

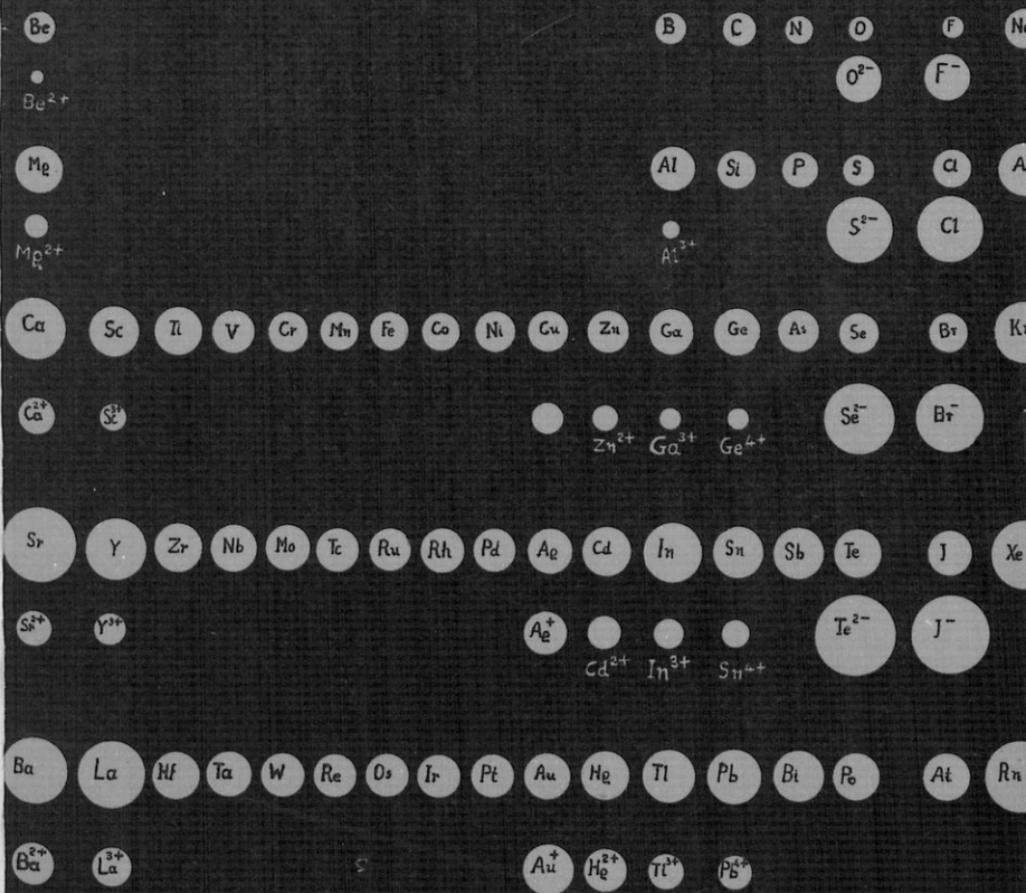
002  
ΚΛΣ  
ΣΤ3  
62







Σ. ΣΕΡΜΠΕΤΗ



# ΧΗΜΕΙΑ

## ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ

### ΧΗΜΕΙΑ

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής  
ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ ΑΦΩΝ ΤΖΑΚΑ

Ε

4

ΧΗΜ

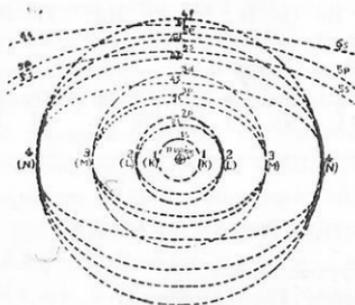
Σερμωίτης (Σείφανος θ.)

Ε 4 ΧΗΜ  
Σερμπέτης (Βεγγανός δ.)

ΣΤΕΦΑΝΟΥ Δ. ΣΕΡΜΠΕΤΗ  
Π. ΓΥΜΝΑΣΙΑΡΧΟΥ - ΧΗΜΙΚΟΥ & ΦΥΣΙΚΟΥ

ΑΝΟΡΓΑΝΟΣ  
1.2  
ΧΗΜΕΙΑ

1.2  
(ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ)



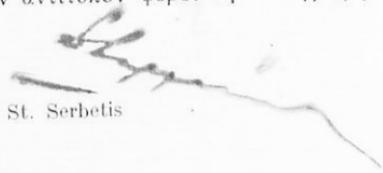
462

ΕΚΔΟΣΙΣ ΟΓΔΩΗ  
ΕΠΗΥΞΗΜΕΝΗ ΚΑΙ ΛΙΑΝ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΗ

ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ ΑΦΩΝ ΤΖΑΚΑ  
ΑΘΗΝΑΙ

002  
 ΚΕ  
 ΣΤ3  
 62

Πάν γνήσιον αντίτυπον φέρει τήν ύπογραφήν τοῦ συγγραφέως



Copyright by St. Serbetis

ΠΗΝΑΣ Ι  
 ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8	8	8	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	0
H												B	C	N	O	F	He
Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar
Na	Mg											Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	In	Sn	Sb	Te	J	Xe
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At
Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg						
Fr	Ra	Ac**															

\*Λα. θωνίδιαι  
 \*\*Αζτωνίδιαι

Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΠΡΟΣ ΕΚΤΕΝΕΣΤΕΡΑΝ ΜΕΛΕΤΗΝ

- Θ. Βαρούνη : Σύγχρονος 'Ανόργανος Χημεία.
- Θ. Κουγιουμτζέλη—Περιστερώνη : Πρωτογενική Φυσική.
- G. Matignon & J. Lamirand : Nouveaux Cours de Chimie.
- L. Troost & Ed. Pecharde : Traité Élémentaire de Chimie.
- F. Galais : Chimie Minérale.
- P. Pascal : Chimie Générale.
- L. Pauling : Chimie Générale
- D. Monnier—J. Hoehstaetter : Cours de chimie et élément de chimie nucleaire.
- Sneed - Maynard - Brasted : Général College Chemistry
- D. Blanc - G. Ambrosino : Éléments de Physique nucléaire.
- M. Bayet : Physique nucléaire.
- R. Dodd - P. Robinson : Experimental Inorganic Chemistry.
- R. Heslop - P. Robinson : Inorganic Chemistry.
- P. Jorissen : Induced Oxidation.
- H. Remy : Treatise on Inorganic Chemistry 1963.
- J. Hicks : Comprehensive Chemistry 1963.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ἡ ταχεία ἐξάντλησις τῶν ἐκδόσεων τῶν βιβλίων μου Χημείας μοι παρέχει τὴν δυνατότητα τῆς συνεχοῦς προσαρμογῆς τῆς ἔλης αὐτῶν πρὸς τὰ ἐκάστοτε ἐπιτεύγματα τῆς γοργῶς ἐξελισσομένης Θετικῆς Ἐπιστήμης καὶ ἐιδικότερον τῆς Χημείας.

Οὕτω, εἰς τὴν ἀνὰ χεῖρας ΟΓΛΟΗΝ ἔκδοσιν ἐγένοντο σηµατικαὶ προσθήκαι καὶ βελτιώσεις, ἀκόµη δὲ καὶ ἀνακατατάξεις τῆς ἔλης.

Προσθήκαι π.χ. ἐγένοντο κυρίως εἰς τὰς εἰσαγωγικὰς γνώσεις, ὅπου περιελήφθησαν καὶ τὰ ἑξῆς: Αἰ φυσικαὶ καταστάσεις τῆς ἔλης, περὶ χημικῶν τέπων, περὶ διαλυμάτων, περὶ ἠλεκτρολυτῶν, περὶ θεωρίας τῶν ἰόντων, περὶ φλογός κ. ἄ.

Σποραδικῶς ἐπίσης ἐγένοντο καὶ ἄλλαι τινὲς προσθήκαι, ὡς π.χ. ὁριστῶν πινάκων, νέων μεθόδων παρασκευῆς, νέων ἀντιδράσεων καὶ 34 νέων σχημάτων. Τέλος, προστεθήσαν καὶ 255 νέα ἀσκήσεις, ὁ συνολικὸς ἀριθμὸς τῶν ὁποίων ἀνῆλθεν ἤδη εἰς 500. Ἐξ αὐτῶν αἱ 170 εἰσίσχονται κατανεμημένοι ἐντὸς τοῦ κειμένου καὶ εἰς τὸ τέλος τῶν οἰκείων κεφαλαίων, αἱ δὲ ὑπόλοιποι 330 εἰσίσχονται εἰς τὸ τέλος τοῦ βιβλίου ταξινομημένοι καὶ αὐταὶ κατὰ κατηγορίας. Τὰ ἀποτελέσματα τῶν λύσεων ὄλων αὐτῶν τῶν ἀσκήσεων ἀναγράφονται εἰς τὸ τέλος τοῦ βιβλίου κατ' ἀξίοντα ἀριθμὸν ἀσκήσεως.

Βελτιώσεις ἐγένοντο εἰς ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ βιβλίου, ὥστε ἡ ἔλη αὐτοῦ νὰ ἀνταποκρίνεται εἰς τὰ σημερινὰ δεδομένα τῆς διεθνοῦς βιβλιογραφίας.

Μὲ τὰς νέας προσθήκας καὶ βελτιώσεις ἡ ἔλη τοῦ βιβλίου ἔχει ἀδξηθῆ σηµατικῶς. Αὕτη ἀνταποκρίνεται πλέον τελείως πρὸς τὰς ἀπαιτήσεις καὶ τῶν πλέον ἀδυστηρῶν ἐξετάσεων τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ Ἀπολυτηρίου.

Εἰδικότερον, ἡ ἔλη ἢ ὅποια προορίζεται διὰ τοὺς μαθητὰς τῶν τμημάτων κλασσικῆς κατευσθένσεως, ἔχει ἐκτεπωθῆ μὲ μεγαλύτερα τυπογραφικὰ στοιχεῖα. Οὕτω, οἱ μαθηταὶ τῶν τμημάτων αὐτῶν δύναται κατὰ τὴν μελέτην των νὰ παραλείψωσι τὴν ἔλην πὸν ἔχει ἐκτεπωθῆ μὲ μικρότερα τυπογραφικὰ στοιχεῖα, χωρὶς νὰ συναιτῶν κενὰ εἰς τὴν μελέτην των.

Γενικῶς, τὸ ἀνὰ χεῖρας βιβλίον εἶναι ἀπὸ πάσης ἀπόψεως σύγχρονον καὶ ἐφάμιλλον τῶν καλύτερων ξηνογλώσσων τοιούτων. Τοῦτο διακρίνεται διὰ τὴν πληρότητα, τὴν μεθοδικότητα καὶ τὴν τελείαν ἐνημέρωσιν του. Εἶναι ἀπληραγμένον περιπτῶν ἐννοιῶν, καθὼς καὶ ἐπιστημονικῶν λαθῶν. Ἐνῶ δὲ εἶναι πλήρες ἀπὸ ἀπόψεως περιεχομένου, εἶναι συγχρόνως σύντομον καὶ εὐληπτον, ὥστε νὰ μὴ κορυάζῃ τὸν σπουδαστήν.

ΠΙΝΑΞ ΙΙ  
ΤΩΝ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΒΑΡΩΝ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Όνομα στοιχείου	Σύμβολον	Ατομ. Αριθ.	Ατομικόν βάρος	Όνομα στοιχείου	Σύμβολον	Ατομ. Αριθ.	Ατομικόν βάρος
<b>Άζωτον</b>	N	7	14,0067	Μολυβδαίνιον	Mo	42	95,94
Άνιστάνιον	Es	99	254	<b>Μόλυβδος</b>	Pb	82	207,19
Άκτινιον	Ac	89	227	Μπερκέλιον	Bk	97	247
Άμερικόν	Am	95	243	<b>Νάτριον</b>	Na	11	22,9898
<b>Άνθραξ</b>	C	6	12,011	Νεοδύμιον	Nd	60	144,24
Άντιμόνιον	Sb	51	121,75	Νέον	Ne	10	20,183
<b>Άργίλιον</b>	Al	13	26,982	<b>Νικέλιον</b>	Ni	28	58,71
Άργόν	Ar	18	39,948	Νιόβιον (Κατόν.)	Nb	41	92,906
Άργυρος	Ag	47	107,87	Νομπέλιον	No	102	
Άρσενικόν	As	33	74,922	Ξένον	Xe	54	131,30
<b>Άσβέστιον</b>	Ca	20	40,08	Όσμιον	Ho	67	164,930
Άστατον	At	85	210	<b>Όξυγόνον</b>	O	8	18,9994
Άφνιον	Hf	72	178,49	Όσμιον	Os	76	190,2
Βανάδιον	V	23	50,942	<b>Ούράνιον</b>	U	92	238,03
Βάριον	Ba	56	137,34	Παλλάδιον	Pd	46	106,4
Βηρύλλιον	Be	4	9,012	Πλουτόνιον	Pu	94	242
Βισμύθιον	Bi	83	208,98	Πολόνιον	Po	84	210
Βολφράμιον	W	74	183,85	Προσειδώνιον	Np	93	237
Βόριον	B	5	10,811	Πρασινοδύμιον	Pr	59	140,907
<b>Βρώμιον</b>	Br	35	79,909	Προμήθειον	Pm	61	147
Γαδολίνιον	Gd	64	157,25	Πρωτακτίνιον	Pa	91	231
Γάλλιον	Ga	31	69,72	<b>Πυρίτιον</b>	Si	14	28,086
Γερμάνιον	Ge	32	72,59	Ράδιον	Ra	88	226,05
Δημήτριον	Ce	58	140,12	Ραδόνιον (νιτόν)	Rn	86	222
Δυπρόσιτον	Dy	66	162,50	Ρήνιον	Re	75	186,20
Έρβιον	Er	68	167,26	Ρόδιον	Rh	45	102,905
Ευρώπιον	Eu	63	151,96	Ρουβίδιον	Rb	37	85,47
Ζιρκόνιον	Zr	40	91,22	Ρουθήνιον	Ru	44	101,07
Ήλιον	He	2	4,0026	Σαμάριον	Sm	62	150,45
Θάλλιον	Tl	81	204,37	Σελήνιον	Se	34	78,96
<b>Θείον</b>	S	16	32,064	<b>Σίδηρος</b>	Fe	26	55,847
Θόριον	Th	90	232,038	Σκάνδιον	Sc	21	44,956
Θούλλιον	Tm	69	168,934	Στρόντιον	Sr	38	87,62
Ίνδιον	In	49	114,82	Ταντάλλιον	Ta	73	180,948
Ίρίδιον	Ir	77	192,2	Τελλούριον	Te	52	127,60
Ίώδιον	I	53	126,904	Τέρβιον	Tb	65	158,924
Κάδμιον	Cd	48	112,40	Τεχνητόν (Μασ.)	Tc	43	97
Καίσιον	Cs	55	132,905	Τιτάνιον	Ti	22	47,90
<b>Κάλιον</b>	K	19	39,102	<b>Υδράργυρος</b>	Hg	80	200,59
Καλιφόρνιον	Cf	98	249	<b>Υδρογόνον</b>	H	1	1,00797
<b>Κασσίτερος</b>	Sn	50	118,69	Υπερβιον	Yb	70	173,04
Κιούριον	Cm	96	247	Υττριον	Y	39	88,905
Κοβάλτιον	Co	27	58,933	Φέρμιον	Fm	100	253
Κρυπτόν	Kr	36	83,80	<b>Φόβριον</b>	F	9	18,998
Λανθάνιον	La	57	138,91	Φράγκιον	Fr	87	223
Λορέντιον	Lr	103		<b>Φωσφόρος</b>	P	15	30,974
<b>Λευκόχρυσος</b>	Pt	78	195,09	<b>Χαλκός</b>	Cu	29	63,54
Λίθιον	Li	3	6,939	<b>Χλώριον</b>	Cl	17	35,453
Λουτήσιον	Lu	71	174,97	<b>Χρυσός</b>	Au	79	196,967
<b>Μαγγάνιον</b>	Mn	25	54,938	<b>Χρώμιον</b>	Cr	24	51,996
<b>Μαγνήσιον</b>	Mg	12	24,312	<b>Ψευδάργυρος</b>	Zn	30	65,37
Μενδελέβιον	Mv	101	256				

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ  
ΓΕΝΙΚΑΙ ΕΝΝΟΙΑΙ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ι

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑΙ ΓΝΩΣΕΙΣ

1. **Ύλη—'Ενέργεια.** Τὸ σύνολον τῶν ἀντικειμένων, τὰ ὅποια μᾶς περιβάλλουν ἀποτελεῖ τὴν **Φύσιν**.

Ἡ φύσις ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ὀντότητας, ἤτοι ἀπὸ **ὑλὴν** καὶ ἀπὸ **ἐνέργειαν**.

**Ύλην** ἀποτελεῖ κάθε σῶμα, τὸ ὅποιον ἔχει ὄγκον καὶ μᾶζαν, ὡς π.χ. ἓνας λίθος, τὸ ξύλον, τὸ ὕδωρ, ὁ ἀήρ κ.ο.κ.

**Ἐνέργειαν** ἀποτελεῖ ἡ θερμότης, τὸ φῶς, ὁ ἤλεκτρισμὸς κ.ἄ.

Κάθε ὑλικὸν σῶμα χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸν τρόπον, ὑπὸ τὸν ὅποιον ὑποπίπτει τοῦτο εἰς τὰς αἰσθήσεις μας, ἤτοι ἀπὸ τὰς λεγομένας **ιδιότητες** αὐτοῦ. Τὸ μαγειρικὸν ἄλας π.χ. εἶναι σῶμα στερεόν, κρυσταλλικόν, χρώματος λευκοῦ, ἄνευ ὁσμῆς, μὲ γεῦσιν ἀλμυράν, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ κ.ο.κ.

**Ἡ ἐνέργεια** δύναται νὰ μεταβάλλῃ τὰς **ιδιότητας** τῶν διαφόρων **υλικῶν σωμάτων**, ὡς π.χ. α) Ἡ θερμότης τήκει (λυώνει) καὶ μετατρέπει εἰς ὑγρὸν τὸ μέταλλον μόλυβδον, ἐξαερώνει καὶ μετατρέπει εἰς ἀτμὸν τὸ ὕδωρ κ.λ.π. β) Τὸ φῶς προκαλεῖ τὴν ἀλλοίωσιν τῆς φωτογραφικῆς πλακῶς γ) Ὁ ἤλεκτρισμὸς πυρακτώνει τὸ νῆμα τοῦ ἤλεκτρικοῦ λαμπτήρος κ.ο.κ.

2. **Ἀντικείμενον τῆς Χημείας.** Ὅλα τὰ ὑλικά σώματα, ὑπόκεινται εἰς **ποικίλας μεταβολάς**. Οὕτω π.χ. ἄλλα μεταβάλλουν θέσιν, ἄλλα θερμαίνονται, ἄλλα ἐξατμίζονται, ἄλλα σήπονται, ἄλλα καίονται κ.ο.κ. **Τὰς μεταβολὰς αὐτὰς καλοῦμεν γενικῶς φαινόμενα.**

Ἡ σῆψις μιᾶς οὐσίας, ἡ καύσις τοῦ ξύλου, ἡ σκωρίασις τοῦ σιδήρου, ἡ ἐκρηξις τῆς πυρίτιδος, ἡ δέξυνισις τοῦ οἴνου κ.ἄ., εἶναι φαινόμενα κατὰ τὰ ὅποια ἡ μεταβολή, τὴν ὁποίαν ὑφίστανται τὰ σώματα, εἶναι ριζικὴ καὶ μόνιμος. Τὰ φαινόμενα αὐτά, κατὰ τὰ ὅποια μεταβάλλονται ριζικῶς αἱ ιδιότητες τῶν σωμάτων, ἐξετάζονται ὑπὸ τῆς **Χημείας** καὶ καλοῦνται **χημικὰ φαινόμενα**.

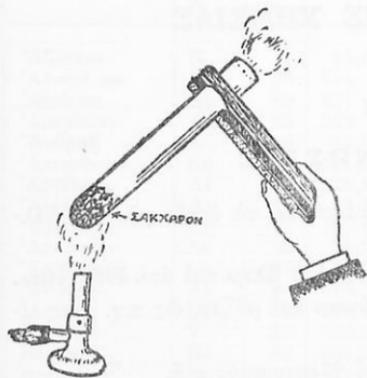
Τὰ λοιπὰ φαινόμενα, ὡς ἡ κίνησις, ἡ θέρμανσις, ἡ ψύξις, ἡ παραγωγή ἤχου κτλ., κατὰ τὰ ὅποια ἡ οὐσία τῶν σωμάτων παραμένει ἀμετάβλητος, καλοῦνται **φυσικὰ φαινόμενα** καὶ ἐξετάζονται ὑπὸ τῆς **Φυσικῆς**.

Ἡ Χημεία, ἐπειδὴ ἀσχολεῖται μὲ χημικὰ φαινόμενα, κατὰ τὰ ὅποια μεταβάλλονται αἱ ιδιότητες τῶν σωμάτων, ἐξετάζει κατ' ἀνάγκην καὶ τὰς ιδιότητας ἐκάστου σώματος, ἤτοι ἂν τοῦτο εἶναι στερεόν ἢ ὑγρὸν, γλυκὸ, ἢ ἀλμυρὸν, ἂν καίεται ἢ ὄχι κ.ο.κ. Γνωρίζουσα δὲ τὰς ιδιότητας τοῦ κάθε σώματος ἡ Χημεία εἶναι εἰς θέσιν νὰ κρίνῃ καὶ ποῦ πρέπει νὰ χρησιμοποιηθῇ ἕκαστον σῶμα.

Ούτω, ἡ Χημεία ἐξετάζει: α) Τὰ χημικὰ φαινόμενα, β) Τὰς ιδιότητες τῶν σωμάτων καὶ γ) Τὰς ἐφαρμογὰς ἐκάστου σώματος.

Τέλος, ἡ Χημεία ἀσχολεῖται καὶ μὲ τὴν παρασκευὴν διαφόρων οὐσιῶν, ὡς π.χ. τοῦ ὀξυγόνου, τοῦ ὑδρογόνου, τοῦ θειικοῦ ὀξέος κ.ο.κ.

**3. Διαίρεσις τῶν ὑλικῶν σωμάτων εἰς ομάδας.** Πρὸς καλύτεραν μελέτην τῶν ὑλικῶν σωμάτων διαίρουμεν αὐτὰ κατ' ἀρχὴν εἰς τρεῖς ομάδας, ἧτοι: α) Ἄπλᾶ σώματα, ἢ **στοιχεῖα**, β) **Μίγματα** καὶ γ) **Χημικὰς ἐνώσεις** ἢ ἀπλῶς ἐνώσεις.



Σχ. 1. Ἀποπυρρῶσις σακχάρου.

**A) Στοιχεῖα ἢ ἀπλᾶ σώματα.** Ἐστω, ὅτι ἐντὸς ὑαλίνου σωλήνος εἰσάγομεν ποσότητα κοινῆς σακχάρου καὶ τὴν θερμαίνουμεν (σχ. 1). Παρατηροῦμεν, ὅτι μετ' ὀλίγον αὐτὴ ἀποσυντίθεται εἰς τρόπον, ὥστε ἐκ τοῦ στόμιου τοῦ σωλήνος ἐξέρχονται διάφορα ἀέρια, ἐνῶ εἰς τὸν πυθμένα ἀπομένει ἄνθραξ.

Ἄρα, ἡ **σάκχαρις** εἶναι **σῶμα σύνθετον**, διότι ἀποτελεῖται ἀπὸ ἄνθρακα καὶ ἄλλας οὐσίας, αἱ ὁποῖαι ἐξῆλθον ὡς ἀέρια.

Ἐὰν τώρα θελήσωμεν ἐκ τοῦ ἄνθρακος αὐτοῦ νὰ λάβωμεν καὶ ἕν ἄλλο σῶμα διάφορον τοῦ ἄνθρακος, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο εἶναι ἀδύνατον, οἰονδήποτε μέσον καὶ ἂν μεταχειρισθῶμεν.

Λέγομεν, λοιπόν, ὅτι ὁ **ἄνθραξ** εἶναι **σῶμα ἀπλοῦν ἢ στοιχείου**.

Γενικῶς, **στοιχεῖα** καλοῦνται τὰ σώματα ἐκεῖνα, ἕκαστον τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται ἐκ μιᾶς καὶ μόνης οὐσίας καὶ δὲν δύναται δι' οὐδενὸς χημικοῦ μέσου νὰ ἀποσυντεθῇ εἰς ἄλλα διάφορα συστατικά. Στοιχεῖα π.χ. εἶναι: Τὸ ὀξυγόνον, τὸ ὑδρογόνον, τὸ ἄζωτον, ὁ ἄνθραξ, τὸ θεῖον, κ.ἄ. καθὼς καὶ ὅλα τὰ μέταλλα, ὡς π.χ., ὁ χαλκός, ὁ ἄργυρος, ὁ ψευδάργυρος, ὁ χρυσοῦς, κ.ἄ.

Τὸ σύνολον τῶν στοιχείων, τὰ ὁποῖα εἶναι γνωστὰ μέχρι σήμερον, ἀνέρχεται εἰς 103. Ἐξ αὐτῶν τὰ 92 ἀποτελοῦν συστατικά τῶν διαφόρων σωμάτων τῆς φύσεως. Τὰ ὑπόλοιπα παρεσκευάσθησαν τεχνητῶς, εἶναι δὲ τὰ ἐξῆς κατὰ σειρὰν:

**Ποσειδώνειον** (93), **πλουτώνιον** (94), **ἀμερίκιον** (95), **κιούριον** (96), **μπεριέλιον** (97), **καλλιφόρνιον** (98), **αἰνστάνιον** (99), **φέρμιον** (100), **μεντελέβιον** (101), **νομπέλιον** (102) καὶ **λωρέντιον** (103). Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ καλούμενα **μετουράνια ἢ τρανσουράνια**, ἔχουν παρασκευασθῆ εἰς ἀσημάντους ποσότητας καὶ δὲν παρουσιάζουν ἐνδιαφέρον ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως.

**B) Μίγματα.** Ἐστω, ὅτι κοινοποιῶμεν **σάκχαριν** καὶ **κιμωλίαν**, κατόπιν δὲ ἀναμιγρῶμεν τὰς δύο κόνεις ὑπὸ τυχαίαν ἀναλογίαν. Τὸ προῖον καλεῖται **μίγμα**, εἶναι δὲ μία κόνις, ἡ ὁποία ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνεται ὁμοιομερῆς. Αἱ ιδιότητες ὅμως τῶν συστατικῶν ἐξακολουθοῦν νὰ ὑπάρχουν εἰς τὸ μίγμα τοῦτο, ὡς π.χ. ἡ γλυκεῖα γεῦσις τῆς σακχάρου.

Ἐὰν ρίψωμεν τὸ μίγμα τοῦτο ἐντὸς ὕδατος, τὰ δύο συστατικά του ἀποχωρί-

ζονται. Διότι ἢ μὲν σάκχαρις θὰ διαλυθῇ, ἢ δὲ κιμωλία, ὡς ἀδιάλυτος, θὰ καταπέσῃ εἰς τὸν πυθμένα.

Γενικῶς, μίγματα καλοῦνται τὰ προϊόντα τῆς ἀναμίξεως διαφόρων οὐσιῶν, εἰς τὰ ὁποῖα αἱ ιδιότητες τῶν συστατικῶν παραμένουν ἀμετάβλητοι. Ταῦτα καλοῦνται καὶ μηχανικὰ μίγματα, τὰ συνηθέστερα δὲ ἐξ αὐτῶν εἶναι ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, τὸ φωταέριον, τὰ ἀέρια τῶν καπνοδόχων, τὸ γάλα, ἡ μαύρη πυρίτις κλπ.

Χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τοῦ μίγματος εἶναι :

α) Τὸ μῖγμα δύναται νὰ γίνῃ μὲ οἰανδήποτε ἀναλογίαν ἐνὸς ἐκάστου τῶν συστατικῶν αὐτοῦ.

β) Αἱ ιδιότητες ἐνὸς ἐκάστου τῶν συστατικῶν τοῦ μίγματος διατηροῦνται ἀμετάβλητοι καὶ εἰς τὸ μῖγμα.

γ) Τὰ διάφορα συστατικὰ ἐνὸς μίγματος δύνανται εὐχερῶς νὰ ἀποχωρισθοῦν διὰ μηχανικῶν μέσων.

Γ) Ἐνώσεις. Ἐστω ὅτι σχηματίζομεν μῖγμα ἐκ ρινημάτων χαλκοῦ καὶ κό-νεως θείου. Ἐὰν θερμάνωμεν τὸ μῖγμα αὐτό, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς μίαν στιγμὴν διαπυροῦται ἀποτόμως καὶ ἀλλάσσει μορφήν. Μετὰ τὴν ψύξιν, ἀντὶ τῆς κόνεως, ἔχομεν ἓνα στερεὸν χρώματος μαύρου, τὸ ὁποῖον ὁμοιάζει μὲ λίθον. Τοῦτο δὲν ἔχει οὔτε τὰς ιδιότητας τοῦ χαλκοῦ, οὔτε τὰς ιδιότητας τοῦ θείου, ἀλλ' ἔχει νέας ιδιὰς τοῦ ἰδιότητος. Τὸ σῶμα αὐτὸ προέκυψεν ἐκ τῆς στενωτέρας ἐνώσεως τοῦ χαλκοῦ μὲ τὸ θεῖον, ἀποτελεῖ δὲ μίαν **χημικὴν ἔνωσιν**. Λεπτομερεστέρα παρατήρησις ἀποδεικνύει, ὅτι εἰς τὴν ἔνωσιν ταύτην λαμβάνουν μέρος πάντοτε 4 μέρη βάρους χαλκοῦ καὶ 1 μέρος βάρους θείου. Τὸ τυχὸν ὑπάρχον πλεόνασμα χαλκοῦ, ἢ θείου, εἰς τὸ μῖγμα θὰ μείνῃ ἀμετάβλητον καὶ δὲν θὰ λάβῃ μέρος εἰς τὴν ἔνωσιν.

Γενικῶς, ἐνώσεις, ἢ χημικαὶ ἐνώσεις, εἶναι τὰ προϊόντα τοῦ στενωτέρου καὶ ὑπὸ ὠρισμένης ἀναλογίας συνδέσμου δύο ἢ περισσοτέρων οὐσιῶν, αἱ ὁποῖαι δὲν διατηροῦν τὰς ιδιότητάς των εἰς τὰ προϊόντα ταῦτα.

Χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τῆς χημικῆς ἐνώσεως εἶναι :

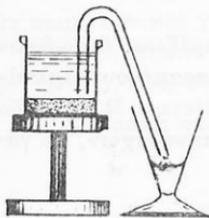
α) Ἡ ἀναλογία τῶν συστατικῶν ποὺ ἀποτελοῦν μίαν χημικὴν ἔνωσιν εἶναι ὠρισμένη καὶ πάντοτε ἡ αὐτή.

β) Αἱ ιδιότητες τῶν συστατικῶν, τὰ ὁποῖα ἀπετέλεσαν μίαν χημικὴν ἔνωσιν, ἐξαφανίζονται.

Ἡ ἔνωσις ἀποτελεῖ νέον σῶμα ὁμοιογενὲς μὲ ἐντελῶς νέας ιδιότητος. Οὕτω π.χ. τὸ μαγειρικὸν ἄλας εἶναι ἔνωσις τῶν ἐξῆς στοιχείων : 1) Τοῦ νατρίου, τὸ ὁποῖον εἶναι μέταλλον μαλακὸν ὡς ὁ κηρός, ἐλαφρότερον τοῦ ὕδατος, ἔχει λάμπην ἀργυρόχρουν κλπ. καὶ 2) Ἐνὸς ἀερίου, τὸ ὁποῖον καλεῖται χλωρίον, ἔχει δὲ χρῶμα κιτρινοπράσινον καὶ εἶναι ἐξόχως ἀσφικτικόν, διότι εἰσπνεόμενον προκαλεῖ αἰμό-πτυσιν καὶ θάνατον. Καμμία ἀπὸ τὰς ιδιότητος τῶν στοιχείων αὐτῶν δὲν ὑπάρχει εἰς τὸ μαγειρικὸν ἄλας, τὸ ὁποῖον εἶναι χημικὴ ἔνωσις αὐτῶν.

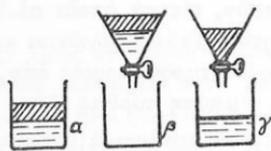
4. Διαχωρισμὸς τῶν συστατικῶν ἐνὸς μίγματος. Εἶδμεν ὅτι τὰ συστατι-

κά, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται ἓνα μίγμα, διατηροῦν τὰς ιδιότητάς των ἐντὸς τοῦ μίγματος. Ὡς ἐκ τούτου δύνανται νὰ ἀποχωρισθοῦν τὸ ἓν ἀπὸ τὸ ἄλλο χάρις εἰς τὴν διαφοράν τῶν ιδιοτήτων των. Ἀναλόγως τῆς ἐκάστοτε περιπτώσεως χρησιμοποιοῦμεν καὶ ἀνάλογον μέθοδον. Αἱ σπουδαιότεραι ἐξ αὐτῶν εἶναι



Σχ. 2. Ἀπόχυσις διὰ σίφωνος

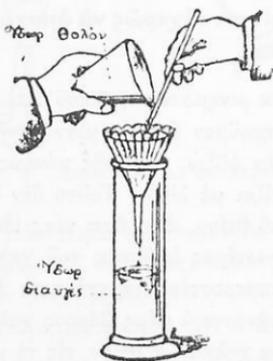
αἱ ἐξῆς :



Σχ. 3. Διαχωριστικὴ χοάνη

#### α) Ἀπόχυσις (σχ. 2), ἢ

καὶ διὰ τῆς **διαχωριστικῆς χοάνης** (σχ. 3). Ἡ μέθοδος χρησιμοποιεῖται εἰς μίγματα δύο ὑγρῶν ποῦ δὲν ἀναμιγνύονται (π.χ. ὕδατος-ελαίου). Ἐπίσης εἰς τὴν περίπτωσιν ἰζήματος στερεᾶς ὕλης εὐρισκομένης εἰς τὸν πυθμένα ὑγροῦ.



Σχ. 4. Διήθησις

**β) Διήθησις.** (σχ. 4). Αὕτη ἀφορᾷ διαχωρισμὸν στερεοῦ, τὸ ὅποιον αἰωρεῖται ὑπὸ μορφὴν λεπτοτάτων σωματιδίων ἐντὸς ὑγροῦ. Ὁ διαχωρισμὸς ἐπιτυγχάνεται, ἐὰν διαβιβάσωμεν τὸ «θολόν» ὑγρὸν διὰ μέσου πορώδους σώματος, οἱ πόροι τοῦ ὁποίου ἐπιτρέπουν μὲν τὴν διόδον τοῦ ὑγροῦ, συγκρατοῦν ὅμως τὰ σωματῖα τοῦ στερεοῦ. Τὰ πορώδεις σώμα καλούμενον «**ἠθμός**» δύναται νὰ εἶναι εἴτε διηθητικὸς χάρτης, εἴτε πορώδης πορσελάνη, ἢ ὑαλοβάμβαξ κ.ἄ.

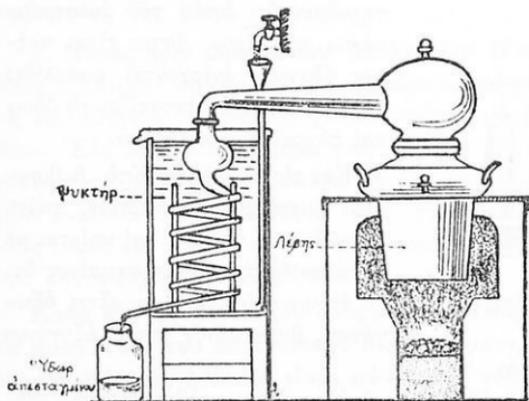
**γ) Ἀπόσταξις** (σχ. 5). Οὕτω ἀποχωρίζεται τὸ «**πηκτικόν**» συστατικὸν ἐνὸς μίγματος, ἥτοι ἐνεῖνο τὸ ὅποιον ζεεῖ εἰς χαμηλότεραν θερμοκρασίαν ἔναντι τῶν ἄλλων. Πρὸς τοῦτο, τὸ μίγμα θερμαίνεται μέχρι ζέσεως τοῦ πηκτικοῦ συστατικοῦ του. Οἱ παραγόμενοι ἀτμοὶ ψύχονται, ἔτε ὑγροποιοῦνται καὶ συλλέγονται. Οὕτω π.χ. ἀποχωρίζεται τὸ οἰνόπνευμα ἀπὸ τὸν οἶνον κατὰ τὴν παρασκευὴν τῶν ποτῶν οὔζου, κονιάκ κ.ἄ.

**δ) Κλασματικὴ ἀπόσταξις** (σχ. 6). Αὕτη χρησιμοποιεῖται εἰς μίγματα, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ σώματα διαφόρου πηκτικότητος, ὡς π.χ. τὸ φυσικὸν πετρέλαιον. Τὸ μίγμα θερμαίνεται ἰσχυρῶς καὶ οἱ παραγόμενοι ἀτμοὶ ἀνέρχονται κατὰ μῆκος μιᾶς κατακορύφου στήλης, ὅπου βαθμηδὸν ψύχονται. Τὰ ὀλιγώτερον πηκτικὰ συστατικά ὑγροποιοῦνται καὶ συλλέγονται παρὰ τὴν βᾶσιν τῆς στήλης, ἐνῶ τὰ πηκτικώτερα συλλέγονται πρὸς τὴν κορυφὴν τῆς στήλης.

**ε) Ἐκχύλισις.** Κατ' αὐτὴν παραλαμβάνεται ἀπὸ ἓνα μίγμα τὸ συστατικὸν ἐνεῖνο, τὸ ὅποιον εἶναι εὐδιάλυτον εἰς ἓνα διαλυτικὸν ὑγρὸν, ὅπου δὲν διαλύονται τὰ ἄλλα συστατικά. Τὸ διαλυτικὸν ὑγρὸν προστίθεται εἰς τὸ μίγμα καὶ διαλύει τὸ ἐν λόγῳ συστατικόν. Τὸ λαμβανόμενον διάλυμα ἀποχωρίζεται διὰ διηθήσεως καὶ κα-

τόπιν εξατμίζεται, ὅτε παραμένει εἰς τὸ δοχεῖον ἢ διαλυθεῖσα οὐσία τοῦ μίγματος. Οὕτω π.χ. λαμβάνεται ἡ ζάχαρις ἀπὸ τὰ σακχαρότευτλα.

στ) **Κλασματική κρυστάλλωσις.** Ἡ μέθοδος χρησιμοποιεῖται πρὸς διαχωρισμὸν οὐσιῶν (π.χ. ἀλάτων), αἱ ὁποῖαι εἶναι ὁμοῦ διαλυμέναι εἰς ἓνα ὑγρὸν, ἔχουν ὅμως διάφορον διαλυτότητα ἢ μία ἀπὸ τὴν ἄλλην. Τὸ κοινὸν διάλυμα εξατμίζεται καὶ συγκυνοῦται βαθμηδόν, ὅτε κρυσταλλοῦται καὶ καταπίπτει εἰς τὸν πυθμὲνα ἢ πλεόν δυσδιάλυτος οὐσία. Τὸ ὑπερκείμενον ὑγρὸν ἀπογύνηται καὶ εξατμίζεται ἐν συνεχείᾳ, ὅτε κρυσταλλοῦται ἡ ἀμέσως ὀλιγώτερον δυσδιάλυτος οὐσία κ.ο.κ. Οὕτω π.χ. ἀπὸ τὸ θαλάσσιον



Σχ. 5. Συσκευὴ ἀποστάξεως

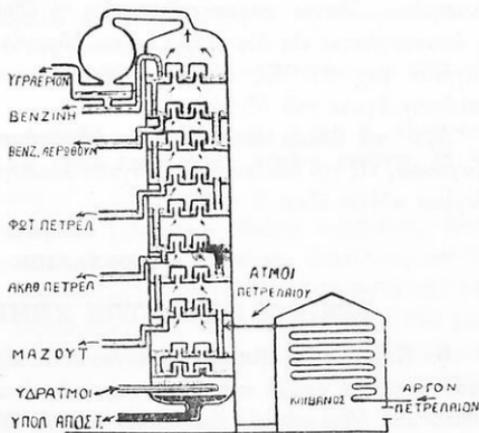
ὕδωρ δύνανται νὰ ληφθοῦν διαδοχικῶς τὰ ἄλατα: ἄνθρακικὸν ἀσβέστιον, θεικὸν ἀσβέστιον, γλωριούχον νάτριον κ.ο.κ.

**5. Σύνθεσις καὶ ἀνάλυσις.** Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὰ στοιχεῖα, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται ἓνα σύνθετον σῶμα, χρησιμοποιοῦμεν δύο μεθόδους, ἧτοι τὴν σύνθεσιν καὶ τὴν ἀνάλυσιν.

α) **Σύνθεσις.** Σύνθεσις εἶναι ὁ σχηματισμὸς χημικῆς ἐνώσεως ἐξ ἀπλουστέρων τοιούτων, ἢ καὶ ἐκ τῶν στοιχείων, ἐκ τῶν ὁποίων αὕτη ἀποτελεῖται.

Οὕτω π.χ. τὸ σύνθετον σῶμα ποὺ καλεῖται θειούχος γαλκός δύναται νὰ παραχθῇ, ἐὰν θερμάνωμεν μίγμα ἐκ 4 μ. βάρους ρινημάτων γαλκοῦ καὶ 1 μ. βάρους κόνεως θείου.

β) **Ἀνάλυσις.** Ἀνάλυσις ἢ καὶ χημικὴ ἀνάλυσις, καλεῖται ἡ ἀποσύνθεσις, ἢ διάσπασις, μιᾶς ἐνώσεως εἰς τὰ συστατικὰ αὐτῆς καὶ ἰδίως εἰς τὰ στοιχεῖα, ἐκ τῶν ὁποίων αὕτη ἀποτελεῖται.

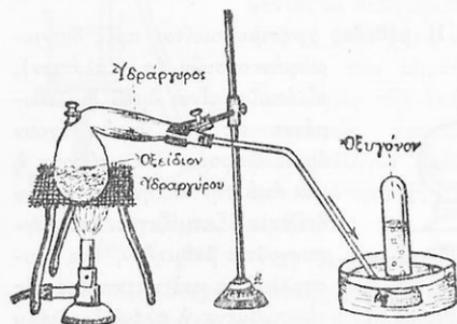


Σχ. 6. Σχεδιάγραμμα κλασματικῆς ἀποστάξεως τοῦ πετρελαίου.

### Παραδείγματα ἀναλύσεως:

1) Εἰς ὑάλινον κέρας εἰσάγωμεν κόνιν ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου καὶ πυροῦμεν

αυτήν (σχ. 7). Μετ' ὀλίγον εἰς τὰ ψυχρότερα μέρη τοῦ κέρατος ἐπιβάθηνται στα-



Σχ. 7. Τὸ ὀξειδίου τοῦ ὕδραργύρου ἀναλύεται εἰς ὕδραργυρον καὶ ὀξυγόνον.

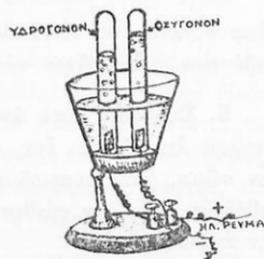
καίονται τὰ σώματα μετ' ὀλίγον ὄρμη.

Ἐὰν συνεχισθῇ ἡ πύρωση τοῦ ὀξειδίου τοῦ ὕδραργύρου, τοῦτο ἐξαφανίζεται καὶ μετατρέπεται ἐξ ὀλοκλήρου εἰς ὕδραργυρον καὶ ὀξυγόνον.

Ἄρα τὸ σῶμα τοῦτο εἶναι ἔνωσις ὕδραργύρου καὶ ὀξυγόνου.

2) Διαχετεύοντες συνεχῆς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δι' ὀξυσιμένου ὕδατος παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ ὕδωρ τοῦτο ἀποσυντίθεται εἰς δύο ἀέρια, ἥτοι ὕδρογόνον καὶ ὀξυγόνον (σχ. 8). Ἐξ αὐτῶν τὸ ὕδρογόνον κατέχει διπλάσιον ὄγκον τοῦ ὀξυγόνου.

Ἄρα, τὸ ὕδωρ εἶναι ἔνωσις ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, εἰς τὴν ὁποίαν ἡ κατ' ὄγκον ἀναλογία τῶν ἀερίων αὐτῶν εἶναι 2 πρὸς 1.



Σχ. 8. Ἡλεκτρόλυσις ὀξυσιμένου ὕδατος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΙ

### ΓΕΝΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ

6. Νόμος τῶν βαρῶν (Lavoisier). Ἐὰν ζυγίσωμεν τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸν ὕδραργυρον, τὰ ὁποῖα προκύπτουν ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως ὀρισμένης ποσότητος ὀξειδίου τοῦ ὕδραργύρου, εὐρίσκομεν ὅτι τὸ ἄθροισμα τῶν βαρῶν τῶν δύο αὐτῶν στοιχείων εἶναι ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ληφθέντος ὀξειδίου τοῦ ὕδραργύρου. Τοῦτο ἀποτελεῖ γενικὸν νόμον, ὁ ὁποῖος ἰσχύει εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις χημικῶν φαινομένων, ἥτοι συνθέσεων, ἀποσυνθέσεων, κλπ. διατυπῶνται δὲ ὡς ἑξῆς :

Εἰς κάθε χημικὴν μεταβολήν, ὅσον ζυγίζουν τὰ σώματα τὰ ὁποῖα λαμβάνουν μέρος εἰς αὐτήν, τόσον ζυγίζουν καὶ τὰ σώματα τὰ ὁποῖα προκύπτουν ἐξ αὐτῆς.

Γενικῶς, ἡ μᾶζα ἐνὸς κλειστοῦ συστήματος σακέτων εἶναι ἀμετάβλητος, ὅσαδήποτε χημικὰ μεταβολὰ καὶ ἀν' ἐπέλθουν εἰς τὰ σώματα αὐτά. Ἀμετάβλητος παραμένει ἐπίσης κατὰ τὰς

μεταβολές αυτές και ή μάζα ενός εκάστου στοιχείου, εκ των οποίων αποτελούνται τὰ σώματα.

Ή ύλη δηλ. κατά τὰς διαφόρους χημικάς μεταβολάς αλλάσσει μὲν μορφήν, ἀλλὰ δὲν καταστρέφεται, οὔτε δημιουργεῖται ἐκ τοῦ μηδενός. Διὰ τοῦτο ὁ νόμος αὐτὸς ἐκλήθη καὶ νόμος τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης.



### 7. Νόμος τῶν ὠρισμένων ἀναλογιῶν (Proust).

Κατὰ τὴν ἔνωσιν τοῦ χαλκοῦ μὲ τὸ οἶον λαμβάνουν μέρους εἰς αὐτὴν 4 μ. βάρους χαλκοῦ πρὸς 1 μ. βάρους οἴου. Ἐὰν ὑπάρχη πλεονάσμα ἐνὸς ἐκ τῶν δύο στοιχείων, τότε θὰ γίνῃ μὲν ἡ ἔνωσις αὐτῶν ὑπὸ τὴν ἀνωτέρω ἀναλογίαν, τὸ πλεονάζον ὅμως στοιχεῖον δὲν θὰ λάβῃ μέρος εἰς τὴν ἔνωσιν καὶ θὰ παραμείνῃ ἀμετάβλητον. Τοῦτο ἰσχύει γενικῶς, ἦτοι :

Κατὰ τὸν σχηματισμὸν ἐνὸς συνθέτου σώματος, τὰ συστατικά του θὰ ἐνωθοῦν ὑπὸ ὠρισμένην ἀναλογίαν βάρους, ἡ ὁποία εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή.

8. Νόμος τῶν ἰσοδυνάμων βαρῶν (Richter). Διὰ τοῦ νόμου αὐτοῦ δυνάμεθα νὰ εὑρωμεν ὑπὸ ποίαν ἀναλογίαν ἐνοῦνται μεταξύ των δύο στοιχεῖα Α καὶ Β, ὅταν γνωρίζομεν τὰ βάρη ὑπὸ τὰ ὁποῖα ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ἐνοῦται πρὸς τὸ αὐτὸ βᾶρος ἐνὸς τρίτου στοιχείου Γ. Ὁῦτω π.χ. προκειμένου περὶ τῶν στοιχείων ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου ἔχομεν :

4 gr ὕδρογόνου ἐνοῦνται μὲ 12 gr ἄνθρακος.

32 gr ὀξυγόνου ἐνοῦνται μὲ 12 gr ἄνθρακος.

Κατὰ τὴν μεταξύ των ἔνωσιν τῶν στοιχείων ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου πρὸς σχηματισμὸν ὕδατος παρατηροῦμεν ὅτι ταῦτα ἐνοῦνται ὑπὸ τὴν ἀναλογίαν 4 : 32, ἢ 1 : 8.

Ἐπὶ ἀναλόγων πειραματικῶν δεδομένων στηριζόμενος ὁ Richter διατύπωσε τὸ 1792 τὸν ἐξῆς νόμον :

Τὰ βάρη, ὑπὸ τὰ ὁποῖα ἐνοῦνται μεταξύ των δύο στοιχεῖα Α καὶ Β, εἶναι ἴσα ἢ ἀπλᾶ πολλαπλάσια τῶν βαρῶν ὑπὸ τὰ ὁποῖα ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ἐνοῦται μὲ τὸ αὐτὸ βᾶρος ἐνὸς τρίτου στοιχείου Γ.

9. Νόμος τῶν πολλαπλῶν ἀναλογιῶν (Dalton). Ἐνίστε συμβαίνει, ὥστε δύο στοιχεῖα νὰ ἐνοῦνται μεταξύ των ὑπὸ διαφόρους ἐκάστοτε ἀναλογίας καὶ νὰ παρέχουν ἐκάστοτε διάφορα προϊόντα. Παρατηροῦμεν τότε, ὅτι εἰς ὅλας αὐτὰς τὰς ἐνώσεις ἡ ἀναλογία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν λαμβάνουν μέρος τὰ στοιχεῖα εἶναι : Τοῦ ἐνὸς μὲν στοιχείου ἡ αὐτὴ πάντοτε, τοῦ ἄλλου δὲ στοιχείου ἀκέραιον πολλαπλάσιον μιᾶς ἐλαχίστης ποσότητος, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἀπαντᾷ τοῦτο εἰς μίαν ἐκ τῶν ἐνώσεων. Χαρακτηριστικὸν παράδειγμα εἶναι αἱ διάφοροι ἐνώσεις τοῦ ἀζώτου μὲ τὸ ὀξυγόνον, ἦτοι :

Ποσότης ἀζώτου		Ποσότης ὀξυγόνου		Προῖον
28 gr.	+	16 gr	=	ὑποξειδίου τοῦ ἀζώτου
28 »	+	32 »	=	ὀξειδίου » »
28 »	+	48 »	=	τριοξειδίου » »
28 »	+	64 »	=	ὑπεροξειδίου » »
28 »	+	80 »	=	πεντοξειδίου » »

"Όθεν, όταν ένα στοιχείον Α δύναται να ένωθῆ με έν άλλο στοιχείον



Σχ. 10. GAY - LUSSAC (1778 - 1850). Γάλλος χημικός και φυσικός. Άνεκάλυψε τόν νόμον τῆς χημικῆς ένώσεως μεταξύ τῶν ἀερίων, ὅτι τὸ γλῶριον δὲν εἶναι ὀξυγονοῦχος ένωση, ἀλλ' εἶναι στοιχείον, τὸν νόμον τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων κ.ά.

Β κατά περισσοτέρας τῆς μιᾶς ἀναλογίας πρὸς σχηματισμὸν ἐκάστοτε διαφόρου προϊόντος, τότε τοῦ μὲν Α στοιχείου τὸ βάρος παραμένει τὸ αὐτὸ εἰς ὅλας τὰς ένώσεις· τοῦ Β ὅμως στοιχείου τὸ βάρος ἀπὸ ένωσης εἰς ένωσιν λαμβάνεται διπλάσιον, ἢ 3πλάσιον, ἢ 4πλάσιον, ἢ καὶ 5πλάσιον τοῦ ἀρχικοῦ.

#### 10. Νόμος τῶν ὄγκων (Gay-Lussac)

Πολλάκις συμβαίνει νὰ εἶναι ἀέρια τὰ στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα ένοῦνται μεταξύ των. Τότε εἶναι εὐκολώτερον νὰ μετρώμεν αὐτὰ διὰ τοῦ ὄγκου των ἀντὶ διὰ τοῦ βάρους. Παρατηρεῖται τότε, ὅτι ἡ ἀναλογία τῶν ὄγκων, ὑπὸ τοὺς ὁποίους ταῦτα ένοῦνται, εἶναι πολὺ ἀπλῆ. Ἐὰν δὲ ἡ ένωσις τοῦ ὀξυγόνου εἶναι καὶ αὐτὴ ἀέριον σῶμα, τότε καὶ αὐτῆς ὁ ὄγκος ἔχει σχέσιν ἀπλῆν πρὸς τοὺς ὄγκους τῶν συστατικῶν τῆς.

Οὕτω π.χ. :

1 ὄγκος ὕδρογόνου	+	1 ὄγκος γλῶριου	=	2 ὄγκοι ὕδροχλωρίου
2 ὄγκοι	»	+ 1 » ὀξυγόνου	=	2 » ἀτμῶν ὕδατος
3 »	»	+ 1 » ἀζώτου	=	2 » ἀμμωνίας κ.ο.κ.

Συμφώνως πρὸς τὰς ἀνωτέρω παρατηρήσεις ὁ Gay-Lussac διετύπωσε τὸ 1808 τὸν ἐξῆς νόμον: Οἱ ὄγκοι τῶν ἀερίων, τὰ ὁποῖα σχηματίζουν μίαν ένωσιν, μετροῦμενοι ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως, ἔχουν μεταξύ των σχέσιν ἀπλῆν, ὡς π.χ. 1:1, 2:1, 3:1, 2:3. Ἐὰν δὲ καὶ τὸ προϊόν τῆς ένωσης εἶναι ἀέριον, ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἔχει σχέσιν ἀπλῆν πρὸς τὸν ὄγκον ἐκάστου τῶν συστατικῶν του, εἶναι δὲ διπλάσιος τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου τοῦ εὐρισκομένου ὑπὸ τὴν μικροτέραν ἀναλογίαν.

#### Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ \*

1. Χαλκὸς βάρους 64 gr ένοῦται με θεῖον. Ζητεῖται: α) Πόσον βάρους θεῖου ἔλαβε μέρος εἰς τὴν χημικὴν αὐτὴν ένωσιν. β) Πόσον ζυγίζει τὸ προϊόν τῆς ένωσης.

2. 7 gr ἀζώτου ένοῦνται με ὀξυγόνον καὶ παρέχουν ὀξειδιον τοῦ ἀζώτου. Ἐξ ἄλλου, ἔτερα 7 gr ἀζώτου ένοῦμενα με ὀξυγόνον παρέχουν ὀξειδιον τοῦ ἀζώτου. Ζητεῖται ἡ ποσότης τοῦ ὀξυγόνου ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς ἐκάστην τῶν δύο αὐτῶν περιπτώσεων.

\* Ἐκτὸς τῶν περιπτώσεων, ὅπου γίνεται εἰδικὴ μεία, οἱ ὄγκοι τῶν ἀερίων καὶ τῶν ἀτμῶν λογιζονται ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας θερμοκρασίας καὶ πίεσεως, ἤτοι ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° C καὶ πίεσιν 760 mm ὑδραργυρικῆς στήλης.

3. Πόσος όγκος όξυγόνου άπαιτείται, ένα ένωσή με 4 l όδρογόνου; Πόσος θά είναι ό όγκος τών άτιμών του ύδατος που θά παραχθή;

4. 3 λίτρα χλωρίου ένοϋνται με 3 λίτρα όδρογόνου. Ζητείται ό όγκος του παραγομένου άερίου όδροχλωρίου.

5. 2 λίτρα άζώτου ένοϋνται με 6 λίτρα όδρογόνου προς παρασκευή άερίων άμμωνίας. Ζητείται ό όγκος τής παραγομένης άμμωνίας.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΙΙ

#### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚ ΤΗΣ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

**11. Μόρια.** Κάθε ύλικόν σώμα δύναται νά διααιρεθῆ εἰς δύο μικρότερα τεμάχια. Έκάστον ἐξ αὐτῶν πάλιν δύναται νά διααιρεθῆ εἰς δύο ἄλλα κ.ο.κ. Ένα τεμάχιον σακχάρους π.χ. δύναται νά δώσῃ κόκκιν, ἢ ὅποια ἀποτελεῖται ἀπό μέγαν ἀριθμόν κόκκων σακχάρους. Έάν διαλύσωμεν τήν σάκχαριν εἰς ὕδωρ, τότε θά χωρισθῆ αὕτη εἰς παμμέγιστον ἀριθμόν μικροτάτων σωματιδίων, τά ὅποια κατανέμονται ὁμοιομερῶς εἰς τό διάλυμα. Τά ἀπίεως μικρά αὐτά σωματίκια εἶναι ἀδύνατον νά τά ἴδωμεν ἔστω καί διὰ τοῦ ἰσχυροτέρου μικροσκοπίου. Έν τούτοις ἐξακολουθοῦν νά ἔχουν τās ἰδιότητας τῆς σακχάρους, διότι ἔχουν γλυκεῖαν γεῦσιν καί με τήν ἐξάτμισιν τοῦ διαλυτικῆς ὕγρου συγκεντροῦνται πάλιν εἰς ἕνα στρεῖον τεμάχιον σακχάρους. Τό μικρότερον τεμάχιον σακχάρους, τό ὅποῖον ἐξακολουθεῖ νά ἔχῃ τās ἰδιότητας αὐτῆς, καλεῖται **μόριον** τῆς σακχάρους.

Γενικῶς, **μόριον** ἐνός καθαροῦ σώματος εἶναι τό ἐλάχιστον τεμάχιον τούτου, που δύναται νά ὑπάρξῃ ἐν ἐλευθέρᾳ καταστάσει καί ἐξακολουθεῖ νά ἔχῃ τās ἰδιότητας τοῦ σώματος αὐτοῦ.

Συνεπῶς, μία ποσότης καθαροῦ σώματος ἀποτελεῖται ἀπό μέγα πλῆθος ὁμοειδῶν μορίων. Τά μόρια ὅμως αὐτά εἶναι διάφορα ἀπό τά μόρια ἐνός ἄλλου διαφόρου σώματος. Έπάρχουν δηλ. τόσαι ποικιλίαι μορίων, ὅσαι εἶναι αἱ ποικιλίαι τῶν διαφόρων οὐσιῶν εἰς τήν φύσιν.

Τό μέγεθος ἐνός μορίου εἶναι ἀκραιτάτως μικρόν. Ό ἀριθμός δὲ τῶν μορίων που ἀποτελοῦν ὁθεῖσαν ποσότητα μιᾶς οὐσίας εἶναι τεράστιος. Έδού μερικοί ἀριθμοί ἀφορῶντες τό μόριον τοῦ όδρογόνου.

Μάζα ἐνός μορίου όδρογόνου	3,342.10 <sup>-24</sup> gr
Διάμετρος	2,17 .10 <sup>-8</sup> cm
Άριθμός μορίων εἰς 2 gr όδρογόνου	6.023.10 <sup>23</sup>
Μέση ταχύτης	1692 m/sec
Άριθμός συγκρούσεων ἐκάστου μορίου κατὰ sec	9,20.10 <sup>9</sup>

Όὔτω π.χ. :

α) Διὰ νά σχηματισθῆ μήκος ἐνός cm, πρέπει νά τοποθετηθοῦν εὐθυγράμμως τό ἐν κατόπιν τοῦ ἄλλου 46.083.000 μόρια όδρογόνου.

β) Διὰ τὴν μετρητοῦ τὰ μόρια, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελοῦνται 2 gr βάρους ὑδρογόνου μὲ ρυθμὸν ἑνὸς μορίου κατὰ sec, ἀπαιτοῦνται:  $6,03 \cdot 10^{23}$  sec, ἴτοι 200 ἑκατομβόρια αἰῶνων περιπτου.



Σχ. 11. Ὁ Δημόκριτος διδάσκειν παρὰ τὴν Ἀκρόπολιν.

μάτια αὐτὰ δὲν τέμνονται περαιτέρω οὔτε διὰ χημικῶν μέσων οὔτε διὰ τῶν φυσικῶν μέσων, καλοῦνται δὲ **ἄτομα**.

Ἀκόμη καὶ ὀρισμένα ἐκ τῶν στοιχείων ἔχουν μόρια ἀποτελούμενα ἀπὸ δύο ἢ καὶ περισσότερα ἄτομα ἑκαστον, τὰ ὁποῖα ὅμως εἶναι ὅμοια μεταξὺ τῶν. Οὕτω π.χ. τὸ μόριον τοῦ ὀξυγόνου ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ὅμοια ἄτομα ὀξυγόνου, τὸ μόριον τοῦ ὑδρογόνου ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἄτομα ὑδρογόνου, τὸ μόριον τοῦ φωσφόρου ἀπὸ τέσσαρα ἄτομα φωσφόρου κ.ο.κ.

