text{C}$, δηλαδὴ ὑπὸ θερμοκρασίαν δωματίου εἶναι ἀτμός. Ἡ κρίσιμος πίεσις του φθάνει τὰς 73 atm καὶ ἡ κρίσιμος πυκνότης του τὰ 0,46 gr/cm³.

Ὡς ἀέριον, εἰς 0°C καὶ 760 cmHg, ἔχει πυκνότητα 1,977 gr/lit καὶ εἶναι κατὰ 1,5 φορὰς βαρύτερον τοῦ ἀέρος.

Εἶναι **διαλυτὸν** ἐντὸς ὕδατος. Ὑπὸ συνήθεις συνθήκας ἐν λίτρον ὕδατος διαλύει 1,5 lit ἀερίου CO_2 .

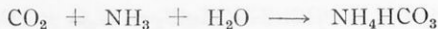
Εἰς τοὺς $-78,5^\circ\text{C}$ στερεοποιεῖται ὑπὸ μορφὴν κρυσταλλικῆς χιόνος (ὡς ξηρὸς πάγος) μὲ συνεχῆ τάσιν ἐξαχνώσεως.

22.26 Ὡς **ἀμεταλλοξειδίου** δίδει τὸ ἀντίστοιχον δξὺν



Τὸ δξὺν τοῦτο δὲν εὐσταθεῖ καθαρὸν καθόσον εὐκόλως ἀποσυντίθεται μὲ τὴν ἐλαγίστην θέρμανσιν. Ἔνεκα τῆς ταυτίσεως τῶν χημικῶν ἰδιοτήτων καλεῖται συνήθως **ἀνθρακικὸν δξὺν** καὶ αὐτὸ τοῦτο τὸ δεξίδιον CO_2 .

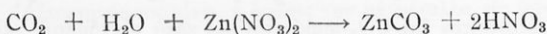
Μὲ βάσεις καὶ μεταλλοξειδία σχηματίζει ἄλατα. Εἰς χαμηλὰς θερμοκρασίας μὲ ἀμμωνίαν, ἀλκάλια καὶ ἀλκαλικὰ γαῖας δίδει ὄξινα ἄλατα



δι' ἐν συνεχείᾳ δὲ θερμάνσεως



Μὲ ἄλατα πολλῶν βαρέων μετάλλων σχηματίζει ἀδιάλυτα ἱζήματα ὡς π.χ.



22.27 Τὸ CO_2 χρησιμοποιεῖται εἰς μεγάλα ποσὰ εἰς τὰ ἀφρώδη ποτά. Ὡς ὑγρὸν χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ ψυκτικὰ συστήματα δι' ἐκτονώσεως, ὡς στερεόν, δηλαδὴ ὡς *ξηρὸς πάγος*, εὐρίσκει ἐφαρμογὰς εἰς τὴν τεχνικὴν τῶν χαμηλῶν θερμοκρασιῶν.

Ἀνιχνεύεται μὲ διάλυμα ἀσβέστου



ὥς ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ θολώματος.

ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΟΞΥ

22.28 Τὸ *άνθρακικὸν ὀξὺ* H_2CO_3 δὲν εὐσταθεῖ ὡς καθαρὸν σῶμα ἔνεκα τῆς ἀποσυνθέσεώς του



ἀλλὰ θεωρεῖται ὡς ὑπαρκτὸν ἐν διαλύματι.

Εἶναι ἀσθενὲς ὀξὺ καὶ δίδει γένεσιν εἰς πλῆθος ἀνθρακικῶν ἀλάτων, ἐκ τῶν ὁποίων τὰ μὲ K , Na , NH_4 , Ca καὶ Mg ὑφίστανται καὶ ὡς ὄξινα.

ΥΠΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

22.29 Ἐκτὸς ἀπὸ τὰ ὀξειδία CO καὶ CO_2 ὑπάρχει καὶ ἐν ἀκόμῃ ὀξειδίου τοῦ τύπου C_3O_2 τὸ ὁποῖον καλεῖται *ὑποξείδιον τοῦ ἀνθρακος*.

Ἡ ἔνωσις αὕτη εἶναι ὀργανικὴ, ἐξετάζεται ὅμως ὡς ἀνόργανος ἔνεκα τοῦ ἀπλουστάτου τύπου της καὶ τῆς ποιοτικῆς ὁμοιότητός της μὲ τὸ μονοξείδιον καὶ τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος.

Θεωρεῖται, ὡς ἀνυδρίτης τοῦ μηλονικοῦ ὀξέος, ἀπὸ τὸ ὁποῖον καὶ παρασκευάζεται δι' ἀφυδατώσεως



Εἶναι σῶμα ὑγρὸν, εἰς χαμηλὴν θερμοκρασίαν, πτητικὸν μὲ σημεῖον ζέσεως εἰς τοὺς 7°C . Εἰς θερμοκρασίαν $-111,3^\circ\text{C}$ πήγνυται πρὸς κρυσταλλικὸν σῶμα.

Εἶναι εὐαποσύνθετον καὶ ἀντιδρᾷ ἀμέσως μὲ τὸ ὕδωρ πρὸς μηλονικὸν ὀξύ.

23. ΟΜΑΣ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

ΠΥΡΙΤΙΟΝ

23.1 Τὸ πυρίτιον (Si) εἶναι τὸ περισσότερον διαδεδομένον εἰς τὴν φύσιν στοιχεῖον μετὰ τὸ ὀξυγόνον. Εἰς τὸν γήινον φλοιὸν ἀποτελεῖ τὰ 23 % κατὰ βάρος, πάντοτε ἠνωμένον, καὶ ὡς διοξειδίου SiO_2 ἀνευρίσκεται εἰς ἀναλογίαν 87 % τῶν ὀρυκτῶν καὶ πετρωμάτων.

Αἱ κυριώτεραι ἐνώσεις του εἶναι τὸ διοξειδίου SiO_2 καὶ τὰ πυριτικά ἄλατα ἀντιστοιχοῦντα εἰς ὅξέα τοῦ γενικοῦ τύπου $x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$.

23.2 Παρασκευάζεται ἀπὸ τὸ SiO_2 δι' ἀναγωγῆς μὲ ἑλαφρὰ μέταλλα, ὡς Mg ἢ Al, εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν



ἐπίσης, μὲ μικρὰν σχετικῶς ἀπόδοσιν, παρασκευάζεται δι' ἀναγωγῆς μὲ ἄνθρακα



Εὐκολώτερον τὸ πυρίτιον παράγεται δι' ἀναγωγῆς μὲ νάτριον τοῦ τετραχλωριούχου πυριτίου εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν



23.3 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ιδιοτήτων* εἶναι σῶμα στερεόν, ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ καὶ τὰ περισσότερα διαλυτικὰ μέσα. Παρουσιάζεται ὑπὸ δύο ἄλλοτροπικὰς μορφάς, ὡς *κρυσταλλικὸν* καὶ ὡς *ἄμορφον*. Τὸ ἄμορφον ἐμφανίζεται ὡς καστανόχρους κόνις, τὸ δὲ κρυσταλλικὸν ὡς μολυβδόφαιον στερεὸν τοῦ κυβικοῦ συστήματος. Ἔχει πυκνότητα $2,4 \text{ gr/cm}^3$ καί, ὡς κρυσταλλικόν, εἶναι σχετικῶς καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ μὲ εἰδικὴν ἡλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα $\rho = 850 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

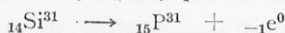
Τίθεται εἰς τοὺς 1427°C καὶ ζέει εἰς τοὺς 2287°C , εἶναι δηλαδὴ στερεὸν λίαν δύστηκτον.

23.4 Τὸ ἄτομον τοῦ πυριτίου ἀπαντᾷται ὑπὸ μορφὴν πέντε διαφόρων ἰσοτόπων καὶ συγκεκριμένως μὲ μαζικοὺς ἀριθμοὺς 27, 28, 29, 30 καὶ 31. Ἐξ αὐτῶν τὸ ${}_{14}\text{Si}^{28}$ ἀποτελεῖ τὰ 92,28 %, μὲ δεύτερον τὸ ${}_{14}\text{Si}^{29}$ (4,67 %) καὶ τρίτον τὸ ${}_{14}\text{Si}^{30}$ (3,05 %).

Ἐκ τῶν δύο ραδιενεργῶν ἰσοτόπων τὸ μὲν ἑλαφρὸν ἀποβάλλει ποζιτρόνια



τὸ δὲ βαρὺ μεταστοιχειοῦται πρὸς φωσφόρον δι' ἀποβολῆς σωματιδίων βῆτα



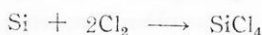
23.5 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* τὸ Si συμπεριφέρεται ὡς τετρασθενὲς ἀμέταλλον μὲ ἐλαφρῶς ἐπαμφοτερίζουσιν τάσιν.

Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καίεται

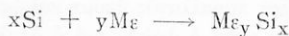


μὲ ἔντονον ἔκλυσιν θερμότητος, πολὺ περισσοτέρᾳ τῆς ἐκλυομένης κατὰ τὴν καύσιν τοῦ ἄνθρακος. Πράγματι ἐνῶ ἡ ἐνέργεια συνδέσεως τοῦ CO_2 ἀνέρχεται εἰς 94 Kcal/mol, τοῦ SiO_2 ἀνέρχεται εἰς 191 Kcal/mol.

Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἐνοῦται ἐπίσης μὲ θεῖον καὶ ἁλατογόνα, ὡς π.χ.



Μὲ μέταλλα σχηματίζει ποικίλα ἀσταθῆ προϊόντα κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἡλεκτρικῆς καμίνου ἐνοῦται μὲ τὸν ἄνθρακα καὶ δίδει ἓν σκληρότατον σῶμα, τὸ *ἀνθρακοπυρίτιον* (carborundum)

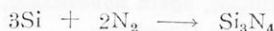


τὸ προϊόν τοῦτο εἶναι κρυσταλλικὸν καὶ παρουσιάζει διάταξιν τελείως ὁμοίαν πρὸς τὴν τοῦ γραφίτου.

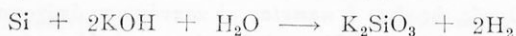
23.6 Διὰ διαβιβάσεως ὑπερθέρμου ἀτμοῦ ὀξειδοῦται πρὸς διοξειδίου



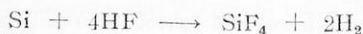
καὶ μὲ ἄζωτον δίδει γένεσιν εἰς ἓν ἀσταθὲς προϊόν



Ἐνῶ προσβάλλεται ὑπὸ τῶν καυστικῶν ἀλκαλίων



ἀντιθέτως εἶναι σχετικῶς σταθερὸν εἰς τὰ ὀξέα καὶ διαλύεται μόνον μὲ ὑδροφθόριον καὶ μὲ φθοριονιτρικὸν ὀξὺς (ἀντίστοιχον πρὸς τὸ βασιλικὸν ὕδωρ) κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



Εἶναι ἀναγωγικώτερον τοῦ ἄνθρακος καὶ διὰ τὸν λόγον τοῦτο, εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ἐκδιώκει τὸν C ἀπὸ τὰ ἀνθρακικὰ ἄλατά του, ὡς π.χ.



23.7 Τὸ πυρίτιον χρησιμοποιεῖται εἰς μικρὰ ποσὰ εἰς *κράματα* σιδήρου. Εἰς κατάστασιν τήγματος ἀφαιρεῖ τὰς σκωρίας ἀπὸ τὸν χάλυβα.

Αἰσθητὰ ποσὰ πυρίτιου χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν ἐνώσεων

αντιστοίχων πρὸς τὰς ὀργανικὰς τοῦ ἄνθρακος. Αἱ ἐνώσεις αὗται, ὡς τὰ **σιλικάνια** τοῦ τύπου $\text{Si}_x \text{H}_{2x+2}$ ἰσότιμα πρὸς τοὺς κεκορεσμένους ὑδρογονάνθρακας $\text{C}_x \text{H}_{2x+2}$, θεωροῦνται ὡς μέλλουσαι νὰ παῖξουν σπουδαῖον ρόλον εἰς τὴν χημείαν τῶν συνθετικῶν ὑλῶν, πλαστικῶν κλπ.

Τὸ καθαρὸν πυρίτιον, μὲ προσμίξεις κάτω τοῦ $10^{-7}\%$, ἔχει **ιδιότηας φωρατοῦ** καὶ ἀποτελεῖ τὴν βᾶσιν κατασκευῆς τῶν τρανζίστορ.

ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

23.8 Τὸ διοξείδιον τοῦ πυρίτιου εἶναι εὐρύτατα διαδεδομένον εἰς τὴν φύσιν εἴτε ὡς καθαρὸν εἴτε μὲ μεταλλικὰς προσμίξεις.

Ὡς καθαρὸν ἀποτελεῖ τὸν **χαλαζιαν** κρυσταλλούμενον κατὰ τὸ τριγωνικὸν σύστημα, ὡς μὴ καθαρὸν τὴν **ἄμμον**.

Ἀπαντᾷται ὑπὸ ποικίλης παραλλαγᾷ ἀκόμη καὶ ὡς μικροκρυσταλλικόν, θεωρούμενον ὡς ἄμορφον, ὅπως εἶναι ὁ ἀγάτης καὶ ὁ ὀπάλιος.

23.9 Τὸ SiO_2 παρασκευάζεται ἢ, ὀρθότερον, παραλαμβάνεται καθαρὸν διὰ συντήξεως χαλαζίου μὲ σόδα καὶ ἐν συνεχείᾳ κατεργασίας μὲ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ



23.10 Ἀπὸ ἀπόψεως **φυσικῶν ιδιοτήτων** τὸ SiO_2 χαρακτηρίζεται κατ' ἀρχὴν ὡς **πολύμορφον** κρυσταλλούμενον κατὰ τὸ τριγωνικόν, τὸ ἑξαγωνικόν, τὸ τρικλινὲς καὶ τὸ τετραγωνικὸν σύστημα.

Ὡς ἄχρους, διαυγῆς **χαλαζίας**, **ὄρεϊα κρυσταλλος**, ἀνήκει εἰς τὸ τριγωνικὸν σύστημα, ὡς **τριδυμίτης** δὲ εἰς τὸ ἑξαγωνικόν.

Ἀναλόγως τῶν προσμίξεων καὶ τῶν ἐξωτερικῶν ιδιοτήτων τοῦ ἀποτελεῖ ποικίλης παραλλαγᾷ, ὡς εἶναι ὁ **καπνίας** μὲ καπνόφαιον ἀπόχρωσιν, ὁ **ἀμέθυστος** μὲ ἰώδη, ὁ **σαπφειροχαλαζίας** μὲ ὑποκύανον, τὸ **ἡλιοτρόπιον**, ὁ **χαλκηδόνιος** κλπ.

Εἶναι σῶμα συνήθως διαφανὲς πολὺ σκληρόν, μὲ 7 βαθμοὺς τῆς κλίμακος Mohs, πυκνότητος $2,65 \text{ gr/cm}^3$.

Ἐπιτρέπει τὴν διέλευσιν οὐχὶ μόνον τοῦ ὁρατοῦ ἀλλὰ καὶ τοῦ **ὑπερῦθρου** καὶ τοῦ **ὑπεριώδους** φωτός. Χαλαζίας πάχους 1 mm ἐπιτρέπει τὴν διέλευσιν ὑπεριώδους ἀκτινοβολίας μήκους κύματος $1900 \text{ \AA}$ κατὰ 67% .

23.11 Τήκεται εἰς τοὺς 1400°C καὶ μεταβάλλεται εἰς παχύρρευστον ὑγρόν, πλαστικὸν καὶ ἐνκόλως κατεργαζόμενον, εἰς λίαν ὑψηλὴν δὲ θερμοκρασίαν, 2600°C , ζεεὶ πρὸς αέριον SiO_2 .

23.12 Ὡς ἀμεταλλοξείδιον ἀντιδρᾷ, δυσκόλως ὅμως, μὲ βάσεις εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ σχηματίζει πυριτικά ἅλατα



Υπὸ τοῦ F_2 καὶ τοῦ HF προσβάλλεται σχετικῶς εὐκόλα καὶ δίδει τετραφθοριοῦχον πυρίτιον



ΠΙΝΑΞ XXIII — 1

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

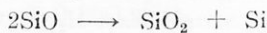
(ἄτομον: Si, μόριον: Si_x)

Ἀτομικὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	$A = 28,09$
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	$Z = 14$
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ ἰσοτόπων	27, 28, 29, 30, 31
Ποσοστὰ ἰσοτόπων	$\left\{ \begin{array}{l} {}_{14}Si^{27} \\ {}_{14}Si^{28} \\ {}_{14}Si^{29} \\ {}_{14}Si^{30} \\ {}_{14}Si^{31} \end{array} \right.$
	ἔχνη (β^+ — ραδιενεργόν)
	92,28 %
	4,67 %
	3,05 %
	ἔχνη (β — ραδιενεργόν)
Μοριακὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	($\mu = 28,09x$)
Πυκνότης	$d = 2,4 \text{ gr/cm}^3$
Σημεῖον τήξεως	$\vartheta = 1427^\circ C$
Σημεῖον ζέσεως	$\vartheta' = 2287^\circ C$
Κρυσταλλικὸν σύστημα	κυβικόν
Διάμετρος ἀτόμου (${}_{14}Si^{28}$)	$\delta = 2,34 \text{ \AA}$

23.13 Εἰς θερμοκρασίαν βολταϊκοῦ τόξου μὲ ἄνθρακα δίδει τὸ *μονοξειδίου τοῦ πυριτίου*



τὸ ὁποῖον εἶναι ἀσταθὲς εἰς θερμοκρασίας κάτω τῶν $2000^\circ C$ καὶ ἀποσυντίθεται πρὸς SiO_2 καὶ στοιχειακὸν πυρίτιον



23.14 Καθαρὸν τὸ SiO_2 χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κατασκευὴν *ὀπτικῶν ὀργάνων* ὥς πρismaticών, φακῶν κλπ καὶ τοῦτο διότι ἐπιτρέπει τὴν διέλευσιν καὶ τῆς υπερύθρου καὶ τῆς υπεριώδους ἀκτινοβολίας.

Ὡς ἄμμος χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν δοκιμὴν καὶ εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς *βάλου*.

Π Ι Ν Α Ξ XXIII — 2
Ο Ρ Υ Κ Τ Α Τ Ο Υ SiO₂

	Σκληρότης (Mohs)	Πυκνότης (gr/cm ³)	Χρῶμα	Λάμψις	Κρυσταλ- λινὸν σύστημα
Ὀπάλλιος	6	2,1	λευκὸς - ἑγχρωμ.	βαλῶδης	ἄμορφον
Τριδυμίτης	6,5	2,3	ἄχρους - φαιὸς	βαλῶδης	ἑξαγωνικόν
Χαλκηδόνιος	7	2,60	φαιὸς - ἐρυθρὸς	κηρώδης	(τριγωνικόν
Ὁρεία κρύσταλλος	7	2,64	ἄχρους	βαλῶδης	τριγωνικόν
Ἀμέθυστος	7	2,65	ἰώδης	βαλῶδης	τριγωνικόν
Καπνίας	7	2,65	καπνόφαιος	στεατώδης	τριγωνικόν

Π Υ Ρ Ι Τ Ι Κ Α Α Λ Α Τ Α

23.15 Τὸ SiO₂, ὡς ἀμεταλλοξειδίων, ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ λεγόμενον μεταπυριτικὸν ὁξὺ συμφώνως πρὸς τὴν ἀντίδρασιν

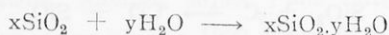


Εἰς τὸ ὁξὺ τοῦτο ἀντιστοιχοῦν πλεῖστα ὅσα ἄλατα, τὰ ὅποια ἀποτελοῦν τὸ πλῆθος τῶν ἐν τῇ φύσει ὁρυκτῶν.

Ὅπως συμβαίνει ὅμως καὶ μὲ ἄλλα ἀμεταλλοξειδία (ὡς τὰ SO₃ καὶ P₂O₅), τὸ SiO₂ δίδει γένεσιν εἰς *σειρὰν ὁλόκληρον ὀξέων* κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον *ἐνυδατωμένων* συμφώνως πρὸς τὰς ἐξισώσεις



ἢ



Ἐνεκα τῆς ἰδιομορφίας ταύτης τὰ πυριτικά ἄλατα δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ἢ ὡς παράγωγα τῶν ὀξέων τοῦ γενικοῦ τύπου $\text{H}_{2y}\text{Si}_x\text{O}_{2x+y}$, ἢ ὡς συνθετοὶ ἑνώσεις τοῦ τύπου $x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$ μὲ μερικὴν ἢ ὁλικὴν ἀντικατάστασιν τοῦ ὕδατος ὑπὸ μεταλλοξειδίων.

Διὰ τὸ εὐχερέστερον τῆς γραφῆς προτιμᾶται ἡ θεώρησις τῶν πυριτικῶν ἁλάτων ὡς συνθέτων ἐνώσεων.

Οὕτω π.χ. τὸ *ορθόκλαστον* KAlSi_3O_8 θεωρεῖται *καὶ ὡς διπλοῦν ἄλας* τοῦ ἀφυδατωμένου ὀξέος $\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_8$ προερχομένου ἀπὸ τὸ μεταπυριτικὸν ὀξὺν



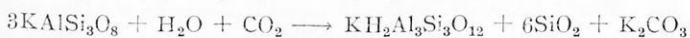
θεωρεῖται ὁμως *καὶ ὡς σύνθετον ὀξείδιον* συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν



23.16 Τὰ πυριτικά ἄλατα εἶναι σκληρὰ στερεὰ σώματα, ἀδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ καὶ τὰ ὀξέα καὶ γενικῶς σταθερά.

Προσβάλλονται ὀλίγον ὑπὸ τῶν καυστικῶν ἀλκαλίων ἰδίως ἐν συντήξει.

Μερικὰ ἐξ αὐτῶν ἐξαλλοιοῦνται εἰς τὸν ἀέρα μετατρέπομενα εἰς πυριτικά καὶ πάλιν ἄλατα, ὅπως π.χ. τὸ *ορθόκλαστον* τὸ ὁποῖον μεταβάλλεται εἰς μίκαν καὶ εἰς καολίνητην, τῇ ἐπιδράσει τοῦ CO_2 τῆς ἀτμοσφαίρας



Υ Α Λ Ο Σ

23.17 Ἡ *ὑαλος* θεωρεῖται ὡς σύντηγμα πυριτικῶν ἀλάτων τῶν ἀλκαλίων καὶ τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν μὲ ποικίλας προσμίξεις καὶ παραλλαγάς.

Ἡ *κοινὴ ὑαλος* παρασκευάζεται διὰ συντήξεως σόδας Na_2CO_3 , ἀσβέστου CaO καὶ ἄμμου SiO_2 καί, τελείως συμβατικῶς, θεωρεῖται ὡς διπλοῦν πυριτικὸν ἄλας νατρίου καὶ ἀσβεστίου



Ἀποδίδεται καὶ μὲ τὸν τύπον $\text{Na}_2\text{CaSi}_2\text{O}_6$ ὡς ἄλας τοῦ μεταπυριτικοῦ ὀξέος.

Εἶναι σῶμα διαφανές, εὐθραυστον, μεγάλης σκληρότητος 5,5 περίπου βαθμῶν Mohs, ἀδιάλυτον εἰς τὰ ὀξέα, τὰς βάσεις καὶ ὅλα σχεδὸν τὰ διαλυτικά μέσα πλὴν τῶν διαλυμάτων φθορίου καὶ ὑδροφθορίου.

Ὑπὸ τῶν πυκνῶν ἀλκαλίων ἀλλοιοῦνται ἐλαφρῶς μετατροπομένη εἰς διαλυτὸν ἄλας νατρίου ἢ καλίου (ὑδρῶαλον) κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



23.18 Μεταξὺ τῶν παραλλαγῶν σημαντικὴ εἶναι ἡ *βοημικὴ ὑαλος* περιέχουσα κάλι ἀντὶ νατρίου, συμφώνως πρὸς τὸν τύπον $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$.

Ἡ *ὑαλος διὰ μολύβδου*, ἢ κρύσταλλος περιέχει κάλι καὶ μολύβδον, συμφώνως πρὸς τὸν τύπον $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{PbO} \cdot 2\text{SiO}_2$.

Ἰδιαίτεραν σημασίαν διὰ τὴν χημείαν καὶ τὴν βιοτεχνίαν ἔχει ἡ *πυρίμαχος ὑαλος* ἢ Pyrex, ἡ ὁποία ἀντέχει εἰς ἀποτόμους ἀλλαγὰς τῆς θερμοκρασίας καὶ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κατασκευὴν ποτηρίων ζέσεως, φιαλῶν, χυτρῶν κλπ. Περιέχει κυρίως βόριον κατὰ τὸν τύπον $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ μὲ μικρὰν ποσότητα πυριτικοῦ ἀργιλίου καὶ νατρίου $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$.

Ἡ ἐπίσης πυρίμαχος *ῥαλος τῆς Ἰένας* εἶναι σύνθετος ἀπὸ $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{ZnO} \cdot 2\text{SiO}_2$ καὶ $\text{BaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$.

Π Ι Ν Α Ξ XXIII — 3
Π Υ Ρ Ι Τ Ι Κ Α Ο Ρ Υ Κ Τ Α

Ό ν ο μ α	Τ ύ π ο ς		Σκληρότης (Mohs)	Πεζονότης (gr/cm ³)
	Συμβατιζός	Μοριακός		
Όρθόκλαστον	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	KAlSi_3O_8	6	2,54
Άνορθόκλαστον	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	6	2,60
Πλαγιόκλαστον	$\begin{cases} x\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \\ y\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \end{cases}$	—	6,5	2,65
Μοσχοβίτης	$\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{KAl}_3\text{H}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	2,5	2,82
Τάλκης	$3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{Mg}_3\text{H}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$	1,5	2,80
Χρυσόκολλα	$\text{CuO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CuH_4SiO_5	3	2,2
Βήρυλλος	$3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	$\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$	8	2,70
Καλαμίνα	$2\text{ZnO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{Zn}_2\text{H}_2\text{SiO}_5$	5	3,40
Σερπεντίνης	$3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Mg}_3\text{H}_4\text{Si}_2\text{O}_9$	3,5	2,50
Καολινίτης	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Al}_2\text{H}_4\text{Si}_2\text{O}_9$	1,5	2,30
Τοπάzion	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiOF}_2$	$\text{Al}_2\text{SiF}_2\text{O}_4$	8,5	3,55

23.19 Μικραὶ προσμίξεις ξένων οὐσιῶν προσδίδουν ἰδιαζούσας ἰδιότητες εἰς τὴν ῥαλον.

Οὕτω μὲ ὀλίγον διοξειδίου τοῦ κασσιτέρου SnO_2 ἡ ῥαλος καθίσταται *γαλακτόχρους*. Μὲ Cu ἢ Cr λαμβάνει χρῶμα *πράσινον*, μὲ Co *κυανοῦν*, μὲ Mn *ῥῶδες*, μὲ Fe *κυτρινοπράσινον* καὶ τέλος μὲ κολλοειδῇ χρυσὸν (Au) λαμπρὸν *ἐρυθρόν*.

TITANIUM

23.20 Εἰς τὴν IV ὁμάδα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος περιλαμβάνονται ὡς κύρια στοιχεῖα, ἐκτὸς τῶν C καὶ Si, καὶ τὸ *τιτάνιον* (Ti), τὸ *ζιρκόνιον* (Zr) καὶ τὸ *ἄφνιον* (Hf).