Ὅσα εἶναι τὰ στοιχεῖα, τόσα εἶναι καὶ αἱ ποικιλίαι τῶν ἀτόμων.

Αἱ ἐνώσεις τῶν στοιχείων πρὸς σχηματισμὸν συνθέτων σωμάτων καὶ γενικῶς αἱ διάφοροι χημικαὶ μεταβολαὶ τῶν σωμάτων γίνονται μεταξὺ τῶν ἀτόμων.

Ὅθεν, ἄτομον στοιχείου εἶναι τὸ μικρότερον τεμάχιον αὐτοῦ, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ λάβῃ μέρος εἰς τὸν σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων καὶ νὰ μεταφερθῇ ἀπὸ μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως εἰς ἄλλην κατὰ τὰς διαφόρους χημικὰς μεταβολὰς.

Πρῶτος ὁ ἀρχαῖος Ἕλληνας φιλόσοφος Δημόκριτος (σχ. 11) κατὰ τὸν 5ον π.Χ. αἰῶνα διετύπωσε τὴν ὑπόθεσιν, ὅτι ἡ ὕλη ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρότατα σώματα ἀδιαίρετα καὶ ἄφθαρτα, τὰ ὁποῖα ὠνόμασεν «ἄτομα».

Κατὰ τὸ 1805 δὲ ὁ Ἄγγλος χημικὸς καὶ φυσικὸς Dalton (σχ. 12), ἀγόμενος ἀπὸ τὴν ἀνωτέρω ὑπόθεσιν τοῦ Ἑλληνικοῦ Δημοκρίτου, ὑπεστήριξε δι' ἐπιστημονικῶν

Τὰ μόρια ποὺ ἀποτελοῦν ἓνα σῶμα εὐρίσκονται εἰς μεγάλην ἀπόστασιν μεταξὺ τῶν, ἐν σχέσει πρὸς τὸ ἴδιον αὐτῶν μέγεθος καὶ κινεῖνται διαρκῶς. Εἰς τὰ ἀέρια σῶματα αἱ ἀποστάσεις μεταξὺ τῶν μορίων εἶναι ἀκόμη μεγαλύτεραι. Τὰ μόρια τῶν ἀέριων κινεῖνται ἀτάκτως καὶ συγκρούονται διαρκῶς τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου ἢ καὶ ἐπὶ τῶν τοιχομάτω τῶν δοχείων, ὅπου περιέχονται. Ἀποτέλεσμα τῶν συγκρούσεων αὐτῶν εἶναι ἡ ἀπίεσις ποὺ ἐξασκοῦ τὰ ἀέρια.

**12. Ἄτομα.** Τὸ μόριον τῆς σακχαρώσεως δύναται διὰ χημικῶν μέσων νὰ διασπασθῇ εἰς μικρότερα ἀκόμη τεμάχια. Ταῦτα ὅμως δὲν ἔχουν τὰς ιδιότητας τῆς σακχαρώσεως, ἀλλ' εἶναι σωμάτια, τὰ ὁποῖα ἀνήκουν: "Ἄλλα μὲν ἐξ αὐτῶν εἰς τὸ στοιχεῖον ἄνθραξ, ἄλλα εἰς τὸ στοιχεῖον ὀξυγόνον καὶ τὰ ὑπόλοιπα εἰς τὸ στοιχεῖον ὑδρογόνον. Τὰ σω-

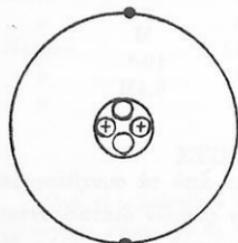


Σχ. 12. JOHN DALTON (1766 - 1844). Ἄγγλος χημικὸς καὶ φυσικὸς. Διετύπωσε τὸν νόμον τῶν πολλαπλῶν ἀναλογιῶν καὶ τὴν ἀτομικὴν θεωρίαν.

ἐπιχειρημάτων, ὅτι ἡ ὕλη ἀποτελεῖται πράγματι ἀπὸ ἀδιάκριτα σωματῖα, τὰ ὁποῖα ὠνόμασε καὶ αὐτὸς **ἄτομα**.

Σήμερον ἡ ὑπαρξίς τῶν ἀτόμων δὲν ἀποτελεῖ πλέον ἀπλῆν ὑπόθεσιν, ἀλλὰ θεωρεῖται ὡς πραγματικότητα.

**13. Σύστασις τῶν ἀτόμων.** Κάθε ἄτομον στοιχείου ἀποτελεῖ ἐν εἶδος πλανητικοῦ συστήματος. Εἰς τὸ κέντρον δηλ. τοῦ ἀτόμου ὑπάρχει ἓνας «**πυρῆν**» καὶ πέριξ αὐτοῦ περιφέρονται, ὡς οἱ πλανῆται περὶ τὸν ἥλιον, ὀρισμένα σωματῖα, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **ἠλεκτρόνια** (σχ. 13).



- ⊕ = πρωτόνιον  
 ○ = νετρόνιον  
 ● = ἠλεκτρόνιον

Σχ. 13. Ἄτομον τοῦ στοιχείου ἡλίου.

Τὸ **ἠλεκτρόνιον** (σύμβολον e-) εἶναι στοιχειῶδες φορτίον τοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἡ μᾶζα τοῦ ἠλεκτρονίου εἶναι ἀσήμαντος, διότι ἰσοῦται μὲ τὸ 1/1840 περίπου τῆς μᾶζης τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου, ποῦ εἶναι τὸ ἐλαφρότερον ἀπὸ ὅλα τὰ ἄτομα τῶν στοιχείων.

Τὰ συστατικὰ τοῦ πυρῆνος καλοῦνται γενικῶς **νουκλεόνια**. Ταῦτα εἶναι κυρίως δύο, ἦτοι τὸ **πρωτόνιον** καὶ τὸ **νετρόνιον**.

Τὸ **πρωτόνιον** (σύμβολον p+) εἶναι σωματῖον, τὸ ὁποῖον φέρει θετικὸν φορτίον ἠλεκτρισμοῦ, ποῦ εἶναι ἴσον καὶ ἀντίθετον πρὸς τὸ φορτίον τοῦ ἠλεκτρονίου. Ἡ μᾶζα τοῦ πρωτονίου εἶναι 1837 φορές μεγαλύτερα ἀπὸ τὴν μᾶζαν τοῦ ἠλεκτρονίου. Ὁ πυρῆν τοῦ ἀτόμου τοῦ κοινοῦ ὑδρογόνου ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα μόνον πρωτόνιον.

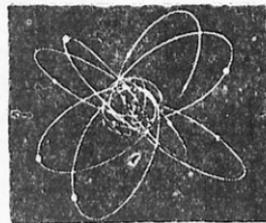
Τὸ **νετρόνιον** (σύμβολον n) εἶναι σωματῖον οὐδέτερον ἠλεκτρικῶς. Ἔχει μᾶζαν κατὰ τι μεγαλύτεραν ἀπὸ τὴν μᾶζαν τοῦ πρωτονίου καὶ συγκεκριμένως 1838 φορές μεγαλύτεραν τῆς μᾶζης τοῦ ἠλεκτρονίου. Συνεπῶς, ἡ τυχὸν προσθήκη ἐνὸς νετρονίου εἰς τὸν πυρῆνα ἐνὸς ἀτόμου δὲν ἐπηρεάζει μὲν τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον αὐτοῦ, ἀλλὰ εἰς τὴν μᾶζαν τοῦ ἀτόμου κατὰ μίαν μονάδα.

Ἡ μᾶζα ἐνὸς ἀτόμου εὐρίσκεται ὅλη σχεδὸν συγκεντρωμένη εἰς τὸν πυρῆνα του. Αὕτη ἰσοῦται μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν πρωτονίων καὶ τῶν νετρονίων τοῦ πυρῆνος. Διότι τὰ ἠλεκτρόνια τοῦ ἀτόμου, λόγῳ τῆς πολὺ μικρᾶς τῶν μᾶζης, δὲν ἐπηρεάζουν αἰσθητῶς τὴν ὅλην μᾶζαν αὐτοῦ.

Ἔστω π.χ. ὅτι εἶναι A ἡ μᾶζα ἐνὸς ἀτόμου, τοῦ ὁποίου ὁ πυρῆν ἔχει Z πρωτόνια. Ἡ διαφορὰ A-Z ἐκφράζει τὸν ἀριθμὸν n τῶν νετρονίων τοῦ πυρῆνος, ἦτοι:

$$n = A - Z$$

Ὁ ἀριθμὸς Z τῶν πρωτονίων τοῦ πυρῆνος ἐνὸς ἀτόμου καλεῖται **ατομικὸς ἀριθμὸς** τοῦ στοιχείου (24). Ὁ ατομικὸς ἀριθμὸς ἐκφράζει ἐπίσης καὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἠλεκτρονίων τοῦ ἀτόμου. Διότι τὸ ἄτομον ἐν τῷ συνόλῳ του εἶναι ἠλεκτρικῶς οὐδέτερον. Συνεπῶς, ὅσα εἶναι τὰ πρωτόνια τοῦ πυρῆνος ἐκάστου ἀτόμου, τόσα ἠλεκτρόνια περιφέρονται πέριξ τοῦ πυρῆνος αὐτοῦ (σχ. 14).



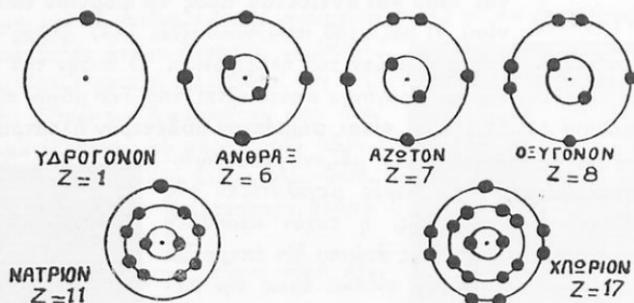
Σχ. 14. Παραστατικὴ ἀπεικόνισις τοῦ ἀτόμου τοῦ στοιχείου χλωρίου.

Αί διαστάσεις τοῦ πυρήνος καὶ τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι ἀσήμαντοι ἐν συγκρίσει πρὸς τὰς διαστάσεις τοῦ ἀτόμου θεωρουμένου ὡς σφαιρικοῦ. Οὕτω π.χ. ὁ πυρῆν καταλαμβάνει ἐντὸς τοῦ ἀτόμου πολὺ μικροτέραν ἔκτασιν ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν ἔκτασιν ποὺ κατέχει ὁ ἥλιος ἐντὸς τοῦ πλανητικοῦ του συστήματος.

ΠΙΝΑΞ III  
ΜΕΓΕΘΗ ΤΙΝΑ ΠΥΡΗΝΟΣ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΟΥ ΚΑΙ ΑΤΟΜΟΥ

	Πυρῆν	Νέφος ἠλεκτρονίων	Ἄτομον
Φορτίον (Coulombs)	$1,6 \times 10^{-19} Z$	$1,6 \times 10^{-19} Z$	—
Μάζα .....	M	$Z/1837$	M
Διάμετρος (cm) .....	$1,7 \times 10^{-13}$	$10^{-8}$	$10^{-8}$
Πυκνότης (gr/cm <sup>3</sup> ) .....	$10^{14}$	$2 \times 10^{-4} Z$	0,4M
Πυκνότης φορτίου (Coulombs/cm <sup>3</sup> ) .....	$5 \times 10^{18}$	$4 \times 10^4 Z$	—

Εἰς τὸ σχῆμα 15 παριστῶνται σχηματικῶς μερικὰ ἄτομα ἀπὸ τὰ συνθέστερα στοιχεῖα. Παρατηροῦμεν, ὅτι τὰ ἠλεκτρόνια τῶν ἐσωτερικῶν φλοιῶν διατάσσονται κατὰ ζεύγη, ἐνῶ ἐκεῖνα τοῦ ἐξωτάτου φλοιοῦ, εἶναι ἄλλα μὲν κατὰ ζεύγη, ἄλλα δὲ μεμονωμένα. Τοῦτο θέλει ἐξηγηθῆ εἰς εἰδικὸν κεφάλαιον.



Σχ. 15. Ἄτομα τῶν συνθεστέρων στοιχείων ἀπὸ τὰ ἀπλούστερα.

Τὸ σύνολον τῶν ἠλεκτρονίων ποὺ περιφέρονται περὶ τὸν πυρῆνα ἐνὸς ἀτόμου κατανέμεται εἰς διαφόρους **σφαιρικές στιβάδας**, ἢ **φλοιούς**, ἡ κατανομή δὲ αὕτη ἀκολουθεῖ ὀρισμένην τάξιν. Οὕτω π.χ. εὐρέθη, ὅτι εἰς τὸν πλησιέστερον πρὸς τὸν πυρῆνα φλοιὸν τῶν ἠλεκτρονίων δύνανται νὰ συνυπάρξουν δύο μόνον ἠλεκτρόνια. Εἰς τὸν ἀμέσως ἐπόμενον δύνανται νὰ συνυπάρξουν 8 ἠλεκτρόνια, εἰς τὸν μεθεπόμενον 18 κ.ο.κ. (σχ. 16).

Ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως ἐνδιαφέρουν παρουσιάζουν ὀρισμένα ἠλεκτρόνια τοῦ ἐξωτάτου φλοιοῦ τοῦ ἀτόμου ἐκάστου στοιχείου. Διότι τὰ ἠλεκτρόνια αὐτὰ συντελοῦν εἰς τὴν ἔνωσιν τῶν ἀτόμων μεταξὺ των πρὸς σχηματισμὸν μορίων. Οὕτω π.χ. τοιαῦτα ἠλεκτρόνια ἐνὸς ἀτόμου Α μεταπηδοῦν εἰς ἄλλο ἄτομον Β, ἢ συνδυάζονται κατὰ ζεύγη μὲ ἀντίστοιχα ἠλεκτρόνια τοῦ ἀτόμου Β, ὅποτε σχηματίζεται τὸ μῦριον ΑΒ.

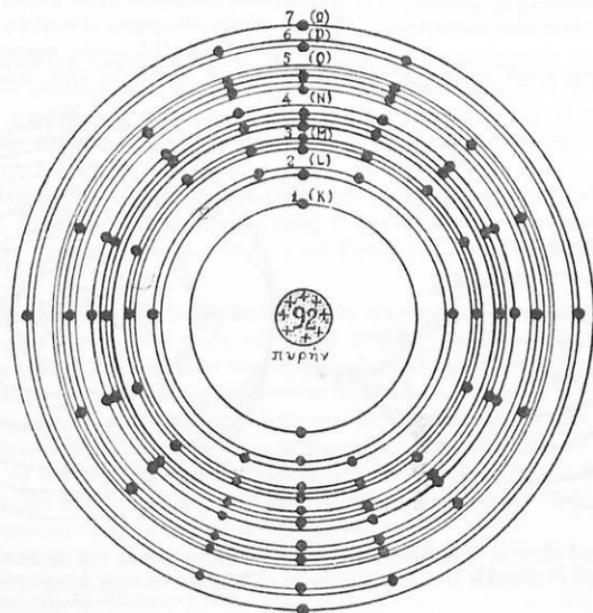
ΠΙΝΑΞ IV  
ΣΥΣΤΑΣΙΣ ΜΕΡΙΚΩΝ ΠΥΡΗΝΩΝ

Στοιχεία	Z	n	M	Σύμβολα	Ίδιότητες
Υδρογόνον	1	0	1	${}_1\text{H}^1$	p Σταθερόν
Δευτέριον	1	1	2	${}_1\text{H}^2$	d Σταθερόν
Τρίτιον	1	2	3	${}_1\text{H}^3$	t Ραδιενεργόν
Ήλιον	2	1	3	${}_2\text{H}^3$	Σταθερόν
»	2	2	4	${}_2\text{H}^4$	α Σταθερόν
Λίθιον	3	3	6	${}_3\text{Li}^6$	Σταθερόν
»	3	4	7	${}_3\text{Li}^7$	Σταθερόν
Νάτριον	11	11	22	${}_{11}\text{Na}^{22}$	Ραδιενεργόν
»	11	12	23	${}_{11}\text{Na}^{23}$	Σταθερόν
»	11	13	24	${}_{11}\text{Na}^{24}$	Ραδιενεργόν

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚ ΤΗΣ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

Διά τήν βαθυτέραν κατανόησιν τῶν χημικῶν φαινομένων εἶναι ἀπαραίτητος ἡ γνῶσις τῶν κατωτέρω στοιχείων ἐκ τῆς «Ατομικῆς Φυσικῆς».

14. Ἡλεκτρονικὴ δομὴ τοῦ ἀτόμου. Ἀπὸ τὴν μελέτην τῶν ἀκτίνων X, τὰς ὁποίας ἐκπέμπουν τὰ διάφορα στοιχεῖα, ὅταν διεγερθοῦν καταλλήλως, καθὼς ἐπίσης καὶ ἐξ ἄλλων φαινο-



Σχ. 16. Σχηματικὴ παράστασις τοῦ ἀτόμου τοῦ οὐρανίου, ὅπου ἐμφαίνονται καὶ οἱ ὑποφλοιῶν τῶν 5 πρώτων φλοιῶν.

μένων, προέκυψαν τὰ ἐξῆς ὅσον ἀφορᾷ τὰς τροχιάς τῶν ἠλεκτρονίων περίξ τοῦ πυρήνος ἐνὸς ἀτόμου :

α) Τὰ ἠλεκτρόνια περιφερόμενα περίξ τοῦ πυρήνος σχηματίζουν διάφορα στρώματα, ἢ φλοι-

Στ. Δ. Σερμπέτη : Ἀνόργανος Χημεία

ούς. Οί φλοιοί αυτοί ανέρχονται μέχρις επτά (7) και χαρακτηρίζονται κατά σειράν αποστάσεώς των εκ του πυρήνος είτε με τὰ κεφαλαία γράμματα K, L, M, N, O, P και Q, είτε με τούς αύξοντα-τας αριθμούς των 1, 2, 3, 4, 5, 6 και 7.

β) Έκαστος φλοιός αποτελείται από υποφλοιούς, ό αριθμός των οποίων είναι ίσος με τον αύξοντα αριθμόν του φλοιού. Ο πρώτος δηλ. φλοιός (K) είναι άπλοός. Ο δεύτερος φλοιός (L) αποτελείται από 2 υποφλοιούς, ό τρίτος φλοιός (M) αποτελείται από 3 υποφλοιούς κ.ο.κ. (σχ. 16).

Οί υποφλοιοί έκάστου φλοιού προσδιορίζονται κατά σειράν τάξεως αυτών με τὰ μικρά γράμ-ματα : s p d f και g. Προς διάκρισιν μεταξύ των τίθεται πρό του γράμματος και ό αύξων αριθμός του φλοιού ως π.χ.

2s = ό πρώτος υποφλοιός του 2ου φλοιού (L).

3p = ό δεύτερος υποφλοιός του 3ου φλοιού (M)

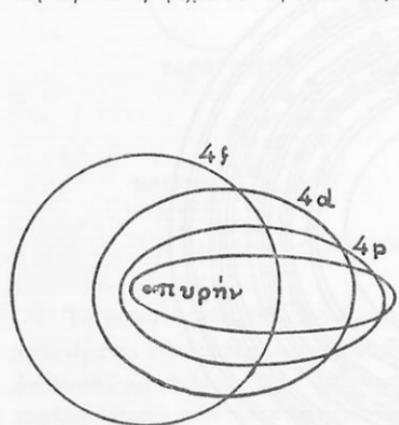
4d = ό τρίτος υποφλοιός του 4ου φλοιού (N)

κ.ο.κ.

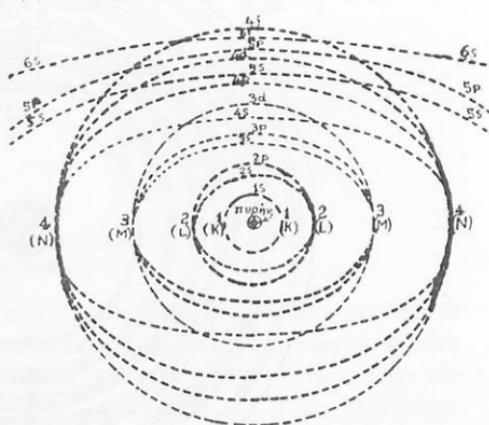
γ) Η τροχιά του ηλεκτρονίου εις έκαστον φλοιόν είναι συνήθως έλλειψις, εις μίαν έστίαν τής οποίας εύρίσκεται ό πυρήν. Κατά την περιφοράν μή-λιστα του ηλεκτρονίου περίξ του πυρήνος οι δύο άξο-νες τής έλλειπτικής τροχιάς περιστρέφονται εις τρό-πον, ώστε αι διαδοχικαί έλλείψεις να διαγράφουν μίαν μαργαρίταν (σχ. 17).

Σχ. 17. Η έλλειπτική τροχιά ενός ηλεκτρονίου διαγράφει μίαν μαργαρίταν.

δ) Αί έλλειπτικαί τροχιαί εις όλους τούς υπο-φλοιούς έκάστου φλοιού έχουν ίσους τούς μεγάλους άξονας αυτών, διαφέρουν όμως ως προς τούς μι-κρούς των άξονας. Έξ αυτών, περισσότερον πεπλα-τυσμένη είναι ή τροχιά του πρώτου υποφλοιού (s), ενώ ή τελευταία είναι κύκλος (σχ. 18).



Σχ. 18. Αί τροχιαί εις τούς 4 υποφλοιούς του φλοιού N (n=4).



Σχ. 19. Λόγω του πεπλατυσμένου των τροχίων εις τούς υποφλοιούς, τὰ δρια των γειτονικών φλοιών συγχέονται.

ε) Λόγω του πεπλατυσμένου των τροχίων εις τούς διαφόρους φλοιούς, από του 3ου φλοιού και πέραν τὰ δρια των φλοιών συγχέονται. Η κυκλική τροχιά (ή 3d) π.χ. του φλοιού M (n=3) εισδύει εντός του 4ου φλοιού (N) υπερπηδῶσα την πολύ πεπλατυσμένην τροχιάν 4s του φλοιού τούτου (σχ. 19).

στ) Η περιφορά του ηλεκτρονίου περίξ του πυρήνος δημιουργεί και ένα μαγνητικόν πεδίου, του οποίου ή διεύθυνσις και ή φορά εξαρτώνται από τον προσαυτολισμόν του επιπέδου τής τρο-  
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

χιάς και από το δεξιόστροφο, ή άριστερόστροφο της περιφοράς του ηλεκτρονίου επί της τροχιάς του. Το ηλεκτρόνιο χαρακτηρίζεται ούτω από την λεγομένη **τροχιακήν στροφορμήν** του.

ζ) Το ηλεκτρόνιο έχει **ακόμη και ιδίαν περιστροφικήν κίνησιν** περί άξονα, όπως ο στρόμβος (σβόρα). Δημιουργείται ούτω και άλλο **μαγνητικόν πεδίου** κατά μήκος του άξονος περιστροφής του ηλεκτρονίου. Συνεπώς, το ηλεκτρόνιον χαρακτηρίζεται και από την **ιδίαν αυτού στροφορμήν**, ή οποία καλεῖται **σπίν** (spin).

**15. Μορφή του ηλεκτρονίου.** Η θεωρητική έρευνα αποδεικνύει, ότι το ηλεκτρόνιον δεν αποτελεί συγκροτημένον σωμάτιον με ώρισμένας διαστάσεις, αλλά ένα είδος νέφους, ή πυκνότης του όποιου βαίνει αυξανόμενη εκ τής περιφέρειας προς τὸ κέντρον (σχ. 20).

**16. Οί 4 κβαντικοί αριθμοί εκάστου ηλεκτρονίου.** Γενικώς, ή θεωρητική μελέτη των κινήσεων των ηλεκτρονίων περίξ του πυρήνος εκάστου ατόμου αποδεικνύει, ότι **κάθε ηλεκτρόνιον χαρακτηρίζεται από 4 παράγοντας**, οί όποιοί εκλήθησαν **κβαντικοί αριθμοί**. Ούτοι είναι :

α) **ο πρωτεύων κβαντικός αριθμός n**, όστις χαρακτηρίζει τὸν φλοιόν, εις τὸν όποίον εύρίσκεται τὸ ηλεκτρόνιον, ως π.χ.  $n=1$  (K),  $n=2$  (L),  $n=3$  (M),  $n=4$  (N) κ.ο.κ.

β) **Ο κβαντικός αριθμός l**, όστις εκφράζει τὸν υποφλοιόν (όπου  $l=s$ , ή  $p$ , ή  $d$  κ.ο.κ.).

γ) **Ο κβαντικός αριθμός j**. Ούτος καλεῖται και **μαγνητικός κβαντικός αριθμός** τής στροφορμής εκ περιφοράς, όρίζει δὲ τὸν προσανατολισμὸν τής τροχιακῆς στροφορμής του ηλεκτρονίου.

δ) **Σφόρος ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός m**, όστις εκφράζει τὸν προσανατολισμὸν τής ιδίας στροφορμής του σπίν του ηλεκτρονίου.

**17. Άπαγορευτική άρχή του Pauli.** Τα ηλεκτρόνια εκάστου ατόμου ελκόμενα υπό του πυρήνος τείνουν νὰ συσσωρευθοῦν όλα, ει δυνατόν, εις τὸν πλησιέστερον πρὸς τὸν πυρήνα φλοιόν. Τοῦτο όμως δὲν συμβαίνει εις τὴν πραγματικότητά, διότι ἐπηρεάζουν και τὰ μαγνητικά πεδία που παράγονται εκ τὸν κινήσεων των ηλεκτρονίων. Η θέσις των ηλεκτρονίων καθορίζεται από τὴν ἐξῆς άρχήν :

**Εις δοθὲν άτομον, δύο ηλεκτρόνια δὲν δύνανται νὰ ἔχουν και τοὺς 4 κβαντικούς των αριθμούς ίσους. Πρέπει νὰ διαφέρουν ως πρὸς ἕνα τουλάχιστον κβαντικὸν αριθμὸν.**

Η άρχή αὕτη ἀνακαλύθηθεσα τὸ 1925 υπό του Pauli εἶναι γνωστή ως **άπαγορευτική άρχή του Pauli**.

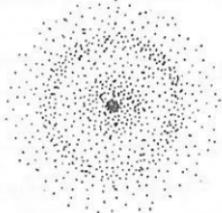
**18. Πὼς διατάσσονται τὰ ηλεκτρόνια εις τοὺς φλοιούς.** Ἀπὸ τὴν θεωρητικὴν έρευναν βάσει τής άνωτέρω άπαγορευτικῆς άρχῆς του Pauli αποδεικνύεται ότι : **Ἐάν εἶναι n ὁ αριθμὸς τάξεως ἐνὸς φλοιού, αἱ ποικιλίαι των κβαντικῶν αριθμῶν εις τὸν φλοιόν τοῦτον ἐνέρχονται εις  $2n^2$ .** Συνεπώς, τόσα ηλεκτρόνια δύνανται νὰ συνυπάρξουν εις τὸν φλοιόν τοῦτον, ὥστε ταῦτα νὰ διαφέρουν μεταξύ των κατὰ ἕνα τουλάχιστον κβαντικὸν αριθμὸν. Οὔτω, εις τὸν πρώτον φλοιόν ( $n=1$ ) δύνανται νὰ συνυπάρξουν μόνον 2 ηλεκτρόνια ( $2 \times 1^2=2$ ). Εἰς τὸν δεύτερον φλοιόν ( $n=2$ ) δύνανται νὰ συνυπάρξουν  $2 \times 2^2=8$  ηλεκτρόνια, εις τὸν 3ον  $2 \times 3^2=18$  ηλεκτρόνια κ.ο.κ.

Ἔστω τώρα, ότι παρακολουθοῦμεν τὴν ἐνταξίν των ηλεκτρονίων εις τὰ άτομα ἀναχωροῦντες εκ του ἑλαφροτέρου πρὸς τὰ βαρύτερα (σχ. 21).

α) **Ἐδρογόνον ( $Z=1$ ).** Τοῦτο έχει ἕνα μόνον ηλεκτρόνιον ( $Z=1$ ) περίξ του πυρήνος του. Το ηλεκτρόνιον αὐτὸ καταλαμβάνει τὴν μίξιν εκ των δύο θέσεων που διαθέτει ὁ πρώτος φλοιός K με κβαντικούς αριθμούς :

$$n=1, l=0, j = \frac{1}{2} \text{ καὶ } m = + \frac{1}{2}$$

β) **Ἡλιον ( $Z=2$ ).** Εἰς τὸν φλοιόν K ὑπάρχει κενή θέσις του δευτέρου ηλεκτρονίου με κβαντικούς αριθμούς  $n=1, l=0, j = \frac{1}{2}$  καὶ  $m = - \frac{1}{2}$ . Τοῦτην θὰ καταλάβῃ τὸ δεύτερον ηλεκτρόνιον που έχει τὸ άτομον του ἡλίου.



Σχ. 20. Νέφος ηλεκτρονίου.

γ) **Λίθιο** ( $Z=3$ ). Το τρίτον ηλεκτρόνιο δεν δύναται πλέον να εύρη θέσιν εις τὸν φλοιὸν Κ. Πράγματι, τοῦτο θὰ ἔπρεπε νὰ ἔχη τὴν ἰδίαν κίνησιν μετὰ ἐν ἀπὸ τὰ δύο προηγούμενα ηλεκτρόνια. Ὁ φλοιὸς δηλ. Κ εἶναι ἤδη **κεκορεσμένος** μετὰ τὰ δύο ηλεκτρόνια του. Συνεπῶς, τὸ τρίτον ηλεκτρόνιον τοῦ λίθιου θὰ τοποθετηθῆ εἰς ὑψηλότεραν στάθμην ἐνεργείας, ἤτοι εἰς μίαν τῶν 8 θέσεων τοῦ φλοιοῦ L ( $n=2$ ). Ὁ φλοιὸς L θὰ κορεσθῆ, ὅταν προσλάβῃ 8 ηλεκτρόνια. Τοῦτο γίνεται εἰς τὸ στοιχεῖον νέον ( $Z=10$ ), τὸ ὁποῖον εἶναι ἀέριον ἀδρανές, ὅπως καὶ τὸ ἥλιον. Εἰς ὅλα τὰ ἀδρανῆ ἀέρια ὁ ἐξωτερικὸς φλοιὸς ηλεκτρονίων τῶν ἀτόμων τῶν εἶναι **κεκορεσμένος**. Ἡ ἔλλειψις

<p>ὕδρογόνον</p>	<p>ἥλιον</p>	<p>λίθιον</p>	<p>βηρύλλιον</p>	<p>βόριον</p>	<p>ἄνθραξ</p>
<p>ἄζωτον</p>	<p>ὀξυγόνον</p>	<p>φθόριον</p>	<p>νέον</p>	<p>νάτριον</p>	<p>μαγνήσιον</p>

Σχ. 21. Διάταξις καὶ σπῖν ηλεκτρονίων εἰς τὰ ἄτομα τῶν 12 πρώτων στοιχείων.

χημικῆς δραστηριότητος τῶν στοιχείων αὐτῶν ἀποδεικνύει ὅτι : **Ὁ κεκορεσμένος φλοιὸς ἀποτελεῖ ἓνα σύνολον ηλεκτρονίων ἰδιαιτέρως σταθερόν**. Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἀποδεικνύεται ὅτι τὰ σπῖν τῶν ηλεκτρονίων ἀντισταθμίζονται ἀκριβῶς μεταξὺ τῶν.

δ) Μετὰ τὸ στοιχεῖον νέον ( $Z=10$ ) εὐρίσκεται τὸ στοιχεῖον **νάτριο** ( $Z=11$ ). Τὸ ἐνδέκατον ηλεκτρόνιον αὐτοῦ εἶναι τὸ πρῶτον τοῦ ἐπομένου φλοιοῦ M, δι' ὃ καὶ εἶναι ἐνεργειακῶς πολὺ διακεκριμένον ἀπὸ τὰ ηλεκτρόνια τοῦ φλοιοῦ L. Ὅθεν, τὸ ηλεκτρόνιον αὐτὸ συγκρατεῖται ἀσθενῶς εἰς τὸ ἄτομον. Πράγματι, τὸ ἄτομον τοῦ νατρίου ἀποβάλλει εὐχερῆς τὸ ηλεκτρόνιον τοῦτο (ὡς π.χ. εἰς τὰ ὑδατικά διαλύματα), διὰ νὰ δώσῃ τὸ ἰόν νατρίου  $\text{Na}^+$ .

ε) Ἀντιστοίχως, τὸ φθόριο ( $Z=9$ ), τὸ ὁποῖον προηγείται τοῦ νέου, περιβάλλεται ἀπὸ ἓνα φλοιὸν L, ὅστις θὰ ἦτο πλήρης, ἐὰν δὲν τῷ ἔλειπεν ἓν ηλεκτρόνιον. Πράγματι, τὸ στοιχεῖον αὐτὸ ἔχει μεγάλην τάσιν νὰ προσλάβῃ (π.χ. διαπάναις τοῦ νατρίου) τὸ ηλεκτρόνιον αὐτό, διὰ νὰ σχηματίσῃ οὕτω τὸν ἰόν  $\text{F}^-$ .

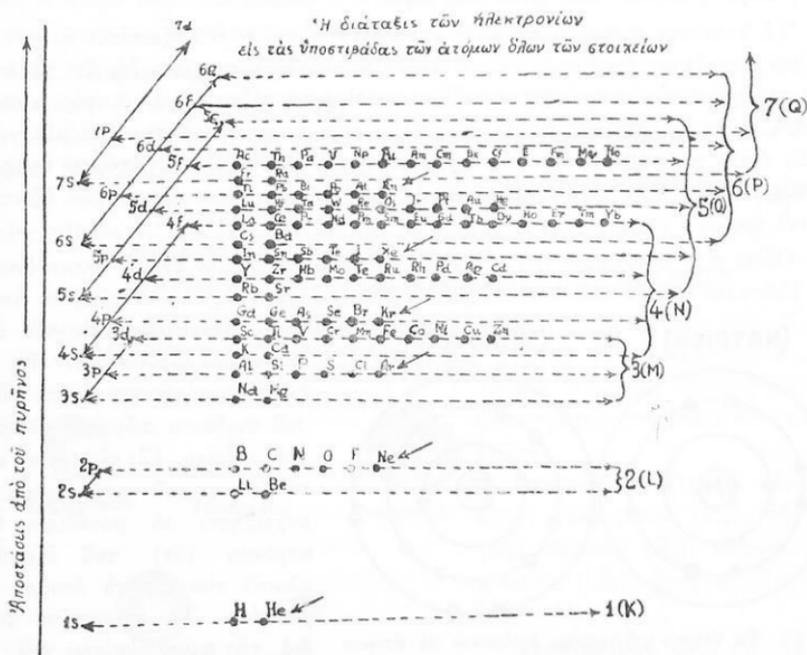
Ἀκολουθοῦντες τὴν ἰδίαν ὁδὸν δυνάμεθα νὰ ταξινομήσωμεν ὅλα τὰ ηλεκτρόνια τῶν στοιχείων τοῦ περιοδικοῦ συστήματος μέχρι καὶ τοῦ λωρεντίου ( $Z=103$ ). Εἶναι φανερόν, ὅτι μερικαὶ περιπλοκαὶ εἰς τὰς λεπτομερείας παρουσιάζονται μετὰ τὰ βαρῆα ἄτομα, δοθέντος ὅτι ἡ ἀμοιβαία ἐπίδρασις τῶν ηλεκτρονίων εἰς αὐτὰ δὲν εἶναι πλέον ἀμελητέα. Ἐν τούτοις, αἱ ἀνωτέρω ἀρχαὶ ἐπαρκούν ἵνα ἐξηγήσουν ὅλας τὰς περιπλοκάς. Εἰς τὸ σχῆμα 22 παριστᾶται ἡ ηλεκτρονικὴ δομὴ τῶν ἀτόμων ὅλων τῶν στοιχείων.

Ὡς πρὸς τὴν σειρὰν πληρώσεως τῶν ὑποφλοιῶν, αὕτη ἀκολουθεῖ τὰς σχετικὰς ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ πυρήνος ἀνεξαρτήτως τοῦ φλοιοῦ, εἰς τὸν ὁποῖον ἀνήκει ὁ ὑποφλοιὸς (σχ. 22). Αὕτη δηλ. ἔχει ὡς ἐξῆς :

1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p, 8s.

Κατὰ τὴν διαδοχικὴν αὐτὴν πλήρωσιν τῶν ὑποφλοιῶν παρατηροῦμεν τὸ ἐξῆς : Ὅταν πλη-

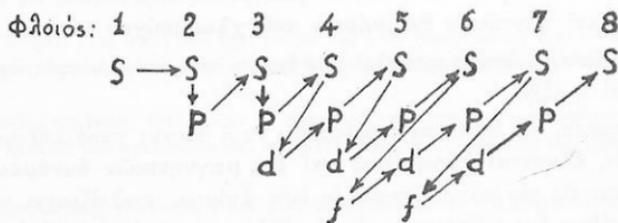
ρωθῆ και ὁ δεύτερος ὑποφλοιός (ρ) ἐνὸς φλοιοῦ μετὰ τὸ ἠλεκτρονία, τὰ ὁποῖα δύναται νὰ δεχθῆ, τὸ ἐπόμενον ἠλεκτρονίον εἰσέρχεται εἰς τὸν πρῶτον ὑποφλοιὸν (s) τοῦ ἐπόμενου φλοιοῦ,



ἔστω και ἂν ὑπάρχουν εἰς τὸν προηγούμενον φλοιὸν και ἄλλοι ὑποφλοιοὶ d, f κλπ. σταρούμενοι ἠλεκτρονίων.

Ὁ κάθε φλοιὸς δηλ. θεωρεῖται ὡς κεκορεσμένος, ὅταν ἔχη 8 ἠλεκτρονία εἰς τοὺς δύο πρῶτους ὑποφλοιούς του, ἤτοι 2 εἰς τὸν ὑποφλοιὸν του s και 6 εἰς τὸν ὑποφλοιὸν του p.

Τὰ στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα ἔχουν αὐτὸ κεκορεσμένους τοὺς ἐξωτάτους τῶν φλοιούσ ἐῖναι κατὰ σειρὰν τὰ ἐξῆς: Τὸ ἥλιον, τὸ νέον, τὸ ἀργόν, τὸ κρυπτόν, τὸ ξένον και τὸ ραδόνιον. Εἰς τὸ σχῆμα 22 τὰ σύμβολα τῶν στοιχείων αὐτῶν δεῖκνύονται μετὰ βέλη.



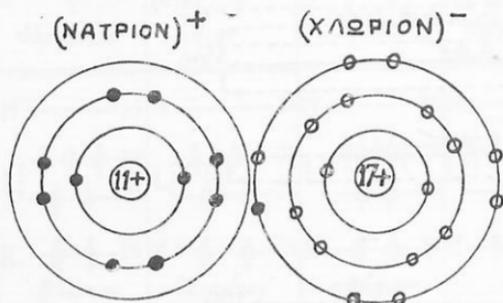
Σχ. 23. Ἡ σειρά πληρώσεως τῶν ὑποφλοιῶν.

19. Σχέσις μεταξύ ἠλεκτρονίων ἐξωτάτου φλοιοῦ και χημικῆς δραστηριότητος τοῦ στοιχείου. Τὰ στοιχεῖα, εἰς τὰ ἀτομα τῶν ὁποῖων ὁ ἐξωτερικός φλοιός ἔχει 8 ἠλεκτρονία, παρατηρεῖται ὅτι οὐδεμίαν τάσιν ἔχουν, ἵνα ἐνωθοῦν μετὰ ἄλ-

λα στοιχεῖα, ἢ καὶ μεταξύ των, πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων. Διὰ τοῦτο ταῦτα ἐκλήθησαν **ἀδρανῆ στοιχεῖα**, ἢ καὶ **εὐγενῆ**. Καλοῦνται ἐπίσης καὶ **ἀδρανῆ ἢ εὐγενῆ ἀέρια** διότι εἶναι ὅλα ἀέρια.

Τὰ ὑπόλοιπα στοιχεῖα, εἰς τοὺς ὑποφλοιούς s καὶ p τοῦ ἐξωτάτου φλοιοῦ τοῦ ἀτόμου των ἔχουν ὀλιγώτερα τῶν 8 ἠλεκτρονίων. Παρατηρεῖται δέ, ὅτι τὰ ἄτομα τῶν στοιχείων αὐτῶν ἐνοῦνται μεταξύ των καὶ σχηματίζουν μόρια διαφόρων σωμαμάτων. Κατὰ τὰς ἐνώσεις δὲ αὐτὰς μεταξύ τῶν ἀτόμων παρατηρεῖται μία γενικὴ τάσις, ὥστε τὸ **κάθε ἄτομον νὰ προσλάβῃ τὴν μορφήν τοῦ ἀτόμου ἐνὸς εὐγενοῦς αἰρίου** ἤτοι μὲ 8 ἠλεκτρόνια εἰς τοὺς ὑποφλοιούς s καὶ p τοῦ ἐξωτάτου φλοιοῦ του.

Οὕτω π.χ. τὸ ἄτομον τοῦ στοιχείου χλωρίου, τὸ ὁποῖον ἔχει 7 ἠλεκτρόνια εἰς τὸν ἐξώτατον φλοιὸν του, ἐνοῦται μὲ ἓν ἄτομον τοῦ στοιχείου νατρίου, τὸ ὁποῖον ἔχει 1 ἠλεκτρόνιον εἰς τὸν ἐξώτατον 3ον φλοιὸν του. Ἐκ τῆς ἐνώσεως αὐτῆς προκύπτει μόριον τοῦ συνθέτου σώματος χλωριούχου νατρίου. Εἰς τὸ μόριον αὐτὸ τὸ ἄτομον τοῦ νατρίου ἔχει παραχωρήσει τὸ μοναδικὸν ἠλεκτρόνιον (3s) τοῦ ἐξωτάτου φλοιοῦ του εἰς τὸ ἄτομον τοῦ χλωρίου. Τὸ τελευταῖον τοῦτο



Σχ. 24. Τὸ ἄτομον τοῦ νατρίου ἐνούμενον μὲ ἄτομον χλωρίου πρὸς σχηματισμὸν μόριου χλωριούχου νατρίου, παραχωρεῖ εἰς τὸ χλώριον τὸ ἐξώτατον ἠλεκτρόνιόν του.

διὰ τῆς προσλήψεως τοῦ ὑπὸ τοῦ νατρίου παραχωρηθέντος ἠλεκτρονίου συμπληρώνει εἰς 8 τὰ

ἠλεκτρόνια τοῦ ἐξωτάτου φλοιοῦ του καὶ λαμβάνει οὕτω τὴν μορφήν τοῦ ἀτόμου τοῦ ἀδρανοῦς στοιχείου ἀργοῦ. Ἐξ ἄλλου, τὸ ἄτομον τοῦ νατρίου μετὰ τὴν παραχώρησιν τοῦ μοναδικοῦ του ἠλεκτρονίου (3s) τοῦ τρίτου φλοιοῦ του, παραμένει μὲ ἐξώτατον φλοιὸν τὸν 2ον, ὁ ὁποῖος εἰς τοὺς ὑποφλοιούς του 2s καὶ 2p ἔχει 8 ἠλεκτρόνια, λαμβάνει δὲ οὕτω τὴν μορφήν τοῦ ἀδρανοῦς στοιχείου νέου (σχ. 24). Μετὰ τὴν ἐκ μέρους τοῦ νατρίου παραχώρησιν τοῦ ἠλεκτρονίου εἰς τὸ χλώριον, τὰ δύο ἄτομα συγκροτοῦνται τὸ ἓνα πλησίον τοῦ ἄλλου δι' ἠλεκτροστατικῆς ἑλξεως ὡς ἔχοντα ἐτερόνυμα φορτία καὶ ἀποτελοῦν ἓνα **μόριον τοῦ χλωριούχου νατρίου**.

Μία ἄλλη αἰτία, ἡ ὁποία προκαλεῖ τὴν ἐνωσιν τῶν ἀτόμων πρὸς σχηματισμὸν μόριου εἶναι καὶ ἡ ἐξῆς :

Δύο ἠλεκτρόνια, τὰ ὁποῖα περιστρέφονται περὶ ἄξονα παραλλήλους, ἀλλὰ μὲ ἀντίθετον φοράν, ἔλκονται ἀμοιβαίως καὶ διὰ μαγνητικῶν δυνάμεων. Ταῦτα, ὅταν εὐρίσκωνται εἰς τὸν αὐτὸν ὑποφλοιὸν ἐνὸς ἀτόμου, συνδυάζονται μεταξύ των εἰς ζεύγος. Συνήθως ὅμως ὑπάρχουν εἰς τὸν ἐξώτατον φλοιὸν ἐνὸς ἀτόμου καὶ μεμονωμένα, ἢ ὅπως λέγονται, **ἀσύζευκτα ἠλεκτρόνια**, ἤτοι ἠλεκτρόνια τὰ ὁποῖα δὲν ἔχουν συνδυασθῆ μαγνητικῶς ἀνά δύο εἰς τὸν αὐτὸν ὑποφλοιὸν τοῦ ἀτόμου. Ταῦτα ἀσύζευκτα ἠλεκτρόνια τοῦ ἐξωτερικοῦ φλοιοῦ ἐνὸς ἀτόμου τείνουν νὰ συζευχθοῦν μὲ ἀσύζευκτα ἐπίσης ἠλεκτρόνια τοῦ ἐξωτερικοῦ φλοιοῦ ἄλλου ἀτόμου τοῦ

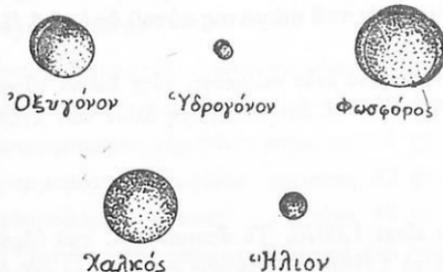
ιδίου στοιχείου ή και άλλου στοιχείου. Ἐπέρχεται οὕτω συνένωσις δύο ή περισσοτέρων ατόμων είτε τοῦ αὐτοῦ στοιχείου, είτε διαφόρων στοιχείων. Τά οὕτω συννωθέντα άτομα παράγουν **μόριον** τοῦ αὐτοῦ μὲν στοιχείου, ὅταν εἶναι ὅμοια μεταξύ των, συνθέτου δὲ σώματος ὅταν ἀνήκουν εἰς διάφορα στοιχεία.

**20. Ἀτομικότης στοιχείου.** Οὕτω καλεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν ατόμων, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται τὸ μόριον ἐνὸς στοιχείου. Ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς δύναται νὰ εἶναι ἀπὸ ἓνα ἕως 8. Οὕτω ἔχομεν στοιχεῖα **μονατομικά**, **διατομικά** κ.λ.π. ἕως **ὄκτατομικά** (σχ. 25).

Ἡ ἀτομικότης ἐνὸς στοιχείου συμβολίζεται διὰ τοῦ ἀντιστοίχου ἀριθμοῦ, ὁ ὁποῖος τίθεται δεξιὰ καὶ κάτω τοῦ συμβόλου αὐτοῦ καὶ καλεῖται **δείκτης**.

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΤΟΜΙΚΟΤΗΤΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

**Μονατομικά.** Τοιαῦτα εἶναι ὅλα τὰ μέταλλα ὑπὸ μορφήν ἀτμῶν (Na, K, Cu, Fe κ.λ.π.), καθὼς καὶ τὰ λεγόμενα **εὐγενῆ**, ή **ἀδρανῆ** ἀέρια (He, Ne, Ar, Kr, Xe καὶ Rn). Εἰς τὰ σύμβολα τῶν μονατομικῶν στοιχείων δὲν τίθεται δείκτης.



Σχ. 25. Μόρια διαφόρων στοιχείων.

**Διατομικά.** Τοιαῦτα εἶναι τὰ ἐξῆς: Ὑδρογόνο ( $H_2$ ), ὀξυγόνο ( $O_2$ ), ἄζωτον ( $N_2$ ), φθόριον ( $F_2$ ), χλώριον ( $Cl_2$ ), βρώμιον ( $Br_2$ ) καὶ ἰώδιον ( $I_2$ ).

**Τριατομικὸν** εἶναι τὸ ὀξυγόνο ὑπὸ τὴν μορφήν τοῦ ὄζοντος ( $O_3$ ).

**Τετρατομικά** εἶναι τὰ στοιχεῖα  $P_4$  καὶ  $As_4$ .

**Ἐξατομικὸν καὶ ὄκτατομικὸν** εἶναι τὸ θεῖον:  $S_6$  καὶ  $S_8$ , κ.ο.κ.

Τὰ στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα ἔχουν ἀτομικότητα ἀπὸ 2 καὶ ἄνω, μόνον ὑπὸ εἰδικῆς συνθήκας δύναται νὰ ὑπάρξουν ὑπὸ μονατομικῆν μορφήν. Παρουσιάζουν τότε διαφορετικῆς ιδιότητος ἔναντι ἐκείνων, τὰς ὁποίας ἔχουν ὑπὸ τὴν συνήθη μορφήν των.

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ

6. Τὸ ἄτομον ἐνὸς στοιχείου ἔχει μᾶζαν 64, ὁ δὲ πυρὴν αὐτοῦ ἔχει 30 πρωτόνια. Ζητεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν νετρονίων τοῦ πυρῆνος καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων ποὺ περιφέρονται περίξ αὐτοῦ.

7. Ἄτομον στοιχείου ἔχει μᾶζαν 23 καὶ περίξ τοῦ πυρῆνος του περιφέρονται 11 ἠλεκτρόνια. Ζητεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν πρωτονίων τοῦ πυρῆνος, καθὼς καὶ ἡ διάταξις τῶν ἠλεκτρονίων περίξ τοῦ πυρῆνος.

8. Νὰ παρασταθῆ γραφικῶς ἡ διάταξις τῶν ἠλεκτρονίων τοῦ ατόμου ἐνὸς στοιχείου ἔχοντος ἀτομικὸν βᾶρος 12 καὶ 6 πρωτόνια εἰς τὸν πυρῆνα του.

9. Νὰ παρασταθῆ γραφικῶς ἡ δομὴ τοῦ ατόμου τοῦ ἀζώτου.

**21. Ἀτομικὸν βᾶρος. Μοριακὸν βᾶρος.** Τὰ μόρια καὶ τὰ άτομα εἶναι τόσον μικρά, ὥστε εἶναι ἀδύνατον νὰ τὰ ἀπομονώσωμεν καὶ νὰ τὰ ζυγίσωμεν. Ἐν τούτοις, δι' ἐμμέσων μεθόδων δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν μᾶζαν ἐνὸς ἐκάστου



χρησιμοποιείται συνηθέστατα. Είς τούς υπολογισμούς π.χ. τὰ άτομικά βάρη τὰ λαμβάνομεν στρογγυλευμένα μετὰ τὸ ἀκέραιον μόνον μέρος αὐτῶν. Πρὸς τὸ παρόν, ὁ ὕρος «μαζικός ἀριθμός» ὡς διακεκριμένη ἔννοια ἔναντι τοῦ ἀτομικοῦ βάρους χρησιμοποιεῖται μόνον εἰς τὴν Πυρηνικὴν Φυσικὴν καὶ Χημείαν.

**23. Γραμμοάτομον. Γραμμομόριον.** α) Γραμμοάτομον στοιχείου καλεῖται ποσότης αὐτοῦ εἰς γραμμάρια τόσα, ὅσον εἶναι τὸ ἀτομικὸν του βάρους. Εἶναι δηλ. τὸ **ἀ τ ο μ ι κ ὸ ν τ ο υ β ἄ ρ ο ς ἐ κ φ ρ α ζ ὅ μ ε ν ο ν εἰς γ ρ α μ μ ἄ ρ ι α**.

β) Γραμμορόριον σώματος (mol) καλεῖται ποσότης αὐτοῦ εἰς γραμμάρια τόσα, ὅσον εἶναι τὸ μοριακὸν του βάρους. Δύναται ἐπίσης νὰ θεωρηθῇ καὶ ὡς τὸ **μ ο ρ ι α κ ὸ ν τ ο υ β ἄ ρ ο ς ἐ κ φ ρ α ζ ὅ μ ε ν ο ν εἰς γ ρ α μ μ ἄ ρ ι α**.

Τελευταίως ἐγένετο δεκτὸς ὁ ἐξῆς ὁρισμὸς τοῦ γραμμομορίου: «Μολ μίᾳς οὐσίας εἶναι τὸ ποσὸν αὐτῆς, τὸ ὅποιον περιέχει τόσον ἀριθμὸν μορίων, ὅσα εἶναι τὰ ἄτομα ποῦ περιέχονται εἰς 12 gr τοῦ στοιχείου C<sup>12</sup>».

#### Παραδείγματα :

Γραμμοάτομον ὑδρογόνου	σημαίνει	1 gr βάρους ὑδρογόνου
Γραμμοάτομον ὀξυγόνου	σημαίνει	16 gr βάρους ὀξυγόνου κ.ο.κ.
Γραμμομόριον ὑδρογόνου	σημαίνει	2 gr βάρους ὑδρογόνου
Γραμμομόριον ὀξυγόνου	σημαίνει	32 gr βάρους ὀξυγόνου
Γραμμομόριον ὕδατος	σημαίνει	18 gr βάρους ὕδατος κ.ο.κ.

Ἡ ἀνάγκη τοῦ γραμμοατόμου καὶ τοῦ γραμμομορίου προέκυψεν ὡς ἐξῆς :

Εἶδομεν ἀνωτέρω (12), ὅτι αἱ χημικαὶ ἐνώσεις γίνονται διὰ συνδέσμου μεταξὺ τῶν ἀτόμων τῶν διαφόρων στοιχείων καὶ σχηματισμοῦ μορίων. Ἐνδιαφέρει λοιπὸν νὰ γνωρίζωμεν τί ποσότητας πρέπει νὰ λάβωμεν ἐκάστοτε ἀπὸ κάθε στοιχείου, ὥστε κατὰ τὴν ἔνωσιν νὰ ὑπάρχη ὁ ἀπαιτούμενος ἀριθμὸς ἀτόμων διὰ κάθε στοιχείου.

Ἐστω π.χ. ὅτι 1 gr ὑδρογόνου περιέχει N ἀριθμὸν ἀτόμων. Ἐὰν λάβωμεν N ἀριθμὸν ἀτόμων ὀξυγόνου, ταῦτα θὰ ζυγίζουν 16 gr, διότι κάθε ἄτομον ὀξυγόνου ἔχει 16 φορές μεγαλύτερον βᾶρος ἀπὸ τὸ ἄτομον τοῦ ὑδρογόνου. Καὶ γενικῶς, ἐὰν λάβωμεν N ἀριθμὸν ἀτόμων οἰουδήποτε στοιχείου, ταῦτα θὰ ζυγίζουν τόσα γραμμάρια, ὅσον εἶναι τὸ ἀτομικὸν βᾶρος τοῦ στοιχείου. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ διὰ τὰ μόρια. Οὕτω, 18 gr ὕδατος, 32 gr ὀξυγόνου, 2 gr ὑδρογόνου καὶ κάθε γραμμομόριον οἰασδήποτε οὐσίας ἔχουν ἴσον ἀριθμὸν μορίων. Ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς N τῶν μορίων ποῦ περιέχει κάθε γραμμομόριον οὐσίας εἶναι γνωστὸς καὶ καλεῖται ἀριθμὸς Avogadro ἢ καὶ σταθερὰ τοῦ Loschmidt, ἴσοῦται δὲ μετὰ  $6,023 \times 10^{23}$ . Οὕτω :

$$1 \text{ mol} = 6,023 \times 10^{23} \text{ μόρια}$$

**24. Περιοδικὸν σύστημα τῶν στοιχείων. Ἀτομικὸς ἀριθμὸς.** Πρῶτος ὁ Ρῶσσος χημικὸς Mendelēev (σχ. 26) προέβη κατὰ τὸ 1869 εἰς τὴν συστηματικὴν ταξινόμησιν τῶν στοιχείων εἰς ἓνα πίνακκα. Πρὸς τοῦτο ἔλαβεν ὑπ' ὄψιν του, ὅτι

αί χημικαί ιδιότητες τῶν στοιχείων ἐπαναλαμβάνονται περιοδικῶς, ὅταν ταξινομήσωμεν αὐτὰ κατ' αὐξὸν ἀτομικὸν βάρους.

Εἰς τὸν πίνακά του ὁ Mendeléeev ἐτοποθέτησε τὰ 63 γνωστὰ τότε στοιχεῖα εἰς τετραγωνίδια σχηματιζόμενα ἀπὸ ὀριζοντίας σειρὰς καὶ κατακορύφους στήλας. Εἰς κάθε κατακορύφον στήλην ἐτοποθέτησε στοιχεῖα, τὰ ὅποια εἶχον ἀναλόγους χημικὰς ιδιότητας.

Εἰς τὸν πίνακα ἀφέθησαν καὶ πολλαὶ κεναὶ θέσεις, αἱ ὅποια ἀνήκον εἰς στοιχεῖα ἀγνωστὰ τότε. Ὁ Mendeléeev προείπε μάλιστα καὶ τὰς ιδιότητας ἀρκετῶν ἐξ αὐτῶν, ὡς π.χ. τοῦ στοιχείου **γερμανίου**. Τοῦτο ἀνεκαλύφθη βραδύτερον (1887) καὶ εἶχε πράγματι κατὰ μεγάλην προσέγγισιν τὰς προβλεφθείσας ιδιότητας.

Σήμερον εἶναι γνωστὸν, ὅτι **αἱ χημικαὶ ιδιότητες τῶν στοιχείων ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον τοῦ πυρήνος τοῦ ἀτόμου ἐκάστου στοιχείου καὶ οὐχὶ ἀπὸ τὸ ἀτομικὸν βάρους αὐτοῦ.**

Οὕτω π.χ. ἐὰν κατατάξωμεν τὰ στοιχεῖα κατ' αὐξόντα ἀριθμὸν ἠλεκτρικοῦ φορτίου τῶν πυρήνων τῶν ἀτόμων αὐτῶν παρατηροῦμεν τὰ ἐξῆς :

Τὰ στοιχεῖα μὲ φορτία πυρήνων 2, 10, 18, 36, 54 καὶ 86, ἤτοι τὰ ἔχοντα αὐξόντας ἀριθμούς 2, 10, 18, 36, 54 καὶ 86, εἶναι ὅλα ἀέρια, τὰ ὅποια οὐδὲν ἔνουνται μὲ ἄλλα στοιχεῖα, οὐδὲ καὶ μεταξύ των, καλοῦνται δὲ **ἀδρανῆ ἀέρια**. Ἐπίσης τὰ στοιχεῖα μὲ αὐξόντας ἀριθμούς κατὰ μίαν μονάδα μεγαλυτέρους ἀπὸ τὰ προηγούμενα, ἤτοι τὰ ὑπ' ἀριθ. 3, 11, 19, 37, 55 καὶ 87, εἶναι ὅλα **ἐλαφρὰ μέταλλα**, τὰ ὅποια



Σχ. 26. DIMITRI MENDELEEV (1834 - 1907). Ρῶσσος χημικός, ὅστις εἶναι ὁ ἰδρυτὴς τοῦ περιοδικοῦ συστήματος τῶν στοιχείων.

παρουσιάζουν ζωηρὰν χημικὴν δραστηριότητα. Ταῦτα εἶναι τὰ στοιχεῖα λίθιον (3), νάτριον (11), κάλιον (19), ρουβίδιον (37), κάσιον (55) καὶ φράγκιον (87).

Ὅμοιαν ἀναλογίαν ιδιοτήτων παρουσιάζουν καὶ τὰ στοιχεῖα μὲ αὐξόντας ἀριθμούς κατὰ μίαν ἀκόμη μονάδα ἐπὶ πλέον, ἤτοι τὰ ὑπ' ἀριθ. 4, 12, 20, 38, 56 καὶ 88, ἤτοι τὰ μέταλλα, βηρύλιον, μαγνήσιον, ἀσβέστιον, στρόντιον, βάριον καὶ ράδιον.

Βάσει τῶν ἀνωτέρω, τὰ στοιχεῖα ἔχουν ταξινομηθῆ εἰς ἓνα πίνακα, ὁ ὁποῖος καλεῖται «**τὸ περιοδικὸν σύστημα τῶν στοιχείων**» (σελ. 27).

Ὁ πίναξ αὐτὸς περιλαμβάνει 7 ὀριζοντίους σειρὰς, ἢ **περιόδους** καὶ 9 κατακορύφους στήλας, αἱ ὅποια καλοῦνται **ὁμάδες**, ἢ **οἰκογένειαι**. Αἱ ὁμάδες χαρακτηρίζονται μὲ τοὺς λατινικοὺς ἀριθμούς I, II κ.λ.π. ἕως VIII, ἡ δὲ ἐνάτη χαρακτηρίζεται ὡς **μηδενικὴ ὁμάς**.