Μεταξύ αὐτῶν τὸ τιτάνιον ἔχει ἰδιαιτέραν σημασίαν, ἀφ' ἑνὸς διότι εἶναι εὐρύτατα διαδεδομένον στοιχεῖον, ἀφ' ἑτέρου διότι ἀποτελεῖ ὄριον διαχωρισμοῦ μεταξὺ τῶν καθαρῶς ἀμεταλλικῶν στοιχείων (C καὶ Si) καὶ τῶν στοιχείων μὲ ὁλόνεν αἰξουσαν μεταλλικὴν συμπεριφορὰν (Zr καὶ Hf).

Εἰς τὴν φύσιν εὐρίσκεται εἰς ἀναλογίαν 0,6 % περίπου. Εἰς τὰ πυριτικά χώματα ἀπαντᾷ εἰς ποσοστὸν 4,4 χιλιογράμμων ἀνὰ τόννον γῆς καὶ εἶναι στοιχεῖον πολὺ περισσότερον διαδεδομένον ἀπὸ ὅτι τὸ S, τὸ Cl, ὁ P, ὁ C κλπ.

Ἡ δυσκολωτάτη ἐξαγωγή του τὸ καθιστᾷ ἔν τινι μέτρῳ σπάνιον παρὰ τὴν εὐρυτάτην διάδοσίν του.

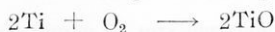
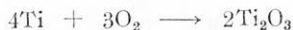
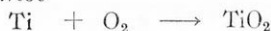
Εἰς τὴν φύσιν ἀνευρίσκεται κυρίως ὑπὸ μορφὴν *ιλιμενίτου* ἥτοι τιτανικοῦ σιδήρου FeTiO_3 , ὡς καὶ ὑπὸ μορφὴν *ρουτιλίου* ἥτοι διοξειδίου τοῦ τιτανίου TiO_2 .

Ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν ἰδιοτήτων ὁμοιάζει πολὺ πρὸς τὸ πυρίτιον, μὲ τὸ ὁποῖον πολλὰκις συγγέεται. Τήκεται δυσκόλως, εἰς τοὺς 1725°C , καὶ ζέει εἰς τοὺς 3260°C .

23.21 Παρασκευάζεται δυσκόλως δι' ἠλεκτρολυτικῆς ἀναγωγῆς τοῦ ὀξειδίου



Καίεται πρὸς διοξείδιον, ἐν μέρει ὁμως καὶ πρὸς ὀξείδια τοῦ δισθενοῦς καὶ τοῦ τρισθενοῦς τιτανίου



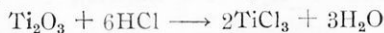
Ὡς τετραθενὲς εἶναι τυπικῶς ἀμέταλλον, οὕτω τὸ TiO_2 δίδει τιτανικάς ἐνώσεις, π. χ.,



Ὡς τρισθενὲς ὁμως συμπεριφέρεται καὶ ὡς ἀμέταλλον καὶ ὡς μέταλλον. Οὕτω τὸ Ti_2O_3 εἰς βασικὸν περιβάλλον δίδει τιτανιώδεις ἐνώσεις



ἐνῶ εἰς ὀξινον περιβάλλον δίδει ἄλατα τοῦ τρισθενοῦς μετάλλου τιτανίου



Ὡς δισθενὲς συμπεριφέρεται ὡς τυπικῶς μεταλλικὸν στοιχεῖον, π. χ.,



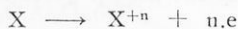
23.22 Τὸ τιτάνιον, ἠνωμένον, χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα διὰ τὴν παρασκευὴν λευκῶν χρωμάτων. Τὸ *λευκὸν τοῦ τιτανίου* (TiO_2) πλεονεκτεῖ τοῦ λευκοῦ τοῦ μολύβδου (PbCO_3) καὶ κατὰ τὴν καλυπτικήν ἱκανότητά του καὶ κατὰ τὸ ὅτι δὲν εἶναι δηλητηριῶδες.

Εἰς κράμα μὲ τὸν σίδηρον ἀποτελεῖ τὸν λίαν ἀνθεκτικὸν *τιτανοχάλυβα*, ὁ ὁποῖος χρησιμοποιεῖται σήμερον εἰς τὴν κατασκευὴν πυραύλων καὶ ὑπερηχητικῶν ἀεριοθετουμένων ἀεροπλάνων.

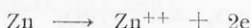
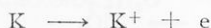
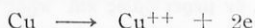
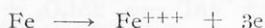
24. Μ Ε Τ Α Λ Λ Α

ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΣ ΧΑΡΑΚΤΗΡ

24.1 Ὡς μέταλλον χαρακτηρίζεται πᾶν στοιχεῖον τὸ ὁποῖον παρουσιάζει ἐκπεφρασμένην **τάσιν ἀποβολῆς ἡλεκτρονίων** μὲ σχηματισμὸν ἡλεκτροθετικοῦ ἰόντος, κατὰ τὴν ἐξίσωσιν



Οὕτω π.χ. μέταλλα εἶναι ὁ σίδηρος, ὁ χαλκός, τὸ κάλι, ὁ ψευδάργυρος κλπ, καθόσον, ὑπὸ καταλήλους συνθήκας, μεταβάλλονται εἰς ἰόντα δι' ἀποβολῆς ἡλεκτρονίων ἐκ τῆς ἐξωτάτης στιβάδος τῶν, π.χ.



Ἡ ιδιότης αὕτη, ἥ ὁποία χαρακτηρίζεται ὡς μεταλλικὸς χαρακτήρ, ἔχει ὡς ἐπακόλουθον τὸν σχηματισμὸν **βασεογόνων ὀξειδίων**, ὀξειδίων δηλαδὴ ἀντιστοίχων πρὸς βάσεις ὡς π.χ.

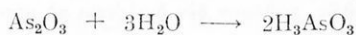
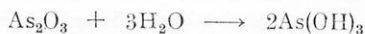


24.2 Ἐκ τῶν γνωστῶν 102 περίπου στοιχείων εἶναι μέταλλα τὰ περισσότερα. Δὲν εἶναι μέταλλα τὰ στοιχεῖα C, Si, N, P, O, S, Se, Te, τὰ ἀλατογόνα F, Cl, Br, I, At καὶ τὰ εὐγενῆ αέρια He, Ne, A, Kr, Xe, Rn, δηλαδὴ 19 μόνον στοιχεῖα εἶναι τυπικῶς ἀμέταλλα.

Ἐκ τῶν ὑπολοίπων 83 μερικὰ παρουσιάζουν καὶ ἀμεταλλικὰς ιδιότητας, ὡς συμβαίνει π.χ. μὲ τὸ ἀρσενικὸν τὸ ὁποῖον τείνει καὶ ν' ἀποβάλλῃ καὶ νὰ προσλάβῃ ἡλεκτρόνια, ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν



μέ τάσιν δημιουργίας καὶ βασεογόνων καὶ ὀξεογόνων ὀξειδίων



Στοιχεῖα μέ τυπικῶς μεταλλικὰς ιδιότητας εἶναι ὅλα τὰ τῶν τριῶν πρώτων ὁμάδων τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, τὰ τῶν δευτερευουσῶν ὁμάδων IV, V, VI, καὶ VIII, τὰ τῶν πλευίδων (Fe, Co, Ni κλπ) καὶ αἱ σπάνια γαῖαι. Τὸ ὕδρογό-
νον, παρὰ τὴν ἰδιομορφίαν του, χαρακτηρίζεται ὡς μέταλλον ἀπὸ ἀπόψεως τά-
σεως δημιουργίας κατιόντος δι' ἀποβολῆς τοῦ μοναδικοῦ ἡλεκτρονίου του



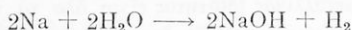
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

24.3 Ὅλα τὰ μέταλλα, πλὴν τοῦ Hg, εἶναι *στερεὰ* ὑπὸ συνήθεις συνθή-
κας. Ἔχουν ἰδιάζουσαν *λάμψιν*, μεταλλικὴν, εἶναι *δλιμνα*, δηλαδὴ δύνανται νὰ
κατεργασθοῦν ὑπὸ μορφὴν σύρματος, καὶ *ἐλατά*, δηλαδὴ ἐπεξεργάσιμα ὑπὸ μορ-
φὴν λεπτῶν φύλλων.

Π Ι Ν Α Ξ XXIV — 1
ΣΗΜΕΙΑ ΘΗΞΕΩΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

		°C			°C
Χρῶμιον	Cr	1890	Μαγνήσιον,	Mg	651
Λευκόχρυσος,	Pt	1773	Ἀντιμόνιον,	Sb	630
Σίδηρος,	Fe	1535	Ἀρσενικόν,	As	(615)
Κοβάλτιον,	Co	1495	Ψευδάργυρος,	Zn	419
Νικέλιον,	Ni	1455	Μόλυβδος,	Pb	327
Μαγγάνιον,	Mn	1260	Κάδμιον.	Cd	321
Χαλκός,	Cu	1063	 Βισμοῦθιον,	Bi	271
Χρυσός,	Au	1062	 Κασσίτερος,	Sn	232
Ἀργυρος,	Ag	960	Λίθιον,	Li	186
Βάριον,	Ba	850	Νάτριον,	Na	97
Ἀσβέστιον,	Ca	848	Κάλι,	K	62
Ἀργίλλιον,	Al	660	Ὑδράργυρος,	Hg	—39

Είναι **αδιάλυτα** εἰς πᾶν ὑγρόν, πλὴν τῶν περιπτώσεων ὅπου ὑπόκεινται εἰς χημικὴν ἀλλοίωσιν. Οὕτω π.χ. τὸ νάτριον θεωρεῖται πολλὰκις διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ ἂν καὶ οὐχὶ ὀρθῶς, καθόσον δὲν διαλύεται τὸ μέταλλον ἀλλὰ ἡ ἑξ ἀντιδράσεως προκύπτουσα βάσις



Εἶναι **καλοὶ ἄγωγοι** τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἔχουν χρῶμα ἀπὸ τὸ τεφρὸν μέχρι τὸ ὑπέρυθρον καὶ ποικίλον σημεῖον τήξεως.

Ἡ πυκνότης τῶν περισσοτέρων εἶναι σχετικῶς μεγάλη. Ἐλάχιστα μόνον μέταλλα, ὥς τὰ Ca, Mg, Al κλπ, ἔχουν πυκνότητα μικροτέραν τῶν 5 gr/cm³.

Π Ι Ν Α Ξ XXIV — 2
Π Υ Κ Ν Ο Τ Η Τ Ε Σ Μ Ε Τ Α Λ Λ Ω Ν

		gr/cm ³			gr/cm ³
Λευκόχρυσος,	Pt	21,45	Κασσίτερος,	Sn	7,30
Χρυσός,	Au	19,32	Χρῶμιον,	Cr	7,19
Υδράργυρος,	Hg	13,56	Ψευδάργυρος,	Zn	7,13
Μόλυβδος,	Pb	11,34	Ἀντιμόνιον,	Sb	6,62
Ἀργυρος,	Ag	10,49	Ἀρσενικόν,	As	5,73
Βισμούθιον,	Bi	9,80	Βάριον,	Ba	3,50
Χαλκός,	Cu	8,96	Ἀργίλλιον,	Al	2,70
Νικέλιον,	Ni	8,90	Μαγνήσιον,	Mg	1,74
Κοβάλτιον,	Co	8,89	Ἀσβέστιον,	Ca	1,55
Κάδμιον,	Cd	8,65	Νάτριον,	Na	0,97
Σίδηρος,	Fe	7,87	Κάλι,	K	0,86
Μαγγάνιον,	Mn	7,43	Λίθιον,	Li	0,50

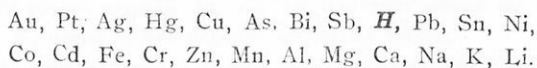
24.4 Ἀπὸ ἀπόψεως χημικῶν ιδιοτήτων τὰ μέταλλα εἶναι **ἀναγωγικὰ σώματα**, ὥς ἐκ τούτου ἀντιδρῶν μὲ ὀξυγόνον, πλὴν τῶν Pt καὶ Au, κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



ὅπου x τὸ σθένος.

Ἡ ἀναγωγικὴ δρᾶσις των αὐξάνει κατὰ τὴν λεγομένην **ἡλεκτροχημικὴν**

σειράν καὶ μάλιστα ἀπὸ τὸν χρυσὸν πρὸς τὸ λίθιον ὡς κάτωθι



Οὕτω π. χ. ἐνῶ τὸ Κ καίεται ταχύτατα, ὁ Fe ὀξειδοῦται βραδέως καὶ ὁ Pt δὲν ὀξειδοῦται.

Ἀντιστοίχως ὁ Fe εἶναι ἀναγωγικότερος τοῦ Ca καὶ ὁ Cu τοῦ Ag. Οὕτω, ὁ σίδηρος ἐκδιώκει τὸν χαλκὸν ἀπὸ τὰς ἐνώσεις του



ὁ χαλκὸς ὅμως ἐκδιώκει τὸν ἄργυρον ἀπὸ τὰς ἐνώσεις του



Π Ι Ν Α Ξ XXIV — 3

ΕΙΔΙΚΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

		(ρ) μΩcm			(ρ) μΩcm
Λίθιον,	Li	1,34	Κάδμιον,	Cd	7,5
Ἀργυρος,	Ag	1,63	Νικέλιον,	Ni	7,8
Χαλκός,	Cu	1,70	Κοβάλτιον,	Co	9,7
Κάλι,	K	1,72	Σίδηρος,	Fe	10,0
Χρυσός,	Au	2,44	Λευκόχρυσος,	Pt	10,2
Ἀργίλλιον,	Al	2,63	Κασσίτερος,	Sn	11,5
Νάτριον,	Na	4,30	Χρώμιον,	Cr	13,0
Ἀσβέστιον,	Ca	4,60	Μόλυβδος,	Pb	22,0
Μαγνήσιον,	Mg	4,65	Ἀρσενικόν,	As	35,0
Βάριον,	Ba	4,80	Ἀντιμόνιον,	Sb	41,7
Μαγγάνιον,	Mn	5,00	Ὑδράργυρος,	Hg	95,8
Ψευδάργυρος,	Zn	5,75	Βισμυθιον,	Bi	119,3

24.5 Κατὰ παρεμφερῆ τρόπον ἐνῶ τὸ ὀξειδίου τοῦ ὕδραργύρου ἀνάγεται δι' ἀπλῆς θερμάνσεως



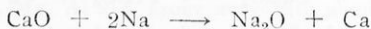
τὸ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ ἀπαιτεῖ συνθέρμανσιν μετ' ἀνθρακα



Τὸ ὀξειδίου τοῦ νικελίου ὁμοῦς ἀνάγεται δυσκολώτερον καὶ κυρίως μετ' ὑδρογόνου



τέλος τὸ ὀξειδίου τοῦ ἀσβεστίου ἀνάγεται δυσκολώτατα καὶ μάλιστα ἐν περιβάλλοντι δραστικωτέρου μετάλλου ὡς π.χ.



Π Ι Ν Α Ξ XXIV — 4

ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

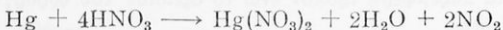
[k εἰς cal/sec κατὰ cm ἀνὰ βαθμὸν Κελσίου]

		k			k
Χαλκός,	Cu	1,015	Σίδηρος,	Fe	0,160
Ἀργυρος,	Ag	0,974	Κασσίτερος,	Sn	0,153
Χρυσός,	Au	0,705	Νικέλιον,	Ni	0,142
Ἀργίλλιον,	Al	0,480	Μόλυβδος,	Pb	0,083
Ψευδάργυρος,	Zn	0,260	Ἀντιμόνιον,	Sb	0,044
Κάδμιον,	Cd	0,220	Βισμούθιον,	Bi	0,018
Λευκόχρυσος,	Pt	0,166	Ὑδράργυρος,	Hg	0,015

24.6 Τὰ μετὰ τὸ H μέταλλα, ἐν τῇ *ηλεκτροχημικῇ σειρᾷ*, ἐκδιώκουν τὸ ὑδρογόνον τῶν ὀξέων καὶ σχηματίζουν ἅλατα. Οὕτω ἐνῶ ὁ Cu δὲν ἀντιδρᾷ μετ' τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, ὁ Zn, ὁ Fe κλπ δίδουν ἀέριον ὑδρογόνον



Τὰ πρὸ τοῦ H μέταλλα ἀντιδρῶν μόνον μετ' *ὀξειδωτικὰ ὀξέα* ὡς π.χ. μετ' πυκνὸν θερμὸν θεικὸν ὀξύ ἢ μετ' νιτρικὸν ὀξύ



ΠΡΟΕΛΕΥΣΙΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

24.7 Τὰ εὐγενῆ μέταλλα Pt καὶ Au ἀπαντοῦν *μόνον* ὡς *ἐλεύθερα* ἐν τῇ φύσει, ἤτοι ὡς αὐτοφύη ὑπὸ μορφὴν ψηγμάτων κυρίως.

Ἐκ τῶν λοιπῶν μετάλλων ἀπαντοῦν εἰς μικρὰ ποσὰ καὶ ὡς *ἐλεύθερα* κυρίως τὰ Bi, Cu, Ag, Hg, Sb καὶ Sn.

Ὡς ἡνωμένα τὰ μέταλλα εὐρίσκονται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὑπὸ μορφὴν *ὀξειδίων*, ὕδροξειδίων ἢ ἐνύδρων ὀξειδίων ὡς π.χ. Fe_2O_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $x\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot y\text{H}_2\text{O}$. Ἐπίσης εὐρυτάτη εἶναι καὶ ἡ προέλευσις ὑπὸ μορφὴν *θειούχων ἐνώσεων*, ἰδίως διὰ τὰ βαρέα μέταλλα ὡς π.χ. CuS, FeS_2 , ZnS κλπ.

Ὡς *ἀνθρακικά ἄλατα* ἀπαντοῦν κυρίως αἱ ἀλκαλικαὶ γαῖαι ὡς συμβαίνει μὲ τὸ ἀσβέστιον καὶ τὸ μαγνήσιον, CaCO_3 καὶ MgCO_3 , καὶ ὡς *χλωριούχα*, ἰωδιούχα κλπ ἀπαντοῦν τὰ ἀλκάλια ὡς NaCl, KBr κλπ.

Ὡς *ὀρυκτὸν ἐνὸς μετάλλου* χαρακτηρίζεται οὐχὶ τὸ περιέχον τὸ μέταλλον εἰς μέγα ποσοστὸν, ἀλλὰ τὸ περιέχον τὸ μέταλλον εἰς τρόπον ἐπιτρέποντα τὴν εὐκόλῃ καὶ συμφέρουσαν ἐξαγωγήν.

Οὕτω, ἐπὶ παραδείγματι, ὁ *σιδηροπυρίτης* FeS_2 παρ' ὅλον ὅτι περιέχει σίδηρον εἰς ποσοστὸν 46% περίπου *δὲν θεωρεῖται ὡς ὀρυκτὸν τοῦ σιδήρου*, ἐνῷ ἀντιθέτως ὁ *πισσουρανίτης* θεωρεῖται ὡς ὀρυκτὸν τοῦ ραδίου παρ' ὅλον ὅτι περιέχει ράδιον εἰς ποσοστὸν 0,000001%.

ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ

24.8 Ὡς μεταλλουργία νοεῖται τὸ σύνολον τῶν φυσικῶν καὶ χημικῶν ἐπεξεργασιῶν διὰ τῶν ὁποίων ἐπιδιώκεται ἡ λήψις μετάλλου ἐκ τῶν ὀρυκτῶν αὐτοῦ.

Ἡ μεταλλουργία χωρίζεται κατὰ κανόνα εἰς δύο στάδια εἰς τὴν φυσικὴν καὶ τὴν χημικὴν κυρίως ἐπεξεργασίαν.

Κατὰ τὴν *φυσικὴν ἐπεξεργασίαν* ἀποσκοπεῖται κυρίως εἰς τὸν *ἐμπλουτισμὸν* τοῦ μεταλλεύματος διὰ μηχανικῆς ὁδοῦ.

Τὸ κατὰ κανόνα πτωχὸν εἰς μέταλλον ὀρυκτὸν ὑποβάλλεται εἰς διαφόρους κατεργασίας καὶ ἀπαλλάσσεται τῶν περισσοτέρων ξένων οὐσιῶν καὶ τοῦτο ἐπιτυγχάνεται κατὰ διαφόρους τρόπους, ὡς διὰ θρυμματίσεως καὶ κοσκινίσματος, δι' ἐπιπλεύσεως μὲ ἄφρον κλπ.

Ἰδίως ἡ δι' ἄφρον ἐπιπλευσις (Flotation), καθ' ἣν διαχωρίζεται τὸ βαρὺ ἀπὸ τὸ ἐλαφρὸν θρυμματισθὲν ὀρυκτὸν, ἔχει μεγίστην ἐφαρμογὴν κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη. Χρησιμοποιοῦνται πρὸς τοῦτο ποικίλα ὑγρὰ σχηματίζοντα ἄφρον μεθ' ὕδατος, ὡς εἶναι τὸ τετραβρωμοαιθάνιον $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$, τὸ πενταχλωρομοαιθάνιον C_2HCl_5 κλπ.

24.9 Μετὰ τὸν ἐμπλουτισμὸν τὸ ὀρυκτὸν ὑποβάλλεται εἰς τὴν κυρίως *χημικὴν ἐπεξεργασίαν* ἢ ὁποία συνίσταται, κατὰ κανόνα, εἰς σειρὰν ἀναγωγῶν τῶν μεταλλικῶν ἐνώσεων πρὸς καθαρὸν μέταλλον.

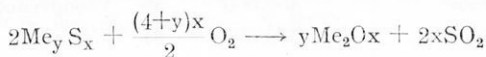
Π Ι Ν Α Ξ XXIV — 5
Κ Υ Ρ Ι Ω Τ Ε Ρ Α Κ Ρ Α Μ Α Τ Α

*Όνομα κράματος	Σύστασις % κατά βάρος						
Μαγνήσιον	90 Al	10 Mg					
Ντουραλλουμίνιον - α	90 Al	8 Zn	0,7 Sn	0,5 Cu	0,5 Si	0,3 Mn	
Ντουραλλουμίνιον - β	89 Al	9 Zn	0,6 Cu	0,5 Mn	0,5 Sn	0,4 Si	
Βροϋτζος δι' αργιλίου - α	90 Cu	10 Al					
Βροϋτζος δι' αργιλίου - β	88 Cu	5 Al	4 Sn	3 Fe			
Φωσφοροϋχος βροϋτζος	90 Cu	9,9 Sn	0,1 P				
Βροϋτζος πυροβόλων	90 Cu	10 Sn					
Βροϋτζος νομισμάτων	95 Cu	4 Sn	1 Zn				
*Ορείχαλκος κοινός	67 Cu	33 Zn					
Γερμανικός άργυρος	60 Cu	25 Zn	15 Ni				
Κοσταντιάνη	60 Cu	40 Ni					
Στοιχεία γραφομηχανής	57 Cu	20 Zn	20 Ni	3 Al			
Μαγγάνινη	53 Cu	39 Zn	2,7 Sn	2,5 Ni	1,7 Mn	0,2 Al	
Βροϋτζος θαλάσσης	45 Cu	33 Ni	16 Sn	5 Zn	1 Bi		
Εϋτηκτον κράμα Rose	50 Bi	27 Pb	23 Sn				
Εϋτηκτον κράμα Wood	50 Bi	25 Pb	12,5 Sn	12,5 Cd			
Χάλυψ κοινός	99 Fe	1 C					
Μαλακός σίδηρος	97 Fe	3 C					
Τεφρός σίδηρος	94 Fe	3,5 C	3,5 Si				
*Ανοξείδωτος χάλυψ	90 Fe	8 Cr	1,5 C	0,5 Mn			
Πυριτιοχάλυψ	97,6 Fe	2 Si	0,4 C				
Βολφραμιοχάλυψ	94,5 Fe	5 W	0,5 C				
Μαγγανιοχάλυψ	86 Fe	13 Mn	1 C				
Χάλυψ ταχείας δράσεως	75 Fe	18 W	6 Cr	0,7 C	0,3 V		
*Ινβαρ	63,8 Fe	36 Ni	0,2 C				
Χρυσός άγγλ. λίρας	92 Au	8 Cu					
Χρυσός 18 καρατίων	75 Au	20 Cu	5 Ag				
Χρυσός 14 καρατίων	58 Au	22 Ag	20 Cu				
Χρυσός στυλογράφων	90 Au,	10 Pd					
Χρυσός οδόντων	92 Au	4,9 Ag	3,1 Cu				
Μόλυβδος συσσωρευτών	94 Pb	6 Sb					
Τυπογραφικά στοιχεία	82 Pb	15 Sb	3 Sn				
*Οδοντιατρικόν αμάλγαμα	70 Hg	30 Cu					
*Αργυρος νομισμάτων	90 Ag	10 Cu					
*Αργυρος 800 ⁰ / ₁₀₀	80 Ag	20 Cu					
*Αντιτριβικόν κράμα	75 Sn	12,5 Sb	12,5 Cu				
Βρεταννικόν κράμα	90 Sn	8 Sb	2 Cu				
Νήμα ηλεκτρ. λυχνιών	99 W	1 Th					
Ψευδάργυρος ηλεκτροδίων	63 Zn	21 Sn	13 Pb	3 Cu			

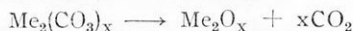
Τὰ **οξειδία** τῶν περισσοτέρων μετάλλων υποβάλλονται, πρὸς τοῦτο, εἰς ἀπ' εὐθείας θέρμανσιν μετ' ἀνθρακος ἐντὸς καμίνου, ὁπότε σχηματίζεται κατὰ κανόνα μίγμα αερίων CO καὶ CO₂ κατὰ τὰς γενικὰς ἀντιδράσεις



Αἱ **βάσεις** κατὰ τὴν θέρμανσιν ἀφυδατοῦνται πρὸς οξειδία τὰ δὲ **θειοῦχα** υποβάλλονται εἰς προηγουμένην **φρῆξιν** ἥτοι ξηρὰν θέρμανσιν παρουσία αέρος, κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



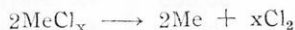
Τὰ **ἀνθρακικά** ἄλατα δι' ἀπλῆς θερμάνσεως μετατρέπονται συνήθως εἰς οξειδία (πλὴν τῶν K₂CO₃, Na₂CO₃) καὶ κατεργάζονται ἐν συνεχείᾳ ὡς τοιαῦτα



Τῶν **δραστικωτέρων μετάλλων** (ὡς Al, Ca, Na κλπ) ἡ ἀναγωγή ἐπιτυγχάνεται εἴτε διὰ μετάλλου περισσότερον ἀναγωγικοῦ



εἴτε δι' ἠλεκτρολυτικῆς ὁδοῦ ὅπως π.χ.



Εἰς πολλὰ μέταλλα ἀκολουθοῦνται καὶ ἰδιαιτέρας μέθοδοι ἐξαερώμεναι ἐκ τῆς προελεύσεως τοῦ ὀρυκτοῦ, τῆς περιεκτικότητος, τῆς συνυπάρξεως ἄλλων μετάλλων, τοῦ εἶδους τῶν χημικῶν ἐνώσεων κλπ.

Κ Ρ Α Μ Α Τ Α

24.10 Τὰ περισσότερα μέταλλα δὲν χρησιμοποιοῦνται ἐν καθαρῇ καταστάσει, ἀλλ' ὑπὸ μορφὴν κραμάτων.

Τὰ κράματα δύνανται νὰ θεωρηθῶν ὡς **στερεὰ διαλύματα** ἢ συγκρυσταλλώματα μετάλλων καὶ ἀμετάλλων ἐντὸς μετάλλων.

Ἔνεκα τῆς ἰδιαζούσης δι' ἕκαστον κράμα κρυσταλλικῆς δομῆς παρουσιάζουν χαρακτηριστικὰς ιδιότητες, αἱ ὁποῖαι βελτιώνουν κατὰ κανόνα τὰ γνωρίσματα τῶν μετάλλων.