Ἐκάστη ἀπὸ τὰς 7 πρώτας ὁμάδας ὑποδιαιρεῖται εἰς δύο **ὑποομάδας A** καὶ **B**. Τὰ στοιχεῖα ποὺ περιλαμβάνονται εἰς ἐκάστην ὑποομάδα εἶναι συγγενῆ μεταξύ των καὶ ἔχουν ἀναλόγους χημικὰς ιδιότητας.

Ἡ ὁμάς VIII περιλαμβάνει τρεῖς τριάδας στοιχείων, τὰ στοιχεῖα δὲ ἐκάστης τριάδος εἶναι ὅμοια μεταξύ των.

ΠΙΝΑΞ V  
ΤΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΝ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΟΜΑΣ	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		O	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
Περίοδος 1	H 1																He 2	
Περίοδος 2	Li 3	Be 4			B 5		C 6		N 7		O 8		F 9				Ne 10	
Περίοδος 3	Na 11	Mg 12			Al 13		Si 14		P 15		S 16		Cl 17				A 18	
Περίοδος 4	K 19	Ca 20			Sc 21		Ti 22		V 23		Cr 24		Mn 25		Fe 26	Co 27	Ni 28	Kr 36
Περίοδος 5	Rb 37	Sr 38			Y 39		Zr 40		Nb 41		Mo 42		Tc 43		Ru 44	Rh 45	Pd 46	Xe 54
Περίοδος 6	Cs 55	Ba 56			Στοιχεία γνίζε		Hf 72		Ta 73		W 74		Re 75		Os 76	Ir 77	Pt 78	Rn 86
Περίοδος 7	Fr 87	Ra 88			Στοιχεία** 89-103		Pb 82		Bi 83		Po 84		At 85					
							103-112		112-118									

\*Στοιχεία γνίζε

La 57 Ce 58 Pr 59 Nd 60 Pm 61  
Sm 62 Eu 63 Gd 64 Tb 65 Dy 66  
Ho 67 Er 68 Tm 69 Yb 70 Lu 71

\*\* Στοιχεία

Ac 89 Th 90 Pa 91 U 92 Np 93  
Pu 94 Am 95 Cm 96 Bk 97 Cf 98  
Es 99 Fm 100 Mv101 No 102 Lw 103

Τέλος, εις τὴν μηδενικὴν ὁμάδα περιλαμβάνονται τὰ λεγόμενα ἄδρανῆ ἀέρια. Ταῦτα στεροῦνται χημικῆς δραστηριότητος καὶ δὲν παρέχουν χημικὰς ἐνώσεις.

Ὁ πίναξ αὐτὸς περιλαμβάνει τὰ 103 γνωστὰ σήμερον στοιχεῖα, ἐκ τῶν ὁποίων τὰ τελευταῖα 11 παρεσκευάσθησαν μόνον τεχνητῶς καὶ δὲν ἀπαντοῦν εἰς τὴν φύσιν.

Ὁ αὐξων ἀριθμὸς, τὸν ὁποῖον κατέχει ἓνα στοιχεῖον εἰς τὸν πίνακα αὐτὸν, καλεῖται ἀτομικὸς ἀριθμὸς τοῦ στοιχείου, παριστᾶται δὲ μὲ τὸ κεφαλαῖον γράμμα Z.

Ὁ «ἀτομικὸς ἀριθμὸς» ἐκφράζει καὶ τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον τοῦ πυρῆ-  
νος τοῦ ἀτόμου ἐκάστου στοιχείου, ἦτοι τὸν ἀριθμὸν  
τῶν πρωτονίων αὐτοῦ, καθὼς καὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν  
ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα περιφέρονται περίξ τοῦ πυρῆ-  
νος του.

Οὕτω π.χ. τὸ ὀξυγόνον, τὸ ὁποῖον ἔχει ἀτομικὸν ἀριθ-  
μὸν 8, ἔχει 8 θετικὰ φορτία, ἦτοι 8 πρωτόνια εἰς τὸν πυ-  
ρῆνα τοῦ ἀτόμου του, περίξ τοῦ ὁποῖου περιφέρονται 8  
ἠλεκτρόνια.

Ἡ διαφορὰ μεταξὺ τοῦ ἀτομικοῦ βάρους A δοθέντος  
στοιχείου καὶ τοῦ ἀτομικοῦ ἀριθμοῦ Z αὐτοῦ ἰσοῦται μὲ  
τὸν ἀριθμὸν n τῶν νετρονίων, τὰ ὁποῖα περιέχονται εἰς  
τὸν πυρῆνα τοῦ ἀτόμου του, ἦτοι :

$$n = A - Z$$

Διότι τὸ ἄτομον τοῦ στοιχείου, ἀφοῦ περιέχει εἰς τὸν  
πυρῆνα του Z πρωτόνια καὶ n νετρόνια, ἔχει σύνολον βάρ-  
ους  $A = Z + n$ .

Τὸ ὀξυγόνον π.χ., τὸ ὁποῖον ἔχει ἀτομικὸν βάρους  $A = 16$  καὶ ἀτομικὸν ἀριθμὸν  
 $Z = 8$ , ἔχει 8 νετρόνια εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ ἀτόμου του.

Ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς ἐνὸς στοιχείου ἀποτελεῖ σπουδαίαν σταθερὰν τοῦ  
στοιχείου. Διότι ἐκφράζει τὴν σύστασιν τοῦ ἀτόμου του, καθορίζει δὲ καὶ τὰς ἰ-  
διότητας αὐτοῦ. Γενικῶς, αἱ ἰδιότητες τῶν διαφόρων στοιχείων εἶναι περιο-  
δικαὶ συναρτήσεις τῶν ἀτομικῶν ἀριθμῶν αὐτῶν.

**25. Ἴσότοπα στοιχεῖα.** Ὁ πίναξ τοῦ περιοδικοῦ συστήματος τῶν στοιχείων  
περιλαμβάνει σήμερον 103 θέσεις, αἱ ὁποῖαι κατέχονται ἀπὸ τὰ 103 γνωστὰ στοι-  
χεῖα.

Ἐν τούτοις, πολλαὶ θέσεις τοῦ πίνακος αὐτοῦ περιέχουν εἰς τὴν πραγματικό-  
τητα περισσότερα τοῦ ἐνὸς στοιχεῖα ἐκάστη. Τοιαῦτα στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα κατέχουν  
τὴν αὐτὴν θέσιν εἰς τὸ περιοδικὸν σύστημα, καλοῦνται **ισότοπα στοιχεῖα** ἔχουν δὲ  
καὶ τὸν ἴδιον ἀτομικὸν ἀριθμὸν.

Οὕτω π.χ., εἰς τὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν 1 ὑπάρχουν 3 ὕδρογόνα, τῶν ὁποίων τὰ  
ἀτομικὰ βάρη εἶναι ἀντιστοίχως 1, 2 καὶ 3.

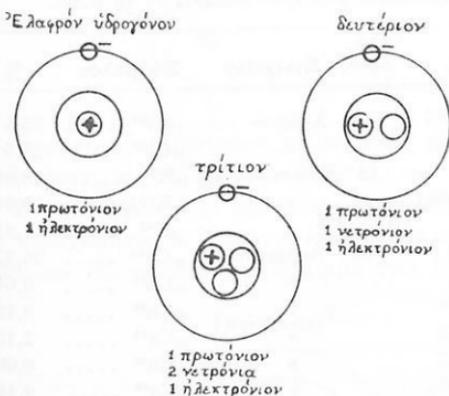
Εἰς τὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν 8 ὑπάρχονται 3 ὀξυγόνα μὲ ἀτομικὰ βάρη 16, 17  
καὶ 18.

Εἰς τὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν 30 ὑπάρχονται 5 ψευδάργυροι μὲ ἀτομικὰ βάρη 64,  
66, 67, 68 καὶ 70 κ.ο.κ.



Σχ. 27. F. W. Aston  
(Ἄστον). Διάσημος Ἀ-  
μερικανὸς φυσικός, ὅστις  
ἔλαβε τὸ βραβεῖον Νό-  
μπελ διὰ τὰς ἐργασίας  
του ἐπὶ τῶν ἰσοτόπων καὶ  
τὸν ὕπ' αὐτοῦ ἐπινοηθέν-  
τα φασματογράφων τῶν  
μαζῶν.

Τὰ ἰσότοπα στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα κατέχουν δοθεῖσαν θέσιν εἰς τὸν πίνακα, ἔχουν εἰς τὰ ἄτομά των πυρῆνας μὲ ἴσον ἀριθμὸν πρωτονίων. Ὡς ἐκ τούτου, τὰ ἰσότοπα αὐτὰ ἔχουν τὰς αὐτὰς χημικὰς ιδιότητες, διότι ἔχουν καὶ ἴσον ἀριθμὸν ἠλεκτρονίων, ἀπὸ τὸν ὁποῖον καὶ ἐξαρτῶνται αἱ χημικαὶ ιδιότητες. Ἡ διαφορὰ μεταξύ τῶν ἰσοτόπων ἑνὸς στοιχείου ἔγκειται εἰς τὸν ἀριθμὸν τῶν νετρονίων τοῦ πυρῆνος.



Σχ. 28. Τὰ ἰσότοπα τοῦ ὑδρογόνου.

Τὰ ἰσότοπα τοῦ ψευδαργύρου ἔχουν ὅλα ἀπὸ 30 πρωτόνια εἰς τοὺς πυρῆνας τῶν ἀτόμων των. Τὰ νετρόνια των ὅμως εἶναι ἀντιστοίχως 34, 36, 37, 38 καὶ 40.

Ὁ διαχωρισμὸς δύο ἰσοτόπων ποὺ ἀποτελοῦν μίγμα, δὲν δύναται νὰ γίνη διὰ χημικῶν μέσων. Διότι ταῦτα ἔχουν τὰς αὐτὰς χημικὰς ιδιότητες. Οὗτος ἐπιτυγχάνεται μόνον διὰ φυσικῶν μέσων καὶ στηρίζεται εἰς τὴν διαφορὰν τοῦ ἀτομικοῦ των βάρους.

Ἐπειδὴ ὅλα τὰ ἰσότοπα ἑνὸς στοιχείου ἔχουν τὰς αὐτὰς χημικὰς ιδιότητες, ταῦτα θεωροῦνται ὡς ποικιλίαι ἑνὸς μόνου στοιχείου καὶ διακρίνονται μεταξύ των μὲ τὴν ἐνδειξίν τοῦ ἀτομικοῦ των βάρους, ὡς π.χ. ὀξυγόνον 16 ( $O^{16}$ ) ὀξυγόνον 17 ( $O^{17}$ ), ἢ ἄνθραξ 12 ( $C^{12}$ ), ἄνθραξ 14 ( $C^{14}$ ) κ.ο.κ.

Μεγάλος ἀριθμὸς ἀπὸ τὰ στοιχεῖα τῆς φύσεως εἶναι μίγματα ἰσοτόπων. Τεχνητῶς δὲ παρασκευάζονται καὶ ἰσότοπα οἰουδήποτε στοιχείου. Πρὸς τοῦτο, εἰσάγεται (διὰ καταλλήλου βομβαρδισμοῦ μὲ νετρόνια) ἓνα νετρόνιον εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ ἀτόμου τοῦ στοιχείου αὐτοῦ. Πολλὰ ἀπὸ τὰ τεχνητῶς παρασκευαζόμενα ἰσότοπα γίνονται «ραδιενεργά», ἧτοι ἐκπέμπουν ἀκτινοβολίαν ἀνάλογον μὲ ἐκείνην τοῦ ραδίου καὶ τοῦ οὐρανίου. Ταῦτα καλούμενα «ραδιενεργὰ ἰσότοπα» ἔχουν σήμερον εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τὴν ἰατρικὴν, τὴν βιολογίαν, τὴν γεωργίαν, τὴν κτηνοτροφίαν, τὴν βιομηχανίαν κ.ἄ. Σήμερον εἶναι γνωστὰ περὶ τὰ 900 ραδιενεργὰ ἰσότοπα διαφόρων στοιχείων.

Τὰ συνηθέστερα ἐκ τῶν ραδιενεργῶν αὐτῶν ἰσοτόπων εἶναι : τὸ ραδιενεργὸν στρόντιον, τὸ ραδιοϊώδιον, ὁ ραδιοφωσφόρος, ὁ ραδιενεργὸς ἄνθραξ κ.ἄ.

Μετὰ τὴν διαπίστωσιν, ὅτι τὰ περισσότερα ἐκ τῶν στοιχείων ἀποτελοῦν μίγματα τὰ ἰσοτόπων, ἡ ἔννοια τοῦ χημικοῦ στοιχείου ὀρίζεται ὡς ἐξῆς :

Χημικόν στοιχείον είναι ένα σώμα, πού αποτελείται ἐξ ἁτόμων, τῶν ὁποίων οἱ πυρῆνες ἔχουν ἴσα ἠλεκτρικά φορτία. "Όλα δηλ. τὰ ἰσότοπα, τὰ ὁποῖα εὐρίσκονται εἰς δοθεῖσαν θέσιν τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, ἀποτελοῦν εἰς τὴν πραγματικότητα ἓνα στοιχείον.

## ΠΙΝΑΞ VI

Μερικῶν ἰσοτόπων καὶ μετὰ τὴν ἑκατοστιαίαν ἀναλογίαν ἑκάστου ἐν τῇ φύσει.

Ἀτ. ἀριθ.	Στοιχείον	Σύμβολον	%	Ἀτ. ἀριθ.	Στοιχείον	Σύμβολον	%
1	Υδρογόνον	${}^1\text{H}^1$	99,985	17	Χλώριον	${}^{17}\text{Cl}^{35}$	75,4
	»	${}^1\text{H}^2$ (δευτέριον)	0,015		»	${}^{17}\text{Cl}^{37}$	24,6
	»	${}^1\text{H}^3$ (τρίτιον)	ἔχγη	19	Κάλιον	${}^{19}\text{K}^{39}$	93,08
2	Ἡλιον	${}^2\text{He}^3$	0,00013		»	${}^{19}\text{K}^{40}$ (ραδιενεργ)	0,012
	»	${}^2\text{He}^4$	100		»	${}^{19}\text{K}^{41}$	6,91
6.	Ἀνθραξ	${}^6\text{C}^{12}$	98,9	20	Ἀσβέστιον	${}^{20}\text{Ca}^{40}$	96,92
	»	${}^6\text{C}^{13}$	1,1		»	${}^{20}\text{Ca}^{42}$	0,64
	»	${}^6\text{C}^{14}$ (ραδιενεργός)	$10^{-10}$		»	${}^{20}\text{Ca}^{43}$	0,13
7	Ἀζωτον	${}^7\text{N}^{14}$	99,63		»	${}^{20}\text{Ca}^{44}$	2,13
	»	${}^7\text{N}^{15}$	0,37		»	${}^{20}\text{Ca}^{45}$	0,0032
8	Ὄξυγόνον	${}^8\text{O}^{16}$	99,76		»	${}^{20}\text{Ca}^{46}$	0,18
	»	${}^8\text{O}^{17}$	0,037	26	Σίδηρος	${}^{26}\text{Fe}^{54}$	5,9
	»	${}^8\text{O}^{18}$	0,203		»	${}^{26}\text{Fe}^{56}$	91,6
16	Θεῖον	${}^{16}\text{S}^{32}$	95,04		»	${}^{26}\text{Fe}^{57}$	2,2
	»	${}^{16}\text{S}^{33}$	0,74		»	${}^{26}\text{Fe}^{58}$	0,33
	»	${}^{16}\text{S}^{34}$	4,24		κ.ο.κ.		
	»	${}^{16}\text{S}^{36}$	0,017				

**26. Στοιχεῖα ἰσοβαρῆ καὶ ἰσότοπα.** Πλὴν τῆς περιπτώσεως τῶν ἰσοτόπων, τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι παρὰ ποικιλία ἐνὸς στοιχείου πού διαφέρουν κατὰ τὸν ἀριθμὸν τῶν πρωτονίων εἰς τὰ ἅτομά των, ὑπάρχουν καὶ αἱ ἐξῆς ὁμοιότητες μεταξύ **διαφόρων** στοιχείων :

α) Δύο διάφορα στοιχεῖα δύνανται νὰ ἔχουν τὸ αὐτὸ ἀτομικὸν βᾶρος, διότι εἰς τοὺς πυρῆνας τῶν ἀτόμων των ἔχουν διάφορον μὲν ἀριθμὸν πρωτονίων, ἴσον ὅμως ἄθροισμα πρωτονίων καὶ νετρονίων. Τοιαῦτα π.χ. στοιχεῖα εἶναι τὸ τρίτιον ( ${}^1\text{H}^3$ ) καὶ τὸ ἥλιον 3 ( ${}^2\text{He}^3$ ). Ὁ πυρὴν τοῦ πρώτου ἔχει ἓνα πρωτόνιον καὶ δύο νετρόνια, ἐνῶ ὁ πυρὴν τοῦ δευτέρου ἔχει δύο πρωτόνια καὶ ἓνα νετρόνιον, ἦτοι ἀπὸ 3 ἐν ἅλῳ νουκλεόνια ἑκάστος. Τὰ στοιχεῖα αὐτά, ἐπειδὴ ἔχουν ἴσα ἀτομικὰ βάρη, ἐκλήθησαν **στοιχεῖα ἰσοβαρῆ**.

β) Δύο διάφορα ἐπίσης στοιχεῖα δύνανται νὰ ἔχουν πυρῆνας μετὰ ἴσον ἀριθμὸν νετρονίων. Τοιαῦτα π.χ. εἶναι τὰ στοιχεῖα **δευτέριον** ( ${}^1\text{H}^2$ ) καὶ ἥλιον 3 ( ${}^2\text{He}^3$ ), οἱ πυρῆνες τῶν ὁποίων ἔχουν ἀπὸ ἓνα νετρόνιον ἑκάστος. Τὰ στοιχεῖα αὐτά, εἰς τὰ ἅτομα τῶν ὁποίων οἱ πυρῆνες ἔχουν ἀπὸ ἴσον ἀριθμὸν νετρονίων, ἐκλήθησαν **στοιχεῖα ἰσότοπα**.

**27. Πῶς γίνονται αἱ χημικαὶ ἐνώσεις.** Δοθέντος ὅτι κάθε στοιχείον ἀποτελεῖται ἐξ ἀτόμων, εἶναι εὐνόητον ὅτι κατὰ τὸν σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων τὰ στοιχεῖα συνδέονται μεταξύ των ἅτομον πρὸς ἅτομον ὑπὸ διαφόρους ἀναλογίας καὶ σχηματίζονται οὕτω μόρια συνθέτων σωμάτων.

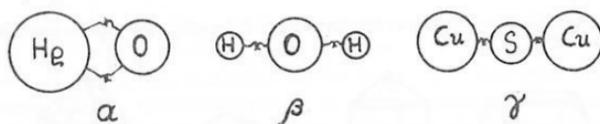
**Παραδείγματα :**

α) Διὰ νὰ γίνῃ ἓνα μόριον ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου, συνδέεται ἓν ἅτομον ὑδραργύρου Hg μετὰ ἓν ἅτομον ὀξυγόνου O (σχ. 29α).

β) Διὰ νὰ γίνῃ ἓνα μόριον ὕδατος, συνδέεται ἓν ἅτομον ὀξυγόνου O μετὰ δύο ἅτομα ὑδρογόνου H (σχ. 29β).

γ) Διὰ τὴν γίνῃ ἓνα μόριον θειούχου χαλκοῦ, συνδέεται ἓν ἄτομον θείου S με δύο ἄτομα χαλκοῦ Cu (σχ. 29 γ) κ.ο.κ.

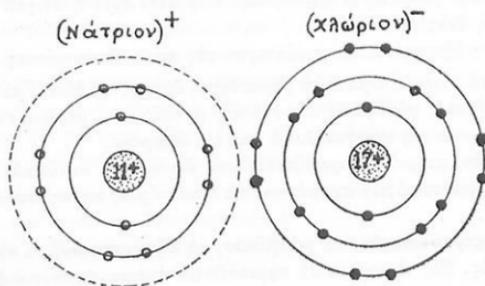
Εἰς τὴν πραγματικότητα τὰ ἄτομα, τὰ ὁποῖα συνδέονται μεταξύ των εἰς μό-



Σχ. 29. Σύνδεσμος τῶν ἀτόμων εἰς μόρια.

ριον, παραχωροῦν ἠλεκτρόνια τὰ μὲν πρὸς τὰ δε. Τοῦτο δημιουργεῖ καὶ τὰς ἐλκτικὰς δυνάμεις, αἱ ὁποῖαι συνδέουν μεταξύ των τὰ ἄτομα εἰς μόριον.

Εἰς τὸ μόριον π.χ. τοῦ χλωριούχου νατρίου (σχ. 30) τὸ ἄτομον τοῦ νατρίου ἔχει παραχωρήσει τὸ ἐξώτατον ἠλεκτρονίον του εἰς τὸ ἄτομον τοῦ χλωρίου. Οὕτω, τὸ ἄτομον τοῦ νατρίου ἔχει ἔλλειμμα ἑνὸς ἠλεκτρονίου, ἦτοι θετικὸν φορτίον, ἐνῶ



Σχ. 30. Μόριον χλωριούχου νατρίου.

τὸ ἄτομον τοῦ χλωρίου ἔχει πλεόνασμα ἑνὸς ἠλεκτρονίου, ἦτοι ἀρνητικὸν φορτίον. Ὡς ἐκ τούτου τὰ δύο αὐτὰ ἄτομα ἔλκονται μεταξύ των εἰς τὸ μόριον ἠλεκτροστατικῶς ὡς ἔχοντα ἀντίθετα ἠλεκτρικὰ φορτία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ IV

### ΑΙ ΦΥΣΙΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΥΛΗΣ

**28. Γενικά.** Τὰ διάφορα σώματα εἰς τὴν φύσιν ἐμφανίζονται εἴτε ὡς στερεά, εἴτε ὡς ὑγρά, εἴτε ὡς ἀέρια.

Ὡς στερεὸν χαρακτηρίζεται ἓνα σῶμα, ὅταν προβάλλῃ σημαντικὴν ἀντίστασιν εἰς τὴν προσπάθειαν μεταβολῆς τοῦ σχήματός του καὶ μεγίστην ἀντίστασιν εἰς τὴν προσπάθειον μεταβολῆς τοῦ ὄγκου του.

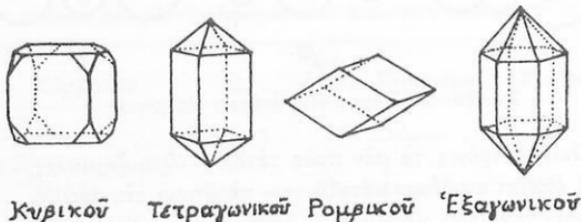
Ὡς ὑγρὸν χαρακτηρίζεται ἓνα σῶμα, ὅταν δὲν ἔχῃ ἴδιον σχῆμα, λαμβάνῃ δὲ ἐκάστοτε τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου περιέχεται. Τὸ ὑγρὸν παρουσιάζει μεγίστην ἀντίστασιν εἰς τὴν προσπάθειαν ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου του, ὅπως καὶ τὸ στερεόν.

Ὡς ἀέριον χαρακτηρίζεται ἓνα σῶμα, ὅταν δὲν ἔχῃ ἴδιον σχῆμα, οὔτε ὄγκον ὀρισμένον. Τὸ ἀέριον τείνει νὰ ἀεξήσῃ διαρκῶς τὸν ὄγκον του καὶ νὰ καταλάβῃ κάθε προσφερόμενον χωρὸν.

Τὸ αὐτὸ σῶμα δύναται νὰ λάβῃ καὶ τὰς τρεῖς καταστάσεις διὰ προσλήψεως ἢ ἀποβολῆς θερ-

μόνητος και ἐφ' ὅσον δὲν ὑποστῇ ἐν τῷ μεταξύ χημικὴν μεταβολήν. Ἡ ζάχαρις π.χ. θερμαινόμενη ἀποσυντίθεται πρὶν ἢ τακῆ. Ὁ πάγος ὅμως θερμαίνόμενος γίνεται ὕδωρ, τὸ ὅποιον ἐν συνεχείᾳ θερμαίνόμενος γίνεται ἀτμός. Ἐξ ἄλλου, ἐν ἀέριον διὰ τῆς ψύξεως καὶ καταλλήλου πιέσεως γίνεται ὑγρὸν καὶ στερεόν.

Ἡ διαφορά μεταξύ τῶν διαφόρων καταστάσεων ἐνὸς σώματος ὀφείλεται οὕτω εἰς διαφορὰν



Σχ. 31. Κρύσταλλοι.

ἐσωτερικῆς ἐνεργείας. Τὴν μικροτέραν ἐσωτερικὴν ἐνέργειαν ἔχει ἡ στερεὰ μορφή, τὴν δὲ μεγαλύτεραν ἡ ἀέρια μορφή ἐνὸς σώματος.

Κατωτέρω θέλομεν ἐξετάσει λεπτομερέστερον τὰς τρεῖς καταστάσεις τῆς ὕλης :

**29. Στερεά.** Εἰς τὰ στερεὰ σώματα τὰ μόρια ἔχουν ὀρισμένες θέσεις μεταξύ των καὶ ἐκτελοῦν ταλαντώσεις περὶ τὰς θέσεις αὐτάς. Αἱ ἀποστάσεις μεταξύ τῶν μορίων εἶναι σχετικῶς μικραὶ.

Τὰ στερεὰ διακρίνονται εἰς **κρυσταλλικά** καὶ εἰς **ἄμορφα**.

Ἐνα **κρυσταλλικὸν** στερεὸν ἐμφανίζεται ὑπὸ ὀρισμένον κανονικὸν γεωμετρικὸν σχῆμα.

Ἐπάρχει μεγίστη ποικιλία τοιούτων σχημάτων, τὰ ὅποια ὅμως κατατάσσονται εἰς τὰ ἐξῆς **κρυσταλλικά συστήματα** :

Τὸ **κυβικόν**, τὸ **τετραγωνικόν**, τὸ **ρομβικόν**, τὸ **ἑξαγωνικόν**, τὸ **τριγωνικόν**, τὸ **μονοκλινές** καὶ τὸ **τρικλινές**. Εἰς τὸ σχῆμα 31 παριστῶνται ἀντιπροσωπευτικοὶ κρύσταλλοι τῶν συστημάτων : **κυβικῶ**, **τετραγωνικῶ**, **ρομβικῶ** καὶ **ἑξαγωνικῶ**.

Τὰ κρυσταλλικά σώματα εἶναι **ὁμογενῆ**. Ἐχουν δηλ. τὴν αὐτὴν σύστασιν εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς μάζης των. Εἶναι ὅμως **ἀνισότροπα**. Παρουσιάζουν δηλ. διαφορὰς ιδιοτήτων (π.χ. ὀπτικῶν) κατὰ τὰς διαφόρους διευθύνσεις ἐντὸς τῆς μάζης των.

Τὰ **ἄμορφα** σώματα δὲν στερεοποιῶνται ὑπὸ ὀρισμένον καὶ κανονικὸν γεωμετρικὸν σχῆμα. Τοιαῦτα εἶναι π.χ. ὁ κηρός, ἡ ὕαλος κ.ἄ. Τὰ σώματα αὐτὰ εἶναι **ὁμογενῆ καὶ ἰσότροπα**. Ἐχουν δηλ. τὴν αὐτὴν σύστασιν εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τοῦ σώματός των, παρουσιάζουν δὲ καὶ τὰς αὐτάς ιδιότητας πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις ἐντὸς τῆς μάζης των.

Τὰ **ἄμορφα** σώματα θεωροῦνται ὡς ὑγρὰ μὲ πολὺ μεγάλην ἐσωτερικὴν τριβὴν. Συνεπῶς, ὡς κυρίως στερεὰ σώματα δύνανται νὰ θεωρηθοῦν μόνον τὰ κρυσταλλικά τοιαῦτα.

**30. Ἐσωτερικὴ δομὴ τῶν κρυστάλλων.** Ἐκ τῆς λεπτομεροῦς μελέτης τῶν κρυστάλλων διὰ τῶν ἀκτίνων X κ.ἄ., προέκυψεν ὅτι :

Οἱ κρύσταλλοι δὲν εἶναι συνεχῆς ὕλη, ἀλλ' ἀποτελοῦνται ἀπὸ **κέντρα μάζης**, τὰ ὅποια εἶναι διατεταγμένα εἰς ὀρισμένες γεωμετρικὰς θέσεις ἀπ' ἀλλήλων. Ἐὰν ἐνώσωμεν διὰ νοητῶν εὐθειῶν τὰ σημεῖα ὅπου εὐρίσκονται τὰ κέντρα μάζης ἐνὸς κρυστάλλου, λαμβάνομεν τὸ λεγόμενον **κρυσταλλικὸν πλέγμα** τοῦ κρυστάλλου τούτου.

Ἀναλόγως τῆς φύσεως τῶν κέντρων μάζης, τὰ κρυσταλλικά πλέγματα διακρίνονται εἰς **ἰοντικά**, **μοριακά** καὶ **ἀτομικά**.

Εἰς τοὺς κρυστάλλους μὲ **ἰοντικά** κέντρα μάζης, ταῦτα ἀποτελοῦνται ἐξ **ἰόντων**, ἡτοί ἐξ ἀτόμων, ἢ ριζῶν, ποὺ φέρουν ἠλεκτρικὸν φορτίον. Τὰ ἰόντα συγχερατοῦνται εἰς τὸ κρυσταλλικὸν πλέγμα δι' ἠλεκτροστατικῶν ἐλξεων. Τοιοῦτοι εἶναι π.χ. οἱ κρύσταλλοι τοῦ μαγειρικοῦ ἀλατος NaCl (σχ. 128).

Εἰς τοὺς κρυστάλλους μὲ **μοριακά** κέντρα μάζης, ταῦτα εἶναι μόρια. Αἱ δυνάμεις ἐλξεως με-

ταξή των μορίων αυτών είναι άσθενείς και δια τούτο οι κρύσταλλοι αυτοί είναι εύθραστοι. Τοιούτοι π.χ. είναι οι κρύσταλλοι της κηροβάνης, του βενζολίου κ.ά.

Είς τους κρυστάλλους με **άτομικά** κέντρα μάξης, ταυτα είναι άτομα στοιχείου. Τοιούτοι π.χ. είναι οι κρύσταλλοι του **άδαμαντος**, του γραφίτου κ.ά. (σχ. 104 και 106).