Οὕτω π.χ. ἐν κράμα δύνανται νὰ εἶναι περισσότερον ἀνθεκτικὸν ἀπὸ τὰ συνιστώμενα ὑλικά, νὰ ἔχῃ χαμηλότερον σημεῖον τήξεως, νὰ εἶναι περισσότερον ὀλισμιον καὶ ἐλατόν, νὰ εἶναι ἀνοξειδωτον κλπ.

Ἐκ τῶν κραμάτων περισσότερον σημαντικὰ εἶναι τὰ τοῦ χαλκοῦ, μολύβδου, ἀργιλίου, σιδήρου, χαλκοῦ κλπ.

Π Ι Ν Α Ξ XXIV — 6
ΤΙΜΑΙ ΠΩΛΗΣΕΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΙΣ ΔΡΧ/κgr
(Μέση τιμή 1960 Ν. Ύδραρης)

Σ τ ο ι χ ε ι α	Δρχ/κgr	Σ τ ο ι χ ε ι α	Δρχ/κgr
1. Ράδιον	600.000.000	28. Άσβέστιον	260
2. Γερμάνιον	480.000	29. Μολυβδαίνιον	160
3. Ρουβίδιον	450.000	30. Ύδραργυρος	150
4. Λανθάνιον	270.000	31. Ίώδιον	120
5. Ίορίδιον	260.000	32. Σελήνιον	108
6. Γάλλιον	240.000	33. Τελλούριον	105
7. Θόριον	150.000	34. Βανάδιον	105
8. Όσμιον	120.000	35. Βισμούθιον	60
9. Ρήνιον	115.000	36. Κάδμιον	51
10. Ρόδιον	108.000	37. Χρώμιον	50
11. Λευκόχρυσος	33.600	38. Άρσενικόν	30
12. Ρουθήνιον	33.000	39. Κασσίτερος	28
12. Χρυσός	30.000	40. Μαγγάνιον	27
14. Παλλάδιον	22.800	41. Νικέλιον	21
15. Στρόντιον	5.000	42. Βρώμιον	20
16. Ταντάλιον	4.200	43. Μαγνήσιον	18
17. Δημήτριον	2.160	44. Φωσφόρος	17
18. Βάρυον	1.800	45. Άργίλλιον	12,60
19. Κοβάλτιον	1.200	46. Ηυρίτιον	10,50
20. Βηρύλλιον	900	47. Νάτριον	9,60
21. Λίθιον	820	48. Άντιμόνιον	8,40
22. Κάλι	700	49. Χαλκός	7,20
23. Ζιρκόνιον	420	50. Ψευδάργυρος	3,60
24. Βολφράμιον	360	51. Χλώριον	3,30
25. Τιτάνιον	320	52. Μόλυβδος	3,00
26. Θάλλιον	300	53. Θείοιον	0,95
27. Άργυρος	290	54. Σίδηρος	0,85

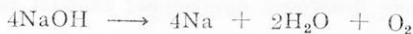
25. ΑΛΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΩΝ

ΝΑΤΡΙΟΝ

25.1 Τὸ νάτριον (Na) ἀποτελεῖ, ἠνωμένον, τὸ 2,3% κατὰ βάρος τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς. Ἡ κυριωτέρα ἔνωσις ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἀπαντᾷ εἶναι τὸ *κοινὸν ἅλας* NaCl, εὑρίσκεται ὅμως καὶ ὡς νίτρον τῆς Χιλῆς NaNO₃, καὶ ὡς ἰωδικὸν ἅλας, βορικόν, θεικόν, ἀνθρακικόν κλπ. Εἰς τὰ ἀλκαλικά μεταλλικά ὕδατα ἐμπεριέχεται ὡς δισανθρακικὸν ἅλας NaHCO₃.

25.2 Ὡς στοιχεῖον ἀνεγνωρίσθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Sir Humphry Davy, ὁ ὁποῖος, τὸ 1808, τὸ ἀπεμόνωσε εἰς καθαρὰν κατάστασιν.

25.3 Σήμερον τὸ νάτριον *παρασκευάζεται* ἀποκλειστικῶς δι' ἡλεκτρολύσεως *τήγματος* κανστικού νατρίου ἢ χλωριούχου νατρίου



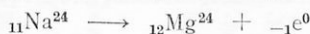
Αἱ ἀντιδράσεις δὲν εἶναι ποσοτικαὶ καθόσον μέρος τοῦ νατρίου ἀντιδρᾷ μεθ' ὕδατος πρὸς κανστικὸν νάτριον, τὸ ὁποῖον μετὰ χλώριον δίδει σειρὰν ὁλοκληρῶν ὑποπροϊόντων.

25.4 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ιδιοτήτων* τὸ νάτριον εἶναι στερεόν, μαλακόν, μεταλλικῆς ἀργυροχρόου λάμψεως, εἰς πρόσφατον τομὴν, ἐλαφρότερον τοῦ ὕδατος καὶ δὴ πυκνότητος 0,97 gr/cm³.

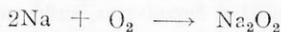
Τήκεται εἰς τοὺς 98° C καὶ ζέει εἰς τοὺς 880° C.

Τὸ ἄτομον τοῦ νατρίου ἀπαντᾷ ὑπὸ μορφὴν πέντε διαφόρων *ισοτόπων*, καὶ μάλιστα $_{11}\text{Na}^{21}$, $_{11}\text{Na}^{22}$, $_{11}\text{Na}^{23}$, $_{11}\text{Na}^{24}$ καὶ $_{11}\text{Na}^{25}$. Ὅλον τὸ ὑπάρχον εἰς τὴν φύσιν νάτριον ἀποτελεῖται πρακτικῶς κατὰ 100% ἀπὸ τὸ ἰσότοπον $_{11}\text{Na}^{23}$.

Ἀπὸ τὰ ὑπόλοιπα τὰ ἐλαφρὰ ἰσότοπα μεταστοιχειοῦνται δι' ἀποβολῆς ποζιτρονίων, τὰ δὲ βαρύτερα σωματιδίων βῆτα, καὶ δίδουν γένεσιν ἀντιστοιχῶς εἰς ἰσότοπα τοῦ νέου καὶ τοῦ μαγνησίου

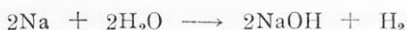


25.5 Ὡς μέταλλον τὸ νάτριον εἶναι *λίαν ἀναγωγικόν*. Εἰς τὸν ἀέρα καίεται πρὸς ὑπεροξειδίου κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Εἶναι ἀξιοσημείωτον ὅτι μεταξὺ ὅλων τῶν ἀλκαλίων μόνον τὸ νάτριον καίεται πρὸς ὑπεροξειδίου, ἐνῶ τὸ λίθιον δίδει ὀξειδίου Li₂O καὶ τὰ ὑπόλοιπα δίδουν διοξειδία KO₂, RbO₂ κλπ.

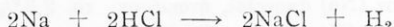
Ἀντιδρῶ ἐντόνως μεθ' ὕδατος μὲ ἔκλυσιν ὑδρογόνου



Ἀνάγει ὀξειδία σταθερωτέρων μετάλλων ὥς π.χ.



ἀντιδρῶ μὲ ὀξεία ὥς π.χ.



Ἀντιδρῶ ἐπίσης μὲ διαλύματα ἀμμωνίας καὶ μὲ ὀργανικὰς ἀλκοόλας ἀντι-
καθιστᾷ δὲ κατὰ κανόνα ἐν εὐπαθεῶς ἄτομον ὑδρογόνου.

25.6 Εἰς τὴν προᾶξιν χρησιμοποιεῖται ὥς ἰσχυρὸν ἀφυδατικόν, ὥς ἀναγω-
γικὸν ἰδίως δι' ὀργανικὰς ἀντιδράσεις καὶ διὰ τὴν κατασκευὴν εὐτήκτων κραμά-
των καὶ ἀμαλγαμάτων.

Διὰ τὸν ὀργανισμόν τοῦ ἀνθρώπου καὶ τῶν ζώων τὸ νάτριον παῖζει σπου-
δαιότατον, ρυθμιστικόν, ρόλον. Εἶναι ἀπαραίτητον στοιχεῖον διὰ τὴν διατήρησιν
τῆς ζωῆς καὶ εἰς τοὺς ἀνωτέρους ὀργανισμοὺς ἀποτελεῖ τὰ 0,3% τοῦ ὅλου
βάρους των.

Τὸ **ραδιενεργὸν νάτριον** ^{24}Na (μὲ $T=14,8$ ὥρων) χρησιμοποιεῖται διὰ
τὴν ἱγνηθέτησιν τοῦ αἵματος κατὰ τὴν μελέτην κυκλοφορικῶν προβλημάτων.

Κ Α Λ Ι

25.7 Εἰς τὴν ὁμάδα τῶν ἀλκαλίων περιέχονται, ἐκτὸς τοῦ νατρίου, τὰ
στοιχεῖα λίθιον Li, κάλι K, ρουβίδιον Rb, καίσιον Cs καὶ τὸ ραδιενεργὸν
φράγκιον Fr.

Τὸ κάλι (K) εἶναι, μετὰ τὸ νάτριον, τὸ περισσότερον διαδεδομένον καὶ τὸ
παιαιότερον γνωστὸν ἀπὸ ἀπόψεως ἐνώσεων.

Ἡ καυστικότητα τοῦ **καυστικοῦ κάλεως** KOH ἐπέβαλε τὴν ἐπικράτησιν τοῦ
ἀραβικοῦ ὀνόματος **κάλι** (καυστικόν) διὰ τὸ στοιχεῖον τοῦτο καὶ **ἀλκαλι** (τὸ
καυστικόν) δι' ὅλα τὰ ἄλλα στοιχεῖα τῆς αὐτῆς ὁμάδος.

Εἰς τὴν φύσιν εἶναι διαδεδομένον εἰς ποσοστὸν 0,26%, πάντοτε ἠνωμένον,
ἰδίως ὑπὸ μορφὴν γλωριούχου καλίου KCl.

25.8 Παρασκευάζεται **ἠλεκτρολυτικῶς** ἀπὸ τετηγμένον KOH ὅπως ἀκρι-
βῶς καὶ τὸ νάτριον



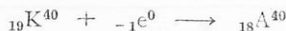
Ἀπὸ ἀπόψεως **φυσικῶν** καὶ **χημικῶν** ἰδιοτήτων ὁμοιάζει πολὺ πρὸς τὸ
νάτριον, ἀπὸ τὸ ὁποῖον δυσκόλως διακρίνεται, καθόσον εἶναι κατὰ τι μόνον ἐλα-
φρότερον, πυκνότητος 0,86 gr/cm³, καὶ περισσότερον εὐτήκτον, σημείου τή-
ξεως 63,5° C.

25.9 Ἰσότοπα τοῦ καλίου εἶναι γνωστὰ ὀκτὼ ἀπὸ ^{37}K μέχρι ^{44}K . Ἐξ

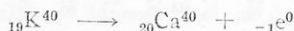
Π Ι Ν Α Ξ XXV — 1
Ι Δ Ι Ο Τ Η Τ Ε Σ Α Λ Κ Α Λ Ι Ω Ν

	Λίθιον Li	Νάτριον Na	Κάλι K	Ρουβίδιον Rb	Καίσιον Cs
Ατομικὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	6,940	22,991	39,100	85,48	132,91
Ατομικὸς ἀριθμὸς (Z)	3	11	19	37	55
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ κυριωτέρων ἰσοτόπων	6, 7, 8	21, 22, 23, 24, 25	37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	81, ... 85, 86, 87, ... 97	130, ... 133, ... 145
Πυκνότης (gr/cm ³)	0,53	0,97	0,86	1,53	1,90
Σημεῖον τήξεως (°C)	180	98	63,5	39	28,5
Σημεῖον ζέσεως (°C)	1336	880	760	700	670
Διάμετρος ἀτόμου (εἰς Å)	2,66	3,14	4,06	4,32	4,70
Διάμετρος ἰόντος M ⁺ (εἰς Å)	1,56	1,96	2,66	2,96	3,38
Εἰδικὴ ἡλεκτρ. ἀντίστασις (μΩ.cm)	8,55	4,35	6,15	11,65	19,50
Κρυσταλλικὸν σύστημα	κυβικὸν	κυβικὸν	κυβικὸν	τετραγωνικὸν	εξαγωνικὸν

αὐτῶν σταθερὰ εἶναι τὰ μὲ μαζικοὺς ἀριθμοὺς 39 καὶ 41 μὲ ποσοστά, ἀντιστοίχως, 93,29% καὶ 6,69%. Εἶναι ἀξιοσημείωτον ὅτι εἰς τὴν φύσιν ἀπαντᾷ, εἰς ἀναλογίαν 0,02%, καὶ ἐν **μακρόβιον ραδιενεργὸν** ἰσότοπον, τὸ $^{40}_{19}\text{K}$, τὸ ὁποῖον, μὲ χρόνον ὑποδιπλασιασμοῦ 1,5 δισεκατομμυρίων ἐτῶν, μεταστοιχειοῦται καὶ διὰ K-συνλήψεως πρὸς ἀργὸν



καὶ δι' ἀποβολῆς σωματιδίων βῆτα πρὸς ἀσβέστιον



25.10 Αἱ ἐφαρμογαὶ τοῦ καλίου ὡς στοιχείον εἶναι περιορισμέναι κυρίως εἰς τὴν κατασκευὴν ἀμαλγαμάτων καὶ εὐτήκτων κραμάτων.

ΛΟΙΠΑ ΑΛΚΑΛΙΑ

25.11 Ἀπὸ τὰ ὑπόλοιπα ἀλκάλια τὸ ρουβίδιον (Rb) εἶναι τὸ περισσότερον διαδεδομένον, εἰς ἀναλογίαν 0,03%, μὲ δεύτερον τὸ λίθιον (Li), εἰς ἀναλογίαν 0,006% καὶ τρίτον τὸ καίσιον (Cs) εἰς ἀναλογίαν μόλις 0,0007%.

Τὸ ραδιενεργὸν φράγκιον (Fr) ἀπαντᾷται μόνον ὡς ἐνδιάμεσον προῖον μεταστοιχειώσεως ραδιενεργῶν οἰκογενειῶν, καὶ μάλιστα τοῦ νεπτουνίου.

Πλὴν τοῦ ραδιενεργοῦ τούτου στοιχείου, τὰ ὑπόλοιπα τῆς σειρᾶς ὁμοιάζουν πολὺ πρὸς τὰ κοινὰ μέλη (Na καὶ K) καὶ ἀπὸ ἀπόψεως τρόπου παρασκευῆς καὶ ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν καὶ χημικῶν ιδιοτήτων.

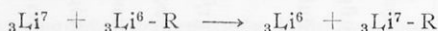
Χρησιμοποιοῦνται κυρίως διὰ τὴν κατασκευὴν κραμάτων πολὺ χαμηλοῦ σημείου τήξεως.

Ἐν κράμα μὲ K, Na, Li καὶ Rb χρησιμοποιεῖται σήμερον ὡς **μεταφορεὺς θερμότητος** εἰς ὠρισμένους τύπους πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων.

Τὸ καίσιον, εἰς κράμα μὲ ἀργίλλιον, εὐρίσκει ἐφαρμογὴν εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν φωτοκυττάρων.

25.12 Μία ιδιομορφία τοῦ λιθίου εἶναι ἡ ὑπαρξὶς διαφορετικῶν χημικῶν ιδιοτήτων εἰς τὰ ἰσότοπά του. Γενικῶς τὰ ἰσότοπα ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ στοιχείου ἔχουν τὰς αὐτὰς χημικὰς ιδιότητες μὲ ἐξαίρεσιν δι' ὀλίγα ἐλαφρὰ στοιχεῖα, ὡς εἶναι τὸ Li.

Τὸ ἰσότοπον ^7_3Li εἶναι **χημικῶς δραστικώτερον τοῦ ἰσοτόπου** ^6_3Li καὶ ἐκδιώκει τοῦτο ἀπὸ ὠρισμένης ὀργανικᾶς ἰδίως ἐνώσεως (γενικοῦ τύπου Li-R) κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



25.13 Μεταξὺ τῶν διαφορῶν τῶν ἀλκαλίων εἶναι ἡ **διάφορος βαθμὶς ὀξειδώσεως** τῶν ἐν θερμοῦ παρουσίᾳ ὀξυγόνου.

Οὕτω, μόνον τὸ λίθιον καίεται πρὸς ὀξείδιον



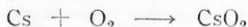
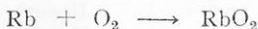
Π Ι Ν Α Ξ XXV — 2
ΦΑΣΜΑΤΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΑΛΚΑΛΙΩΝ
(χαρακτηριστικά γραμμά με μήκη κύματος εις Å)

Στοιχεία	Χαρακτηριστικά γραμμά		
	λ (Å)	Περιοχή χρώματος	Ένταση
Λίθιον	3232,61	Υπεριώδης	
Λίθιον	4603,00	Ίώδης	Μετρία
Λίθιον	6103,64	Πορτοκαλλ.	Ίσχυρά
<i>Λίθιον</i>	6707,84	<i>Έρυθρά</i>	<i>Ίσχυρά</i>
Νάτριον	3302,32	Υπεριώδης	
Νάτριον	5682,66	Πρασίνη	Άσθενής
Νάτριον	5688,22	Πρασίνη	Μετρία
<i>Νάτριον</i>	5889,95	<i>Κιτρίνη</i>	<i>Ίσχυρά</i>
<i>Νάτριον</i>	5895,92	<i>Κιτρίνη</i>	<i>Ίσχυρά</i>
<i>Κάλι</i>	4044,14	<i>Ίώδης</i>	<i>Ίσχυρά</i>
Κάλι	4047,20	Ίώδης	Άσθενής
Κάλι	7664,91	Υπέρυθρος	
Κάλι	7498,98	Υπέρυθρος	
<i>Ρουβίδιον</i>	4201,85	<i>Ίώδης</i>	<i>Ίσχυρά</i>
<i>Ρουβίδιον</i>	4215,56	<i>Ίώδης</i>	<i>Ίσχυρά</i>
Ρουβίδιον	7800,23	Υπέρυθρος	
Ρουβίδιον	7947,60	Υπέρυθρος	
<i>Καίσιον</i>	4555,35	<i>Κυανή</i>	<i>Ίσχυρά</i>
Καίσιον	4593,18	Κυανή	Ίσχυρά
Καίσιον	5227,00	Πρασίνη	Άσθενής
Καίσιον	5358,53	Πρασίνη	Μετρία
Καίσιον	8521,10	Υπέρυθρος	
Καίσιον	8943,50	Υπέρυθρος	

τὸ νάτριον καίεται πρὸς ὑπεροξειδίου



καὶ τὰ υπόλοιπα ἀλκάλια πρὸς διοξειδία



Διάφορος εἶναι ἐπίσης ἡ **φασματοσκοπικὴ** συμπεριφορὰ τῶν ἀλκαλίων. Οὕτω τὸ Na δίδει μίαν ἔντονον δίδυμον κιτρίνην γραμμὴν, τὸ K μίαν ἰώδη, τὸ Li ἐρυθράν, τὸ Rb ἰώδη καὶ τὸ Cs κυανήν.

ΧΛΩΡΙΟΥΧΑ ΑΛΑΤΑ

25.14 Ἐκ τῶν ἐνώσεων τῶν ἀλκαλίων εἶναι ἀξιοσημεῖωτα τὰ **χλωριοῦχα ἄλατα** MeCl (ἀντιστοιχῶς LiCl, NaCl, KCl, RbCl καὶ CsCl). Τὰ ἄλατα ταῦτα ὑπάρχουν συνήθως ἐν τῇ φύσει καὶ ἀποτελοῦν τὴν σπουδαιότεραν προέλευσιν τῶν ἀλκαλίων. Οὕτω τὸ NaCl ἀφθονεῖ καὶ ὡς θαλάσσιον κοινὸν **ἄλας** καὶ ὡς ὀρυκτὸν ἄλας, τὸ KCl ὡς συλβίνης κλπ.

Ἀποτελοῦν συνήθως τὴν πρώτην ὕλην ἀπὸ τὴν ὁποίαν λαμβάνονται, ἤλεκτρολυτικῶς, τὰ ἀντίστοιχα μέταλλα.

25.15 Ἀπὸ ἀπόψεως **φυσικῶν ιδιοτήτων** εἶναι σώματα στερεά, κρυσταλλικά, ἄχρσα, διαλυτὰ εἰς τὸ ὕδωρ, μὲ ὑγροσκοπικότητα μειωμένην ἀπὸ τὸ λίθιον πρὸς τὸ καίσιον.

Ἀπὸ ἀπόψεως χημικῶν ιδιοτήτων εἶναι ἐνώσεις σχετικῶς πολὺ σταθεραί. Μὲ H_2SO_4 δίδουν θεικὰ ἄλατα, ὅξινα ἢ οὐδέτερα, μὲ ἔκλυσιν ἀερίου ὕδροχλωρίου



Εἰς ὀξειδωτικὸν περιβάλλον δίδουν ἀέριον χλώριον, ὡς π.χ.

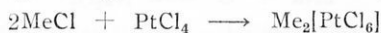


Δι' ἤλεκτρολύσεως δίδουν τὸ ἀντίστοιχον ἄλκαλι καὶ χλώριον, διὰ καταλλήλων δὲ συνθηκῶν δίδουν ἐμμέσως βάσεις, π.χ.



Ἀπὸ ὅλα τὰ χλωριοῦχα ἄλατα ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχει τὸ **μαγειρικὸν ἄλας** NaCl, ὡς ἄρτυμα τῶν τροφῶν καὶ ὡς πρώτη ὕλη τῆς βιομηχανίας διὰ τὴν παρασκευὴν ὕδροχλωρίου, σόδας, καυστικοῦ νατρίου κλπ.

25.16 Τὰ χλωριοῦχα ἄλατα τῶν ἀλκαλίων σχηματίζουν, ἐν διαλύματι με PtCl_4 , *σύμπλοκα* χλωριολενκοχρυσικά ἄλατα συμφώνως πρὸς τὴν ἀντίδρασιν



Τὰ ἄλατα ταῦτα παρουσιάζουν μεγάλας *διαφορὰς διαλυτότητος* καὶ ἀποτε-
λοῦν μέσον διακρίσεως τῶν ἀλκαλίων μεταξὺ τῶν.

Οὕτω π.χ. τὸ χλωριολενκοχρυσικὸν κάλι $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$ ἔχει κατὰ βάρος διαλυ-
τότητα 1,12%, ἀντιθέτως τὸ $\text{Rb}_2[\text{PtCl}_6]$ ἔχει διαλυτότητα 0,14% καὶ τὸ
 $\text{Cs}_2[\text{PtCl}_6]$ διαλυτότητα μόλις 0,07%.

Π Ι Ν Α Ξ XXV — 3

ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΧΛΩΡΙΟΥΧΩΝ ΑΛΑΤΩΝ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΩΝ

	LiCl	NaCl	KCl	RbCl	CsCl
Μοριακὸν βάρος (ΜΑΜ χη- μικῆς κλίμακος)	42,40	58,45	74,55	120,94	168,37
Κρυσταλλικὸν σύστημα	κυβικὸν	κυβικὸν	κυβικὸν	κυβικὸν	κυβικὸν
Πυκνότης (gr/cm ³)	2,07	2,16	1,98	2,76	3,97
Σημεῖον τήξεως (°C)	613	801	776	715	646
Σημεῖον ζέσεως (°C)	1353	1413	1500	1390	1290
Μέση διαλυτότης (% κατὰ βάρος)	30	24	25	45	65

Ο Ξ Ε Ι Δ Ι Α Α Λ Κ Α Λ Ι Ω Ν

25.17 Τὰ ἀλκάλια με δξυγόνον σχηματίζουν τριῶν εἰδῶν δξειδία καὶ δι
κανονικά (Me_2O), ὑπεροξειδία (Me_2O_2) καὶ διοξειδία (MeO_2).

Ἐξ αὐτῶν τὰ μὲν κανονικά δξειδία εἶναι βασεογόνα μετατρεπόμενα εἰς τὰ
ἀντίστοιχα ὕδροξειδία



τὰ δὲ ὑπεροξειδία καὶ διοξειδία εἶναι δξειδωτικά καὶ ἀποσυντίθενται με τὴν
ἀπλὴν ἐπίδρασιν ὕδατος



25.18 Ἀπὸ ὅλα τὰ δξειδία σημαντικώτερον εἶναι τὸ *ὑπεροξειδίου τοῦ*
νατρίου Na_2O_2 .

Παρασκευάζεται δι' ὀξειδώσεως τοῦ νατρίου εἰς τὸν ἀέρα



εἶναι σῶμα στερεόν, κιτρινόλευκον, ἀποτελεῖ μικροκρυσταλλικὴν κόνιν, ἔχει πυκνότητα $2,8 \text{ gr/cm}^3$ καὶ διαλύεται ἀφθόνως ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος, εἰς θερμὸν ὅμως ὕδωρ ἀντιδρᾷ ὀξειδωτικῶς κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



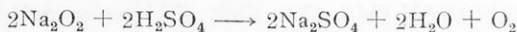
Ἐντὸς ὕδατος θερμοκρασίας μέχρι 30°C σχηματίζει ἐν μέρει καὶ ἐν ἔνυδρον προῖον



Μὲ ἀραιὸν θεικὸν ὀξὺ δίδει ἐν ψυχρῷ *ὑπεροξειδίου τοῦ ὕδρογόνου* κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



ἐν θερμῷ ὅμως δίδει στοιχειακὸν ὀξυγόνον



25.19 Τὸ Na_2O_2 χρησιμοποιεῖται ὡς πρόχειρον μέσον ταχείας καὶ εὐκόλου παρασκευῆς ὀξυγόνου ὡς καὶ εἰς τὴν ἀναλυτικὴν χημεῖαν, ἰδίως εἰς ὀξειδωτικὰς συντήξεις.

Π Ι Ν Α Ξ XXV — 4
ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΩΝ

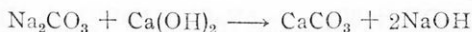
	Λίθιον	Νατρίου	Καλίου	Ρου- βιδίου	Καισίου
Ὁξειδία MeO	Li_2O	Na_2O	K_2O	Rb_2O	Cs_2O
Ὑπεροξειδία Me_2O_2	—	Na_2O_2	K_2O_2	Rb_2O_2	Cs_2O_2
Τριοξειδία $\frac{1}{2} \text{Me}_2\text{O}_2 \cdot \text{MeO}_2$	—	—	K_2O_3	Rb_2O_3	Cs_2O_3
Διοξειδία $(\text{MeO}_2)_x$	—	—	KO_2	Pb_2O_4	Cs_2O_4

Β Α Σ Ε Ι Σ

25.20 Αἱ βάσεις τῶν ἀλκαλίων, τοῦ γενικοῦ τύπου MeOH , εἶναι λίαν σημαντικαὶ ἰδίως αἱ τοῦ νατρίου καὶ τοῦ καλίου. Παρουσιάζουν ὅλοι κοινὰς ιδιότητες, φυσικὰς καὶ χημικὰς, μὲ ἐλάχιστας διαφορὰς ποσοτικῆς μᾶλλον φύσεως.

Τὸ *καυστικὸν νάτριον*, ἡ ὕδροξειδιον τοῦ νατρίου, NaOH , καλεῖται πολ-

λάκεις καὶ καυστική σόδα ὡς ἐκ τῆς παρασκευῆς του κατὰ παλαιότεραν μέθοδον ἀπὸ σόδαν, δηλαδὴ ἀνθρακικὸν νάτριον, καὶ ἄσβεστον



Ἡ μέθοδος αὕτη, μικρῆς ἀποδόσεως, δὲν ἐφαρμόζεται εἰ μὴ συμπτωματικῶς, σήμερον δὲ προτιμᾶται ἡ ἐκ νατρίου ἀπ' εὐθείας παραγομένου ἠλεκτρολυτικῶς

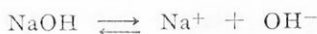


Εἶναι σῶμα στερεόν, λίαν ὑγροσκοπικόν, ἄχρουν πρὸς τὸ λευκόν. Εἰς τὸ ὕδωρ διαλύεται, ὑπὸ ἔκλυσιν θερμότητος ἕνεκα ἐνδιαμέσου ἐνυδατώσεως, εἰς μεγάλην σχετικῶς ἀναλογίαν.