**31. Ίσόμορφα σώματα.** Ούτω καλοῦνται τὰ σώματα, τὰ ὁποῖα δύναται νὰ ἀναμιχθῶν πεττημένα, ἢ ἐν διαλύσει, ὑπὸ οἰκονόμικῃ ἀναλογίᾳ καὶ νὰ συγκρυσταλλωθῶν κατόπιν εἰς κοινούς κρυστάλλους. Τοιούτοι π.χ. συμβαίνει εἰς τὰ ἄλατα τῆς στυπτηρίας κ.ά.

Δύο ἰσόμορφα σώματα κρυσταλλοῦνται εἰς τὸ αὐτὸ κρυσταλλικὸν σύστημα. Αἱ ἀποστάσεις δὲ μεταξύ τῶν κέντρων μάξης τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος αὐτῶν εἶναι ἴσαι.

**32. Ὑγρά.** Εἰς τὰ ὑγρά τὰ μόρια εὐρίσκονται μὲν πολλὴ πλησίον ἀλλήλων, ἀλλ' ἔχουν πολλὴ μεγάλην κινητικὴν ἐνέργειαν, ὥστε νὰ μετακινῶνται εὐχερῶς ἐντὸς τῆς μάξης πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις. Τρόπον τινα, τὰ μόρια τῶν ὑγρῶν ὀλισθαίνουν τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου. Εἰς τούτο ὀφείλεται καὶ ἡ εὐκινησία τῆς μάξης τῶν ὑγρῶν.

**33. Ἀέρια.** Αἱ ἀποστάσεις τῶν μορίων εἰς τὰ ἀέρια εἶναι σχετικῶς πολλὴ μεγάλη· ἔαντι τῶν ὑγρῶν καὶ στερεῶν. Τὰ μόρια τῶν ἀερίων ἔχουν μεγάλην κινητικὴν ἐνέργειαν καὶ τείνουν νὰ ἀπομακρυνθῶν ἀπ' ἀλλήλων. Ταῦτα κινεῦνται **ἀτάκτως** συγκινοῦμενα μεταξύ των καὶ προσκρούοντα ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν στερεῶν καὶ τῶν ὑγρῶν, μὲ τὰς ὁποίας τὸ ἀέριον ἔρχεται εἰς ἐπαφῇ. Ἀποτέλεσμα τῶν κρούσεων αὐτῶν εἶναι ἡ **πίεσις**, τὴν ὁποίαν ἀσκοῦν τὰ ἀέρια.

Ἐπειδὴ τὰ μόρια τῶν ἀερίων εὐρίσκονται εἰς μεγάλας σχετικῶς ἀποστάσεις μεταξύ των, **τὰ ἀέρια ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν συμπιέζονται.** Λόγω δὲ τῆς ἀτάκτου καὶ πρὸς ὅλας τὰς διευθύνσεις κινήσεως τῶν μορίων των, τὰ ἀέρια τείνουν νὰ καταλάβουν πάντα διαθέσιμον χῶρον.

Τὰ ἀέρια, ὅπως καὶ τὰ ὑγρά, εἶναι **ὁμογενῆ καὶ ἰσότροπα.**

Τὰ ἀέρια καὶ τὰ ὑγρά καλοῦνται ὁμοῦ **ρευστά.**

**34. Νόμοι τῶν ἀερίων.** Οὗτοι ἀφοροῦν τὴν σχέσιν μεταξύ πίεσεως P καὶ ὄγκου V τῶν ἀερίων ἐν συναρτήσει καὶ πρὸς τὴν θερμοκρασίαν t.

**I. Νόμος Boyle - Mariotte :** Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν οἱ ὄγκοι τῶν ἀερίων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς πιέσεις :

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \quad \text{ἢ} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{σταθ.}, \quad \text{ἢτοι}$$

Ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν τὸ γινόμενον τῆς πίεσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον δοθείσης μάξης ἀερίου εἶναι σταθερόν.

**Τέλεια ἀέρια. Τέλεια ἢ καὶ ἰδανικὰ ἀέρια,** καλοῦνται τὰ ἀέρια, τὰ ὁποῖα ἀκολουθοῦν πιστῶς τὸν ἀνωτέρω νόμον ὑπὸ οἰκονόμικῃ συνθήκῃ πίεσεως. Εἰς τὴν πρᾶξιν οὐδὲν ἀέριον εἶναι τέλειον. Συμπεριφέρονται ὁμοῦ ὡς τέλεια, ὅσα εὐρίσκονται πολλὴ μακρὰν τοῦ σημείου ὑγροποιήσεώς των. Τοιαῦτα π.χ. εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν εἶναι τὰ ἀέρια ὕδρογόνου, ὀξυγόνου, ἄζωτου, ἥλιου κ.ά.

**II. Νόμοι τοῦ Gay-Lussac.** 1) Ὅταν ἡ θερμοκρασία μιᾶς ποσότητος ἀερίου αὐξήθῃ κατὰ  $1^{\circ}$  C ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, τότε ὁ ὄγκος αὐτοῦ αὐξάνεται κατὰ ποσότητα ἴσην πρὸς τὸ  $1/273$  τοῦ ὄγκου ποῦ εἶχε τὸ ἀέριον τούτο εἰς  $0^{\circ}$  C, ἢτοι :

$$\text{διὰ } P = \text{σταθ.}, \quad V_t = V_0 + \frac{V_0}{273} \cdot t, \quad \text{ἢ} \quad \text{ἢ} \quad \text{ἢ}$$

$$V_t = V_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right) \quad (1)$$

2) Ὅταν ἡ θερμοκρασία μιᾶς ποσότητος ἀερίου αὐξήθῃ κατὰ  $1^{\circ}$  C ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον (ἐν κλειστῷ), τότε ἡ πίεσις αὐτοῦ αὐξάνεται κατὰ ποσότητα ἴσην πρὸς τὸ  $1/273$  τῆς πίεσεως ποῦ εἶχε τὸ ἀέριον αὐτὸ εἰς  $0^{\circ}$  C, ἢτοι :

$$\text{διὰ } V = \text{σταθ.}, \quad P_t = P_0 + \frac{P_0}{273} \cdot t, \quad \text{ἢ} \quad \text{ἢ} \quad \text{ἢ}$$

$$P_t = P_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right) \quad (2)$$

**III. Ἐξίσωσις τῶν τελείων ἀερίων.** Ἐστω,  $V_0$  καὶ  $P_0$  ὁ ὄγκος καὶ ἡ πίεσις μιᾶς ποσότη-  
τος τελείου ἀερίου εἰς θερμοκρασίαν  $0^\circ\text{C}$ . Θερμαίνομεν αὐτὸ διαδοχικῶς εἰς  $t^\circ$  κατὰ δύο τρό-  
πους, ἤτοι :

α) Ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν  $P_0$ . Τότε ὁ ὄγκος του γίνεται :

$$V' = V_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right)$$

β) Ὑπὸ μεταβλητὴν πίεσιν καὶ μεταβλητὸν ὄγκον. Τότε, ἡ μὲν πίεσις γίνεται  $P$ , ὁ δὲ  
ὄγκος  $V$  καὶ τὸ γινόμενον αὐτῶν  $PV$ .

Δεδομένου ὅτι τὸ ἀέριον εἶναι τέλειον, ἀκολουθεῖ πιστῶς τὸν νόμον Boyle-Mariotte. Συνε-  
πῶς, εἰς τὴν θερμοκρασίαν  $t^\circ$  αἱ δύο τιμαὶ τοῦ γινομένου τῆς πίεσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον εἰς τὰς κα-  
ταστάσεις α καὶ β εἶναι ἴσαι μεταξὺ των, διότι ἀφοροῦν τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ἄρα :  $P_0 V' =$   
 $= PV$ , ἔξ ὅ

$$PV = P_0 V_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right) \quad (3)$$

Ἡ τελευταία αὕτη ἐξίσωσις (3) καλεῖται **ἐξίσωσις τῶν τελείων ἀερίων**, ἢ καὶ ἐξίσωσις  
Boyle-Mariotte-Gay-Lussac.

**Ἀπόλυτον μηδέν.** Ἐστω ὅτι ψύχομεν ὀρισμένην μάζαν ἀερίου εἰς  $-273^\circ\text{C}$ . Εἰς τὴν θερ-  
μοκρασίαν αὐτὴν τὸ γινόμενον τῆς πίεσεως ἐπὶ τὸν ὄγκον **μηδενίζεται**, ἤτοι :

$$PV_{-273} = P_0 V_0 \left( 1 + \frac{-273}{273} \right) = P_0 V_0 (1 - 1) = 0$$

Ἐπειδὴ ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου δὲν δύναται νὰ μηδενισθῇ, ἔπεται ὅτι : **Εἰς τὴν θερμοκρασίαν**  
 **$-273^\circ\text{C}$  μηδενίζεται ἡ πίεσις τῶν ἀερίων.** Τοῦτο ἐξηγεῖται, ἂν παραδεχθῶμεν ὅτι τὰ μόρια  
τῶν ἀερίων εἰς τὴν θερμοκρασίαν αὐτὴν χάνουν κάθε κινήτικὴν ἐνέργειαν καὶ παραμένουν ἀκίνητα.  
Διὰ τοῦτο ἡ θερμοκρασία  $-273^\circ\text{C}$  (εἰς τὴν πραγματικότητά  $-273,2$ ) καλεῖται **ἀπόλυτον μηδέν**.

**35. Ἀπόλυτος θερμοκρασία.** Οὕτω καλεῖται ἡ θερμοκρασία  $T$ , ἡ ὁποία ἔχει ὡς ἀρχὴν  
μετρήσεως τὸ ἀπόλυτον μηδέν. Ἐὰν π.χ. ἡ θερμοκρασία σώματος εἶναι  $t^\circ\text{C}$ , ἡ ἀπόλυτος θερμο-  
κρασία αὐτοῦ εἶναι :

$$T = 273 + t$$

**36. Καταστατικὴ ἐξίσωσις τῶν ἀερίων.** Ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις (3) τῶν τελείων ἀερίων  
δύναται νὰ μετασχηματισθῇ καὶ ὡς ἑξῆς :

$$PV = P_0 V_0 \left( \frac{273}{273} + \frac{t}{273} \right)$$

καὶ ἐπειδὴ  $273 + t = T$ , ἔχομεν :

$$PV = P_0 V_0 \frac{T}{273}, \quad \text{ἢ} \quad PV = \frac{P_0 V_0}{273} T \quad (1)$$

Ἐὰν ἡ μάζα τοῦ ἀερίου ληφθῇ ἴση μὲ 1 mol, τότε ὁ παράγων  $\frac{P_0 V_0}{273}$  τῆς ἐξισώσεως (1)

εἶναι ποσότης σταθερὰ καὶ ἡ αὐτὴ δι' ἅλα τὰ ἀέρια. Ἡ ποσότης αὕτη συμβολίζεται διὰ τοῦ γράμ-  
ματος  $R$  καὶ καλεῖται **παγκοσμίαια σταθερὰ τῶν ἀερίων**. Ἡ τιμὴ αὐτῆς εὐρίσκεται εὐκόλως,  
ἰσοῦται δὲ μὲ  $0,08205 \text{ atm. lit/mol. grand}$ . Ὅθεν, ὁ τύπος (1) γίνεται :

$$PV = RT \quad (2)$$

Ὁ τύπος (2) προταθεὶς ὑπὸ τοῦ Clapeyron καλεῖται **ειδικώτερον καταστατικὴ ἐξίσωσις**  
**τῶν ἀερίων**.

Ἐὰν ἡ ληφθεῖσα μάζα τοῦ ἀερίου περιέχῃ  $n$  mol, τότε ἡ ἀνωτέρω καταστατικὴ ἐξίσωσις  
τῶν ἀερίων λαμβάνει τὴν γενικωτέραν μορφήν τῆς :

$$PV = nRT \quad (3)$$

Ὁ τύπος (2) δύναται νὰ λάβῃ καὶ τὴν κάτωθι μορφήν :

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

ὑπὸ τὴν μορφήν τῆς ταύτης ἡ καταστατικὴ ἐξίσωσις τῶν ἀερίων ἐκφράζει τὸ ἐξῆς :

Ὁ ὄγκος  $V$  δοθείσης μάζης ἀερίου καθορίζεται ἀπὸ τὴν ἰσορροπίαν δύο ἀνταγωνιστικῶν δυνάμεων, ἧτοι : α) Τῆς ἀπολύτου θερμοκρασίας  $T$ , ἡ ὁποία τείνει νὰ τὸν αὐξήσῃ καὶ β) Τῆς πίεσεως  $P$ , ἡ ὁποία τείνει νὰ τὸν περιορίσῃ.

**37. Διάχυσις. Διαπιδύσις. Νόμος τοῦ Graham.** Ὄταν δύο σώματα εὗρεθῶν εἰς ἐπαφήν, τότε, χάρις εἰς τὴν θερμικὴν κίνησιν τῶν μορίων τῶν, μόρια τοῦ  $A$  σώματος εἰσδύνουν μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ  $B$  σώματος καὶ ἀντιστρόφως, ὥστε νὰ ἀποτελέσουν βαθμιχδὸν ὁμογενὲς μίγμα. Τὸ φαινόμενον τῆς βαθμιαίας ἀναμίξεως δύο προσκειμένων σωμάτων πρὸς σχηματισμὸν ὁμογενοῦς μίγματος καλεῖται **διάχυσις**. Ἡ διάχυσις παρατηρεῖται κυρίως εἰς τὰ ἀέρια, ὑπὸ ὀρισμένας δὲ προϋποθέσεις καὶ εἰς τὰ ὑγρά καὶ τὰ στερεὰ ἀκόμη.

**Διαπιδύσις** καλεῖται ἡ διάχυσις μεταξὺ δύο ὑγρῶν ἢ ἀερίων, τὰ ὁποία χωρίζονται διὰ πορώδους διαφράγματος. Εἰς τὴν διαπιδύσιν τὰ μόρια τοῦ σώματος  $A$  εἰσδύνουν μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ  $B$  σώματος καὶ ἀντιστρόφως, διερχόμενα διὰ μέσου τῶν πόρων τοῦ διαφράγματος.

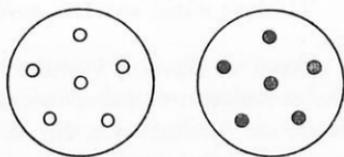
**Ταχύτης διαπιδύσεως** καλεῖται ὁ λόγος  $V/t$  τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου, ποὺ διέρχεται διὰ μέσου  $1 \text{ cm}^2$  τοῦ διαφράγματος ἐντὸς ὀρισμένου χρόνου  $t$ , διὰ τοῦ χρόνου τούτου. Εὐνόητον εἶναι, ὅτι τὰ ἀέρια ποὺ ἔχουν μικρὰ μόρια (π.χ. τὸ ὑδρογόνον), διαπιδύουν ταχύτερον ἐκεῖνων ποὺ ἔχουν μεγάλα μόρια. Σχετικῶς ἰσχύει ὁ ἐξῆς νόμος τοῦ Graham.

**Αἱ ταχύτητες διαπιδύσεως δύο ἀερίων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν μοριακῶν τῶν βαρῶν, ἧτοι :**

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\sqrt{M_2}}{\sqrt{M_1}}$$

Ὁ νόμος αὐτὸς χρησιμοποιεῖται ἐνίοτε πρὸς εὕρεσιν τοῦ μοριακοῦ βάρους ἀερίων.

**38. Κανονικαὶ συνθήκαι.** Τὰ ἀέρια, ὡς λίαν ἐλαφρά, δὲν ζυγίζονται εὐκόλως. Διὰ τοῦτο αἱ ποσότητες τῶν ἀερίων λαμβάνονται συνήθως κατ' ὄγκον. Ἐξ ἄλλου, ὁ ὄγκος τῶν ἀερίων ἐπηρεάζεται πολὺ ἀπὸ τὰς μεταβολὰς τῆς πίεσεως καὶ τῆς θερμοκρασίας. Ὅθεν, διὰ τὴν ὁμοιομορφίαν τῶν ἀποτελεσμάτων ὑπολογίζομεν τοὺς ὄγκους τῶν ἀερίων ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, ὡς τοιαῦται δὲ λαμβάνονται :



Σχ. 32. Εἰς ἴσους ὄγκους ἀερίων ὑπάρχει ἴσος ἀριθμὸς μορίων.

**Πίεσις ἴση μὲ ἐκείνην ὑδραργυρικῆς στήλης 760 mm καὶ θερμοκρασία  $0^\circ\text{C}$ .** Αἱ συνθήκαι αὐταὶ καλοῦνται **κανονικαὶ συνθήκαι (ΚΣ)** πίεσεως καὶ θερμοκρασίας.

**39. Ὑπόθεσις Avogadro.** Πολλὰ σώματα, ὅπως π.χ. τὸ ὑδρογόνον, τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἄζωτον κ.ἄ. εἶναι ἀέρια. Ἄλλα πάλιν, ὅπως π.χ. τὸ ὕδωρ, δύναται νὰ ἐξατμισθῶν εὐκόλως. Ἐξ ἄλλου, εἶναι γνωστὸν ἐκ τῆς Φυσικῆς, ὅτι ὅλα τὰ ἀέρια παρουσιάζουν ὁμοίωμορπον συμπεριφορὰν εἰς τὰς μεταβολὰς τῆς πίεσεως καὶ τῆς θερμοκρασίας, ὡς π.χ. :

- Ὁ ὄγκος δοθείσης μάζης ἀερίου ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν μεταβάλλεται ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὴν πίεσιν (Νόμος Boyle - Mariotte).
- Ἡ αὐτὴ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας προκαλεῖ εἰς ὅλα τὰ ἀέρια τὴν αὐτὴν αὐξήσιν τοῦ ὄγκου ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν (Νόμος Gay - Lussac) κ.ο.κ.

Πρὸς ἐξήγησιν τῆς ὁμοιομορφίας αὐτῆς ὁ Ἰταλὸς φυσικὸς Avogadro διετύπωσε τὸ 1811 τὴν ἐξῆς ὑπόθεσιν :

**"Ἴσοι ὄγκοι ἀερίων, ἢ ἀτμῶν, ὅταν ληφθοῦν ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἔχουν τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων. (σχ. 32)**

Οὕτω π.χ., ὅσα μόρια περιέχονται εἰς ἓνα λίτρον ὑδρογόνου ὑπὸ πίεσιν 76 cm ὑδραργυρικῆς στήλης καὶ θερμοκρασίαν 0° C, τόσα μόρια περιέχονται ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν εἰς ἓνα λίτρον ὀξυγόνου, ἢ ἀζώτου, ἢ ὑδρατμῶν κ.ο.κ.

Ἡ ὑπόθεσις αὕτη ἔχει ἐπαληθεύσει εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις εἰς τρόπον, ὥστε σήμερον νὰ ἀποτελῇ νόμον.

#### 40. Συνέπειαι τῆς ὑποθέσεως Avogadro. α) Μοριακὸς ὄγκος τῶν ἀερίων.



Σχ. 33. Μοριακὸς ὄγκος παντὸς ἀερίου ἢ ἀτμοῦ.

"Ἐστω ὅτι λαμβάνομεν ἀπὸ ἓνα γραμμομόριον ἐκ διαφόρων ἀερίων ἢ ἀτμῶν, ἦτοι 2 gr ὑδρογόνου, 32 gr ὀξυγόνου, 18 gr ὑδρατμῶν κ.ο.κ. Ὡς εἶδομεν (23), αἱ ποσότητες αὗται περιέχουν ἀπὸ N μόρια ἐκάστη. Ἀφοῦ ὅμως ἔχουν ἴσον ἀριθμὸν μορίων καὶ εἶναι ἀέρια ἢ ἀτμοί, ἐὰν ληφθοῦν ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν αὐτὴν πίεσιν, θὰ καταλαμβάνουν ἴσον ὄγκον. Εὐρίσκεται πρᾶγματι, ὅτι ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκας, ἦτοι ὑπὸ πίεσιν 76 cm ὑδραργυρικῆς στήλης καὶ θερμοκρασίαν 0° C, ὁ ὄγκος ποῦ κατέχει ἓνα γραμμομό-

ριον παντὸς ἀερίου ἢ ἀτμοῦ, ἰσοῦται μὲ 22.4 λίτρα (κυβ. παλάμας).

Ὁ ὄγκος αὐτὸς ἐκλήθη οὕτω **μοριακὸς ὄγκος τῶν ἀερίων** (σχ. 33).

β) **Σχετικὴ πυκνότης ἀερίου ἢ ἀτμοῦ.** Σχετικὴ πυκνότης ἀερίου ἢ ἀτμοῦ καλεῖται ὁ λόγος τοῦ βάρους δοθέντος ὄγκου τοῦ ἐν λόγῳ ἀερίου ἢ ἀτμοῦ, πρὸς τὸ βᾶρος ἴσου ὄγκου ἀέρος, λαμβανομένου ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

Ὁ λόγος αὐτὸς καλεῖται συνήθως καὶ **εἰδικὸν βᾶρος** τοῦ ἀερίου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα.

Ἀφοῦ τὸ ἀέριον ἢ ὁ ἀτμὸς ἔχει τὸν αὐτὸν ὄγκον πρὸς τὸν ἀέρα, πρὸς τὸν ὁποῖον συγκρίνεται τὸ βᾶρος του, ἀμφότερα δὲ εὐρίσκονται ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, ἔπεται ὅτι τόσον τὸ ἀέριον ἢ ὁ ἀτμὸς, ὅσον καὶ ὁ ἀήρ, ἔχουν ἴσον ἀριθμὸν μορίων. Συνεπῶς, ἡ σχέσις μεταξὺ τῶν βαρῶν αὐτῶν εἶναι ἢ ἰδίᾳ μὲ τὴν σχέσιν τοῦ μοριακοῦ βάρους M τοῦ ἀερίου πρὸς τὸ μοριακὸν βᾶρος M' τοῦ ἀέρος, ἦτοι :

$$\text{Σχετικὴ πυκνότης ἀερίου } \epsilon = \frac{\text{βᾶρος ἀερίου}}{\text{βᾶρος ἴσου ὄγκου ἀέρος}} = \frac{M}{M'}$$

Ὁ ἀήρ ὅμως εἶναι μῆγμα διαφόρων ἀερίων καὶ ἰδίως ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου καὶ συνεπῶς ἀποτελεῖται ἀπὸ ποικιλίαν μορίων. Τὸ μέσον ὅμως μοριακὸν βᾶρος τοῦ ἀέρος ἰσοῦται κατὰ μεγίστην προσέγγισιν μὲ 29, ἦτοι : M' = 29, "Ὅθεν :

$$\epsilon = \frac{M}{29}$$

ἦτοι : Ἡ σχετικὴ πυκνότης  $\epsilon$  παντὸς ἀερίου, ἢ ἀτμοῦ, ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τοῦ μοριακοῦ του βάρους M διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 29.

### Παραδείγματα :

α) 'Υδρογόνου :	Μοριακόν βάρος	$M=2$ .	"Αρα σχετική πυκνότης	$\epsilon=2/29=0,069$
β) 'Οξυγόνου :	"	"	"	$\epsilon=32/29=1,103$
γ) 'Υδρατμό :	"	"	"	$\epsilon=18/29=0,620$

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ

10. Ποίον είναι τὸ μοριακόν βάρος αερίου ἔχοντος σχετικὴν πυκνότητα  $\epsilon=2,207$ ;
11. Διατομικόν στοιχείον εἶναι αέριον καὶ ἔχει ἀτομικόν βάρος 14. Ζητεῖται ὁ ὄγκος ποῦ καταλαμβάνουν 10 gr αὐτοῦ.
12. Ζητεῖται τὸ βάρος 50 cm<sup>3</sup> αερίου διατομικοῦ ἔχοντος ἀτομικόν βάρος 16.
13. Ζητεῖται ἡ σχετικὴ πυκνότης αερίου, τοῦ ὁποίου τὸ μῦριον ἀποτελεῖται ἀπὸ 1 ἄτομον ἄνθρακος ἀτομικοῦ βάρους 12 καὶ 2 ἄτομα ὀξυγόνου ἀτομικοῦ βάρους 16.
14. Πόσον εἶναι τὸ βάρος 1 λίτρου διατομικοῦ στοιχείου ἔχοντος ἀτομικόν βάρος 35,5;
15. Δοθεῖσα ποσότης αερίου εὑρισκομένου ὑπὸ πίεσιν 1 Atm εἰσάγεται ἐντὸς κενοῦ δοχείου, ὅτε ὁ ὄγκος αὐτοῦ τετραπλασιάζεται ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν. Ζητεῖται ἡ νέα πίεσις τοῦ αερίου αὐτοῦ.
16. Ἄεριον θερμοκρασίας 25° C θερμαίνεται ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, ὅτε ὁ ὄγκος αὐτοῦ διπλασιάζεται. Ζητεῖται ἡ θερμοκρασία εἰς τὴν ὅποιαν ἐθερμάνθη.
17. Δοθεῖσα ποσότης αερίου καταλαμβάνει ὄγκον 750 cm<sup>3</sup> εἰς θερμοκρασίαν 20° C καὶ πίεσιν 740 mm Hg. Ζητεῖται ὁ ὄγκος αὐτοῦ ὑπὸ Κ.Σ.
18. Ζητεῖται ὁ ὄγκος, τὸν ὁποῖον καταλαμβάνουν 3,5 gr N<sub>2</sub> ὑπὸ πίεσιν 720 mm Hg καὶ θερμοκρασίαν 30° C.
19. Ζητεῖται τὸ βάρος 240 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνου μετρηθέντος ὑπὸ πίεσιν 730 mm Hg καὶ θερμοκρασίαν 20° C.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ V

### ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

**41. Σύμβολα τῶν στοιχείων.** Κάθε στοιχείον παριστᾶται χάριν εὐκολίας μὲ ἓνα σύμβολον. Ὡς τοιοῦτον δὲ λαμβάνεται τὸ κεφαλαῖον ἀρχικὸν γράμμα τοῦ λατινικοῦ ὀνόματος τοῦ στοιχείου. Ὅπου μὲ τὸ αὐτὸ γράμμα ἀρχίζουσιν τὰ ὀνόματα περισσοτέρων στοιχείων, τότε εἰς τὸ κεφαλαῖον ἀρχικὸν γράμμα προστίθεται καὶ ἓνα μικρὸν γράμμα τῆς λέξεως. Οὕτω π.χ. τὸ ὀξυγόνον παριστᾶται μὲ τὸ γράμμα O (Oxygenium), τὸ ὑδρογόνον μὲ H (Hydrogenium), ὁ ὑδράργυρος μὲ Hg (Hydrargyrum), τὸ ἄζωτον μὲ N (Nitrogenium), τὸ νικέλιον μὲ Ni (Nikelium), ὁ ἄνθραξ μὲ C (Carbonum), ὁ χαλκὸς μὲ Cu (Cuprum), τὸ φθόριον μὲ F (Fthorium), ὁ σίδηρος μὲ Fe (Ferrum) κ.ο.κ.

Τὸ σύστημα αὐτὸ τῶν συμβόλων ἐπροτάθη τὸ 1811 ὑπὸ τοῦ μεγάλου Σουηδοῦ χημικοῦ T. Berzelius).

**42. Περιεχόμενον τῶν συμβόλων.** Κατὰ συνθήκην, τὸ σύμβολον ἐκάστου στοιχείου παριστᾶ :

α) Τὸ στοιχείον ποῦ συμβολίζει. β) Ἐν ἄτομον τοῦ στοιχείου καὶ γ) Ἐνα γραμμιάτομον τοῦ στοιχείου, ὡσάκις θέλομεν νὰ λάβωμεν διὰ τοῦ ζυγοῦ ὄρισμένην ποσότητα ἐξ αὐτοῦ.

**43. Χημικοί τύποι.** Με την βοήθειαν τῶν συμβόλων τῶν στοιχείων δυνάμεθα νὰ παραστήσωμεν τώρα συντόμως τὴν σύστασιν τῶν μορίων. Οὕτω π.χ. τὸ μόριον τοῦ ὑδρογόνου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἄτομα, παριστᾶται με  $H_2$ . Ὁμοίως καὶ τὸ μόριον τοῦ ὀξυγόνου παριστᾶται με  $O_2$ . Τὸ μόριον τοῦ ὕδατος ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ 2 ἄτομα ὑδρογόνου καὶ 1 ἄτομον ὀξυγόνου, παριστᾶται με  $H_2O$ . Τὸ μόριον τοῦ ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ 1 ἄτομον ὑδραργύρου καὶ 1 ἄτομον ὀξυγόνου, παριστᾶται με  $HgO$ . Τέλος, ὁ τύπος  $Cu_2S$  παριστᾶ τὸ μόριον τοῦ θείουχου χαλκοῦ, καὶ σημαίνει ὅτι τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ 2 ἄτομα χαλκοῦ καὶ 1 ἄτομον θείου.

Ὁ τύπος, ὁ ὁποῖος παριστᾶ τὴν σύστασιν τοῦ μορίου μιᾶς χημικῆς ἐνώσεως, καλεῖται **χημικὸς τύπος** αὐτῆς.

Εἰς ἕνα χημικὸν τύπον ὁ ἀριθμὸς, ὅστις τίθεται κάτωθεν καὶ δεξιὰ τοῦ συμβόλου ἐνὸς στοιχείου, καλεῖται **δείκτης**, ἢ **ἐκθέτης**. Οὗτος σημαίνει πόσα ἄτομα τοῦ στοιχείου αὐτοῦ ὑπάρχουν εἰς τὸ μόριον. Οὕτω π.χ. ὁ τύπος  $H_2O$  τοῦ ὕδατος ἐκφράζει, ὅτι εἰς τὸ μόριον αὐτοῦ ὑπάρχουν 2 ἄτομα ὑδρογόνου καὶ 1 ἄτομον ὀξυγόνου.

Ὅταν θέλωμεν νὰ λάβωμεν δύο, ἢ περισσότερα μόρια ἐνὸς σώματος, τότε πρὸ τοῦ τύπου αὐτοῦ θέτομεν ἕνα **συντελεστήν**. Οὕτω π.χ. ἀντὶ  $H_2O + H_2O$  γράφομεν  $2H_2O$ , ἀντὶ  $H_2 + H_2 + H_2$  γράφομεν  $3H_2$  κ.ο.κ.

Ὅταν θέλωμεν νὰ λάβωμεν ἕν ἄτομον διατομικοῦ στοιχείου, ὡς π.χ. τοῦ ὀξυγόνου, τότε παριστῶμεν αὐτὸ εἴτε με  $1/2O_2$  (ἡμισυ μόριον), εἴτε διὰ τοῦ συμβόλου ἐντὸς ἀγκυλῶν  $[O]$ . Καὶ τοῦτο, διότι τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας δὲν ἀπαντοῦν ὑπὸ μορφήν ἐλευθέρων ἀτόμων.