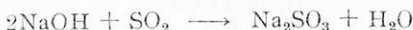
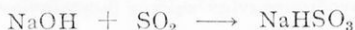
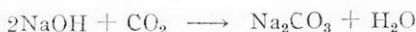
Τὸ ψυχρὸν ὕδωρ (0°C) διαλύει NaOH εἰς ἀναλογίαν 30% κατὰ βάρος, τὸ δὲ ζέον ὕδωρ 82%.

Εἰς τὸ δέρμα προκαλεῖ ἐγκαύματα, ἐξ οὗ καὶ ἡ ὀνομασία του, καὶ φέρεται ὑπὸ μορφὴν κόκκων ἢ ράβδων ἐκ τήξεως. Ἔχει πυκνότητα 2,13 gr/cm³, τήγεται εἰς τοὺς 318,4°C καὶ ζέει, μὲ μερικὴν ἀποσύνθεσιν, εἰς τοὺς 1390°C.

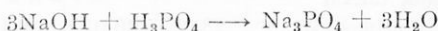
Ὡς βάσις εἶναι μεγάλης ἰσχύος, ἰοντίζεται δὲ εἰς ἰόντα εἰς μέγα ποσοστὸν



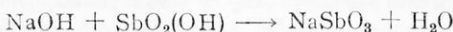
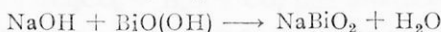
Ἀντιδρῶ μὲ ἀμεταλλοξειδία, π.χ.



μὲ ὀξέα δίδει τὰ ἀντίστοιχα ἄλατα δι' ἐντόνως ἐξωθερμὸν ἀντιδράσεων, ὡς

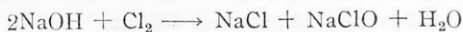


Μὲ βάσεις ὁρισμένων μετάλλων ἐπαμφοτεριζούσης ὑφῆς δίδει ἄλατα, ὡς π.χ.

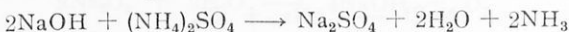
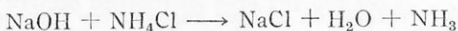


Τὸ NaOH ἀντιδρῶ μὲ ἄλατογόνα, ὡς π.χ. μὲ Cl₂, καὶ δίδει χλωριώδη ἢ

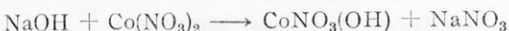
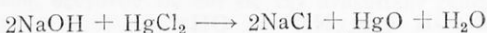
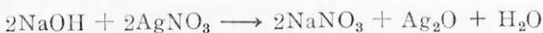
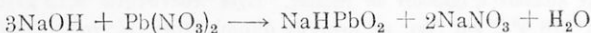
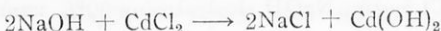
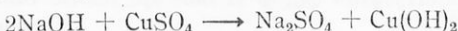
χλωρικά άλατα αναλόγως τῶν συνθηκῶν



Με ἀμμωνιακά άλατα προκαλεῖ ἔκλυσιν αερίου ἀμμωνίας, ὥς



Με πολλά άλατα βαρέων μετάλλων δίδει ἀδιάλυτα ὀξειδία ἢ ὑδροξείδια μερικὰ τῶν ὁποίων, εἰς ὀρισμένας περιπτώσεις, μετασχηματίζονται εἰς διαλυτὰς ἐνώσεις ὥς ἐπὶ παραδείγματι



Τὸ NaOH ἐφαρμόζεται ὥς ἀντιδραστήριον εἰς τὴν ἀναλυτικὴν χημεῖαν, ὥς πρώτη ὕλη εἰς τὴν σαπωνοβιομηχανίαν καὶ τὴν βιομηχανίαν ἀλάτων τοῦ νατρίου.

Π Ι Ν Α Ε XXV — 5

ΦΥΣΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΥΣΤΙΚΩΝ ΑΛΚΑΛΙΩΝ

	LiOH	NaOH	KOH	RbOH	CsOH
Μοριακὸν βάρος (ΜΑΜ χημικῆς κλίμακος)	23,95	40,01	56,1	102,49	149,92
Πυκνότης (gr/cm ³)	1,43	2,13	2,05	3,20	3,67
Σημεῖον τήξεως (°C)	450	318,4	360,5	300	272
Σημεῖον ζέσεως (°C)		1390	1320		
Διαλυτότης (0°C)% κατὰ βάρος	10	30	50	62	78

25.21 Τὸ *καυστικὸν κάλι*, ἡ ὑδροξείδιον τοῦ καλίου KOH, εἶναι τελείως ὅμοιον πρακτικῶς πρὸς τὸ NaOH, ἀπὸ ἀπόψεως παρασκευῶν, ἰδιοτήτων καὶ ἐφαρμογῶν.

Προτιμᾶται πολλάκις τοῦ NaOH διότι εἶναι ὀλιγώτερον ὑγροσκοπικόν.

Εἰς τὴν σαπωνοποιῶν δίδει *ὕγρους σάπωνας*, ἐν ἀντιθέσει πρὸς τοὺς στερεοὺς τοὺς σχηματιζομένους κατὰ τὴν χρησιμοποίησιν καυστικοῦ νατρίου.

Π Ι Ν Α Ξ XXV — 6

ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΑΛΑΤΑ ΝΑΤΡΙΟΥ ΚΑΙ ΚΑΛΙΟΥ

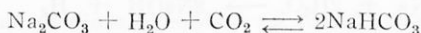
(Ἀνθρακική σόδα καὶ ποτάσσα)

	Τύπος	Μορ. βάρος (ΜΑΜ)	Διαλυτότης (% κατὰ βά- ρος εἰς 0°C)
Οὐδέτερα σόδα ἄνυδρος	Na_2CO_3	106,00	6
Κρυσταλλική σόδα	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	124,02	27
Κρυσταλλική σόδα	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	232,12	15
Ἐνυδρος σόδα	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	286,17	18
Δισανθρακική σόδα	NaHCO_3	84,02	4
Μετανθρακική σόδα	$\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	226,05	10
Οὐδέτερα ποτάσσα ἄνυδρος	K_2CO_3	138,20	32
Ἐνυδρος ποτάσσα	$2\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	330,45	60
Ποτάσσα κρυσταλλική	$\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	174,23	65
Δισανθρακική ποτάσσα	KHCO_3	100,11	20

ΑΝΘΡΑΚΙΚΑ ΑΛΑΤΑ

25.22 Ἐκ τῶν ἀνθρακικῶν αλάτων πρωτεύουσιν σημασίαν ἔχουν ἡ *σόδα*, οὐδέτερα καὶ ὄξινο (Na_2CO_3 , NaHCO_3), καὶ ἡ *ποτάσσα* ἐπίσης οὐδέτερα καὶ ὄξινο (K_2CO_3 , KHCO_3).

Μεταξὺ τῆς μιᾶς καὶ τῆς ἄλλης μορφῆς ὑπάρχει ἰσορροπία ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν



Οὕτω διὰ διαβίβάσεως αερίου CO_2 εἰς διαλύματα οὐδέτερον ἁλτος ἐν ψυχρῷ παράγεται τὸ ὄξινο ἅλας, τὸ ὁποῖον δι' ἀπλῆς θερμάνσεως μετατρέπεται εἰς οὐδέτερον.

Τὰ ἄλατα ταῦτα, ὥς καὶ τὰ τῶν ἄλλων ἀλκαλίων, εὐρίσκονται εἰς μικρὰ ποσὰ διαλελυμένα ἐντὸς φυσικῶν ὑδάτων, παρασκευάζονται κατὰ παρεμφερεῖς τρόπους καὶ ὁμοιάζουν πολὺ ἀπὸ ἀπόψεως φυσικῶν καὶ χημικῶν ἰδιοτήτων.

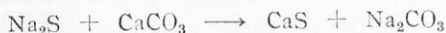
25.23 Ἡ *σόδα* παρασκευάζεται παλαιότερον κατὰ τὴν λεγομένην μέθοδον τοῦ Leblanc, ἀπὸ NaCl. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην τὸ NaCl μετατρέπεται κατ' ἀρχὴν εἰς θεικὸν ἄλας μὲ H_2SO_4 ἐν θερμῷ



τὸ ὁποῖον συντήκεται μὲ ἄνθρακα ἀναγόμενον εἰς θειοῦχον



τὸ ὁποῖον συμπυροῦται μὲ ἀσβεστίτην καὶ δίδει τελικῶς οὐδετέραν σόδαν

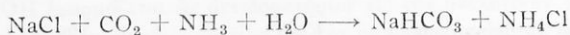


Ἡ παργομένη οὕτω οὐδετέρα σόδα καθίσταται ἐν μέρει ὄξινος διὰ διαβιβάσεως διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος



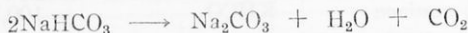
Ἡ δαπανηρά, ἔνεκα τῶν ἀπαιτουμένων πυρώσεων, μέθοδος τοῦ Leblanc ἀντικατεστάθη ἐν πολλοῖς ἀπὸ τὴν λεγομένην μέθοδον τοῦ Solvay.

Ἡ μέθοδος αὕτη στηρίζεται εἰς τὴν ὑπάρχουσαν, μεταξὺ ἁλάτων, διαφορὰν διαλυτότητος. Πρὸς τοῦτο διὰ διαλύματος χλωριούχου νατρίου διαβιβάζεται παρατεταμένως καὶ ἐν ψυχρῇ ἀμμωνία καὶ CO_2 ὁπότε σχηματίζεται ἀπ' ἐθέλειας ὄξινος σόδα



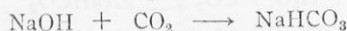
Τὸ NaHCO_3 διαχωρίζεται ἀπὸ τὸ NH_4Cl διὰ *κλασματικῆς κρυσταλλώσεως* ὥς περισσότερον δυσδιάλυτον.

Ἀπὸ τὸ NaHCO_3 διὰ θερμάνσεως λαμβάνεται τελικῶς τὸ οὐδέτερον ἄλας



Σήμερον αἱ δύο μέθοδοι, τοῦ Leblanc καὶ τοῦ Solvay, χρησιμοποιοῦνται κυρίως διὰ τὴν παρασκευὴν τῆς σόδας ὥς παραπροϊόντος ἄλλων βιομηχανικῶν ἐπεξεργασιῶν. Οὕτω π. γ. ἡ σόδα Leblanc παράγεται ὥς παραπροϊὸν τῆς παρασκευῆς ὕδροχλωρίου ἀπὸ NaCl καὶ H_2SO_4 .

Μεγάλα ποσὰ σόδας παράγονται δι' ἠλεκτρολυτικῆς ὁδοῦ, διὰ διαβιβάσεως CO_2 εἰς τὴν κάθοδον βολταμέτρου χλωριούχου νατρίου, ὁπότε τὸ μεταλλικὸν νάτριον μετατρέπεται εἰς ὄξινον ἀνθρακικὸν νάτριον



25.24 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ἰδιοτήτων* τὸ NaCO_3 εἶναι στερεὸν μικροκρυσταλλικὸν σῶμα, ὥς ἄνυδρον, πυκνότητος $2,6 \text{ gr/cm}^3$ σημείου τήξεως

851°C. Διαλυόμενον ἐντὸς ὕδατος ἐνυδατοῦται καὶ σχηματίζει τρία ἐνυδρα προϊόντα



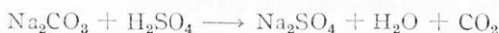
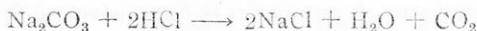
Ἐκ τῶν μορφῶν τούτων αἱ δύο πρῶται κρυσταλλοῦνται κατὰ τὸ ρομβικὸν σύστημα ἢ δὲ τελευταία, καὶ σταθερωτέρα, κατὰ τὸ μονοκλινές.

Διὰ θερμάνσεως αἱ ἐνυδρὸι κρυσταλλικαὶ μορφαὶ μετατρέπονται βαθμιαίως εἰς ἀνυδρὸν λευκὴν κόνιν.

Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* τὸ Na_2CO_3 εἶναι ἐντόνως *βασικῆς ἀντιδράσεως* ἐξ ὕδρολύσεως



ἀντιδρῶ με ὀξέα με ἔκλυσιν διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός



ἀντιδρῶ με πολλὰ διαλυτὰ ἄλατα, ἰδίως βαρέων μετάλλων ὡς π.χ.



Ἡ οὐδέτερα σόδα Na_2CO_3 εὐρίσκει ἐφαρμογὰς κυρίως εἰς τὴν ὑαλονορίαν καὶ τὴν σαπωνοποιάν.

25.25 Τὸ *ὄξιον ἀνθρακικὸν νάτριον* ἢ ὄξινο σόδα NaHCO_3 εἶναι ἄλλας κατὰ τι ὀλιγώτερον διαλυτὸν ἀπὸ τὸ Na_2CO_3 . Εἶναι στερεόν, ἄχρουν ἕως λευκὸν ὡς λεπτὴ κόνις, κρυσταλλικὸν κατὰ τὸ μονοκλινὲς σύστημα, πυκνότητος 2,2 gr/cm³.

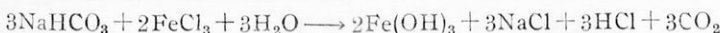
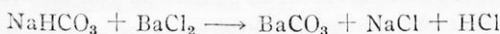
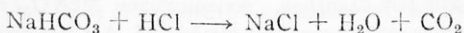
Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* ἂν καὶ τυπικῶς ὄξιον εἶναι *ἐντόνως βασικὸν* ἀπὸ ἀπόψεως ὕδρολύσεως



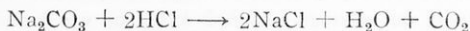
Διὰ θερμάνσεως εἰς τοὺς 270°C δίδει οὐδέτερον ἄλας



ἀντιδρῶ με ὀξέα καὶ με ἄλατα ὡς περίπου καὶ τὸ οὐδέτερον Na_2CO_3 , π.χ.



Διὰ συγκρίσεως τῶν ἀντιδράσεων



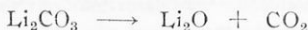
προκύπτει ὅτι ἡ ἀναλογία τοῦ παραγομένου CO_2 πρὸς τὸ συμπαραγόμενον NaCl εἶναι **διπλασία** εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ NaHCO_3 , εἰς τοῦτο δὲ ὀφείλεται καὶ ἡ ὀνομασία τοῦ NaHCO_3 ὡς **δισανθρακικοῦ νατρίου**.

Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, ὡς εἰς τοὺς πυροσβεστήρας, καὶ ὡς μετρία βάσις εἰς τὴν ἱατρικὴν καὶ τὴν φαρμακευτικὴν.

Εἰς τὸ ἐμπόριον φέρεται ὡς **σόδα φαγητοῦ** ἢ **baking soda**.

25.26 Διὰ τὰ ἄλλα ἀνθρακικά ἄλατα πρέπει νὰ σημειωθῇ ὅτι τὰ τοῦ καλίου, **ποτάσσα** K_2CO_3 καὶ KHCO_3 , δὲν παράγονται κατὰ μέθοδον ὡς ἡ τοῦ Solvay ἔνεκα μὴ ὑπάρξεως μεγάλης διαφορᾶς διαλυτότητος μεταξὺ τοῦ KHCO_3 καὶ τοῦ NH_4Cl .

Ἐπίσης εἶναι ἀξιοσημείωτον τὸ γεγονός ὅτι ἐξ ὅλων μόνον τὸ ἀνθρακικὸν λίθιον ἀποσυντίθεται διὰ θερμάνσεως εἰς τοὺς 800°C

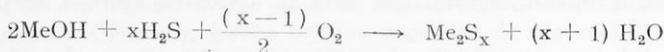


ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΕΝΩΣΕΙΣ

25.27 Τὰ ἀλκάλια σχηματίζουν διαφόρους **θειούχους ἐνώσεις** τῇ ἐπιδράσει H_2S ἐπὶ ἀντιστοιχῶν βάσεων. Συνήθως παράγονται οὐδέτερα καὶ ὄξινα ἄλατα ὡς π. γ.



εἰς ὀξειδωτικὸν ὅμως περιβάλλον σχηματίζονται πολυθειοῦχα ἄλατα κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν

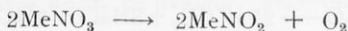


ὅπου τὸ x λαμβάνει τιμὰς ἀπὸ 3 ἕως 6 (ὡς Na_2S_3 , Na_2S_4 , Na_2S_5 , Na_2S_6). Τὰ πολυθειοῦχα παρασκευάζονται καὶ ἀπ' εὐθείας ἀπὸ τὰ στοιχεῖα

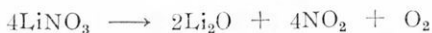


ἐντὸς καταλλήλων διαλυτικῶν μέσων.

25.28 Τὰ **νιτρικά ἄλατα** τῶν ἀλκαλίων, γενικοῦ τύπου MeNO_3 , εἶναι εὐαποσύνθετα καὶ ὡς ἐκ τούτου συμπεριφέρονται ὡς ὀξειδωτικά. Διὰ θερμάνσεως μετατρέπονται εἰς νιτρώδη κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



πλήν τοῦ LiNO_3 τὸ ὁποῖον δίδει ὑπεροξειδίου τοῦ ἄζωτου



Ὡς ὀξειδωτικά παρουσιάζουν καὶ ἐκρηκτικὰς ἰδιότητας διὰ τὸν λόγον δὲ τοῦτον χρησιμοποιοῦνται, ἰδίως τὸ NaNO_3 , εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς μαύρης λεγομένης πυρίτιδος.

25.29 Ἐκ τῶν διαφόρων ἁλάτων τῶν ἀλκαλίων εἶναι σημαντικὸν τὸ **χλωρικὸν κάλι** KClO_3 ἕνεκα τῶν ὀξειδωτικῶν ἰδιοτήτων του.

Παρασκευάζεται διὰ διαβίβσεως χλωρίου εἰς πυκνὸν θερμὸν διάλυμα καυστικοῦ καλίου

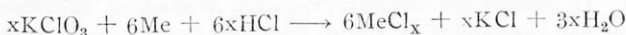


Εἶναι σῶμα κρυσταλλικόν, ἄχρουν, ἀνήκει εἰς τὸ μονοκλινὲς σύστημα, ἔχει πυκνότητα $2,32 \text{ gr/cm}^3$ καὶ τήκεται εἰς τοὺς $368,4^\circ\text{C}$.

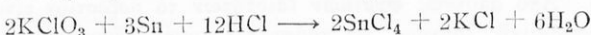
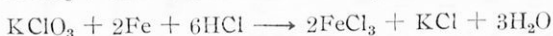
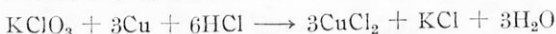
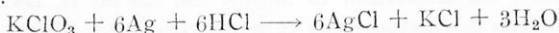
Εἰς τοὺς 400°C ἀποσυντίθεται ὀξειδωτικῶς καὶ τελικῶς μεταπίπτει εἰς χλωριοῦχον



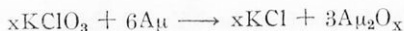
καὶ ὥς ἐκ τούτου χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν ὀξυγόνου. Ὡς ὀξειδωτικὸν σῶμα ἀντιδρᾷ μὲ μέταλλα, εἰς ὄξινον περιβάλλον, κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



ὥς π.χ.



Με τὰ περισσότερα ἀμέταλλα δίδει τὰ ἀντίστοιχα ὀξείδια κατὰ τὴν γενικὴν ἀντίδρασιν



ὥς π.χ.



25.30 Ἐνεκα τῆς μεγάλης ὁμοιότητος μεταξὺ τῶν ἐνώσεων τοῦ νατρίου καὶ τοῦ καλίου χρησιμοποιοῦνται ἀδιαφόρως αἱ ἐνώσεις τοῦ ἑνὸς ἢ τοῦ ἄλλου μετάλλου. Οὕτω π.χ. εἰς τὴν χημεῖαν χρησιμοποιεῖται KOH ἀντὶ NaOH καὶ ἀντιστρόφως ἄνευ διακρίσεως, κατὰ κανόνα.

Ὅπου ὅμως εἶναι δυνατόν **προτιμῶνται αἱ ἐνώσεις τοῦ καλίου** ὥς ὀλιγότερον ὑγροσκοπικά. Οὕτω π.χ. τὰ κοινὰ ὀξειδωτικά ἅλατα KMnO_4 καὶ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ χρησιμοποιοῦνται ἀποκλειστικῶς ἀντὶ τῶν ἀντιστοίχων NaMnO_4 καὶ $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

26. ΑΛΚΑΛΙΚΑΙ ΓΑΙΑΙ

ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ

26.1 Εἰς τὴν II Ὀμάδα τοῦ Περιοδικοῦ Συστήματος περιλαμβάνονται, ὡς κύρια μέλη, με παρεμφερεῖς μεταξύ των ιδιότητος, τὰ στοιχεῖα βηρύλλιον (Be), μαγνήσιον (Mg), ασβέστιον (Ca), στρόντιον (Sr), βάριον (Ba) καὶ ράδιον (Ra), με σημαντικώτερον ὅλων τὸ Ca.

26.2 Τὸ *ασβέστιον* (Ca) ἀποτελεῖ τὸ 3,2% περίπου τοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς, εἰς τὰ πετρώδη δὲ ἐδάφη φθάνει τὸ 3,6% πάντοτε ἠνωμένον.

Κύρια ἐνώσεις εἶναι τὸ ἀνθρακικὸν ἄλας τοῦ CaCO_3 , τὸ ὁποῖον ἀπαντᾷ ὡς ἀσβεστίτης, ἀραγωνίτης ἢ κιμωλία ἀναλόγως τοῦ τρόπου κρυσταλλώσεως, τὸ φωσφορικὸν ἄλας $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ὡς φωσφορίτης, ἢ ἄνυδρος καὶ ἡ ἔνυδρος γύψος CaSO_4 καὶ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ κλπ.

26.3 Τὸ ὀξείδιον τοῦ ασβεστίου, ἡ κοινῶς *κεκαυμένη ασβεστος*, CaO , ἦτο γνωστὸν ἀπὸ τὴν ἀρχαίαν ἐποχὴν, τὸ ἐλεύθερον ὁμως στοιχεῖον ἀνεγνωρίσθη ὑπὸ τοῦ Lavoisier καὶ ἀπεμονώθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Sir H. Davy τὸ 1808. Παρασκευάζεται δι' ἡλεκτρολύσεως τήγματος χλωριούχου ἁλατος

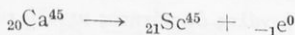


26.4 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ιδιοτήτων* τὸ ασβέστιον εἶναι στερεόν, μαλακόν, μεταλλικῆς λάμψεως, εἰς πρόσφατον τομὴν, εὐθραυστον, πυκνότητος 1,55 gr/cm³. Κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα, τήκεται εἰς τοὺς 842° C καὶ ζέει εἰς τοὺς 1240° C.

Τὸ ἄτομον τοῦ Ca, ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ $Z=20$, ἀπαντᾶται ὑπὸ μορφὴν δέκα διαφόρων ἰσοτόπων ἐκ τῶν ὁποίων τὸ $^{20}\text{Ca}^{39}$ εἶναι ραδιενεργὸν δι' ἀποβολῆς ποζιτρονίων

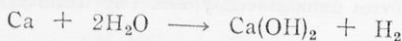


τὰ $^{20}\text{Ca}^{45}$, $^{20}\text{Ca}^{47}$ καὶ $^{20}\text{Ca}^{49}$ εἶναι β-ραδιενεργὰ μεταστοιχειούμενα εἰς σκάνδιον, π.χ.



Ἐκ τῶν ὑπολοίπων ἰσοτόπων, μὴ ραδιενεργῶν, τὸ $^{20}\text{Ca}^{40}$ ἀποτελεῖ τὸ 96,96% τῶν ὑπαρχόντων ἀτόμων.

26.5 Ὡς *ἰσχυρὸν ἀναγωγικόν*, τὸ Ca ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ καὶ ἐν ψυχρῷ με ἐκλυσιν ὕδρογόνου



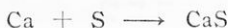
Π Ι Ν Α Κ XXVI — 1
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΛΚΑΛΙΚΩΝ ΓΑΙΩΝ

	Βηρύλλιον Be	Μαγνήσιον Mg	Ήσβεστιον Ca	Στρώντιον Sr	Βάριον Ba
*Ατομικὸν βάρος (MAM χρημικῆς κλίμακος)	9,013	24,32	40,08	87,63	137,36
*Ατομικὸς ἀριθμὸς (Z)	4	12	20	38	56
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ κυριωτέρων ἰσοτόπων	7, 8, 9, 10	23, 24, 25, 26, 27	39, 40, 42, 44, 45, 48	84, 87, 88, ... 90, 97	130, 135, 136, 137, 138, ... 145
Πυκνότης (gr/cm ³)	1,86	1,75	1,55	2,6	3,7
Σημεῖον τήξεως (°C)	1280	651	842	800	850
Σημεῖον ζέσεως (°C)	1500	1107	1240	1366	1537
Διάμετρος ἀτόμου (εἰς Å)	1,78	2,72	3,48	3,82	3,96
Διάμετρος ἰόντος M ⁺⁺ (εἰς Å)	0,62	1,30	1,98	2,26	2,70
Τάσις ἰοντισμοῦ M ⁺ (εἰς eV)	9,32	7,64	6,11	5,69	5,21

αντιδραζ με αλατογόνα υπό εκλυσιν θερμότητος



ενοῦται με θειον και αζωτον



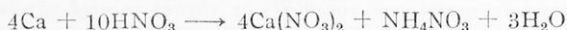
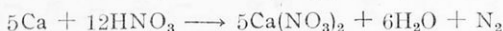
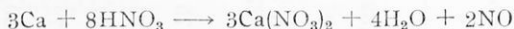
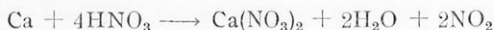
Με οξυγόνον καίεται προς οξειδιον



με διαλύματα οξέων αντιδραζ με εκλυσιν υδρογόνου



με νιτρικόν οξὺν ὅμως, ἔνεκα τῆς ἰσχυρᾶς ἀναγωγικῆς δρασείας του, προκαλεῖ εκλυσιν μίγματος προϊόντων διαφόρου βαθμίδος οξειδώσεως ὡς π.χ.



26.6 Ὡς ἰσχυρὸν ἀναγωγικὸν χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν δι' ἀντικαταστάσεως παρασκευὴν ἀναγωγικῶν μετάλλων εἰς καθαρὰν κατάστασιν. Οὕτω, π.χ. με Ca παρασκευάζεται τὸ Cr ἀπὸ τὸ οξειδίου του



Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εἰς ὀργανικὰς ἀναγωγὰς ὡς καὶ διὰ τὴν παρασκευὴν εὐτήκτων κραμάτων.

ΛΟΙΠΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

26.7 Τὰ υπόλοιπα μέταλλα τῆς ομάδος τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν, Be, Mg, Sr καὶ Ba ὁμοιάζουν τελείως με τὸ ἀσβέστιον καὶ ἀπὸ ἀπόψεως προελεύσεως καὶ ἀπὸ ἀπόψεως παρασκευῆς, φυσικῶν καὶ χημικῶν ιδιοτήτων.

26.8 Γενικῶς τὸ Be καὶ τὸ Mg ἐμφανίζονται δραστικώτερα τοῦ ἀσβεστίου, τὰ υπόλοιπα δὲ ἁδρανέστερα.