**44. Εἶδη χημικῶν τύπων.** Οἱ χημικοὶ τύποι διακρίνονται εἰς **ἐμπειρικούς**, εἰς **μοριακοὺς** καὶ εἰς **συντακτικούς**.

**Ἐμπειρικός τύπος (ΕΤ)** μιᾶς ἐνώσεως εἶναι ἐκεῖνος, ὁ ὁποῖος ἐκφράζει τὴν ποιοτικὴν σύστασιν αὐτῆς, ἦτοι τὸ εἶδος τῶν ἀτόμων καὶ τὴν ἀναλογίαν, ὑπὸ τὴν ὁποίαν τὰ ἄτομα εὐρίσκονται ἡνωμένα ἐντὸς τοῦ μορίου. Οὕτω π.χ. ὁ ΕΤ τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου εἶναι :



**Μοριακὸς τύπος (ΜΤ)** μιᾶς ἐνώσεως εἶναι ὁ τύπος ποὺ ἐκφράζει τὸν πραγματικὸν ἀριθμὸν ἀτόμων ἐκάστου στοιχείου, ὅστις ὑπάρχει ἐντὸς τοῦ μορίου τῆς. Τοῦ ὡς ἄνω ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου ὁ ΜΤ εἶναι :



**Συντακτικὸς τύπος (ΣΤ)** μιᾶς ἐνώσεως εἶναι ἐκεῖνος, ὁ ὁποῖος ἐκφράζει καὶ τὸν τρόπον συνδέσεως τῶν ἀτόμων ἐντὸς τοῦ μορίου. Ὁ ΣΤ π.χ. τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου εἶναι :



Εἰς τὴν Ἀνόργανον Χημεῖαν χρησιμοποιοῦμεν συνήθως τὸν ΜΤ ἐκάστης ἐνώσεως. Ὑπὸ τὸν ὄρον δὲ «χημικὸς τύπος» μιᾶς οὐσίας ἐννοοῦμεν τὸν μοριακὸν τύπον αὐτῆς.

**45. Τί παριστᾶ ὁ μοριακὸς τύπος.** Ἐκαστος ΜΤ παριστᾶ :

1. Τὴν χημικὴν ἔνωση, τὴν ὁποῖαν συμβολίζει. Οὕτω π.χ. ὁ ΜΤ  $\text{Na}_2\text{O}_2$  παριστᾶ τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου.

2. Ἔνα μῦριον τῆς χημικῆς ἑνώσεως, ἤτοι :  $\text{Na}_2\text{O}_2 =$  ἕνα μῦριον ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου.

3. Ἔνα γραμμομῦριον αὐτῆς. Οὕτω, ὁ ΜΤ  $\text{Na}_2\text{O}_2$  παριστᾶ 78 gr ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου.

4. Τὴν ποιοτικὴν σύστασιν τῆς ἑνώσεως. Τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου π.χ. ἀποτελεῖται ἀπὸ τὰ στοιχεῖα Na καὶ O.

5. Τὴν ποσοτικὴν σύστασιν τῆς ἑνώσεως. Οὕτω π.χ. εἰς τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου τὰ στοιχεῖα Na καὶ O εὐρίσκονται ἠνωμένα ὑπὸ τὴν ἀναλογίαν βάρους 46 gr πρὸς 32 gr.

46. Προσδιορισμὸς τοῦ χημικοῦ τύπου. α) Εὐρεσις τοῦ ἐμπειρικοῦ τύπου : Ἔστω ὅτι κατὰ τὴν ἀνάλυσιν μιᾶς ἑνώσεως εὐρέθη ἡ κατωτέρω σύστασις αὐτῆς :

$$\begin{aligned} \text{H} &= 5,88 \text{ ο/ο} \\ \text{καὶ } \text{O} &= 94,12 \text{ ο/ο} \end{aligned}$$

Ἐὰν διαιρέσωμεν τὰς ἀνωτέρω ἑκατοστιαίας ἀναλογίας διὰ τῶν ἀντιστοιχῶν ἀτομικῶν βαρῶν εὐρίσκομεν τὴν εἰς ἄτομα ἀναλογίαν ἐντὸς τοῦ μωρίου τῆς ἑνώσεως αὐτῆς, ἤτοι :

$$\text{Διὰ τὸ ὕδρογόνον : } 5,88 : 1 = 5,88$$

$$\text{Διὰ τὸ ὀξυγόνον : } 94,12 : 16 = 5,88$$

Ἐξ ἄλλου, εἰς τὸ μῦριον ἑνώσεως δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπάρχουν κλάσματα ἀτόμων, ἀλλὰ μόνον ἀκέραια ἄτομα. Οὕτω, διὰ νὰ εὐρωμεν τὴν εἰς ἀκέραια ἄτομα ἀναλογίαν ἀπλοποιῶμεν τοὺς ἀνωτέρω δεκαδικούς ὅτε ἔχομεν :

$$\begin{aligned} \text{H} &= 1 \\ \text{O} &= 1 \end{aligned}$$

Ὅθεν, ὁ ἀπλούστερος τύπος τῆς ἑνώσεως αὐτῆς εἶναι :



Ὁ τύπος αὐτὸς εἶναι ὁ ET, διότι δὲν ἐκφράζει τὴν πραγματικὴν σύνθεσιν τοῦ μωρίου τῆς οὐσίας. Οὕτω π.χ. καὶ οἱ τύποι :  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_3\text{O}_3$  καὶ γενικῶς  $(\text{HO})_n$ , ὅπου  $n =$  ἀκέραιος ἀριθμὸς, ἔχουν τὴν ἴδιαν ἑκατοστιαίαν σύστασιν τῶν στοιχείων.

β) Εὐρεσις τοῦ μοριακοῦ τύπου : Διὰ νὰ εὐρωμεν ποῖος ἐκ τῶν ἀνωτέρω τύπων ἀνταποκρίνεται εἰς τὴν πραγματικὴν σύνθεσιν τοῦ μωρίου, εἶναι ἀνάγκη νὰ γνωρίζωμεν καὶ τὸ μοριακὸν βᾶρος τῆς οὐσίας. Εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν τὸ μοριακὸν βᾶρος μετρηθὲν εὐρέθη ἴσον μὲ 34. Ὁ ἀνωτέρω ET ἀντιστοιχεῖ εἰς μοριακὸν βᾶρος 17. Συνεπῶς, ὁ ἀριθμὸς  $n$  τοῦ γενικοῦ τύπου  $(\text{HO})_n$  ἰσοῦται μὲ 2 καὶ ὁ ἀληθὴς μοριακὸς τύπος τῆς ἑνώσεως εἶναι :



Συμπέρασμα. Διὰ νὰ εὐρωμεν τὸν μοριακὸν τύπον μιᾶς ἑνώσεως, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὴν ἑκατοστιαίαν σύνθεσιν αὐτῆς, καθὼς καὶ τὸ μοριακὸν τῆς βᾶρος.

**Παραδείγματα.** α) Έστω ότι μία ένωση έχει μοριακό βάρος 63 και την εξής εκατοστιαία σύσταση :

$$H = 1,58\%$$

$$N = 22,20\%$$

$$O = 76,22\%$$

Ζητείται ο μοριακός τύπος αυτής.

**Λύσις.** Από την εκατοστιαία σύσταση εύρισκομεν εύκόλως την ποσότητα εκάστου στοιχείου εις τὸ γραμμομόριον τῆς ένωσης, ἤτοι εις τὰ 63 gr αυτής, ἤτοι:

Οὐσία	Ἵδρογόνον	Ἄζωτον	Ὄξυγόνον
100 gr	1,58 gr	22,20 gr	76,22 gr
63 gr	X ;	Ψ ;	Ω ;

$$\text{ἐξ οὗ : } X = 1, \quad \Psi = 14 \quad \text{καὶ } \Omega = 48$$

Διαιροῦντες τὰς ἀνωτέρω εὐρεθείσας τιμὰς διὰ τῶν ἀντιστοίχων ἀτομικῶν βαρῶν ἔχομεν :  $H = 1$ ,  $N = 1$  καὶ  $O = 3$ , ἐξ οὗ ὁ μοριακός τύπος τῆς ένωσης :



β) Έστω, ότι μία ένωση έχει μοριακό βάρος 106 και την εξής εκατοστιαία σύσταση :

$$Na = 43,40\%$$

$$C = 11,25\%$$

$$O = 45,35\%$$

Ζητείται ὁ μοριακός τῆς τύπος.

**Λύσις :** Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω ἔχομεν :

$$\text{Νάτριον : } 43,40\% \text{ ἐπὶ } 106 = 46 \text{ καὶ } 46 : 23 = 2$$

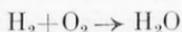
$$\text{Ἄνθραξ : } 11,25\% \text{ ἐπὶ } 106 = 12 \text{ καὶ } 12 : 12 = 1$$

$$\text{Ὄξυγόνον : } 45,35\% \text{ ἐπὶ } 106 = 48 \text{ καὶ } 48 : 16 = 3$$

Συνεπῶς, ὁ ζητούμενος μοριακός τύπος τῆς ένωσης εἶναι :



**47. Χημικαὶ ἐξισώσεις.** Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω δυνάμεθα νὰ παραστήσωμεν τὰ διάφορα χημικὰ φαινόμενα συμβολικῶς καὶ ὑπὸ μορφήν ἐνὸς εἶδους ἐξισώσεως, ἢ ὁποία καλεῖται **χημικὴ ἐξίσωσις**. Οὕτω π.χ. ἡ ένωση τοῦ ὕδρογόνου καὶ τοῦ ὀξυγόνου πρὸς σχηματισμὸν ὕδατος δύναται νὰ παρασταθῇ ὡς ἐξής :



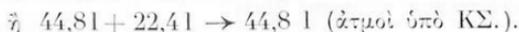
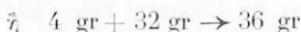
Ἡ ἀνωτέρω παράστασις ἀποδίδει μὲν **ποιοτικῶς** τὸ φαινόμενον, δὲν ἀποτελεῖ ὅμως χημικὴν **ἐξίσωσιν**, διότι δὲν ἀναποκρίνεται **ποσοτικῶς**. Εἰς τὸ δεύτερον μέλος π.χ. τῆς παραστάσεως ὑπάρχει μόνον ἓν ἄτομον ὀξυγόνου, ἐνῶ εἰς τὸ πρῶτον μέλος ὑπάρχουν 2 ἄτομα ὀξυγόνου.

Δυνάμεθα νὰ ἐξισώσωμεν τὰ ἄτομα ἐκάστου στοιχείου ἐκατέρωθεν τοῦ βέλους διὰ τῆς χρησιμοποιήσεως καταλλήλων **συντελεστών**, ὡς π.χ.



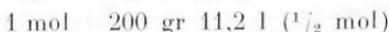
Οὕτω, ἡ ἀνωτέρω παράστασις ἀποτελεῖ **χημικὴν ἐξίσωσιν**. Διότι εἰς ἀμφότερα τὰ μέλη αὐτῆς ὑπάρχουν ἀπὸ 4 ἄτομα ὑδρογόνου καὶ ἀπὸ 2 ἄτομα ὀξυγόνου. Ἐκ τῆς ἐξισώσεως αὐτῆς ἀντιλαμβάνομεθα, ὅτι 2 μόρια ὑδρογόνου ἀντιδρῶν μετὰ 1 μόριον ὀξυγόνου πρὸς σχηματισμὸν 2 μορίων ὕδατος.

Ἐξ ἄλλου, αἱ ἀριθμητικαὶ σχέσεις μεταξὺ τῶν μορίων τῶν διαφόρων οὐσιῶν ἐκφράζονται συγχρόνως καὶ τὰς ἀριθμητικὰς σχέσεις μεταξὺ τῶν γραμμομορίων αὐτῶν. Διότι τὰ γραμμομόρια ὅλων τῶν ἐνώσεων ἔχουν ἴσον ἀριθμὸν μορίων (40). Συνεπῶς, ἡ ἀνωτέρω χημικὴ ἐξίσωσις ἐκφράζει καὶ τὰ ἐξῆς :

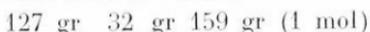
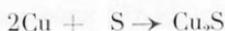


Κατ' ἀνάλογον τρόπον δυνάμεθα νὰ παραστήσωμεν διὰ χημικῶν ἐξισώσεων καὶ τὰ κάτωθι φαινόμενα :

α) Ἀποσύνθεσις τοῦ ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου εἰς ὑδράργυρον καὶ ὀξυγόνου :



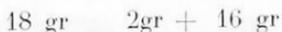
β) Ἐνώσις χαλκοῦ μετὰ θείου πρὸς σχηματισμὸν θειούχου χαλκοῦ :



## Λ Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ Λ Ε Λ Υ Μ Ε Ν Α Ι

**1) Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν ἑνὸς γραμμομορίου ὕδατος πόσος ὄγκος ἀερίων θὰ παραχθῆ;**

Ἡ ἀντίδρασις παριστᾶται διὰ τῆς ἐξισώσεως :

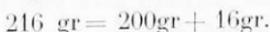


Ἢτοι παράγεται ἓνα γραμμομόριον ὑδρογόνου καὶ ἡμισυ γραμμομόριον ὀξυγόνου. Ἄρα θὰ λάβωμεν :

22,4 λίτρα ὑδρογόνου καὶ 11,2 λίτρα ὀξυγόνου.

**2) Πόσον ὄγκον ὀξυγόνου θὰ λάβωμεν ἐκ τῆς ἀπαισυνθέσεως 10,8 gr ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου;**

Ἡ ἀντίδρασις παριστᾶται διὰ τῆς ἐξισώσεως :



Τὸ πρόβλημα τῶρα καταστρώνεται ὡς ἐξῆς :

Ουσία	Όξυγόνο
216gr	16gr = 11,2 λίτρα
10,8gr	X ;

$$X = 11,2 \times 10,8 : 216 = 0,55 \text{ l}$$

### 3) Ποιον είναι το ειδ. βάρος του χλωρίου ;

Είς τον πίνακα των στοιχείων εύρισκομεν, ότι Cl = 35,46. Το χλώριον ἐξ ἄλλου εἶναι ἀέριον στοιχεῖον καὶ τὸ μόριόν του ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἀτόμων. Ὅθεν, τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ χλωρίου εἶναι : Cl<sub>2</sub> = 70,92, τὸ δὲ ειδ. βάρος αὐτοῦ εἶναι :

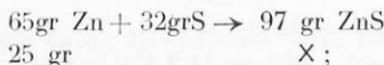
$$\epsilon = 70,92 : 29 = 2,44$$

### 4) Πόσα gr ZnS παράγονται δι' ἐνώσεως θείου μὲ 25 gr ψευδαργύρου ; Ἡ σχετικὴ χημικὴ ἐξίσωσις εἶναι :



Ἐξ αὐτῆς ἀντιλαμβάνομεθα ὅτι :

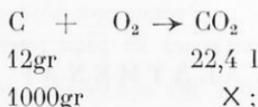
1 mol Zn ἀντιδρᾷ μὲ 1 mol S πρὸς παρασκευὴν 1 mol ZnS. Ὅθεν :



$$\text{ἐξ οὗ } X = 37,3 \text{ gr.}$$

### 5) Πόσος ὄγκος CO<sub>2</sub> παράγεται ἐκ τῆς καύσεως 1 Kgr καθαροῦ ἄνθρακος ;

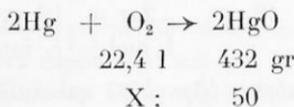
Λύσις :



$$\text{ἐξ οὗ } X = 1866,6 \text{ l (ὕπὸ K.Σ.)}$$

### 6) Πόσος ὄγκος ὀξυγόνου ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ὀξειδωσιν ὑδραργύρου καὶ πρὸς σχηματισμὸν 50 gr HgO ;

Λύσις :



$$\text{ἐξ οὗ } X = 2,59 \text{ l (ὕπὸ K.Σ.)}$$

### 7) Διὰ νὰ παρασκευασθῇ θειοῦχος χαλκὸς ἀπαιτοῦνται 4gr χαλκοῦ καὶ 1gr θείου. Τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ σώματος τούτου εἶναι στρογγυλεμένον 160. Ποῖος εἶναι ὁ χημικὸς τύπος τοῦ σώματος ;

Λύσις : Τὰ 4 gr χαλκοῦ ἐνούμενα μὲ 1 gr θείου παρέχουν 5 gr θειοῦχου χαλκοῦ. Ὅτω :

Εἰς τὰ 5 gr θειοῦχου χαλκοῦ, ὑπάρχουν 4 gr χαλκοῦ καὶ 1 gr θείου. Εἰς τὰ 160 gr θειοῦχου χαλκοῦ, δηλ. εἰς ἓνα γραμμομόριον αὐτοῦ, πόσος χαλκὸς καὶ πόσον θεῖον περιέρχονται ;

Τούτο κατατάσσεται ως εξής :

Θειούχος χαλκός	Χαλκός	Θεῖον
5 gr	4 gr	1 gr
160 »	X;	Ψ;
<hr/>		
$X=4 \times 160 : 5=128$ καὶ $\Psi=1 \times 160 : 5=32$ .		

"Οθεν, τὰ 160 gr, ἦτοι ἓνα γραμμομόριον θειούχου χαλκοῦ, περιέχουν 128 gr χαλκοῦ καὶ 32 gr θείου. Τὰ 128 gr ὅμως τοῦ χαλκοῦ ἀποτελοῦν τὸ διπλάσιον περίπου τοῦ γραμμοatóμου του, διότι τὸ ἀτομικὸν βάρος αὐτοῦ εἶναι 63,57. Τὰ 32 gr θείου ἀποτελοῦν ἓνα γραμμοάτομον αὐτοῦ, διότι τὸ ἀτομικὸν του βάρος εἶναι 32. Ἄρα, εἰς τὸ μόριον τοῦ θειούχου χαλκοῦ ὑπάρχουν 2 ἄτομα χαλκοῦ καὶ 1 ἄτομον θείου, ὃ δὲ χημικὸς τύπος αὐτοῦ γράφεται :  $\text{Cu}_2\text{S}$

**8) Τι σῶμα παριστᾶ ὁ τύπος  $\text{HgO}$  καὶ ποία εἶναι ἡ ἑκατοστιαία σύνθεσις αὐτοῦ;**

Τὸ μόριον τοῦ σώματος αὐτοῦ παρατηροῦμεν ὅτι περιέχει ἓν ἄτομον ὑδραργύρου καὶ ἓν ἄτομον ὀξυγόνου. Τοῦτο λοιπὸν εἶναι ἕνωσις ὑδραργύρου μὲ ὀξυγόνον. Ἡ ἑκατοστιαία σύνθεσις αὐτοῦ εὐρίσκεται ὡς εξής : Εἰς τὸν πίνακα τῶν στοιχείων εὐρίσκομεν ὅτι τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ ὑδραργύρου εἶναι 200,6 τοῦ δὲ ὀξυγόνου 16. Οὕτω, τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ σώματος εἶναι  $200,6+16=216,6$  τὸ δὲ γραμμομόριον αὐτοῦ ἀποτελεῖται ἀπὸ 216,6 gr. "Οθεν :

Σῶμα	Ἵδράργυρος	Ἵξυγόνον
216,6 gr	200,6 gr	16 gr
100 »	X;	Ψ;

$$X=200,6 \times 100 : 216,6=92,60\% \text{ καὶ } \Psi=16 \times 100 : 216,6=7,40\%$$

**48. Χημικὴ συγγένεια.** Διὰ νὰ ἐξηγήσωμεν τὴν ἕνωσιν τῶν ἀτόμων τῶν διαφόρων στοιχείων πρὸς σχηματισμὸν μορίων συνθέτου σώματος, παραδεχόμεθα ὅτι τὰ διάφορα ἄτομα ἔχουν μεταξύ των μικράν, ἢ μεγάλην τάσιν πρὸς ἕνωσιν, ἦτοι μικράν, ἢ μεγάλην χημικὴν συγγένειαν. Οὕτω, χημικὴ συγγένεια καλεῖται ἡ ἑνωτικὴ τάσις μεταξύ τῶν ἀτόμων τῶν διαφόρων στοιχείων χάρις εἰς τὴν ὁποίαν ταῦτα ἐνοῦνται μεταξύ των καὶ ἀποτελοῦν μόρια χημικῶν ἐνώσεων.

Ἡ χημικὴ συγγένεια παρατηρεῖται εἰς διάφορον βαθμὸν μεταξύ τῶν διαφόρων στοιχείων. Οὕτω, στοιχεῖα τινὰ ἔχουν μεταξύ των ζωηροτάτην χημικὴν συγγένειαν καὶ μόλις ἔθλουν εἰς ἐπαφὴν ἐνοῦνται μὲ ὀρμήν. Τοιαῦτα στοιχεῖα εἶναι π.χ. τὸ νάτριον μὲ τὸ χλώριον. Ἄλλα πάλιν, ὡς π.χ. ὁ χαλκός μὲ τὸ ὀξυγόνον, ἔχουν μικροτέραν χημικὴν συγγένειαν μεταξύ των καὶ ἐνοῦνται μὲ σχετικὴν δυσκολίαν. Τέλος, τὰ στοιχεῖα τὰ ὁποῖα καλοῦνται εὐγενῆ ἀέρια ἢ καὶ ἀδρανῆ ἀέρια οὐδεμίαν χημικὴν συγγένειαν ἔχουν πρὸς ἄλλα στοιχεῖα, ἀπαντοῦν δὲ μόνον ἐν ἐλευθέρᾳ καταστάσει.

Εἰς τὴν κατωτέρω σειρὰν στοιχείων ἕκαστον ἐξ αὐτῶν εἶναι χημικῶς δραστηκώτερον τοῦ προηγούμενου του :

Au—Pt—Ag—Sb—Bi—Hg—Cu—H—Pb—Sn—Ni—Fe—Zn—Mn—Al—Mg—Na  
Ca—K

Ούτω, ἐὰν εἰσαχθῇ δοθὲν στοιχεῖον τῆς σειρᾶς αὐτῆς εἰς διάλυμα ἡλατος προηγουμένου του στοιχείου, ἀντικαθιστᾷ αὐτὸ εἰς τὸ διάλυμα, ὡς εἰς τὴν ἐξίσωσιν :

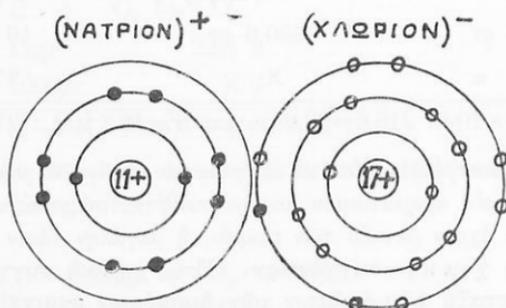


Σίδηρος δηλ. εἰσαγόμενος εἰς διάλυμα ἡλατος θεικικοῦ χαλκοῦ διαλύεται ἐκεῖ καταλαμβάνων τὴν θέσιν τοῦ χαλκοῦ, τὸν ὁποῖον καὶ ἐκδιώκει ἐκ τοῦ διαλύματος ὑπὸ μορφὴν ἐλευθέρου μετάλλου.

Ἡ χημικὴ συγγένεια ἐξηγεῖται, ἂν παραδεχθῶμεν ὅτι τὰ ἄτομα τῶν διαφόρων στοιχείων ἔχουν τὴν τάσιν νὰ λάβουν τὴν μορφὴν ἀτόμου ἀδρανοῦς στοιχείου τοῦ ὁποῖου ἡ ἐξωτάτη ἠλεκτρονικὴ στιβὰς ἔχει 8 ἠλεκτρόνια.

Οὔτω, π.χ. τὸ ἄτομον τοῦ χλωρίου, τοῦ ὁποῖου ὁ ἐξωτερικὸς φλοιὸς ἔχει 7 ἠλεκτρόνια, ἔχει ζωηράν τάσιν νὰ ἐνωθῇ πρὸς τὸ ἄτομον τοῦ νατρίου, τοῦ ὁποῖου ὁ ἐξωτερικὸς φλοιὸς ἔχει ἓνα μόνον ἠλεκτρόνιον. Τὰ δύο αὐτὰ ἄτομα, μόλις ἔλθουν εἰς ἐπαφὴν, ἐνοῦνται ζωηρότατα καὶ ἀποτελοῦν μῆριον χλωριοῦχου νατρίου. Εἰς αὐτό, τὸ ἠλεκτρόνιον τοῦ ἐξωτερικοῦ φλοιοῦ τοῦ ἀτόμου τοῦ νατρίου ἔχει εἰσελθεῖ εἰς τὸν ἐξωτερικὸν φλοιὸν ἠλεκτρονίων τοῦ ἀτόμου τοῦ χλωρίου καὶ ἀποτελεῖ μετ' αὐτῶν μίαν ὀκτάδα (σχ. 34). Σχηματίζεται οὕτω τὸ μῆριον τῆς ἐνώσεως NaCl, εἰς τὸ ὁποῖον τὸ μὲν νάτριον ἔχει τὴν μορφὴν ἰόντος ( $\text{Na}^+$ ), τὸ ὁποῖον εἶναι ὅμοιον μετ' ἄτομον τοῦ ἀδρανοῦς στοιχείου νέου τὸ δὲ χλωρίον ἔχει τὴν μορφὴν ἀνιόντος ( $\text{Cl}^-$ ), τὸ ὁποῖον εἶναι ὅμοιον μετ' ἄτομον τοῦ ἀδρανοῦς στοιχείου ἀργοῦ.

Τὸ ἀδρανὲς ἀέριον ἥλιον ἔχει δύο μόνον ἠλεκτρόνια εἰς τὸν πλησιέστερον πρὸς



Σχ. 34. Μῆριον χλωριοῦχου νατρίου

τὸν πυρῆνα τοῦ ἀτόμου του φλοιόν, ὅστις δὲν δέχεται περισσότερα τῶν δύο ἠλεκτρονίων καὶ ὡς ἐκ τούτου εἶναι πλήρης. Τὰ ὑπόλοιπα ἀδρανῆ ἀέρια, ἦτοι τὰ : νέον, ἀργόν, κρυπτόν, ξένον καὶ ραδόνιον ἔχουν ἀπὸ 8 ἠλεκτρόνια εἰς τὸν ἐξωτερικὸν φλοιὸν ἐκάστου ἀτόμου. Παρατηρήθη πράγματι, ὅτι τὰ ἀέρια ταῦτα δὲν παρέχουν χημικὰς ἐνώσεις καὶ ἀπαντοῦν μόνον ὑπὸ τὴν ἐλευθέραν κατάστασιν.

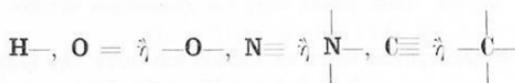
**49. Σθένος.** Εἰς τὸ μῆριον τοῦ ὕδατος ( $\text{H}_2\text{O}$ ) παρατηροῦμεν, ὅτι ἐν ἄτομον ὀξυγόνου ἔχει ἐνωθῆ μετ' δύο ἄτομα ὑδρογόνου. Τὸ ἄτομον δηλ. τοῦ ὀξυγόνου ἀπαιτεῖ δύο ἄτομα ὑδρογόνου, διὰ νὰ ἐνωθῇ μετ' αὐτῶν καὶ νὰ ἀποτελέσῃ μῆριον συνθέτου σώματος. Λέγομεν οὕτω, ὅτι τὸ ὀξυγόνον εἶναι στοιχεῖον **διαθενές**.

Κατὰ τὴν ἔνωσιν χλωρίου μὲ ὑδρογόνον, ἐν ἄτομον χλωρίου ἐνοῦται μὲ ἐν ἄτομον ὑδρογόνου καὶ σχηματίζεται ἓνα μόριον τῆς ἐνώσεως, ἣτις καλεῖται ὑδροχλώριον (HCl). Τὸ χλώριον εἶναι λοιπὸν στοιχεῖον **μονοσθενές**.

Τὸ ἄζωτον παρέχει μὲ τὸ ὑδρογόνον τὴν ἔνωσιν NH<sub>3</sub> (ἀμμωνία) καὶ ὡς ἐκ τούτου χαρακτηρίζεται ὡς **τρισθενές**.

Γνωκῶς, σθένος ἐνὸς στοιχείου καλεῖται ὁ ἀριθμὸς ποῦ ἐκφράζει πόσα ἄτομα ὑδρογόνου συγκρατεῖ τὸ ἄτομον τοῦ στοιχείου αὐτοῦ, ὅταν μετ' αὐτῶν ἀποτελῆ μόριον συνθέτου σώματος.

Τὸ σθένος παριστᾶται διὰ κεραιάς, ἢ κεραιῶν, αἱ ὁποῖαι τίθενται πλαγίως, ἢ γύρω ἀπὸ τὸ σύμβολον τοῦ στοιχείου, καλοῦνται δὲ καὶ **μονάδες συγγενείας**. Οὕτω π.χ. :



Ὅταν ἓνα στοιχεῖον δὲν σχηματίζει ἔνωσιν μὲ τὸ ὑδρογόνον, τότε τὸ σθέν αὐτοῦ προσδιορίζεται ἐμμέσως, ἦτοι ἐξ ἐνώσεως ποῦ σχηματίζει τοῦτο μὲ ἄλλο στοιχεῖον γνωστοῦ σθένους. Οὕτω π.χ. ὁ ψευδάργυρος σχηματίζει μὲ τὸ μονοσθενές χλώριον τὴν ἔνωσιν ZnCl<sub>2</sub>. Ἄρα εἶναι δισθενές.

Πολλὰ στοιχεῖα ἔχουν δύο ἢ καὶ περισσότερα σθένη ἕκαστον. Τὸ ἄζωτον π.χ. ἔχει σθένη 3 καὶ 5, διότι σχηματίζει τὰς ἐνώσεις N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> καὶ N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Τὸ θεῖον ἔχει σθένη 2, 4 καὶ 6, διότι σχηματίζει τὰς ἐνώσεις H<sub>2</sub>S, SCl<sub>4</sub> καὶ SF<sub>6</sub>. Τὸ μονοσθενές χλώριον ἐνεργεῖ εἰς σπανίας περιπτώσεις καὶ ὡς ἐπτασθενές.