Τὸ βηρύλλιον ἐν καθαρῇ καταστάσει ἀποτελεῖ, ὑπὸ πίεσιν, ὑαλώδη μᾶζαν διαφανῇ διὰ τὰς ἀκτῖνας Röntgen, διὰ τὸν λόγον δὲ τοῦτον χρησιμοποιεῖται σήμερον εἰς τοὺς *ἀντιδραστήρας*. Τὰ κράματα τοῦ *χαλκοῦ με βηρύλλιον* ἔχουν μεγάλην ἐλαστικότητα καὶ ἀντοχήν.

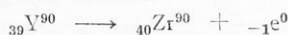
Τὸ μαγνήσιον χρησιμοποιεῖται εἰς *κράματα με τὸ οὐράνιον* ὡς πρώτη ὕλη

ΠΙΝΑΞ XXVI — 2
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΕΝΩΣΕΩΝ ΑΛΚΑΛΙΚΩΝ ΓΑΙΩΝ

Έ ν ω σ τ ι ς	Τύπος	Μοριακόν βάρους	Κρυσταλλ. σύστημα	Πυκνότης (g/cm ³)	Θερμοκρασία (°C)		Διαλυτότης εις ύδωρ (% ζ.β.)
					Τήξεως	Ζέσεως	
Ανθρακικόν βηρύλλιον	BeCO ₃ ·4H ₂ O	141,09	ξέσγων.	3,1	άποσύνθ.	—	0,3
Ανθρακικόν μαγνήσιον	MgCO ₃ ·5H ₂ O	174,33	μονοκλ.	1,69	»	—	0,01
Ανθρακικόν μαγνήσιον	MgCO ₃ ·3H ₂ O	138,39	ρομβ.	1,80	»	—	—
Ανθρακικόν μαγνήσιον	MgCO ₃	84,33	τετγων.	3,04	»	—	—
Ανθρ. άσβεστιον (άγαγωνίτης)	CaCO ₃	100,09	ρομβ.	2,22	2300	άποσύνθ.	—
Ανθρ. άσβεστιον (άσβεσίτης)	CaCO ₃	100,09	τετγων.	2,93	άποσύνθ.	—	—
Ανθρακικόν βάριον	BaCO ₃	147,37	πολύμ.	4,43	άποσύνθ.	—	—
Οξειδιον τοῦ βηρύλλιον	BeO	25,02	ξέσγων.	3,02	2570	3900	—
Οξειδιον τοῦ μαγνήσιου	MgO	40,32	κυβικ.	3,7	2800	—	—
Οξειδιον τοῦ άσβεστιού	CaO	56,08	κυβικ.	3,40	2572	2850	—
Οξειδιον τοῦ βαρίου	BaO	156,36	κυβικ.	5,72	1923	2000	—
Οξειδιον τοῦ βαρίου	BaO	156,36	ξέσγων.	5,32	1923	2000	—
Υπεροξειδιον τοῦ βαρίου	BaO ₂	167,36	κυβικ.	4,96	480	άποσύνθ.	—
Υπεροξειδιον τοῦ βαρίου	BaO ₂ ·H ₂ O	185,36	ξέσγων.	3,80	άποσύνθ.	—	—
Υδροξειδιον τοῦ βηρύλλιον	Be(OH) ₂	43,04	.....	1,91	άποσύνθ.	—	—
Υδροξειδιον τοῦ μαγνήσιου	Mg(OH) ₂	58,34	τετγων.	2,38	άποσύνθ.	—	0,0009
Υδροξειδιον τοῦ άσβεστιού	Ca(OH) ₂	74,10	ρομβ.	2,34	άποσύνθ.	—	0,15
Υδροξειδιον τοῦ βαρίου	Ba(OH) ₂ ·8H ₂ O	315,51	μονοκλ.	2,18	78	άποσύνθ.	5
Χλωριούχον άσβεστιον	CaCl ₂	110,99	κυβικ.	2,51	772	1600	30
Χλωριούχον μαγνήσιον	MgCl ₂	95,23	ξέσγων.	2,32	708	1412	32

αντιδραστήρων. Ἡ σημασία του εἶναι μεγάλη καὶ ἐκ τοῦ βιολογικοῦ του ρόλου ἐντὸς τῆς γλωροφυλλῆς.

26.9 Ἐκ τῶν ἰσοτόπων τοῦ *στρόντιου* εἶναι ἀξιοσημείωτον τὸ $^{90}_{38}\text{Sr}$ τὸ ὁποῖον, μὲ $T = 27$ ἐτῶν περίπου, μεταστοιχειοῦται πρὸς ὑψίτριον καὶ ἐν συνεχείᾳ πρὸς σταθερὸν ζιρκόνιον



Τὸ στρόντιον -90, ἐν ἐκ τῶν κυριωτέρων ὑποπροϊόντων τῶν ἀτομικῶν ἐκρήξεων, *ἀποτελεῖ τὸν μεγαλύτερον διὰ τὸν ἀνθρώπον κίνδυνον*, καθόσον ἐντοπίζεται εἰς τὰ ὅσα (ἔνεκα τῆς παρεμφεροῦς πρὸς τὸ Ca συμπεριφορᾶς) καὶ δρᾷ ραδιενεργῶς δι' ὅλην τὴν ὑπόλοιπον ζωὴν τοῦ ἀνθρώπου, μὴ ἀποβαλλόμενον ὡς ἐκ τοῦ ἰδιάζοντος χρόνου ὑποδιπλασιασμοῦ του (27 ἐτῶν).

Α Σ Β Ε Σ Τ Ο Σ

26.10 Ὁ *ἄσβεστος* χαρακτηρίζονται καὶ τὸ ὀξειδίου CaO καὶ τὸ ὕδρο-ξείδιον τοῦ ἄσβεστιοῦ $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Πρὸς διάκρισιν τὸ ὀξείδιον ὀνομάζεται συνήθως *κεκαυμένη ἄσβεστος*, τὸ δὲ ὕδροξείδιον *ἐσβεσμένη ἄσβεστος*.

26.11 Τὸ CaO παρασκευάζεται κατὰ τὴν πύρωσιν ἄσβεστολίθων ὁπότε, εἰς θερμοκρασίαν 850°C περίπου, τὸ ἀνθρακικὸν ἄλλας ἀποσυντίθεται κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



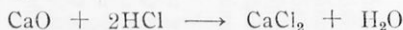
Ἐκ τοῦ ὀξειδίου δι' ἀναμίξεως μεθ' ὕδατος παράγεται ἡ βάσις



Ἡ δέσμευσις τοῦ CaO ὑπὸ τοῦ ὕδατος εἶναι ἐντόνως ἐξώθερμος, συνοδεύεται δὲ ὑπὸ κοχλιασμοῦ, ἐξ οὗ ἐνομιζέτο, παλαιότερον, ὅτι ἡ ἄσβεστος *σβύνει* ἐντὸς τοῦ ὕδατος.

26.12 Τὸ CaO εἶναι σῶμα στερεόν, κρυσταλλούμενον κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα, λευκόν, εὐθριπτον. Ἔχει πυκνότητα $3,4 \text{ gr/cm}^3$, τήκεται εἰς τοὺς 2570°C καὶ ζέει εἰς τοὺς 2850°C .

Ὡς μεταλλοξείδιον ἀντιδρᾷ μεθ' ὕδατος πρὸς βάσιν, ἀντιδρᾷ μὲ ὀξέα καὶ μὲ ἀμεταλλοξείδια, ὡς π.χ.



26.13 Τὸ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ εἶναι ἐπίσης σῶμα στερεόν, λευκόν καὶ μικροτέρας πυκνότητος (μόλις $2,3 \text{ gr/cm}^3$). Κρυσταλλοῦται καὶ κατὰ τὸ τριγωνικὸν καὶ κατὰ

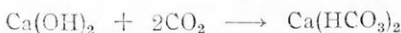
τὸ ρομβικὸν σύστημα, δὲν τήκεται καθόσον εἰς τοὺς 580° C ἀποσυντίθεται πρὸς CaO καὶ H₂O.

Ἐντὸς ὕδατος διαλύεται ὀλίγον, περίπου 0,15% κατὰ βάρος, καὶ ἀποτελεῖ τὸ λεγόμενον **ἀσβέστιον ὕδωρ**. Ὑπὸ μορφὴν αἰωρήματος χαρακτηρίζεται ὡς **γάλα ἀσβέστου**.

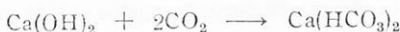
Εἶναι σχετικῶς ἰσχυρὰ βάσεις, ὅχι βεβαίως ὅσον αἱ τῶν ἀλκαλίων, καὶ ἰοντίζεται εἰς μέγα βαθμὸν



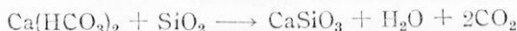
ἀντιδρῶν ὡς ἐκ τούτου μὲ ἀμεταλλοξειδία καὶ ὀξέα πρὸς ἄλατα, π.χ.



26.14 Ἡ σημασία τῆς ἀσβέστου ἔγκειται κυρίως εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν **κονιαιμάτων**. Ὁ ρόλος τῶν κονιαιμάτων ὡς συνδετικῶν ἰστῶν κατὰ τὴν δομικὴν εὐρίσκεται εἰς τὴν μετατροπὴν τοῦ CaO εἰς πυριτικὸν ἄλας, βαθμιαίως καὶ κατὰ ἀντιδράσεις μὴ ποσοτικές. Οὕτω ἡ ἀσβεστός, ὡς Ca(OH)₂, μὲ τὸ CO₂ τῆς ἀτμοσφαίρας σχηματίζει ἀνθρακικά ἄλατα ὅξινά



Ταῦτα καθίστανται βαθμιαίως οὐδέτερα, ἐν μέρει δέ, τῇ ἐπιδράσει τοῦ SiO₂ τῆς ἄμμου, μετατρέπονται εἰς πυριτικά



Οὕτω μεταξὺ τῶν δομικῶν λίθων σχηματίζονται συνδετικοὶ ἀνθεκτικοὶ κρύσταλλοι ἀπὸ Ca(HCO₃)₂, CaCO₃ καὶ CaSiO₃.

Δι' ἀντικαταστάσεως τοῦ CaO ὑπὸ Al₂O₃ ἐπιτυγχάνεται τὸ ὕδατοπαγὲς κόνιμα (τσιμέντον).

ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΝ ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ

26.15 Τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον CaCO₃ εἶναι λίαν διαδεδομένον εἰς τὴν φύσιν ὑπὸ μορφὴν ὀρυκτῶν καὶ πετρωμάτων.

Ὡς **ἀσβεστήτης** ἀποτελεῖ ἄχρουν ἕως λευκὸν στερεόν, σχετικῶς μαλακὸν (σκληρότητος 3 βαθμῶν Mohs), ὁαλῶδους λάμψεως, μὲ κρυστάλλωσιν κατὰ τὸ τριγωνικὸν σύστημα πυκνότητος 2,9 gr/cm³. Εἰς χονδροκρυσταλλικὰ συσσωματώματα ἀποτελεῖ τὸ **μάρμαρον**, μὲ ἰνώδεις προσμίξεις τὸν **κοινὸν ἀσβεστόλιθον**, ὑπὸ γαιερὰν μορφὴν τὴν **κιμωλίαν** καὶ τέλος μὲ κωνοειδεῖς ἀκτινωτοὺς ἰστούς τοὺς **σταλακτίτας** καὶ τοὺς **σταλαγμίτας**.

Ὡς διαγενὲς κρυστάλλωμα, μὲ ιδιότητας διπλοθλαστικοῦ, ἀποτελεῖ τὴν λεγομένην **ἰσλανδικὴν κρύσταλλον**.

Υπό διάφορον κρυσταλλικὴν μορφήν τὸ CaCO_3 ἀπαντᾷ καὶ ὡς *ἀραγωνίτης*, κατὰ τὸ ρομβικὸν σύστημα. Εἶναι ἐλαφρότερος τοῦ ἀσβεστίτου καθόσον ἡ πυκνότης του φθάνει μόλις τὰ $2,22 \text{ gr/cm}^3$, εἶναι σκληρότερος (4 βαθμῶν), ἔχει λάμπην θαλώδη καὶ τήκεται εἰς τοὺς 2300°C , ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸν ἀσβεστίτην, ὁ ὁποῖος ἀποσυντίθεται εἰς τοὺς 850°C .

26.16 Τὸ CaCO_3 ἐν συγκρυσταλλώμασι μετὰ τὸ MgCO_3 ἀποτελεῖ τὸν *δολομίτην* τοῦ τύπου $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, σῶμα κρυσταλλικόν, μαρμαρῶδες, τοῦ τριγωνικοῦ συστήματος.

26.17 Αἱ διάφοροι αὗται μορφαὶ τοῦ CaCO_3 χρησιμοποιοῦνται ἀφ' ἐνὸς ὡς ὕλικα κατασκευῶν (μάρμαρα, λίθοι κ.λ.π.) ἀφ' ἑτέρου ὡς πρῶται ὕλαι παρασκευῆς ἀσβέστου, ἀλάτων τοῦ ἀσβεστίου καὶ μεταλλικοῦ ἀσβεστίου.

ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΕΝΩΣΕΙΣ

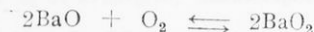
26.18 Ἐκ τῶν λοιπῶν ἐνώσεων τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχουν ὠρισμένα ἐνώσεις τοῦ μαγνησίου.

Τὸ *ὀξειδίου τοῦ μαγνησίου* (MgO) χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κεραμευτικὴν ὡς κεκαυμένη μαγνησία, ἔνεκα τοῦ ὑψηλοῦ σημείου τήξεώς της (περίπου 2800°C).

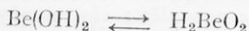
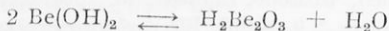
Τὸ *βασικὸν ἀνθρακικὸν μαγνήσιον* $3\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ εὐρίσκει χρήσεις εἰς τὴν φαρμακευτικὴν, τὸ *ἀνθρακικὸν μαγνήσιον* MgCO_3 ὡς λευκό-λιθος καὶ δολομίτης ἀποτελεῖ λευκὸν μάρμαρον.

Τὸ *θεικὸν μαγνήσιον* MgSO_4 , ἢ πικρὸν ἄλας, ἀνευρίσκεται εἰς ὠρισμένα μεταλλικὰ ὕδατα καὶ ἐμφανίζει φαρμακευτικὰς ιδιότητας.

Τὸ *ὀξειδίου τοῦ βαρίου* (BaO) παρασκευάζεται διὰ πυρώσεως τοῦ ἀνθρακικοῦ ἁλατος εἰς τοὺς 1440°C καὶ χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν ἔμμεσον παρασκευὴν τοῦ ὀξυγόνου ἀπὸ τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα κατὰ τὴν ἀμφίδρομον ἀντίδρασιν.



Τὸ *ὕδροξείδιον τοῦ βηρυλλίου* $\text{Be}(\text{OH})_2$ εἶναι τὸ μόνον, ἐκ τῆς σειρᾶς τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζει ἐλαφρὰς ἐπαμφοτερίζουσας ιδιότητας



Οὕτω μὲ πυκνὰ διαλύματα KOH σχηματίζει βηρυλλικά καὶ πυροβηρυλλικά ἅλατα, ὡς π. χ.





Αἱ ἐνώσεις τοῦ βηρυλλίου εἶναι κατὰ κανόνα ὑπογλυκιζούσης γεύσεως, ἐξ αὐτοῦ δὲ τὸ στοιχεῖον Be ἑκαλεῖτο, παλαιότερον, καὶ **γλυκίνιον** (Gl).

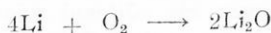
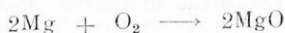
26.19 Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τὰ μέταλλα τῆς ὁμάδος τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν σχηματίζουν καρβίδια τοῦ γενικοῦ τύπου C_xMe_y . Μεταξὺ αὐτῶν πρῶ-τεύουσιν θέσιν ἔχει τὸ **ἀνθρακασβέστιον** τὸ ὁποῖον παρασκευάζεται ἐντὸς ἡλεκτρικῆς καμίνου, διὰ συντήξεως κὼκ καὶ ἀσβέστου



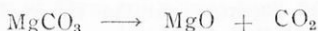
χρησιμοποιεῖται δὲ διὰ τὴν παρασκευὴν ἀκετυλενίου καὶ ἀσβεστοκυαναμίδης.

26.20 Εἶναι ἀξιολογώμετον τὸ γεγονός, ὅτι αἱ **ἐνώσεις τοῦ μαγνησίου** ἔχουν μεγάλην ὁμοιότητα μετὰ τὰς **ἐνώσεις τοῦ λιθίου** παρ' ὅλον ὅτι τὰ δύο μέ-ταλλα ἀνήκουν εἰς δύο διαφόρους κατηγορίας.

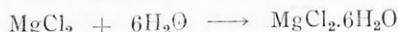
Ἡ ὁμοιότης των ἐκδηλοῦται εἰς τὸν διὰ καύσεως ἀπ' εὐθείας σχηματισμὸν ὀξειδίων καὶ οὐχὶ ὑπεροξειδίων ἢ διοξειδίων



εἰς τὸ ἀσταθὲς τῶν ἀνθρακικῶν ἀλάτων



εἰς τὴν ἰσχυρὰν τάσιν ἐνυδατώσεως τῶν ἀλάτων των



καὶ εἰς τὴν διαλυτότητα τῶν χλωριούχων ἀλάτων των ἐντὸς ὀργανικῶν διαλυ-τῶν μέσων.

Παραμερῆς σειρὰ ὁμοιοτήτων παρατηρεῖται καὶ μεταξὺ βηρυλλίου (τῆς II ὁμάδος) καὶ ἀργιλίου (τῆς III ὁμάδος).

27. Ο Μ Α Σ Γ Α Ι Ω Ν

Α Ρ Γ Ι Λ Λ Ι Ο Ν

27.1 Τὸ ἀργίλλιον, ἢ ἄλλουμίνιον (Al), εἶναι τὸ περισσότερον διαδεδομένον εἰς τὴν φύσιν μέταλλον. Εἰς τὰ γαιώδη ἐδάφη ἢ ἀναλογία του φθάνει ἃ 0,1 %.

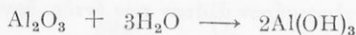
Ἀπαντᾷ πάντοτε καὶ μόνον ἠγωμένον ὑπὸ μορφὴν ὀξειδίων καὶ πυριτικών ἐνώσεων. Τὸ κυριώτερον ὀρυκτὸν τοῦ ἀργιλίου, ὁ **βοξίτης**, θεωρεῖται ὡς ἔνυδρον ὀξείδιον $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ μὲ FeO , Fe_2O_3 καὶ SiO_2 ὑπὸ μορφὴν προσμίξεων.

Ἐκ τῶν λοιπῶν ὀρυκτῶν σημαντικὸν εἶναι τὸ κορούνδιον, ὡς κρυσταλλικὸν Al_2O_3 μεγάλης σκληρότητος, μὲ παραλλαγὰς αἱ ὁποῖαι εἶναι ὁ σάπφειρος, ὁ λευκοσάπφειρος καὶ τὸ ρουβίνιον. Ἀξιοσημείωτος εἶναι ἐπίσης ὁ κρύολιθος $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$.

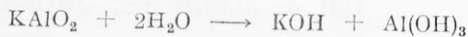
Ἡ **ἄργιλλος** εἶναι ὀξείδιον τοῦ ἀργιλίου μὲ μεγάλην σχετικῶς περιεκτικότητα εἰς SiO_2 καὶ θεωρεῖται ὡς μίγμα καολινίτου $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ καὶ ἄλλων πυριτικῶν ὀρυκτῶν.

27.2 Τὸ Al παρεσκευάσθη εἰς καθαρὰν μεταλλικὴν κατάστασιν τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Wöhler τὸ 1827. Εἰς ἐμπορικὴν κλίμακα ἐπετεύχθη τὸ 1850 καὶ τὸ 1886 ἤρχισε νὰ ἐκτοπίζῃ τὰ βαρύτερα μέταλλα εἰς ποικίλας ἐφαρμογὰς, ἔνεκα τῆς ἐπινοηθείσης ὑπὸ τῶν Hall καὶ Héroult μεθόδου ἡλεκτρολυτικῆς παρασκευῆς.

27.3 Ἡ **μεταλλουργία** τοῦ Al περιλαμβάνει δύο φάσεις. Κατὰ τὴν πρῶτην ἀπαλλάσσεται τὸ ὀρυκτὸν ἀπὸ τὰς πυριτικὰς ἐνώσεις καὶ ἐμπλουτίζεται οὕτω εἰς καθαρὸν Al_2O_3 . Ἡ ἐπεξεργασία αὕτη ἐκτελεῖται διὰ συντήξεως μὲ καυστικά ἄλκαλια ὁπότε τὸ Al καθίσταται διαλυτὸν ὡς ἀργιλλικὸν ἄλας



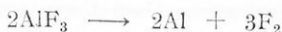
Τὸ διαλυτὸν ἄλας ἀποχωρίζεται οὕτω ἀπὸ τὰ ἀδιάλυτα πυριτικὰ καὶ ἀνασχηματίζεται ὡς ἀδιάλυτον ὀξείδιον δι' ὑδρολύσεως καὶ πυρώσεως



Ἡ ὑδρολύσις διευκολύνεται εἰς περιβάλλον ὀξίνον διὰ CO_2 , ὁπότε τὸ KOH μεταβάλλεται εἰς ἀνθρακικὸν ἄλας.

Κατὰ τὸ δεύτερον στάδιον τὸ Al_2O_3 ἡλεκτρολύεται μὲ AlF_3 ὡς μεταφορέα

ἐν καταστάσει τήγματος. Κατὰ τὴν ἐφαρμογὴν τίσσεως ἀποσυντίθεται τὸ AlF_3



τὸ Al παραλαμβάνεται εἰς κάθοδον μὲ ἄνθρακα, τὸ δὲ φθόριον προσβάλλει τὸ Al_2O_3



Οὕτω μικρὰ ποσότης φθοριούχου ἁλατος καθιστᾷ ἤλεκτρολύσιμον, θεωρητικῶς, ἀπεριόριστον ποσότητα ὀξειδίου.

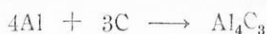
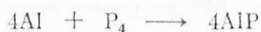
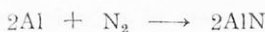
27.4 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ιδιοτήτων* εἶναι στερεόν, μαλακόν, λίαν ἐλατὸν καὶ ὀλκιμον, ἀργυρόχρουν πρὸς τὸ λευκὸν πυκνότητος $2,7 \text{ gr/cm}^3$. Εἶναι τὸ ἐλαφρότερον ἐκ τῶν ἐν χρήσει μετάλλων. Θραύεται δυσκόλως καὶ εἶναι πολὺ καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἂν καὶ ὑπολείπεται τοῦ χαλκοῦ. Τήκεται εἰς τοὺς $659,7^\circ \text{C}$ καὶ ζέει εἰς τοὺς 2450°C .

27.5 Ὡς μέταλλον εἶναι λίαν *ἀναγωγικόν* καὶ σχηματίζει ὀξείδιον τῇ ἐπιδράσει αἵρος



Τὸ παραγόμενον Al_2O_3 σχηματίζει ἐν λεπτὸν προστατευτικὸν στρώμα ἐπὶ τοῦ μετάλλου τὸ ὁποῖον ἐμποδίζει τὴν περαιτέρω ὀξειδωσιν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο χαρακτηρίζεται ὡς *παθητικότης τοῦ ἀργιλίου*. Γενικῶς διὰ πᾶσαν περαιτέρω ἀλλοίωσιν πρέπει ν' ἀφαρῇται τὸ προστατευτικὸν στρώμα καὶ τοῦτο ἐπιτυγχάνεται συνήθως μὲ ἅλατα τοῦ ὕδραργύρου, ὡς HgCl_2 .

Μὲ ἀμέταλλα δίδει ἐνώσεις εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ὡς π.χ.

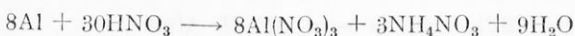
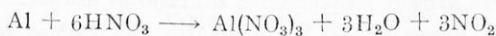


Μὲ CO δίδει μίγμα ὀξειδίου καὶ ἀνθρακαργιλίου

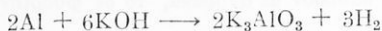


Ὑπὸ τῶν ὀξειδωτικῶν ὀξέων, ὡς HNO_3 , *προσβάλλεται παρουσία ἀλάτων* Hg , πρὸς ἀφαίρεσιν τοῦ προστατευτικοῦ στρώματος.

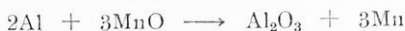
Ἡ ἀναγωγικὴ ἱκανότης τοῦ Al προκαλεῖ ἐμφάνισιν μίγματος προϊόντων, ὡς π.χ.



27.6 Μὲ πυκνὰ καυστικά ἀλκάλια ἐλευθερώνει ὑδρογόγον μετατρεπόμενον εἰς ὀρθοαργιλικά καί, συνηθέστερον, μετααργιλικά ἄλατα, π.χ.



Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἀνάγει πολλὰ ὀξειδία βαρέων μετάλλων μὲ ἔκλυ-
σιν θερμότητος πολλάκις μέχρις ἐξαερίωσης, ὡς π.χ.



Αἱ ἰσχυρῶς ἐξώθερμοι ἀναγωγαὶ τοῦ τύπου τούτου ἀποτελοῦν τὴν λεγομένην *ἀργιλλοθερμικὴν μέθοδον* ἐπιτεύξεως ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν (μέθοδος τοῦ Goldschmidt), ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται διὰ τὴν κοπὴν καὶ τὴν συγκόλλησιν τῶν μετάλλων.

Εἰδικῶς χρησιμοποιεῖται ἐν μίγμα ἀπὸ FeO καὶ Al μὲ ὀλίγον Mg καὶ BaO_2 ὡς ἔναυσμα (θερμότης).

27.7 Τὸ Al χρησιμοποιεῖται σήμερον εὐρύτατα ὡς μέταλλον κατασκευῶν, ἀφ' ἑνὸς ἕνεκα τοῦ μικροῦ ἐιδικοῦ βάρους του, ἀφ' ἑτέρου ἕνεκα τοῦ πρακτικῶς ἀνοξειδωτοῦ ὡς ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ τῆς προστατευτικῆς μεμβράνης ἀπὸ Al_2O_3 .

Οὕτω εὐρίσκει ποικίλας ἐφαρμογὰς εἰς οἰκιακά σκεύη, ὄργανα μετρήσεων, περιβλήματα μηχανῶν, σκελετοὺς αὐτοκινήτων, πλοίων, ἀεροπλάνων, προστατευ-
τικά φύλλα κλπ.

Συνήθως χρησιμοποιεῖται ὑπὸ μορφὴν κραμάτων μεγαλυτέρας ἀντοχῆς καὶ σκληρότητος, ὡς εἶναι τὸ ντουραλλομίνιον καὶ τὸ μαγνάλιον.

27.8 Ἐκ τῶν ἰσοτόπων του, μὲ μαζικοὺς ἀριθμοὺς 25, 26, 27, 28 καὶ 29, σταθερὸν εἶναι μόνον τὸ ^{27}Al τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ, πρακτικῶς, τὸ 100% τοῦ συνόλου τῶν ἀτόμων του.

B O P I O N

27.9 Εἰς τὴν κυρίαν δμάδα τῶν γαιῶν (III) περιλαμβάνονται, ἐκτὸς τοῦ Al ὡς πρωτεύοντος συστατικοῦ τοῦ γαιώδους ἐδάφους, καὶ τὰ στοιχεῖα βόριον (B), σκάνδιον (Sc), ὕττριον (Y) καὶ αἱ σπάνιαι γαῖαι (La , Ce , Pr κλπ.).

Τὸ **βόριον** (B) ἀπαντᾷ εἰς τὴν φύσιν ἠνωμένον εἰς μικρὰ ποσὰ (περίπου 0,001%) καὶ κυρίως ὑπὸ μορφὴν βορικοῦ ὀξέος καὶ βορικῶν ἀλάτων.

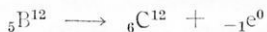
Παρασκευάζεται δι' ἀναγωγῆς, μὲ Mg ἢ ἀλκάλια, τοῦ ὀξειδίου του ἢ τῶν χλωριούχων ἀλάτων του εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν



27.10 Είναι στερεόν εὐθρανστον σῶμα. θρυμματιζόμενον εἰς καστανόχρους κόνιν. Κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ μονοκλινὲς σύστημα καὶ δὲν ἐμφανίζει τὰς τυπικὰς ιδιότητας τῶν μετάλλων, διὰ τὸν λόγον δὲ τοῦτον πολλάκις χαρακτηρίζεται καὶ ὡς **ἀμέταλλον**. Παρουσιάζεται καὶ ὡς ἄμορφον, μὲ πυκνότητα 1,73 gr/cm³, ἐνῶ ὡς κρυσταλλικὸν εἶναι βαρύτερον, μὲ πυκνότητα 2,3 gr/cm³.

Τήκεται εἰς τοὺς 2300°C καὶ ζέει εἰς τοὺς 2550°C.

Ὑπάρχει ὑπὸ μορφήν τριῶν ἰσοτόπων ἐξ ὧν τὸ ${}_5\text{B}^{10}$ ἀποτελεῖ τὰ 18,83% τοῦ ὅλου καὶ τὸ ${}_5\text{B}^{11}$ τὰ 81,17%. Τὸ ἰσότοπον ${}_5\text{B}^{12}$ εἶναι ραδιενεργὸν καὶ μεταστοιχειοῦται ταχύτατα (μὲ $T = 0,025 \text{ sec}$) εἰς ἄνθρακα

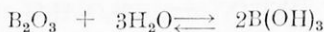
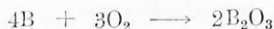


Π Ι Ν Α Ξ XXVII — I
Ι Δ Ι Ο Τ Η Τ Ε Σ Γ Α Ι Ω Ν

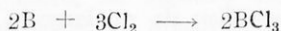
	Βόρειον B	Ἀργίλλιον Al
*Ατομικὸν βάρος (MAM χημικῆς κλίμακος)	10,82	26,98
*Ατομικὸς ἀριθμὸς (Z)	5	13
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ κυριωτέρων ἰσοτόπων	10,11	27
Πυκνότης (gr/cm ³)	2,3 (1,7)	2,7
Σημεῖον τήξεως (°C)	2300	660
Σημεῖον ζέσεως (°C)	2550	2450
Διάμετρος ἀτόμου (εἰς Å)	1,6	2,5

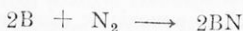
27 11 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* τὸ B εἶναι μέταλλον μὲ ἐντόνους καὶ τὰς ἀμεταλλικὰς ιδιότητάς του.

Οὕτω καίεται πρὸς B_2O_3 τὸ ὁποῖον συμπεριφέρεται καὶ ὡς βασεογόνον καὶ ὡς ὀξεογόνον ὀξειδίου

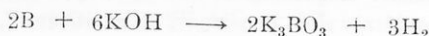


Μὲ ἀλατογόνα, θεῖον καὶ ἄζωτον συμπεριφέρεται ὡς μέταλλον, π.χ.

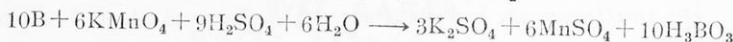




Με καυστικά όμως αλκάλια δίδει γένεσιν εις βορικά άλατα, π.χ.



Με οξειδωτικά μέσα συνήθως συμπεριφέρεται ως άμέταλλον και μετατρέπεται τελικώς εις βορικών δξύ ή βορικά άλατα του τύπου K_3BO_3 ή KBO_2 , ως επί παραδείγματι



27.12 Το βόριον αυτό καθ' εαυτό, ως στοιχείον, δέν χρησιμοποιείται ει μη εις μικρά ποσά εντός κραμάτων. Μεγαλυτέρας σημασίας είναι το βορικών δξύ H_3BO_3 και, εκ των βορικών άλάτων, ο βόραξ $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$.

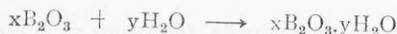
27.13 Το βορικών δξύ H_3BO_3 θεωρείται ως ή σταθερωτέρα μορφή του ένυδατωμένου οξειδίου B_2O_3 και δύναται νά θεωρηθῇ ως ένυδρον οξείδιον κατά την αντίδρασιν



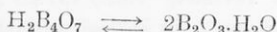
Όπως συμβαίνει και με το πυρίτιον (βλ. § 23.15) ούτω και με το βόριον εύσταθουν περισσότεραι μορφαι δξέων και αντίστοιχων άλάτων συμφώνως προς τας εξισώσεις



ή



Ούτω το συνθέστερον βορικών άλας, ο βόραξ ή τετραβαρικών νάτριον έχει τύπον $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, ως ένυδρον, και $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ως ένυδρον και αντίστοιχεϊ εις το δξύ $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ συμφώνως προς την εξίσωσιν



Ο βόραξ άπαντα ως δορυκτόν άλας και έχει πλείστας εφαρμογάς εις την βιομηχανίαν των σαπώνων, εις την κεραμευτικήν, εις την ύαλουργίαν και την αναλυτικήν χημείαν.

Το βορικών δξύ, χρήσιμον ιδίως εις την ιατρικήν, παρασκευάζεται δι' επι-

δράσεως ισχυρῶν ὀξέων ἐπὶ βόρακος, ὡς π.χ.



Εἶναι ἀσθενὲς ὀξύ καὶ ἀπαντᾷ καὶ ὑπὸ τὴν μεταμορφῆν ὡς HBO_2 .

ΣΤΥΠΤΗΡΙΑ

27.14 Μεταξὺ τῶν ἐνώσεων τῶν γαιῶν, καὶ δὴ τοῦ ἀργιλίου, προτεύουσιν θέσιν κατέχουν αἱ λεγόμεναι *στυπτηρία* αἱ ὁποῖαι εἶναι διπλᾶ θεικὰ ἄλατα ἀργιλίου καὶ ἐνὸς μονοσθενοῦς μετάλλου, κρυσταλλικὰ συμφώνως πρὸς τὸν γενικὸν τύπον



Εἰς τὴν θέσιν τοῦ μονοσθενοῦς μετάλλου δύναται νὰ ὑπάρῃ συνήθως νάτριον, κάλι ἢ ἄμμωνιον, οὗτω δὲ προκύπτει ἡ *στυπτηρία ἀργιλίου διὰ καλίου* $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, ἡ *στυπτηρία ἀργιλίου διὰ νατρίου* $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ κλπ. Αἱ δι' ἄμμωνίου στυπτηρία χαρακτηρίζονται καὶ ὡς ἐναμμόνια ἄλατα, οὗτω π.χ. ἡ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ καλεῖται καὶ *ἐναμμόνιον θεικὸν ἀργιλίου*.

27.15 Ὁ τύπος τῶν στυπτηριῶν γράφεται καὶ ἀπλοποιημένος ὑπὸ τὴν μορφήν $\text{MAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

Κατ' ἐπέκτασιν πρὸς τὰς τοῦ ἀργιλίου χαρακτηρίζονται καὶ ὡς στυπτηρία ἀντίστοιχα ἄλατα ἄλλων τρισθενῶν μετάλλων ὡς χρωμίου, σιδήρου κλπ, ὡς ἐπὶ παραδείγματι ἡ στυπτηρία χρωμίου διὰ νατρίου, τύπου $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$.

27.16 Εἶναι σώματα κρυσταλλικὰ, διαφανῆ, εὐαποσύνθετα καί, κατὰ κανόνα, πολὺ μεγάλης διαλυτότητος ἐντὸς ὕδατος.

Χρησιμοποιοῦνται εἰς τὴν βιομηχανίαν (π.χ. βυρσοδεψίαν, βαφικὴν κλπ) ὡς ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι ἐμποτίζουν ἐνκόλως ὕλικά μὴ προσβαλλόμενα ὑπὸ ἄλλων ἐνώσεων. Ἡ στυπτηρία ἀργιλίου διὰ καλίου, ἡ κοινὴ στύψις, ἔχει καὶ φαρμακευτικὰς ἐφαρμογὰς.

ΑΡΓΙΛΛΟΚΟΝΙΑΜΑΤΑ

27.17 Τὸ ὀξειδίου τοῦ ἀργιλίου Al_2O_3 , ὡς κύριον συστατικόν, παίζει τὸν αὐτὸν ρόλον εἰς τὴν δομικὴν μὲ τὴν ἄσβεστον CaO , σχηματίζει ὅμως κονιάματα πλεονεκτοῦντα καὶ κατὰ τὴν ταχύτητα πήξεως καὶ κατὰ τὴν ἀντοχήν.

Τὰ κονιάματα ταῦτα, κοινῶς *τσιμέντα*, παρασκευάζονται ἀπὸ μίγμα ἀργίλλου καὶ ἄσβεστίνου, τὸ ὁποῖον κονιοποιεῖται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν 1500°C περίπου. Τῇ ἐπιδράσει ὕδατος καὶ παρουσίᾳ πυριτικῶν ὑλικῶν, ὡς ἄμμου, τὸ τσιμέντον στερεοποιεῖται ταχέως μὲ σχηματισμὸν συνθέτων πυριτικῶν ἀλάτων ἀργιλίου καὶ ἄσβεστίνου.

28. ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

28.1 Ἐκτὸς ἀπὸ τὰ ἀλκάλια, τὰς ἀλκαλικὰς γαῖας καί, ἔν τινι μέτρῳ, τὰς γαῖας, τὰ ὑπόλοιπα μέταλλα χαρακτηρίζονται συνήθως ὡς **βαρέα**, ἔνεκα τῆς ὑψηλῆς πυκνότητός των μὲ τιμὴν ἄνω τῶν 5 gr/cm³.

Τὰ μέταλλα ταῦτα ἀνήκουν κατὰ κανόνα εἰς τὰς δευτερευούσας ὁμάδας, ὑποομάδας, τοῦ περιοδικοῦ συστήματος καὶ παρασκευάζονται συνήθως δι' ἀναγωγῆς τῶν ἀντιστοιχῶν ὀξειδίων.

ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ

28.2 Ὁ ψευδάργυρος (Zn), κοινῶς τοῖγκος, εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ὑπὸ μορφήν ἐνώσεων, κυρίως σφαλερίτου ZnS, σμιθσονίτου ZnCO₃, ψευδαργυρίτου ZnO καὶ καλαμίνας ἥτοι πυριτικοῦ ἁλατος τοῦ τύπου 2ZnO.SiO₂.H₂O.

28.3 Ἡ μεταλλουργία τοῦ ψευδαργύρου ἀποβλέπει κυρίως εἰς τὸν **ἐμ-πλουτισμόν** τοῦ ὀρυκτοῦ, συνήθως θειούχου, διὰ τῆς μεθόδου ἐπιπλεύσεως δι' ἄφρου. Τὸ ἐμπλουτισθὲν ὀρυκτὸν ὑποβάλλεται ἀκολούθως εἰς **φρεῦξιν**



καὶ εἰς **ἀναγωγὴν** μὲ ἄνθρακα εἰς θερμοκρασίαν 1200°C περίπου



Ὁ σχηματιζόμενος Zn παραλαμβάνεται ἀπ' εὐθείας δι' ἀποστάξεως ἔνεκα τοῦ χαμηλοῦ σημείου ζέσεώς του (907°C).

Ἡ ἀναγωγή πρέπει νὰ γίνεται παρουσίᾳ μεγάλης περισσεΐας ἄνθρακος πρὸς ἀποφυγὴν σχηματισμοῦ διοξειδίου, ὑπὸ τοῦ ὁποῖου ὁ ψευδάργυρος ὀξειδοῦται πρὸς ἀνθρακικὸν ἅλας

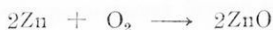


Αἰσθηταὶ ποσότητες ψευδαργύρου παράγονται καὶ δι' ἡλεκτρολύσεως τοῦ θειικοῦ ἁλατος του.

28.4 Ἀπὸ ἀπόψεως **φυσικῶν ιδιοτήτων** ὁ Zn εἶναι μέταλλον ἀργυρό-λευκὸν μὲ ἀπόχρωσιν πρὸς τὸ κυανοῦν. Κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ ἑξαγωνικὸν σύστημα, ἔχει πυκνότητα 7,13 gr/cm³, σημεῖον τήξεως 419,4°C καὶ σημεῖον ζέσεως 907°C.

Ἀπαντᾷ ὑπὸ μορφήν ἔνδεκα διαφόρων ἰσοτόπων, ἀπὸ ³⁰Zn⁶² μέχρι ³⁰Zn⁷², ἐξ αὐτῶν δὲ τὰ μεγαλύτερα ποσοστὰ ἀποτελοῦν τὰ ἰσότοπα μὲ μαζικοὺς ἀριθμοὺς 64 καὶ 66.

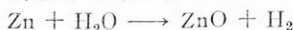
28.5 Ὡς κόνις *καίεται* αὐτομάτως εἰς τὸν ὑγρὸν ἀέρα, ὥς συμπαγὲς δὲ μέταλλον ἀπαιτεῖ θερμοκρασίαν 500°C τοὐλάχιστον



Μὲ ὀξέα ἐλευθερώνει ὑδρογόνον



ὥς καὶ μὲ ὕδατι μὲν εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν



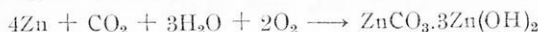
Ἀντιδρᾷ μὲ πυκνὰ καυστικά ἀλκάλια, π.χ.



καὶ εἰς θερμοκρασίαν 500°C καὶ ἄνω ἀνάγει πλεῖστα σταθερὰ ὀξειδία, ὥς π.χ. τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος

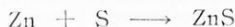


Εἰς τὸν ἀέρα ὑπὸ συνήθεις συνθήκας σχηματίζει *προστατευτικὸν στρώμα* ἐκ βασικοῦ ἀνθρακικοῦ ἁλατος

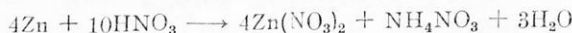
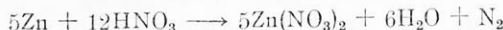


ἀποκτᾷ οὕτω παθητικὴν κατάστασιν καὶ δὲν ὑπόκειται, πρακτικῶς, εἰς περαιτέρω ἀλλοίωσιν.

Ἐνοῦται μὲ θεῖον καὶ ἁλατογόνα, ὥς π.χ.



καὶ προσβάλλεται εὐκόλως ὑπὸ τῶν ὀξειδωτικῶν ὥς π.χ.



28.6 Χρησιμοποιεῖται εἰς μεταλλικὰ κατασκευὰς ἰδίως ὑπὸ μορφὴν κραμάτων, ὥς εἶναι ὁ βροῦτζος (βλ. § 24.10).

Ἐκ τῶν ἐνώσεων τοῦ Zn εἶναι ἀξιοσημείωτον τὸ *λευκὸν τοῦ ψευδαργύρου* ZnO ὥς χρῶμα, τὸ *λιθοπόνιον* ZnS ὥς λευκὸν ἐπίσης χρῶμα καὶ τὸ ἀνθρακικὸν ἄλας.

Τὰ ἅλατα τοῦ Zn καὶ τὰ λευκὰ ὀξειδία του ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ φθορίζουν καὶ οὕτω χρησιμοποιοῦνται διὰ νὰ προσδίδουν λαμπρότητα εἰς διάφορα λευκὰ χρώματα.

Χ Ρ Ω Μ Ι Ο Ν

28.7 Τὸ χρώμιον (Cr) ἀπαντᾷ ἠνωμένον κυρίως ὑπὸ μορφὸν χρωμίτου τοῦ τύπου $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ με πυριτικὰς προσμίξεις.

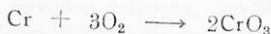
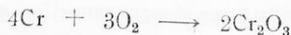
Ἡ **μεταλλουργία** του συνίσταται εἰς τὴν ἀναγωγὴν τοῦ ἐμπλουτισθέντος ὀξειδίου του κατὰ τὴν μέθοδον τοῦ Goldschmidt με ἀργίλλιον



28.8 Ἀπὸ ἀπόψεως **φυσικῶν ιδιοτήτων** τὸ Cr εἶναι μέταλλον σιδηρό-λευκον με χαρακτηριστικὴν λάμψιν. Κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα, ἔχει μεγάλην σκληρότητα, εἶναι βαρύτερον τοῦ ψευδαργύρου ἀλλὰ ἐλαφρότερον ὅλων τῶν ἄλλων βαρέων μετάλλων, πυκνότητος $7,19 \text{ gr/cm}^3$, εἶναι λίαν δύσ-στηκτον με σημεῖον τήξεως 1890°C καὶ ζέσεως 2200°C . Εἶναι τὸ περισσότερον δύσστηκτον ἐκ τῶν κοινῶν μετάλλων.

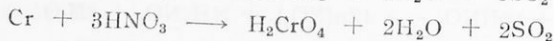
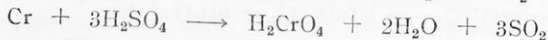
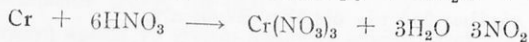
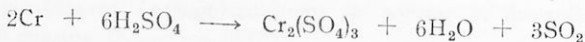
Τοῦ Cr ὑπάρχουν ἐπὶ **ἰσότοπα** ἀπὸ $^{24}\text{Cr}^{49}$ μέχρι $^{24}\text{Cr}^{55}$ με σημαντικώτερον τὸ ἰσότοπον μαζικοῦ ἀριθμοῦ 52.

28.9 Ὡς μέταλλον **ὀξειδοῦται** δυσκόλως εἰς δύο βαθμίδας, πρὸς τρισθε-σθενές καὶ πρὸς ἑξασθενές ὀξείδιον

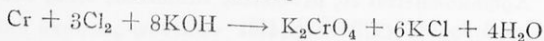
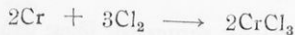


Ἔνεκα ὅμως παθητικῆς καταστάσεως ἡ ὀξειδωσις εἶναι δυσχερὴς καὶ ἐπι-τυγχάνεται μόνον παρουσίᾳ ἰσχυρῶν ὀξειδωτικῶν καὶ διὰ παρατεταμένης ἐπι-δράσεως.

Ὅττω π.χ. με HNO_3 ἢ H_2SO_4 δίδει καὶ ἄλατα χρωμίου καὶ χρωμικὸν ὀξύ, ὡς π.χ.

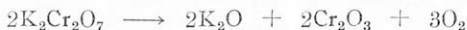


Με ἁλατογόνα ἐπίσης, εἰς ὄξινον μὲν περιβάλλον δίδει ἄλατα τοῦ τρισθε-νοῦς μετάλλου χρωμίου, εἰς βασικὸν δὲ χρωμικὸν ἅλας, ὡς π.χ.



28.10 Τὸ χρώμιον χρησιμοποιεῖται κυρίως διὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ **χρωμοχαλύβος** καὶ τοῦ χάλυβος ταχείας δράσεως, χρησιμοποιεῖται ἐπίσης καὶ ὡς μέταλλον πρὸς ἐπίστρωση (ἐπιχρωμίωσιν) καθόσον δημιουργεῖ ἐπιφάνειαν στιλπνὴν, ἀνοξειδωτον καὶ ἀνθεκτικὴν εἰς τὰς ἐξωτερικὰς ἐπιδράσεις, χημικὰς καὶ μηχανικὰς.

28.11 Ἐκ τῶν ἐνώσεων τοῦ χρωμίου εἶναι σημαντικά τὰ δύο ὀξειδωτικά ἅλατα, *χρωμικὸν* καὶ *διχρωμικὸν κάλι*, K_2CrO_4 καὶ $K_2Cr_2O_7$. Ἀμφότερα δίδουν ὀξυγόνον εἰς ὕξινον περιβάλλον κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



Χρησιμοποιοῦνται εὐρύτατα ὡς ὀξειδωτικά ἰδίως εἰς τὴν ἀναλυτικὴν χημεῖαν. Τὸ διχρωμικὸν ἅλας, ὡς σύνθετον σῶμα τύπου $K_2CrO_4 \cdot CrO_3$ εὐσταθεῖ εἰς ὕξινον περιβάλλον τὸ δὲ χρωμικὸν εἰς βασικόν, συμφώνως πρὸς τὰς ἀντιδράσεις



Ἡ μεταβολὴ εἶναι αἰσθητὴ ὡς ἐκ τῆς μετατροπῆς τοῦ *πορτοκαλλοχρόου* χρωμικοῦ ἁλατος εἰς *κίτρινον* χρωμικὸν καὶ ἀντιστρόφως.

Κ Α Σ Σ Ι Τ Ε Ρ Ο Σ

28.12 Ὁ κασσίτερος (Sn) εἶναι μέταλλον γνωστὸν ἀπὸ τὴν ἀρχαίαν ἥδη ἐποχὴν, ἂν καὶ πολλάκις συνεχέετο μὲ τὸν μόλυβδον. Ἦδη παρ' Ὀμήρου ἀναφέρεται ἡ χρῆσις τοῦ καθαροῦ σχετικῶς μετάλλου διὰ τὴν διακόσμησιν θωράκων, ἀσπίδων κλπ.

... αἱ δὲ βόες χρυσοῖο τετεύχατο κασσιτέρου τε
(Σ. 574)

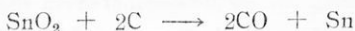
... δώσω οἱ θώρηκα ... χάλκεον ...

ὦ πέρι χεῦμα φαινοῦ κασσιτέροιο

ἀμφιδεδίνηται ...

(Ψ. 560)

Σήμερον παρασκευάζεται ἐκ τοῦ ἐμπλουτισθέντος κασσιτερίτου, ἥτοι SnO_2 , δι' ἀναγωγῆς μὲ ἄνθρακα



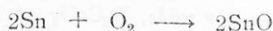
28.13 Ὁ κασσίτερος ἀπαντᾷ ὑπὸ τρεῖς *ἀλλοτροπικὰς μορφάς*. Ὁ *α-κασσίτερος*, ἡ τεφρὸς, κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα καὶ ἔχει πυκνότητα $5,75 \text{ gr/cm}^3$, ὁ *β-κασσίτερος* μὲ ἀργυρόχρουν μεταλλικὴν λάμψιν κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ τετραγωνικὸν σύστημα καὶ ἔχει πυκνότητα $7,30 \text{ gr/cm}^3$ καὶ ὁ *γ-κασσίτερος*, ἡ λευκὸς, κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ ρομβικὸν σύστημα καὶ ἔχει πυκνότητα $6,52 \text{ gr/cm}^3$.

Ἡ συνήθης σταθερὰ μορφή εἶναι ὁ μεταλλικὸς β-κασσίτερος.

Τήκεται εἰς χαμηλὴν σχετικῶς θερμοκρασίαν, $231,9^\circ \text{C}$, καὶ ζέει εἰς τοὺς 2270°C .

28.14 Εἰς τὸν ἀέρα δὲν ὀξειδοῦται, εἰς ὑψηλὴν ὅμως θερμοκρασίαν δίδει

δξειδίων, άσταθές, και τελικώς διοξειδίων



Π Ι Ν Α Ξ XXVIII — 1

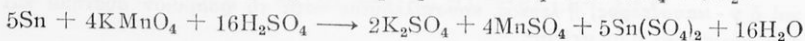
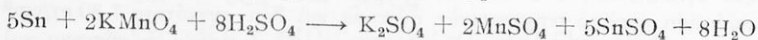
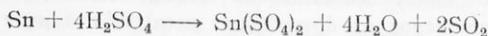
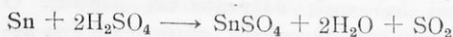
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ Zn, Cr, Sn, Mn

	Ψευδάργυρος Zn	Χρόμιον Cr	Κασσίτερος Sn	Μαγγάνιον Mn
*Ατομικόν βάρος (ΜΑΜ χημικῆς κλίμακος)	65,38	52,01	118,70	54,94
*Ατομικός αριθμός (Z)	30	24	50	25
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ κυριωτέρων ἰσοτόπων	64, 66	52	116, 118, 120	55
<i>Πυκνότης</i> (gr/cm ³)	7,13	7,19	7,30	7,43
Σημεῖον τήξεως (°C)	419,4	1890	231,9	1260
Σημεῖον ζέσεως (°C)	907	2200	2270	1900
Διάμετρος ἀτόμου (Å)	2,50	2,34	2,82	2,33

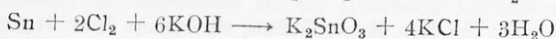
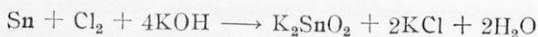
Ὁ *ἀμεταλλικὸς* χαρακτήρ εἶναι αἰσθητὸς εἰς τὸν κασσίτερον, οὗτω δὲ τὰ δξειδιά του εἶναι, ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν, καὶ βασεογόνα καὶ δξειογόνα

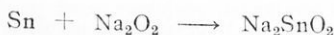


Οὗτω παρουσία δξειδωτικῶν εἰς ὄξινον περιβάλλον ὁ Sn σχηματίζει *ἄλατὰ δισθενοῦς καὶ τετρασθενοῦς μετάλλου* ὡς π.χ.



Παρουσία δξειδωτικῶν εἰς ἀλκαλικὸν περιβάλλον σχηματίζει *κασσιτερώδη καὶ κασσιτερικά ἄλαττα*, ὡς π.χ.



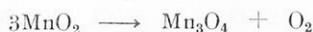


28.15 Ὁ κασσίτερος εἶναι ἀξιοσημείωτος καὶ ἐκ τοῦ μεγάλου πλήθους τῶν ἰσοτόπων του. Εἶναι γνωστὰ ἅνω τῶν 25 ἰσότοπά του, μεταξὺ κυρίως τῶν $^{112}_{50}\text{Sn}$ καὶ $^{126}_{50}\text{Sn}$. Ἐξ αὐτῶν σημαντικά εἶναι τὰ $^{120}_{50}\text{Sn}$ (33,03%), $^{118}_{50}\text{Sn}$ (23,98%) καὶ $^{116}_{50}\text{Sn}$ (14,07%).

28.16 Ὁ κασσίτερος χρησιμοποιεῖται δι' ἐπικασσιτερώσεις καὶ διὰ τὴν κατασκευὴν κραμάτων, μεταξὺ τῶν ὁποίων πρωτεύουσιν θέσιν ἔχει ὁ βροῦτζος (ὁ ὀρείχαλκος τῶν ἀρχαίων).

ΜΑΓΓΑΝΙΟΝ

28.17 Τὸ μαγγάνιον (Mn) ἀπαντᾷ ἠνωμένον κυρίως ὑπὸ μορφὴν πυρολουσίτου (MnO_2). Παρασκευάζεται ἀπὸ τὸ ὀρυκτὸν τοῦτο διὰ χημικοῦ ἐμπλουτισμοῦ του ὅστις ἐπιτυγχάνεται διὰ πυρώσεως



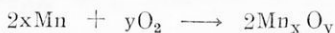
Οὕτω ἢ εἰς Mn περιεκτικότης ἀπὸ 63% (εἰς τὸ MnO_2) ἀνέρχεται εἰς 72% (εἰς τὸ Mn_3O_4). Ἀπὸ τὸ ἐπιτεταρτοξειδίου τοῦτο τὸ Mn ἐξάγεται κατὰ τὴν μέθοδον τοῦ Goldschmidt, ὥς καὶ τὸ Cr, δι' ἀναγωγῆς δηλαδὴ μὲ ἀργίλλιον



28.18 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ιδιοτήτων* τὸ Mn εἶναι μέταλλον μὲ πορῶδη ὑφήν, εὐθραυστον, χρώματος τεφροῦ μὲ ἐλαφρὰν πρὸς τὸ ἰωδέρυθρον ἀπόχρωσιν. Πολὺ ὁμοιάζει πρὸς τὸν ὀξειδωμένον σίδηρον. Κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ κυβικὸν καὶ κατὰ τὸ τετραγωνικὸν σύστημα, ἔχει πυκνότητα 7,43 g/cm³, τήκεται εἰς τοὺς 1260° C καὶ ζέει εἰς τοὺς 1900° C.

Ἀπαντᾷ ὑπὸ μορφὴν πέντε ἰσοτόπων ἐξ ὧν τὸ $^{55}_{25}\text{Mn}$ ἀποτελεῖ τὸ 100% τοῦ συνόλου πρακτικῶς.

28.19 Αἱ *χημικαὶ ιδιότητες* τοῦ Mn εἶναι ἰδιόμορφαι ὥς ἐκ τῆς ὑπάρξεως ποικίλων βαθμῶν ὀξειδώσεως, μὲ ποικίλα σθένη ἀπὸ 2 ἕως 7. Οὕτω εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καίεται κατὰ τὴν ἐξίσωσιν

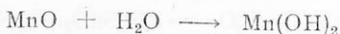


Τὸ συνήθως παραγόμενον ἐπιτεταρτοξειδίου (Mn_3O_4) μὲ $x=3$ καὶ $y=4$ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὥς σύνθετον ὀξειδίου δισθενοῦς καὶ τετρασθενοῦς συμφῶνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν



Ἡ μεταλλικὴ ιδιότης τοῦ μαγγανίου ἐλαττοῦται καὶ ἐξαφανίζεται βαθμιαίως

μὲ αὐξῆσιν τοῦ σθένους του. Οὕτω π.χ. ὡς δισθενὲς εἶναι μέταλλον



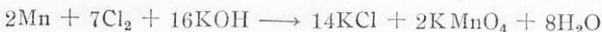
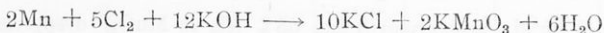
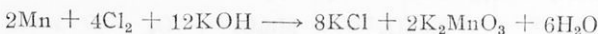
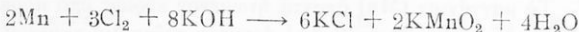
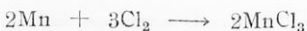
ὡς ἑπτασθενὲς εἶναι ἀμέταλλον



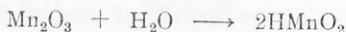
ὡς τρισθενὲς εἶναι καὶ μέταλλον καὶ ἀμέταλλον



Παρουσία ὀξειδωτικῶν δίδει ποικιλίαν προϊόντων ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν. Οὕτω μὲ Cl_2 δίδει προϊόντα μεταλλικοῦ καὶ ἀμεταλλικοῦ μαγγανίου μὲ σθένος ἀπὸ 2 ἕως 7, ὡς ἐπὶ παραδείγματι

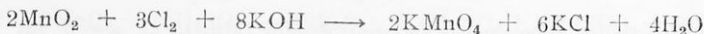


28.20 Τὰ ἀντίστοιχα πρὸς τὰ διάφορα ὀξειδία ὀξέα, ὡς καὶ τὰ ἄλλα αὐτῶν, ἀπαντοῦν ὑπὸ ποικιλίαν ἐνυδατωμένων μορφῶν, ὡς συμβαίνει καὶ μὲ τὸ SiO_2 . Οὕτω π.χ. τὸ δξὺ τὸ ἀντίστοιχον πρὸς τὸ Mn_2O_3 γράφεται ὡς H_3MnO_3 καὶ ὡς HMnO_2 , συμφώνως πρὸς τὰς ἐξισώσεις



Χρησιμοποιεῖται συνήθως διὰ τὴν παρασκευὴν κραμάτων, ὡς μαγγανιοχάλυβος, καὶ ἐνώσεών του.

28.21 Ἐκ τῶν ἐνώσεων τοῦ μαγγανίου εἶναι ἀξιοσημείωτον τὸ *ὑπερμαγγανικὸν κάλι* KMnO_4 , ἔνεκα τῶν ὀξειδωτικῶν ἱκανοτήτων του. Παρασκευάζεται ἀπ' εὐθείας ἀπὸ τὸν πυρολουσίτην δι' ὀξειδώσεως μὲ Cl_2 εἰς ἀλκαλικὸν περιβάλλον



Εἶναι σῶμα κρυσταλλούμενον κατὰ τὸ ρομβικὸν σύστημα, ὑπὸ μορφὴν βελονῶν ἐρυθροῖδους χρώματος. Εἰς τὸ θερμὸν ὕδωρ διαλύεται μέχρι 20% κατὰ βάρος περίπου. Ὡς ὀξειδωτικὸν δίδει ὀξυγόνον καὶ μεταπίπτει εἰς ἐνώσεις δισθενοῦς μαγγανίου



Υπό ειδικὰς ὁμως συνθήκας μεταπίπτει καὶ εἰς ἐνώσεις τρισθενοῦς, τετρασθενοῦς καὶ πεντασθενοῦς μαγγανίου κατὰ τὴν γενικὴν ἐξίσωσιν



ὅπου $x = 2, 3, 4, 5$ ἀκόμη καὶ $x = 6$ καὶ $x = 8/3$.

ΣΙΔΗΡΟΣ

28.22 Ὁ σίδηρος (Fe) εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ὡς τὸ δεύτερον, μετὰ τὸ ἀργίλλιον, μέταλλον καὶ ἀποτελεῖ τὰ 5% περίπου τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς.

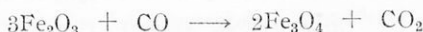
Ὡς μέταλλον ἦτο γνωστὸς ἀπὸ τὴν ἀρχαίαν ἐποχὴν ἂν καὶ εἰς τὴν Ἰλιάδα ἀναφέρεται ἀκόμη ὡς σπάνιον πολύτιμον μέταλλον

... αὐτὰρ ὁ τοξευτῆσι τίθει ἰόεντα σίδηρον
(Ψ. 850)

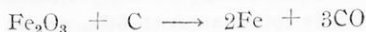
Εὐρίσκεται πάντοτε ἠνωμένος ὡς αἱματίτης Fe_2O_3 , λειμονίτης $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, μαγνητίτης Fe_3O_4 , σιδηροσπυρίτης FeS_2 κλπ.

28.23 Ἡ μεταλλουργία τοῦ σιδήρου συνίσταται εἰς τὴν παρασκευὴν τοῦ *χυτοσιδήρου* καὶ εἰς τὴν ἐν συνεχείᾳ μετατροπὴν του εἰς *μαλακὸν* σίδηρον καὶ εἰς *χάλυβα*.

Ὁ χυτοσίδηρος παρασκευάζεται ἐντὸς ὑψικαμίνου δι' ἀναγωγῆς τῶν σιδηρούχων ὀρυκτῶν (Fe_2O_3) ὑπὸ ἀνθρακος. Τὸ ὀρυκτὸν τίθεται εἰς ἐναλλασσόμενα στρώματα μετ' ἀνθρακα καί, εἰς θερμοκρασίας μεταξὺ 400°C καὶ 1300°C , παράγεται ὁ σίδηρος ὡς τῆγμα ἔνεκα πολλαπλῶν ὀξειδοαναγωγῶν ὡς π.χ.



Αἱ ἐπὶ μέρους δράσεις δύνανται ὅλαι ν' ἀναχθῶν εἰς τὴν ἀπλὴν μορφήν



Εἰς τὸ σύστημα προστίθενται καὶ *συλλιπάσματα* ἥτοι βασικὰ ὕλικά μετ' ὅποια ἀπομακρύνονται αἱ πυριτικά ἐνώσεις ὡς πυριτικά ἐπιπλέονται ἄλατα (ὑπὸ μορφὴν *σκαωγίας*).

Ὁ χυτοσίδηρος περιέχει αἰσθητὴν ποσότητα ἀνθρακος (2-4,5%), πυριτίου (0,7-3%), θείου καὶ φωσφόρου. Αἱ προσμίξεις αὗται τὸν καθιστοῦν εὐθραστον.

Δι' ὀξειδώσεως μὲ ρεύμα ἀέρος ἐντὸς εἰδικῶν συσκευῶν, ὡς ἡ τοῦ Bessemer, καίεται μέγα μέρος τοῦ ἀνθρακος καὶ παράγεται ὁ **μαλακὸς σίδηρος** μὲ ἀνθρακα εἰς περιεκτικότητα 1,5% περίπου καὶ μὲ μεγαλύτεραν ἀνθεκτικότητα καὶ ἐλατότητα.

Ὁ **χάλυψ** θεωρεῖται ὡς ἐκ συγκρυσταλλώσεως κράμα μαλακοῦ σιδήρου μὲ ἀνθρακα κυρίως, ἀλλὰ ἀκόμη καὶ μὲ πυρίτιον, βολφράμιον, μαγγάνιον κλπ.

Οὕτω ἡ διαφορὰ μεταξὺ χάλυβος ἀπ' ἐνὸς καὶ μαλακοῦ σιδήρου ἢ χυτοσιδήρου ἀπ' ἐτέρου δὲν ἔγκειται τόσον εἰς τὴν περιεκτικότητα εἰς ἀνθρακα, ὅσον εἰς τὴν κρυσταλλικὴν μορφήν τοῦ κράματος.

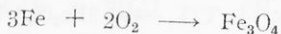
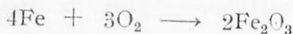
Ὁ κοινὸς χάλυψ, μεγάλης ἀντοχῆς καὶ ἐλατότητος, παρασκευάζεται συνήθως ἐντὸς φλογοβόλων καμίνων ὅπου τήκεται ὁ χυτοσίδηρος, ἐλευθεροῦται μέρος τοῦ ἀνθρακος διὰ καύσεως καὶ συγκρυσταλλοῦται μὲ τὸ ὑπόλοιπον διὰ βαθμιαίας πτώσεως τῆς θερμοκρασίας.

Ποικίλοι μέθοδοι ἐφαρμόζονται πρὸς τοῦτο ὡς αἱ τοῦ Bessemer, τῶν Siemens καὶ Martin.

28.24 Ὁ μεταλλικὸς σίδηρος, καθαρὸς, ἀπαντᾷ ὑπὸ τέσσαρας **ἄλλοτροπικὰς μορφάς**. Ὡς α-σίδηρος ἀποτελεῖ τεφροόλεον μεταλλὸν τοῦ κυβικοῦ συστήματος, ὡς β-σίδηρος δὲν διαφέρει κατὰ τὴν κρυσταλλικὴν ἀλλὰ μᾶλλον κατὰ τὴν ἠλεκτρονικὴν δομὴν καὶ παρουσιάζει μικρὰν μαγνητικὴν διαπερατότητα. Ὁ γ-σίδηρος καὶ ὁ δ-σίδηρος διαφέρουν τῶν λοιπῶν μορφῶν κυρίως εἰς τὰς μαγνητικὰς ιδιότητάς των.

Ὡς καθαρὸς ἔχει πυκνότητα 7,87 g/cm³, τήκεται εἰς τοὺς 1535°C καὶ ζεεῖ εἰς τοὺς 3000°C.

28.25 Εἰς τὸν ἀέρα **ὀξειδοῦται** πρὸς μίγμα ὀξειδίων



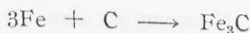
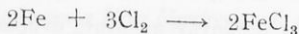
Μὲ ἀραιά, μὴ ὀξειδωτικὰ ὀξέα, ἐλευθερώνει ὕδρογόνον



καὶ μετατρέπεται εἰς ἐνώσεις δισθενοῦς (ὑποσιδήρου) ἕνεκα τοῦ ἀναγωγικοῦ περιβάλλοντος. Μὲ ὕδατμούς, ἐν ἐρυθροπυρώσει, δίδει κυρίως ἐπιτεταρτοξείδιον



Ἐνοῦται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν μὲ πλείστα μέταλλα καὶ ἀμέταλλα ὡς π.χ.

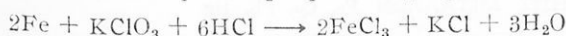
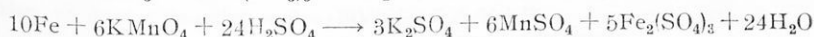
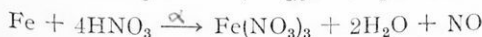
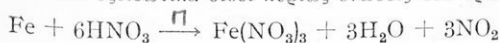




Ειδικῶς μὲ CO δίδει σιδηροκαρβονύλιον καὶ μὲ NH_3 ἀζίδιον



Μὲ ὀξειδωτικά δίδει κυρίως ἐνώσεις τοῦ τρισηθενοῦς μετάλλου, ὡς π.χ.



28.26 Ὁ σίδηρος ἀνήκει εἰς τὴν ὁμάδα τῶν πλευίδων τοῦ περιοδικοῦ συστήματος Ἀπαντᾷ ὑπὸ μορφὴν δέκα ἰσοτόπων ἐξ ὧν κυριώτερα εἶναι τὰ ^{56}Fe (εἰς ποσοστὸν 91,64 %), ^{54}Fe (5,81 %), ^{57}Fe (2,21 %) καὶ ^{58}Fe (0,34 %).

28.27 Ἡ χρῆσις τοῦ σιδήρου εἶναι εὐρυτάτη ὡς μέταλλον κατασκευῶν. Χρησιμοποιεῖται καὶ ὡς χυτοσίδηρος, δι' εὐτελῆ ἀντικείμενα, καὶ ὡς μαλακὸς σίδηρος καὶ χάλυψ. Ἰδιαίτεραν σημασίαν ἔχουν οἱ μεγάλης ἀντοχῆς εἰδικοὶ χάλυβες, ὡς εἶναι ὁ τιτανιοχάλυψ, ὁ μαγγανιοχάλυψ κλπ.

Ὁ μαλακὸς σίδηρος χρησιμοποιεῖται, ἔνεκα τῆς μεγάλης μαγνητικῆς διαπερατότητός του, εἰς τὴν κατασκευὴν ὀπλισμῶν καὶ πυρήνων ἡλεκτρομαγνητῶν.

Χ Α Λ Κ Ο Σ

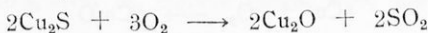
28.28 Ὁ χαλκὸς (Cu) εἶναι τὸ ἀρχαιότερον γνωστὸν κοινὸν μέταλλον. Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ μετάλλου τούτου ἀπὸ τὴν ἀρχαιολογικὴν ἤδη ἐποχὴν ὀφείλεται ἀφ' ἐνὸς εἰς τὸ γεγονός ὅτι ὁ Cu ἀπαντᾷ καὶ ὡς ἐλεύθερος, αὐτοφυῆς, ἀφ' ἑτέρου εἰς τὸ εὐχολον τῆς ἀναγωγῆς τῶν ὀξειδίων του. Ἡ τυχαία συνθέρεμασις λίθων μὲ ἀνθρακα, εἰς τὴν πρωτόγονον πυράν, ἔδωσε γένεσιν εἰς τὸ καθαρὸν μέταλλον.

Υπὸ μορφὴν ἐνώσεων ἀπαντᾷ ὡς χαλκάνθη $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, ὡς κυπρίτης Cu_2O , ὡς χαλκοσίνης Cu_2S κλπ.

28.29 Ἡ *μεταλλουργία* τοῦ χαλκοῦ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ ὀρυκτοῦ καὶ τὴν εἰς χαλκὸν περιεκτικότητά του.

Εἰς ὀρυκτὰ θειούχα ἐφαρμόζεται ἡ *δια ξηρᾶς ὁδοῦ* μέθοδος κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ ὀρυκτόν, ἀφοῦ ἐμπλουτισθῇ διὰ τῆς δι' ἀφοῦ μεθόδου, ὑποβάλλεται εἰς φρῦξιν καὶ ἐν συνεχείᾳ εἰς ἀναγωγὴν.

Κατὰ τὴν ἀρχικὴν μερικὴν φρῦξιν τὰ σχηματιζόμενα ὀξείδια ἀνάγονται ὑπὸ αὐτῶν τούτων τῶν θειούχων ἐνώσεων των, ὡς π.χ.





Ἡ *δι' ὕγρας ὁδοῦ* μέθοδος, ἐφαρμοζομένη εἰς ὀρυκτὰ πτωχὰ εἰς χαλκόν, ἔγκειται εἰς τὴν καταβύθισιν τοῦ Cu ἐκ διαλυμάτων ἀλάτων του παρουσία σιδήρου, ὡς κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Καθαρὸς χαλκὸς παράγεται *δι' ἠλεκτρολυτικῆς ὁδοῦ* ἀπὸ διαλύματα θεικῶν ἢ χλωριούχων ἀλάτων, ὡς π.χ.



P I N A E XXVIII — 2
ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ Fe, Cu, Pb, Hg

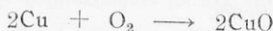
	Σίδηρος Fe	Χαλκός Cu	Μόλυβδος Pb	Υδρογό- γυρος Hg
Ἀτομικὸν βάρους (ΜΑΜ χημικῆς κλίμακος)	55,85	63,54	207,21	200,61
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς (Z)	26	29	82	80
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ κυριωτέρων ἰσοτόπων	54, 56, 57, 58	63, 65	206, 207, 208	199, 200, 201, 202
Πυκνότης (gr/cm ³)	7,87	8,96	11,34	13,56
Σημεῖον τήξεως (°C)	1535	1083	327	—39
Σημεῖον ζέσεως (°C)	3000	2310	1613	357
Διάμετρος ἀτόμου (Å)	2,32	2,34	3,08	2,20

28.30 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ιδιοτήτων* ὁ Cu εἶναι μέταλλον καστανέρον, μὲ χαρακτηριστικὴν λάμψιν, λίαν ὀλκιμον καὶ ἑλατόν. Κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα, ἔχει πυκνότητα 8,96 gr/cm³, τήκεται εἰς τοὺς 1083° C καὶ ζέει εἰς τοὺς 2310° C.

Ἀπαντᾷ ὑπὸ μορφῇν ἔνδεκα διαφόρων ἰσοτόπων ἐκ τῶν ὁποίων σημαντικὰ εἶναι τὰ ²⁹Cu⁶³ (εἰς ποσοστὸν 69,09%) καὶ ²⁹Cu⁶⁵ (30,91%).

Ὅλα τὰ λοιπὰ ἰσότοπα μὲ μαζικοὺς ἀριθμοὺς ἀπὸ 58 μέχρι 67 εἶναι ραδιενεργά.

28.31 Εἰς τοὺς 300° C ὀξειδοῦται εἰς τὸν ἀέρα πρὸς ὀξείδιον



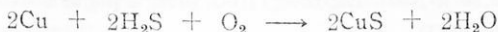
ἐνῶ εἰς τοὺς 1000° C ὀξειδοῦται πρὸς ὀξείδιον τοῦ ὑποχαλκοῦ



Λαϊλύεται ἐντὸς ἀραιοῦ HCl καὶ H_2SO_4 μόνον παρουσία ἀέρος καὶ μάλιστα εἰς ρεῖμα ἀέρος



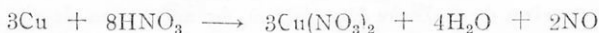
Ἡ ἀμαύρωσις χαλκίνων ἀντικειμένων ὑπὸ ὑδροθεινῶν ὑδάτων ὀφείλεται ὡσαύτως εἰς τὴν παρουσίαν τοῦ ἀέρος



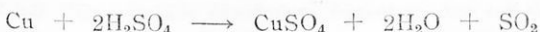
Εἰς τὸν ἀέρα ὀξειδοῦνται βραδῶς, παρουσία CO_2 , πρὸς βασικὸν ἀνθρακικὸν ἄλας, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ *προστατευτικὸν στρώμα* διὰ περαιτέρω ἀλλοιώσεις



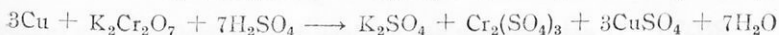
Ὑπὸ ὀξειδωτικῶν ὀξέων διελύεται, ὡς π.χ. με ἀραιὸν καὶ πυκνὸν νιτρικὸν ὀξύ



ἐντὸς πυκνοῦ θερμοῦ H_2SO_4 διελύεται πρὸς θειικὸν ἄλας



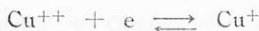
Με ὑπερμαγγανικά καὶ διχρωμικά ἄλατα ἀντιδρᾷ εἰς ὀξινὸν περιβάλλον, ὡς π.χ.



Με ἁλατογόνα δίδει ἀπ' εὐθείας ἄλατα ὡς π.χ.



28.32 Γενικῶς εἰς ὀξειδωτικὸν περιβάλλον ὁ Cu εὐσταθεῖ ὑπὸ μορφὴν διασθενοῦς μετάλλου (χαλκοῦ) εἰς δὲ ἀναγωγικὸν ὑπὸ μορφὴν μονοσθενοῦς μετάλλου (ὑποχαλκοῦ) κατὰ τὸ σχῆμα



Ὁ χαλκὸς χρησιμοποιεῖται, ὡς μαλακὸν μέταλλον, κυρίως ὑπὸ μορφὴν κραμάτων ἐκ τῶν ὁποίων τὰ κυριώτερα εἶναι ὁ βροῦτζος καὶ ὁ ὀρείχαλκος.

Ὁ *βροῦτζος* περιέχει κυρίως, ἐκτὸς τοῦ χαλκοῦ, καὶ κασσίτερον εἰς ἀναλογίας μεταξὺ 15 καὶ 20%, εἶναι δὲ περίπου ὁμοῖος πρὸς τὸν ὀρείχαλκον τῶν ὀρχαίων.

Ὁ *δρεΐχαλκος* περιέχει, ἀντὶ κασσιτέρου, ψευδάργυρον εἰς ἀναλογίας με-
ταξὺ 10 καὶ 40%. Ἀνὲν ἦτο γνωστὸς εἰς τοὺς ἀρχαίους.

28.33 Ἐκ τῶν ἐνώσεων τοῦ χαλκοῦ σημαντικώτερα εἶναι ἡ *γαλαξόπε-
τρα*, ἥτοι $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Παρασκευάζεται διὰ διαλύσεως χαλκοῦ ἐντὸς H_2SO_4
παρουσία ἀέρος.

Εἶναι ἄλας κρυσταλλικόν, τοῦ τρικλινεῦς συστήματος, ἐντόνου κυανοῦ χρο-
ματος, πυκνότητος 2,28 gr/cm³. Εἰς τοὺς 110°C χάνει 4 μόρια ὕδατος καὶ μετα-
τρέπεται εἰς πράσινην κόνιν



εἰς δὲ τοὺς 150°C ἀφυδατοῦται πλήρως πρὸς λευκὴν κόνιν.

Ἄξισημείωτος εἶναι ἡ ἀντίδρασις του μετὰ ἀμμωνίαν, ὁπότε σχηματίζεται
εὐδιάλυτος σύμπλοκος ἔνωσης ἐντόνως κυανῇ



Χρησιμοποιεῖται ὡς διαλυτὸν ἄλας χαλκοῦ, ὡς πρόστυμμα εἰς τὴν βαφικὴν,
ὡς γεωργικὸν φάρμακον καὶ ὡς πρώτη ὕλη παρασκευῆς ἄλλων ἐνώσεων τοῦ
χαλκοῦ.

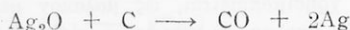
ΑΡΓΥΡΟΣ

28.34 Ὁ ἄργυρος (Ag) εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν καὶ ὡς αὐτοφύης καὶ
ὡς ἠνωμένος, ἰδίως ὑπὸ μορφὴν Ag_2S . Ἀποτελεῖ συνολικῶς τὸ 0,00001% τοῦ
στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς.

28.35 Ἡ *μεταλλουργία τοῦ ἀργύρου* ἔγκειται κυρίως εἰς τὸν ἐμπλουτι-
σμὸν τῶν μεταλλευμάτων καὶ εἰς τὴν τεχνικὴν τοῦ διαχωρισμοῦ τοῦ Ag ἀπὸ τὰ
ἄλλα μέταλλα.

Διὰ τῆς *μεθόδου τῆς κυπελλώσεως* ὁ ἄργυρος παρασκευάζεται ἀπὸ τὸν
 Ag_2S τὸν περιεχόμενον ἐντὸς τῶν ὀρυκτῶν τοῦ μολύβδου (ὡς PbS) εἰς μικρὰς
ἀναλογίας, ὡς π.χ. κάτω τοῦ 1%.

Τὸ μετάλλευμα, ἀφοῦ λειοτριβῇ, ἐμπλουτίζεται ἔνεκα διαφορῶν πυκνότητος
δι' ἐπιπλέσεως μετὰ ἀφρόν καὶ ἐν συνεχείᾳ ὑποβάλλεται εἰς φρῦξιν καὶ ἀναγωγὴν,
ὁπότε προκύπτει κοῤῃμα μολύβδου μετὰ ὀλίγον ἄργυρον

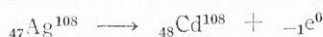
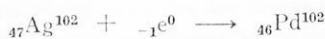


Τὸ κοῤῃμα ὑποβάλλεται ἐν συνεχείᾳ εἰς φρῦξιν διὰ ρεύματος ἀέρος, ὁπότε ὁ
μόλυβδος ὀξειδοῦται πρὸς λιθάργυρον (PbO), ὁ δὲ ἄργυρος παραμένει ὡς τῆγμα
καὶ ἐπιπλέει. Ἐνεκα τῆς μεγάλης εἰς μόλυβδον περιεκτικότητος ὑποβάλλεται εἰς

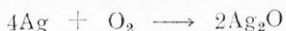
περαιτέρω καθαρισμόν. Παρασκευάζεται καὶ δι' *ὕργαs ὁδοῦ* κατὰ μέθοδον παρεμφερόῃ πρὸς τὴν τοῦ χρυσοῦ (βλ. § 28.49).

28.36 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ιδιοτήτων* ὁ ἄργυρος εἶναι μέταλλον, ὀλκιμον, ἐλατόν, στιλπνὸν καὶ χαρακτηριστικῆς λάμψεως. Κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα, ἔχει πυκνότητα $10,49 \text{ gr/cm}^3$, τήγεται εἰς τοὺς 960°C καὶ ζεεὶ εἰς τοὺς 1950°C . Εἶναι ἄριστος ἄγωγὸς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ (καλύτερος καὶ ἀπὸ τὸν χαλκὸν) με̐ εἰδικὴν ἀντίστασιν μόλις $\rho=1,63 \text{ }\mu\Omega\text{cm}$, εἶναι ἐπίσης ἄριστος ἄγωγὸς τῆς θερμότητος.

28.37 Τοῦ Ag ὑπάρχουν ἄνω τῶν 16 διάφορα *ισότοπα*, κυρίως ἀπὸ $^{47}\text{Ag}^{102}$ μέχρι $^{47}\text{Ag}^{113}$. Ἐξ αὐτῶν εἶναι σταθερὸς ὁ ἄργυρος — 107 (εἰς ἀνάλογίαν 51,35%) καὶ ὁ ἄργυρος—109 (46,65%). Τὰ ἐλαφρὰ ἰσότοπα ἀποσυντίθενται διὰ K-συλλήψεως ἢ ἀποβολῆς ποζιτρονίων τὰ δὲ βαρύτερα δι' ἀποβολῆς σωματιδίων βῆτα, π.χ.



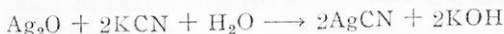
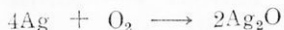
28.38 Ὡς μέταλλον *ὀξειδοῦται* δυσκόλως, ὑπὸ τοῦ ἀέρος δὲ δὲν προσβάλλεται. Παρουσία ὅμως ὕδροθειοῦ ἢ κυανιούχων ἀλάτων, ἔν τινι μέτρῳ ὥς καταλυτῶν, ὀξειδοῦται ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ὀξυγόνου. Ἡ ὑπὸ τοῦ H_2S ἀμαύρωσις του ἀποδίδεται, συμβατικῶς, διὰ τῶν ἐξισώσεων



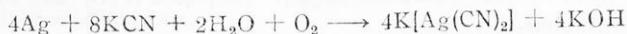
ἥτοι, δι' ἀπλοποιήσεως



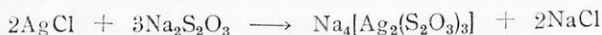
Ὁμοίως ἢ ὑπὸ τοῦ KCN προσβολῇ του ἀποδίδεται ὑπὸ τῶν ἐξισώσεων



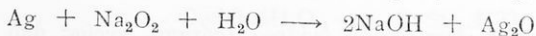
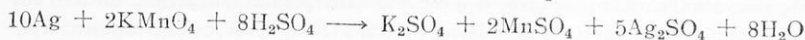
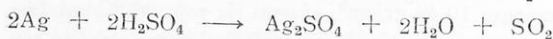
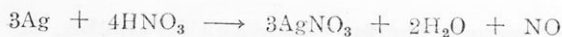
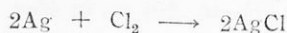
ἥτοι, δι' ἀπλοποιήσεως



Κατὰ κανόνα αἱ ἐνώσεις τοῦ ἀργύρου τείνουν νὰ σχηματίσουν συμπλόκους ἐνώσεις ὥς π.χ.



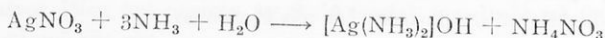
Ἀπὸ τὰ ὀξειδωτικά προσβάλλεται ὡς π.χ.



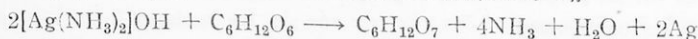
Ὡς καθαρὸς ἄργυρος (τῶν 1000) χρησιμοποιεῖται εἰς ὥρισμένας περιπτώσεις κοσμηματοποιίας (φιλιγκράνα), συνήθως ὅμως χρησιμοποιεῖται ὑπὸ μορφὴν κραμάτων εἰς τὴν κοσμηματοποιάν, τὴν νομισματοποιάν, τὴν κατασκευὴν χειρουργικῶν ἐργαλείων κλπ.

28.39 Ἰδιαιτέραν σημασίαν ἔχουν ὥρισμένοι ἐνώσεις τοῦ ἀργύρου. Ἐξ αὐτῶν ὁ *νιτρώδης ἄργυρος* AgNO_3 ἀποτελεῖ τὸ σπουδαιότερον διαλυτὸν ἄλας τοῦ ἀργύρου, τὸ ὁποῖον παρασκευάζεται διὰ διαλύσεως μεταλλικοῦ ἀργύρου ἐντὸς νιτρικοῦ ὀξέος.

Προκαλεῖ ἐγκαύματα, διὰ τοῦτο δὲ ἐχρησιμοποιεῖτο παλαιότερον πολὺ εἰς τὴν λατρικὴν. Διὰ διαλύσεώς του ἐντὸς ἀμμωνίας σχηματίζει σύμπλοκον εὐδιάλυτον ἔνωσησιν κατὰ τὴν ἀντίδρασιν



Τὸ ἐναμμώνιον τοῦτο ἄλας τοῦ ἀργύρου ἀνάγεται ὑπὸ ὀργανικῶν ἐνώσεων, ἰδίως σακχάρων, πρὸς *μεταλλικὸν κάτοπτρον* ἀργύρου ὡς π.χ.



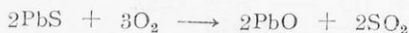
εἰς τὴν ἀντίδρασιν δὲ ταύτην στηρίζεται καὶ ἡ *κατασκευὴ τῶν κατόπτρων* καὶ ἡ *ἀνίχνευσις τῶν σακχάρων* (ἀντίδρασις Ζέγγελη).

Μ Ο Λ Υ Β Δ Ο Σ

28.40 Ὁ μόλυβδος (Pb) ἦτο μέταλλον γνωστὸν εἰς τοὺς ἀρχαίους, ἂν καὶ πολλὰκις συνεχέετο μὲ τὸν κασσίτερον, τὸ ἀντιμόνιον καὶ τὰ κράματά των.

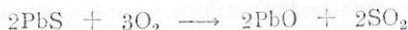
Ἀπαντᾷ ἡνωμένος κυρίως ὑπὸ μορφὴν γαληνήτου (PbS) ἀπὸ τὸν ὁποῖον καὶ παρασκευάζεται.

Εἰς ὄρυκτὰ περιέχοντα καὶ ἄργυρον (βλ. § 28.35) ἐφαρμόζεται ἡ *φρεΰξις* καὶ ἡ *δι' ἀνθρακος ἀναγωγή*, μὲ τὸν ἄργυρον ὡς παραπροϊόν



Εἰς ὄρυκτὰ ὅμως μὴ περιέχοντα ἄργυρον προτιμᾶται *φρεΰξις* καὶ *ἀναγωγή*

δι' αὐτοῦ τούτου τοῦ μεταλλεύματος, ἦτοι μερικὴ φρῶξις, συμφώνως πρὸς τὰς ἀντιδράσεις



28.41 Εἶναι λίαν μαλακὸν μέταλλον, τεφροῦ χρώματος, κρυσταλλούμενον κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα, *μεγάλῃς πυκνότητος* καὶ δὴ 11,34 gr/cm³. Τήκεται εἰς τοὺς 327,43°C καὶ ζέει εἰς τοὺς 1613°C.

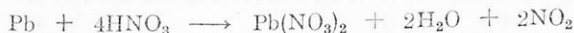
Ἀπαντᾷ ὑπὸ μορφὴν 15 ἰσοτόπων μεταξὺ ⁸²Pb¹⁹⁹ μέχρι ⁸²Pb²¹⁴. Ἐξ αὐτῶν σταθερὰ εἶναι τὰ ἰσότοπα μὲ μαζικοὺς ἀριθμοὺς 204 (1,5%), 206 (23,6%), 207 (22,6%) καὶ 208 (52,3%). Τὰ περισσότερα ραδιενεργὰ ἰσότοπά του εἶναι *μέλη τῶν ραδιενεργῶν οἰκογενειῶν*, τὰ δὲ σταθερὰ μὲ μαζικοὺς ἀριθμοὺς 206, 207 καὶ 208 εἶναι ἀντιστοίχως *τελικά προϊόντα* τῶν οἰκογενειῶν οὐρανίου, ἀκτινίου καὶ θορίου. Πρέπει νὰ σημειωθῇ ὅτι ὅσα ἰσότοπα ἔχουν μαζικοὺς ἀριθμοὺς $A = 4x + 2$ ἀνήκουν εἰς τὴν οἰκογένειαν τοῦ οὐρανίου, ὅσα $A = 4x + 3$ εἰς τὴν τοῦ ἀκτινίου, ὅσα $A = 4x$ εἰς τὴν τοῦ θορίου καὶ τέλος ὅσα $A = 4x + 1$ εἰς τὴν τοῦ νεπτουνίου.

Λιὰ τῆς μελέτης τῆς *ἰσοτοπικῆς συνθέσεως* τοῦ μολύβδου προσδιορίζεται σήμερον ἡ προέλευσις καὶ ἡ ἡλικία τῶν διαφόρων ὄρυκτων καὶ πετρωμάτων.

28.42 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* ὁ Pb δὲν προσβάλλεται πρακτικῶς ἀπὸ τὸν ἀέρα ὥς ἐκ τοῦ σχηματιζομένου *προστατευτικοῦ στρώματος* βασικοῦ ἀνθρακικοῦ ἁλατος, συμφώνως πρὸς τὴν ἀντίδρασιν



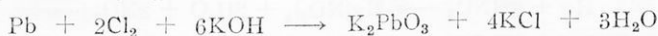
Ὑπὸ τῶν ὀξειδωτικῶν προσβάλλεται συνήθως πρὸς ἐνώσεις *δισθενοῦς μεταλλοῦ* μολύβδου, π.χ.



Εἰς ἀλκαλικὸν ὁμῶς περιβάλλον δίδει ἐνώσεις *δισθενοῦς ἀμετάλλου* μολύβδου, δηλαδὴ μολυβδῶδη ἅλατα, π.χ.



εἰς ἔντονον δὲ δρᾶσιν δίδει καὶ ἐνώσεις *τετρασθενοῦς ἀμετάλλου* μολύβδου, ἦτοι μολυβδικὰ ἅλατα, π.χ.



Ὅπως καὶ ὁ κασσίτερος, οὕτω καὶ ὁ μολύβδος σχηματίζει ἐνώσεις μὲ σθένος + 2, -2 καὶ -4.

28.43 Χρησιμοποιεῖται ὥς μέταλλον ἰδίως ὑπὸ μορφὴν κραμάτων (βλ. § 24.10) διὰ τὴν κατασκευὴν πλακῶν συσσωρευτῶν, τυπογραφικῶν στοιχείων,

σωλήνων, περιβλημάτων, συγκολλητικών υλικών κλπ. Έκ των ενώσεών του χρησιμοποιούνται το κίτρινον και το ξυθρόν οξειδίων του (PbO), το *μίνιον* Pb₃O₄ (ως σύνθετον οξείδιον PbO₂·2PbO) ως προστατευτικόν υλικόν εναντίον των οξειδώσεων των μετάλλων, το *λευκόν του μολύβδου* ήτοι Pb(OH)₂·2PbCO₃ ως λευκόν χρώμα λίαν δηλητηριώδες. Τα μειονεκτήματα του λευκού του μολύβδου δὲν ὑπάρχουν εἰς τὸ λευκόν του τιτανίου (βλ. § 23.22) τὸ ὁποῖον προτιμᾶται ἂν καὶ ἀκριβότερον.

Υ Δ Ρ Α Ρ Γ Υ Ρ Ο Σ

28.44 Ὁ ὑδράργυρος (Hg) εὑρίσκεται εἰς ἔζη καὶ ὡς ἐλεύθερον στοιχεῖον ὑπὸ μορφὴν σταγονιδίων ἐντὸς πετρωμάτων. Κυρίως ἀπαντᾷ ἠνωμένος ὡς *κιννάβαρι* ήτοι HgS.

Ὡς μέταλλον ἦτο γνωστὸς ἀπὸ τὴν ἀρχαίαν ἐποχὴν, ἐθεωρεῖτο ὡς πρωταρχικὸν στοιχεῖον καὶ ὡς αἷτιον τῆς δράσεως.

28.45 Παρασκευάζεται δι' ἀπ' εὐθείας φρύξεως τοῦ HgS, ἄνευ ἀναγωγῆς, καθόσον τὸ Hg₂O ὡς ἀσταθὲς ἀποσυντίθεται κατὰ τὴν φρῦξιν



Καθαρίζεται εὐκόλως δι' ἀποστάξεων ἕνεκα τῆς πτητικότητός του.

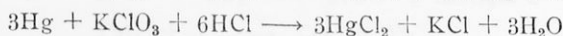
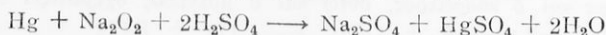
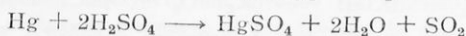
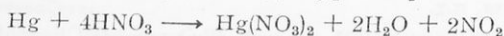
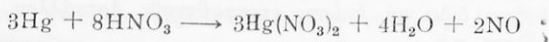
Εἶναι τὸ μόνον ὑπὸ συνήθεις συνθήκας *ξηρὸν μέταλλον*, μεταλλικῆς λάμψεως καὶ πολὺν μεγάλῃς ἐπιφανειακῆς τάσεως διὰ τοῦτο δὲ διασπείρεται ὑπὸ μορφὴν σταγονιδίων. Ἔχει συντελεστὴν ἐπιφανειακῆς τάσεως 485 dynes/cm, ἐνῶ τὸ ὕδωρ ἔχει συντελεστὴν μόλις 73 dynes/cm.

Ἔχει πυκνότητα 13,56 gr/cm³, πηγνυται εἰς τοὺς -38,89⁰C πρὸς στερεὸν κρυσταλλοῦμενον κατὰ τὸ ἑξαγωνικὸν σύστημα καὶ ζέει εἰς τοὺς 356,9⁰C.

Τοῦ Hg ὑπάρχουν ἄνω τῶν 15 ἰσότοπα κυρίως ἀπὸ ⁸⁰Hg¹⁹⁴ μέχρι ⁸⁰Hg²⁰⁵. Ἐξ αὐτῶν τὰ **7 εἶναι σταθερὰ** μὲ μαζικοὺς ἀριθμοὺς 196 (0,15%), 198 (10,1%), 199 (17%), 200 (23,3%), 201 (13,2%), 202 (29,6%) καὶ 204 (6,7%).

28.46 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* εἶναι μέταλλον μᾶλλον δυσοξείδωτον.

Προσβάλλεται ἀπὸ τὰ οξειδωτικὰ μέσα πρὸς ἐνώσεις τοῦ δισθενοῦς Hg, π.χ.



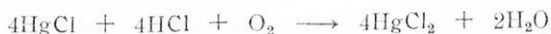
28.47 Ὁ ὑδράργυρος χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα εἰς τὰ θερμομέτρα, τὰ

βαρόμετρα, τὰ μανόμετρα ὑψηλῶν πιέσεων καὶ ἄλλα παρεμφερῆ ὄργανα. Προτιμᾶται τῶν ἄλλων ὑγρῶν ἀφ' ἑνὸς μὲν ἕνεκα τῆς ἐλαχίστης, ἀμελητέας, τάσεως αἰμῶν του, ἀφ' ἑτέρου ἕνεκα τῆς μεγάλης πυκνότητός του.

Χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν ἐνώσεων, ἀμalgαμάτων ὡς καὶ διὰ τὴν πλήρωσιν τῶν λεγομένων λαμπτήρων φθορισμοῦ.

Ἐκ τῶν ἐνώσεων τοῦ ὑδραργύρου σημαντικὸς εἶναι ὁ *χλωριοῦχος ὑδράργυρος* HgCl_2 ὁ λεγόμενος καὶ ἐξαχλωμένος (συμπλιμέ), ἰσχυρότατον δηλητηρίον. Χρησιμοποιεῖται ὡς ἀντισηπτικόν.

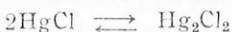
Σημαντικὸς εἶναι ἐπίσης καὶ ὁ *χλωριοῦχος ὑφυδράργυρος* HgCl ὁ λεγόμενος καὶ καλομέλας. Παλαιότερον ἐχρησιμοποιεῖτο εἰς τὴν ἱατρικὴν ὡς καθαρτικόν, σήμερον ὅμως ἐγκατελείφθη διότι δι' ἡτίας ἔστω ὀξειδώσεως μετατρέπεται εἰς χλωριοῦχον ὑδράργυρον δηλητηριώδη



Τὸ ἀπαιτούμενον HCl ὑπάρχει πάντοτε εἰς τὸν HgCl ἔστω καὶ 100% καθαρότητος, ἕνεκα μερικῆς ὑδρολύσεως



Εἰς κρυσταλλικὴν κατάστασιν, κατὰ τὸ τετραγωνικόν σύστημα, ὁ χλωριοῦχος ὑφυδράργυρος ὑφίσταται ὑπὸ διμοριακὴν μορφήν κατὰ τὴν ἐξίσωσιν

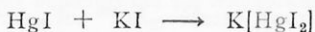


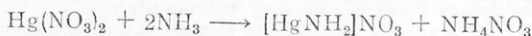
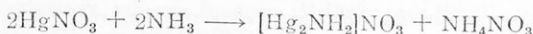
Π I N A Ξ XXVIII — 3

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ Ag , Au , Pt

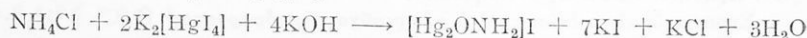
	Ἀργυρὸς Ag	Χρυσὸς Au	Λευκό- χρυσὸς Pt
Ἀτομικὸν βάρος (ΜΑΜ χημικῆς κλίμακος)	107,88	197,0	195,07
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς (Z)	47	79	78
Μαζικοὶ ἀριθμοὶ κυριωτέρων ἰσοτόπων	107, 109	197	194, 195, 196
Πυκνότης (gr/cm^3)	10,49	19,32	21,45
Σημεῖον τήξεως ($^{\circ}\text{C}$)	960	1062	1773
Σημεῖον ζέσεως ($^{\circ}\text{C}$)	1950	2600	4300
Διάμετρος ἀτόμου (εἰς $\text{\AA}$)	2,68	2,68	2,58
Σθένος	1	1,3	(2), 4

28.48 Αἱ ἐνώσεις τοῦ ὑδραργύρου, τόσον τοῦ δισθενοῦς ὅσον καὶ τοῦ μονοσθενοῦς, ἔχουν τὰς ἐν σχηματισμοῦ συμπλόκων προϊόντων π.χ.





Τὸ διάλυμα τοῦ ὕδραργυριοδιούχου καλίου $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ ἐντὸς ἀλκαλικοῦ περιβάλλοντος ἀποτελεῖ τὸ λεγόμενον ἀντιδραστήριον τοῦ Nessler, μὲ τὸ ὁποῖον ἀνιχνεύονται τὰ ἰόντα ἀμμωνίου διὰ τοῦ σχηματισμοῦ κιτρινοκαστανοῦ ἱζήματος ἐξ ὀξυαμιδοῦδιούχου ὕδραργύρου



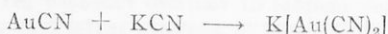
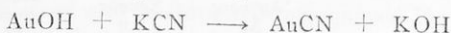
Διὰ τῆς ἀντιδράσεως ταύτης ἀνιχνεύονται καὶ ἱζνη ἀκόμη ὁργανικῶν σήψων ἐντὸς ὑδάτων.

Χ Ρ Υ Σ Ο Σ

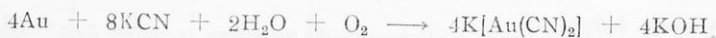
28.49 Ὁ χρυσὸς (Au) εἶναι τὸ ἀρχαιότερον εἰς τὸν ἀνθρώπον γνωστὸν μέταλλον. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονός ὅτι ἀπαντᾷ ἐλεύθερος ὑπὸ μορφὴν ἄμμου ἢ ψηγμάτων. Ἐπὶ αἰῶνας παρελαμβάνετο διὰ τῆς συνήθους μηχανικῆς μεθόδου τῆς ἐπανειλημμένης πλύσεως τῶν χρυσοφόρων ἄμμων τῶν ποταμῶν.

Ἀπὸ ἄμμους μικρᾶς περιεκτικότητος εἰς χρυσὸν παραλαμβάνεται σήμερον διὰ διαλύσεως καὶ ἀνασχηματισμοῦ ἐκ συμπλόκων ἁλμάτων.

Πρὸς τοῦτο ἡ πρώτη ὕλη κατεργάζεται μὲ *κυανιοῦχα ἅλατα*, ὁπότε ὁ χρυσὸς ὀξειδοῦται, παρουσιᾷ τῶν ἁλμάτων δρῶντων καταλυτικῶς, καὶ μετατρέπεται τελικῶς εἰς σύμπλοκον χρυσοκυανιοῦχον ἅλας, κατὰ τὰς ἀντιδράσεις



ἢτοι, δι' ἀπλοποιήσεως



Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ὁ χρυσός, ὡς σύμπλοκον διαλυτὸν ἅλας, ἀποχωρίζεται ἀπὸ τὰ ἀδιάλυτα πυριτικά ὑλικά καὶ ἀνασχηματίζεται δι' ἀναγωγῆς τοῦ συμπλόκου ἁλατος ὑπὸ ψευδαργύρου

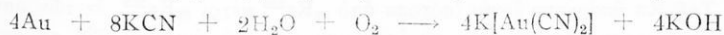


28.50 Ἀπὸ ἀπόψεως *φυσικῶν ἰδιοτήτων* ὁ Au εἶναι μέταλλον μαλακόν, χαρακτηριστικῆς λάμψεως καὶ χρώματος. Εἶναι ὀλκιμος καὶ ἐλατός, ἄριστος ἀγωγὸς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, κρυσταλλοῦται κατὰ τὸ κυβικὸν σύστημα, ἔχει πυκνότητα $19,32 \text{ gr/cm}^3$, τήχεται εἰς τοὺς 1052°C καὶ ζέει εἰς τοὺς 2600°C . Ἐν λεπτότατφ διαμερισμῷ σχηματίζει αἰώρημα, τὸν *κολλοειδῆ χρυσόν*, χρώματος κυανοῖδους.

Τοῦ Au ὑπάρχουν πολλὰ ἰσότοπα μεταξὺ $^{79}\text{Au}^{190}$ καὶ $^{79}\text{Au}^{199}$, τὸ μόνον

ὁμως σταθερὸν εἶναι τὸ με μαζικὸν ἀριθμὸν 197, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ πρακτικῶς τὸ 100% τοῦ χρυσοῦ.

28.51 Ἀπὸ ἀπόψεως *χημικῶν ιδιοτήτων* ὁ Au δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος, εἰ μὴ παρουσία κυανιούχων ἀλάτων, ὥς π.χ.



Ὑπὸ τῶν ἀλατογόνων προσβάλλεται πρὸς ἅλατα μονοσθενοῦς καὶ τρισθενοῦς χρυσοῦ



Ὑπὸ τοῦ βασιλικοῦ ὕδατος διαλύεται ὥς ἐκ τοῦ ἐκλυομένου χλωρίου



Τὰ ἅλατα τοῦ χρυσοῦ ἀνάγονται εὐκολώτατα, πολλάκις δὲ αὐτοανάγονται, μὲ σχηματισμὸν κolloειδοῦς χρυσοῦ ὥς π.χ.



28.52 Ἔνεκα μιᾶς σχετικῆς *σταθερότητος εἰς τὴν παραγωγὴν* καὶ διαίθεσίν του, ὁ χρυσὸς ἀπετέλεσεν ἀπὸ τὴν ἀρχαίαν ἐποχὴν μέσον συναλλαγῆς (νόμισμα).

Σήμερον χρησιμοποιεῖται ὥς νόμισμα καὶ ὥς πολύτιμον μέταλλον εἰς τὴν κοσμηματοποιίαν, ιδίως ὑπὸ μορφὴν κραμάτων με Cu ἢ Ag.

Ὡς ἀνοξειδωτον μέταλλον χρησιμοποιεῖται καὶ εἰς τὴν ὁδοντιατρικὴν καὶ τὴν κατασκευὴν ὀργάνων ἀκριβείας.

Τὰ κράματα τοῦ χρυσοῦ ἀποδίδονται εἰς *καράτια* (εἰκοστὰ τέταρτα κατὰ βάρος), οὕτω π.χ. χρυσὸς τῶν 18 καρατίων ἀντιπροσωπεύει κράμα με περιεκτικότητα χρυσοῦ 18/24 κατὰ βάρος, ἥτοι 75%.

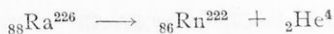
Λ Ο Ι Π Α Μ Ε Τ Α Λ Λ Α

28.53 Ἀπὸ τὰ λοιπὰ μέταλλα, τὰ ἀνήκοντα εἰς τὰς δευτερευούσας ομάδας τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, τὸ *κάδμιον* (Cd) ἀνήκει εἰς τὴν αὐτὴν κατηγορίαν με τὸν Zn. Τὸ *γερμάνιον* (Ge) ὁμοιάζει με τὸν Sn, τὸ *μολυβδαίνιον* (Mo) καὶ τὸ *βολφράμιον* (W) με τὸ Cr, τὸ *νικέλιον* (Ni) καὶ τὸ *κοβάλτιον* (Co) με τὸν Fe, αἱ *σπάνιαι γαῖαι* με τὸ Al καὶ ὁ *λευκόχρυσος* (Pt) ἐν τινι μέτρῳ με τὸν χρυσόν, ἂν καὶ τετρασθενής.

Τὰ μέταλλα με ἀτομικοῦς ἀριθμοὺς ἄνω τοῦ 84 εἶναι ὅλα ραδιενεργὰ καὶ ἔχουν ἰδιαιτέραν σημασίαν διὰ τὰς *πυρηνικὰς* ιδιότητάς των (βλ. § 7.1 — 7.40).

28.54 Ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως τὸ **ράδιον** (Ra) ὁμοιάζει πολὺ μὲ τὸ ἀσβέστιον ὡς ἀνήκον εἰς τὴν κυρίαν II ὁμάδα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος (τῆν τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν). Ἀπαντᾷ ἐντὸς τῶν ὀρυκτῶν τοῦ οὐρανίου, παρασκευάζεται δὲ διὰ κλασματικῶν ἠλεκτρολυτικῶν διαχωρισμῶν.

Τοῦ Ra ὑπάρχουν ἑννέα ἰσότοπα ἀπὸ ${}^{220}\text{Ra}$ μέχρι ${}^{228}\text{Ra}$, ἐκ τῶν ὁποίων τὸ περισσότερον σύνηθες εἶναι τὸ ἰσότοπον μαζικοῦ ἀριθμοῦ 226 τὸ ὁποῖον ἀνήκει εἰς τὴν οἰκογένειαν τοῦ οὐρανίου (βλ. § 7.36). Τὸ ἰσότοπον τοῦτο εἶναι ἄλφα ραδιενεργόν



μὲ χρόνον ὑποδιπλάσιασμοῦ $T = 1620$ ἐτῶν.

Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἱατρικὴν.

28.55 Τὸ **οὐράνιον** (U) εἶναι βαρὺ μέταλλον, πυκνότητος $18,7 \text{ gr/cm}^3$, ραδιενεργόν καὶ εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ὑπὸ μορφὴν τριῶν κυρίως ἰσοτόπων ${}^{233}\text{U}$, ${}^{235}\text{U}$ καὶ ${}^{238}\text{U}$. Ἐξ αὐτῶν τὸ οὐράνιον-238 εἶναι τὸ περισσότερον διαδεδομένον, πρακτικῶς 100%, τὸ σπουδαιότερον ὅμως εἶναι τὸ **οὐράνιον-235** τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖ τὴν πρώτην ὕλην διὰ τὰς ἀντιδράσεις σχάσεως εἰς τοὺς πυρηνικοὺς ἀντιδραστήρας (βλ. § 7.40).

Ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως τὸ U συμπεριφέρεται ὡς μέταλλον μὲ σθένος 3, 4, 5 καὶ 6, συνηθέστερον ὅμως εὑσταθεῖ ὑπὸ τὴν μορφὴν οὐρανυλίου (UO_2^{++}). Τὸ νιτρικὸν οὐρανύλιον χρησιμοποιεῖται διὰ τὸν ὀγκομετρικὸν προσδιορισμὸν τῶν φωσφορικῶν ἀνιόντων ὡς ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ κιτρίνου ἰζήματος δξίνου φωσφορικοῦ οὐρανυλίου



Τὸ δξικὸν οὐρανύλιον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν συντήρησιν τοῦ πρασίνου χρώματος τῶν φυτῶν εἰς παρασκευάσματα.

ΤΥΠΟΙΣ :

ΠΑΝ. ΔΡΟΥΚΑ — ΝΙΚ. ΚΟΝΣΟΛΑ
ΜΑΥΡΟΜΙΧΑΛΗ 38 — ΤΗΛ. 613.022

ΕΚΔΟΣΙΣ :

ΒΙΒΛΙΟΕΚΔΟΤΙΚΗΣ
ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ 52 — ΤΗΛ. 617.214

"ΒΙΒΛΙΟΕΚΔΟΤΙΚΗ"
ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΟΛΟΓΙΟΝ
Αριθμός 22 & ΛΟΚΑΝΙΔΕΣ
ΑΘΗΝΑΙ Τηλ. 517-214





0020638046

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