#### Πίναξ περιέχων τὰ σθένη τῶν συνηθεστέρων στοιχείων

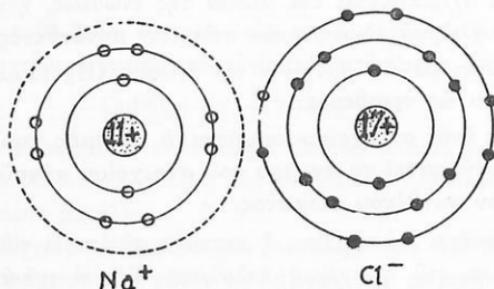
Σθένη	Στοιχεῖα												
I	H,	Cl,	F,	J,	Na,	K,	Ag,	Br,	(Hg),	(Cu),	(Au)		
II	O,	S,	Ca,	Mg,	Sn,	Cu,	Hg,	Ba,	(Pt),	Mn,	Pb,	Fe,	Zn
III	N,	P,	As,	Al,	Fe,	Au,	Cr,						
IV	C,	Si,	Sn,	(S),	Pt,	(Mn),	(Pb)						
V	(N,	P)											
VI	(Cr,	S)											
VII	(Cl)												

49'. Ἡλεκτρονικὴ θεωρία τοῦ σθένους. Κατὰ τὸν σχηματισμὸν μορίου συνθέτου σώματος, τὰ ἄτομα τῶν διαφόρων στοιχείων, τὰ ὁποῖα λαμβάνουν μέρος εἰς τὴν χημικὴν ἔνωσιν, ἐνοῦνται μεταξύ των διὰ παραχωρήσεως, ἢ προσλήψεως ἡλεκτρονίων, ἢ ἀκόμη καὶ διὰ συνδυασμοῦ ἀνὰ δύο ἡλεκτρονίων κατὰ ζεύγη.

Τοῦτο δέ, διότι κάθε ἄτομον, ὡς εἶδομεν, ἔχει μίαν τάσιν ὥστε δι' ἐνώσεώς του μὲ ἐν ἄλλο ἄτομον νὰ προσαρμόσῃ τὰ ἡλεκτρόνια τῆς ἐξωτάτης στιβάδος του εἰς τὸν ἀριθμὸν 8. Ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἡλεκτρονίων τῆς ἐξωτάτης στιβάδος τῶν ἀτόμων τῶν ἀδρανῶν ἀερίων καὶ ἀποτελεῖ τὴν σταθερωτέραν μορφήν ἡλεκτρονίων εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα τῶν ἀτόμων.

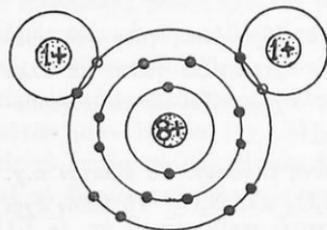
Οὕτω, τὰ ἄτομα τὰ ὁποῖα εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα των ἔχουν 1, ἢ 2, ἢ 3 ἡλεκτρόνια, τείνουν νὰ παραχωρήσουν αὐτὰ καὶ νὰ μείνουν μὲ ἐξωτάτην τὴν προηγούμενην στιβάδα τῶν ἡλεκτρονίων των, ἢ ὁποῖα εἶναι πλήρης. Ἐξ ἄλλου, τὰ ἄτο-

μα τὰ ὁποῖα ἔχουν 5, ἢ 6, ἢ 7 ἠλεκτρόνια, τείνουν νὰ προσλάβουν τὰ ἐλλείποντα



Σχ. 35. Ἡλεκτρονικὴ δομὴ τοῦ χλωριούχου νατρίου.

μέχρι τοῦ ἀριθμοῦ 8 ἠλεκτρόνια, ὥστε νὰ λάβουν καὶ αὐτὰ τὴν ἠλεκτρονικὴν μορφήν ἑνὸς ἀτόμου ἀδρανοῦς ἀερίου.



Σχ. 36. Ἡλεκτρονικὴ δομὴ τοῦ μορίου τοῦ ὕδατος.

Τὸ σθένος ἑνὸς στοιχείου εἰς δοθεῖσαν χημικὴν ἔνωσην αὐτοῦ ἰσοῦται μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα τὸ ἄτομον αὐτοῦ ἀποβάλλει, ἢ προσλαμβάνει, ἢ συνεισφέρει κατὰ τὴν ἔνωσίν του μὲ ἄτομα ἄλλων στοιχείων πρὸς σχηματισμὸν τοῦ μορίου τῆς ἐνώσεως ταύτης.

#### ΠΙΝΑΞ VII

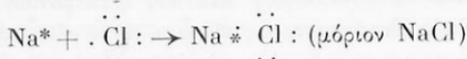
#### ΕΜΦΑΙΝΩΝ ΤΗΝ ΣΧΕΣΙΝ ΜΕΤΑΞΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΣΘΕΝΟΥΣ

Στοιχεῖον	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Ἡλεκτρονικὴ δομὴ	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
Σθένος	1	2	3	4	3	2	1	0

Αἱ κυριώτεραι περιπτώσεις ἐνώσεως διαφόρων στοιχείων εἶναι :

α) Παραχώρησις καὶ πρόσληψις ἠλεκτρονίων καὶ β) Συνδυασμὸς ἀνὰ δύο ἠλεκτρονίων εἰς ζεύγη, ἦτοι :

α) Παραχώρησις καὶ πρόσληψις ἠλεκτρονίων :



“Οπου, πρὸς διάκρισιν, τὰ ἠλεκτρόνια τῶν Na καὶ Zn παριστῶνται δι’ ἀστερίσκων.

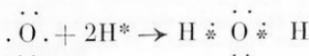
Αἱ ἐνώσεις, αἱ ὁποῖαι προκύπτουν κατὰ τὴν περίπτωσιν ταύτην, εἶναι ἠλεκτρολύται (73). Εἰς τὰ ὑδατικά των διαλύματα δηλ. τὰ μόρια διίστανται εἰς κα-

τιόντα και άνιόντα (75), ήτοι εις άτομα, ή τμήματα μορίων, τὰ όποια φέρουν ήλεκτρικά φορτία :



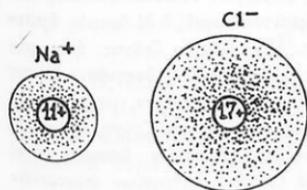
Τό σθένος εις τὰς περιπτώσεις αυτές χαρακτηρίζεται ως ήλεκτροσθένος αι δὲ τοιαῦται ένώσεις καλοῦνται **έτεροπολικαί** (σχ. 35).

**β) Συνδυασμός ήλεκτρονίων κατά ζεύγη :** Εις πολλάς περιπτώσεις δὲν γίνεται οὔτε παραχώρησις, οὔτε πρόσληψις ήλεκτρονίων, άλλα συνδυασμός κατά ζεύγη μεταξύ ήλεκτρονίων τοῦ ατόμου τοῦ Α στοιχείου και ήλεκτρονίων τοῦ ατόμου τοῦ Β στοιχείου, ως π.χ.



Αί ένώσεις τῆς περιπτώσεως αὐτῆς καλοῦνται **όμοιοπολικαί** (σχ. 36).

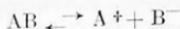
**50. Διάφοροι περιπτώσεις σθένους. 1. Ένώσεις έτεροπολικαί.** Εις τὰς περιπτώσεις κατά τὰς όποιὰς γίνεται παραχώρησις ήλεκτρονίων, τὰ άτομα τῶν στοιχείων ποὺ παραχωροῦν έν, ή περισσότερα ήλεκτρόνια, παραμένουν με **έλλειμμα** ήλεκτρονίων, ήτοι με αντίστοιχον θετικόν φορτίον εις τὰ μέρια τῶν ένώσεων ποὺ προκύπτουν. Ὡς εκ τούτου τὰ στοιχεῖα αὐτὰ χαρακτηρίζονται ως **ήλεκτροθετικά**, τοιαῦτα δὲ εἶναι, ως θὰ ἴδωμεν, τὰ **μέταλλα**.



Σχ. 37. Συγκριτικὴ παράστασις τῆς κατανομῆς τῶν ήλεκτρονικῶν νεφῶν εις τὸ μέρος τῆς έτεροπολικῆς ένώσεως χλωριούχου νατρίου.

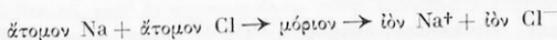
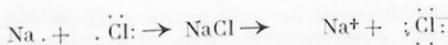
Τούναντίον τὰ άτομα τῶν στοιχείων, ποὺ προσλαμβάνουν ήλεκτρόνια κατά τὰς ένώσεις των, παρουσιάζουν αντίστοιχον **πλεόνασμα** άρνητικῶν ήλεκτρικῶν φορτίων εις τὰ μέρια τῶν ένώσεων ποὺ προκύπτουν. Διὰ τοῦτο τὰ στοιχεῖα αὐτὰ χαρακτηρίζονται ως **ήλεκτραρνητικά**, τοιαῦτα δὲ εἶναι τὰ λεγόμενα **άμέταλλα**.

Έστω, ότι κατά τήν ένωσιν ενός ατόμου Α ήλεκτροθετικῶν στοιχείου με έν άτομον Β ήλεκτραρνητικῶν στοιχείου παράγεται τὸ μέρος ΑΒ συνθέτου σώματος. Τὸ σύνθετον τοῦτο σῶμα εἶναι κατ' άρχήν εὐδιάλυτον εις τὸν ὕδωρ, εις τὸ διάλυμα δὲ αὐτοῦ έντός τοῦ ὕδατος ένα ποσοστὸν τῶν μορίων ΑΒ εὐρίσκεται έν διαστάσει εις δύο **ιόντα** (75), ήτοι εις θετικόν **ιὸν** Α<sup>+</sup> και εις τὸ άρνητικόν **ιὸν**, Β<sup>-</sup> ήτοι :



Χάρις εις τὰ εμφανιζόμενα ήλεκτρικά φορτία κατά τὰς ένώσεις αυτές, αι ένώσεις τοῦ εἶδους αὐτοῦ χαρακτηρίζονται ως **έτεροπολικαί**. Τὸ σθένος εις τήν περίπτωσιν αὐτῆν χαρακτηρίζεται ως **ήλεκτροσθένος** (electrovalence), ὁ δὲ σύνθεσμος μεταξύ τῶν ατόμων ως **ιοντικός** λόγω σχηματισμοῦ ἰόντων.

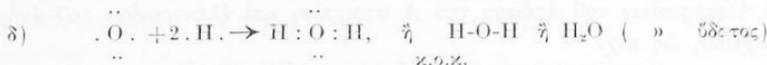
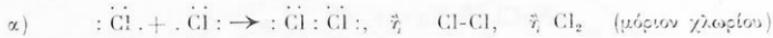
Οὔτω π.χ. κατά τήν ένωσιν τοῦ νατρίου με τὸ χλώριον έχομεν :



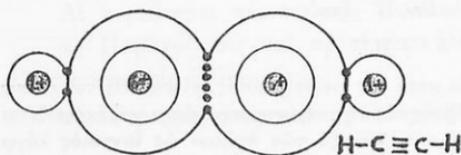
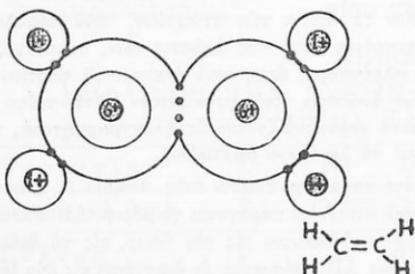
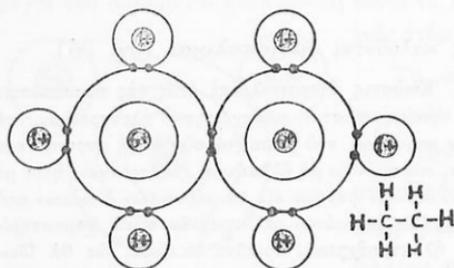
Ἡ κατανομή τῶν ήλεκτρονικῶν νεφῶν εις τήν περίπτωσιν αὐτῆν παριστάται διὰ τοῦ σχήματος 37 :

**2. Ένώσεις όμοιοπολικαί.** Ἄτομα τοῦ αὐτοῦ στοιχείου ή και διάφορον στοιχείων, έχοντα

ασύζευκτα ηλεκτρόνια, ενώνονται μεταξύ των δια συνδυασμού των ασύζευκτων αυτών ηλεκτρονίων κατά ζεύγη, ως εις τὰ κατωτέρω παραδείγματα :



Εις τὰς περιπτώσεις αὐτὰς δὲ γίνεται παραχώρησις ἢ παραλαβὴ ηλεκτρονίου, ἀλλὰ **συνδυασμός τούτων ἀνά δύο κατὰ ζεύγη**

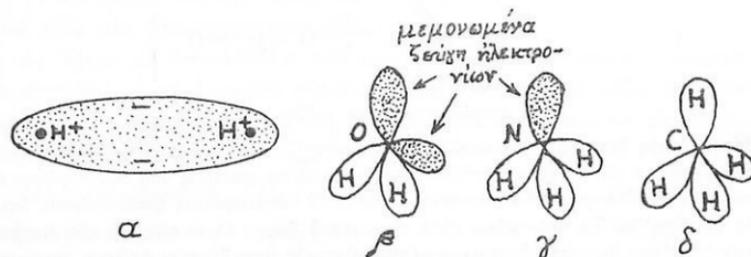


Σχ. 38. Άπλους, διπλούς καὶ τριπλούς δεσμός.

λοῦν τοὺς ὁμοιοπολικούς δεσμούς μεταξύ αὐτῶν. Αἱ ἐστιγμέναι περιοχαὶ παριστῶν τὰ μεμονωμένα ζεύγη ηλεκτρονίων τοῦ ἰδίου ατόμου.

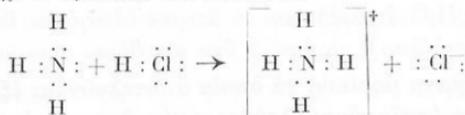
**3. Δεσμικότης. Ἡμιπολικὸς δεσμός.** α) Ὡς θὰ ἴδωμεν, τὸ μόριον τῆς ἀμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ) ἐννοῦται με ἓνα μέρος υδροχλωρίου ( $\text{HCl}$ ) παραγομένου τοῦ ἀλατος χλωριούχου ἀμμωνίου ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Εἰς τὴν περίπτωσιν αὐτῇ παραδεχόμεθα ὅτι δὲν ἠῤῥῆσε τὸ σθένος τοῦ ἀζώτου ἀπὸ 3 εἰς 5, ἀλλ' ὅτι ἡ **δεσμικότης** (Coordinence) τοῦ ἀζώτου ἔγινε 5.

Είς τὸ μόριον δηλ. τῆς ἀμμωνίας ( $\text{NH}_3$ ) ὑπάρχει μεμονωμένον ζεύγος ηλεκτρονίων ἄξιμον

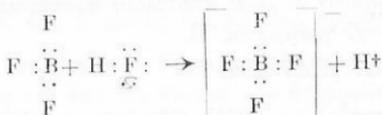


Σχ. 39. Ἡ κατανομή τῶν ηλεκτρονικῶν νεφῶν εἰς τὰ μόρια τοῦ ὕδατος (α), τοῦ ὕδατος (β), τῆς ἀμμωνίας (γ) καὶ τοῦ μεθανίου (δ). Αἱ λευκαὶ περιοχαὶ περιστοῦν κοινὰ ζεύγη ηλεκτρονίων μεταξύ διαφόρων ἀτόμων καὶ ἀποτελοῦν τοὺς ὁμοιοπολικούς δεσμούς μεταξύ αὐτῶν. Αἱ ἐστιγμέναι περιοχαὶ περιστοῦν μεμονωμένα ζεύγη ηλεκτρονίων τοῦ ἰδίου ἀτόμου.

εἰς τὸ ἄτομον τοῦ ἀζώτου. Τοῦτο ἀποτελεῖ κέντρον ἀρνητικοῦ πεδίου, τὸ ὅποιον ἔλκει τὰ θετικὰ ἰόντα, ὡς εἶναι π.χ. τὸ πρωτόνιον τοῦ ὕδατος.



β) Ἐξ ἄλλου, εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ φθοριούχου βορίου ( $\text{BF}_3$ ) παρατηρεῖται ηλεκτρονικὸν κενὸν εἰς τὸ μόριον αὐτοῦ. Τοῦτο θρᾶ εἰς τὸ περιβάλλον του ὡς κέντρον θετικοῦ ηλεκτρικοῦ πεδίου καὶ ἔλκει ἀρνητικῶς φορτισμένα ἰόντα πρὸς συμπλήρωσιν τοῦ ἐξωτερικοῦ φλοιοῦ. Αὐξάνεται οὕτω ἡ δεσμικότης τοῦ βορίου εἰς 5, ἥτοι :



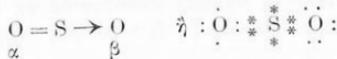
Ἐξ ἄλλου, εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ φθοριούχου βορίου ( $\text{BF}_3$ ) παρατηρεῖται ηλεκτρονικὸν κενὸν εἰς τὸ μόριον αὐτοῦ. Τοῦτο θρᾶ εἰς τὸ περιβάλλον του ὡς κέντρον θετικοῦ ηλεκτρικοῦ πεδίου καὶ ἔλκει ἀρνητικῶς φορτισμένα ἰόντα πρὸς συμπλήρωσιν τοῦ ἐξωτερικοῦ φλοιοῦ. Αὐξάνεται οὕτω ἡ δεσμικότης τοῦ βορίου εἰς 5, ἥτοι :

Ὁ δεσμός εἰς τὰς ἀνωτέρω περιπτώσεις καλεῖται δεσμός ἡμιπολικός.

Ὁὕτω, κατὰ τὴν ηλεκτρονικὴν θεωρίαν, εἰς τὴν ἔννοιαν τοῦ σθένους δεῶν νὰ περιληφθῇ καὶ ἡ δεσμικότης (Coordination) ἐνὸς στοιχείου.

Τὸ σθένος ὑπὸ τὴν στενήν αὐτοῦ ἔννοιαν ὀφείλεται εἰς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀσυζεύκτων ηλεκτρονίων, ἐνῶν ἡ ἔννοια τῆς δεσμικότητος περιλαμβάνει καὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐν τῷ ἐξωτερικῷ φλοιῷ τοῦ ἀτόμου μεμονωμένων ζευγῶν ηλεκτρονίων ἢ καὶ ηλεκτρονικῶν κενῶν.

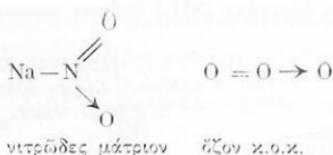
Κατὰ τὴν γραφὴν τῶν χημικῶν τύπων, διὰ νὰ διακρίνωμεν τὴν σύνδεσιν τῶν ἀτόμων ὑπὸ τὴν ἔννοιαν τῆς δεσμικότητος, παριστώμεν τὴν τελευταίαν ταύτην περίπτωσιν διὰ βέλους μεταξύ τῶν συμβόλων τῶν στοιχείων. Ὁὕτω π.χ. εἰς τὸν συνοπτικὸν τύπον  $\text{SO}_2$  ἀντιστοιχεῖ ὁ ἀναλυτικὸς τύπος :



Ὁπου διὰ τοῦ \* παριστῶνται πρὸς διάκρισιν τὰ ηλεκτρόνια τοῦ ἀτόμου τοῦ θείου. Ὁ τύπος αὐτὸς σημαίνει, ὅτι τὸ ἄτομον α τοῦ ὀξυγόνου εἶναι ἠνωμένον πρὸς τὸ ἄτομον τοῦ θείου διὰ συνήθους διπλοῦ ὁμοιοπολικοῦ δεσμοῦ, καθ' ὃν παραχωροῦνται ἐκαστέρωθεν ἀνά δύο ἀσύζευκτα ηλεκτρόνια, ἐνῶν τὸ ἄτομον β τοῦ ὀξυγόνου ἐνοῦται πρὸς τὸ ἄτομον τοῦ θείου δι' ἡμιπολικῶν δεσμων ἢ διὰ δεσμικότητος, εἰσερχομένου εἰς τὸν ἐξωτερικὸν φλοιὸν τούτου ἐνὸς ζεύγους ηλεκτρονίων τοῦ ἀτόμου τοῦ θείου.

Ὁμοίως ἐξηγοῦνται καὶ οἱ σύνδεσμοι μεταξύ τῶν ἀτόμων εἰς τὰ μόρια τῶν κάτωθι ἐνώσεων:

Στ. Δ. Σερμπέτη: Ἀπόστολος Χουμεία



4. **Μεταλλικός δεσμός.** Ὡς μεταλλικός χαρακτηρίζεται ὁ δεσμός μεταξύ ἀτόμων, τῶν ὁποίων τὰ ηλεκτρόνια τῶν ἐξωτερικῶν στιβάδων συγκρατοῦνται χαλαρῶς ὑπὸ τῶν πυρήνων εἰς τρόπον, ὥστε νὰ εἶναι εὐκίνητα καὶ νὰ ἀποτελοῦν ἓνα εἶδος «ἀτμοσφαιρᾶς ηλεκτρονίων», ὅπως συμβαίνει εἰς τὰ μέταλλα. Τὰ ηλεκτρόνια αὐτὰ εἶναι κοινὰ ἔναντι ὅλων τῶν θετικῶν πυρήνων. Εἰς περίπτωσιν ὑπάρξεως διαφορᾶς δυναμικοῦ ρέουν εὐχερῶς μεταξύ τῶν ἀτόμων κινούμενα πρὸς τὸ ὑψηλότερον δυναμικόν. Πάντως, ἡ φύσις τοῦ δεσμοῦ αὐτοῦ δὲν ἔχει διευκρινισθῆ πλήρως.

51. **Ρίζαι.** Εἰς τὰ μόρια τῶν χημικῶν ἐνώσεων τὰ ἄτομα συνδέονται μεταξύ τῶν εἰς τρόπον, ὥστε νὰ καλύπτονται ἀμοιβαίως ὅλα τὰ σθένη αὐτῶν. Ἐὰν φαντασθῶμεν, ὅτι ἀπὸ τὸ μόριον μιᾶς ἐνώσεως ἀπομακρύνονται ἓν, ἢ περισσότερα ἄτομα, τότε τὸ ὑπόλοιπον τοῦ μορίου δὲν δύναται νὰ ὑπάρξῃ ὡς ἐλεύθερον σύμπλεγμα ἀτόμων, διότι θὰ πλεονάζουν εἰς αὐτὸ ἓν, ἢ περισσότερα σθένη. Ἐὰν π.χ. ἀπὸ τὸ μόριον τοῦ ὕδατος  $\text{H}_2\text{O}$  ἀφαιρέσωμεν ἓν ἄτομον ὑδρογόνου, θὰ παραμείνῃ τὸ σύμπλεγμα  $-\text{OH}$  (ὕδροξύλιον), τὸ ὁποῖον ἔχει ἐλευθέρην μίαν μονάδα συγγενείας.

Τοιαῦτα τμήματα μορίων, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται ἐξ ὁμάδων διαφόρων ἀτόμων καὶ εἰς τὰ ὁποῖα εἶναι ἐλεύθερα μία, ἢ περισσότεροι μονάδες συγγενείας, καλοῦνται ρίζαι.

Αἱ ρίζαι, μὴ ὑπάρχουσαι ἐν ἐλευθέρᾳ καταστάσει, εἶναι θεωρητικὰ ἐπινοήματα. Διὰ τῶν ριζῶν διευκολυνόμεθα εἰς τὴν κατανόησιν τῆς συμπεριφορᾶς πλείστων ἐνώσεων, εἰς τὰ μόρια τῶν ὁποίων αἱ ρίζαι ἀποτελοῦν συστατικὰ μέλη. Μία ρίζα παριστᾶται συμβολικῶς διὰ τοῦ γράμματος R.

Αἱ σπουδαιότεραι τῶν ριζῶν εἶναι :

- α) Ρίζαι μονοθενεῖς :  $-\text{OH}$  (ὕδροξύλιον),  $-\text{NH}_4$  (ἀμμώνιον).  
 ω) » δισθενεῖς :  $=\text{CO}_3, =\text{SiO}_3, =\text{SO}_4$ .  
 γ) » τρισθενεῖς :  $\equiv\text{PO}_4$ .

Ὅταν μία ρίζα περιέχεται δύο ἢ περισσότερας φορές εἰς ἓνα μόριον, τότε εἰσάγουμεν τὸν τύπον αὐτῆς ἐντὸς παρενθέσεως καὶ θέτομεν δεξιὰ καὶ κάτω αὐτῆς τὸν δείκτην, ὡς π.χ.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  κ.ο.κ.

52. Ὅρθη γραφή τῶν χημικῶν τύπων. Διὰ νὰ γράψωμεν ὀρθῶς ἓνα χημικὸν τύπον, πρέπει πρῶτον νὰ γνωρίσωμεν τὰ σθένη τῶν στοιχείων πού λαμβάνουν μέρος εἰς τὸ μόριον τῆς οὐσίας, κατόπιν δὲ νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν μας καὶ τὰ ἐξῆς :

α) Ἐκαστος χημικὸς τύπος ἀποτελεῖται συνήθως ἀπὸ δύο τμήματα. Ἐξ αὐτῶν, τὸ πρῶτον τμήμα εἶναι ἐκεῖνο πού ἔχει θετικὸν σθένος (παρεχώρησε ηλεκτρόνια). Τὸ δεύτερον τμήμα τοῦ τύπου ἔχει ἀρνητικὸν σθένος (προσέλαβε ηλεκτρόνια), τὸ ὁποῖον εἶναι ἴσον πρὸς τὸ θετικὸν τοῦ πρώτου τμήματος.

β) Τὸ τμήμα πού ἔχει θετικὸν σθένος δύναται νὰ εἶναι εἴτε ὑδρογόνον, εἴτε μέταλλον, εἴτε καὶ ρίζα, ὡς π.χ. ἡ ρίζα ἀμμώνιον  $(-\text{NH}_4)^+$ .

γ) Τὸ τμήμα πὺ ἔχει ἀρνητικὸν σθένος δύναται νὰ εἶναι εἴτε ἀμέταλλον στοιχεῖον, εἴτε μία ἠλεκτραρνητικὴ ρίζα.

δ) Ὅταν τὰ θετικὰ σθένη τοῦ μετάλλου κ.λ.π. τοῦ πρώτου τμήματος τοῦ τύπου εἶναι ἴσα μετὰ τὰ ἀρνητικὰ σθένη τοῦ ἀμετάλλου ἢ τῆς ρίζης τοῦ δευτέρου τμήματος, τότε ὁ μοριακὸς τύπος (M.T.) γράφεται ἄνευ δεικτῶν εἰς τὰ σύμβολα τῶν στοιχείων, ὡς π.χ.

Νιτρικὸν νάτριον :  $\text{Na}^+, \text{NO}_3^-$  καὶ ὁ M.T. =  $\text{NaNO}_3$   
 Χλωριοῦχον ἀμμώνιον :  $\text{NH}_4^+, \text{Cl}^-$  » » » =  $\text{NH}_4\text{Cl}$   
 Ὄξειδον τοῦ ἀσβεστίου  $\text{Ca}^{++}, \text{O}^{--}$  » » » =  $\text{CaO}$

ε) Ὅταν τὸ θετικὸν σθένος τοῦ μετάλλου κ.λ.π. δὲν εἶναι ἴσον μετὰ τὸ ἀρνητικὸν σθένος τοῦ ἀμετάλλου, ἢ τῆς ρίζης, τότε τοποθετοῦμεν δεξιὰ καὶ κάτω τῶν συμβόλων τοὺς καταλλήλους δείκτας, ὥστε τὸ γινόμενον ἐκάστου δείκτου ἐπὶ τὸ σθένος νὰ παρέχῃ τὸ ἐλάχιστον κοινὸν πολλαπλάσιον (E.K.Π.) τῶν δύο σθενῶν, ὡς π.χ.

Ὄξειδον τοῦ ἀργιλίου:  $\text{Al}^{+++}, \text{O}^{--}$  καὶ ὁ M.T. =  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , E.K.Π. = 6  
 » » κασσιτέρου:  $\text{Sn}^{++++}, \text{O}^{--}$  » » » =  $\text{SnO}_2$  » = 4  
 Φωσφορικὸν ἀσβέστιον :  $\text{Ca}^{++}, \text{PO}_4^{--}$  » » » =  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  » = 6  
 Νιτρικὸς μάλυβδος :  $\text{Pb}^{++}, \text{NO}_3^-$  » » » =  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , » = 2  
 Θεϊκὸν ἀμμώνιον :  $\text{NH}_4^+, \text{SO}_4^{--}$  » » » =  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  » = 2  
 Ἀνθρακἀργίλλιον :  $\text{Al}^{+++}, \text{C}^{--}$  » » » =  $\text{Al}_4\text{C}_3$  » = 12  
 κ.ο.κ.

Εὐνόητον εἶναι, ὅτι ἡ μονὰς ὡς δείκτης παραλείπεται.

**53. Χημικὸν ἰσοδύναμον. Γραμμοῖσοδύναμον.** Α) Ἀπὸ τὸν χημικὸν τύπον  $\text{H}_2\text{O}$  τοῦ ὕδατος καὶ ἀπὸ τὸν πίνακα τῶν ἀτομικῶν βαρῶν τῶν στοιχείων εὐρίσκωμεν, ὅτι εἰς τὸ ὕδωρ 2 μέρη βάρους ὑδρογόνου, ἔχουν ἐνωθῆ μετὰ 16 μέρη βάρους ὀξυγόνου, ἢ ἀπλούστερον: 1 μέρος βάρους ὑδρογόνου ἔχει ἐνωθῆ μετὰ 8 μέρη βάρους ὀξυγόνου.

Ἐξ ἄλλου, εἰς τὴν ἔνωσιν  $\text{HgO}$  εὐρίσκωμεν ἐπίσης, ὅτι 100,3 μέρη βάρους ὑδραργύρου, ἔχουν ἐνωθῆ μετὰ 8 μέρη βάρους ὀξυγόνου.

Συνεπῶς, μετὰ τὴν αὐτὴν ποσότητα τῶν 8 μερῶν βάρους ὀξυγόνου, ἐνοῦνται: 1 μέρος βάρους ὑδρογόνου, 100,3 μέρη βάρους ὑδραργύρου, 4 μέρη βάρους ἄνθρακος κ.ο.κ.

Αἱ ποσότητες: 1 μέρος βάρους ὑδρογόνου, 100,3 μέρη βάρους ὑδραργύρου, 4 μέρη βάρους ἄνθρακος κ.λ.π., μετὰ τὰς ὁποίας τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ἐνοῦνται πρὸς τὴν αὐτὴν ποσότητα τῶν 8 μερῶν βάρους τοῦ ὀξυγόνου, καλοῦνται **χημικὰ ἰσοδύναμα** τῶν στοιχείων αὐτῶν.

Ὅταν ἓνα στοιχεῖον δὲν ἐνοῦται μετὰ τὸ ὀξυγόνον, τότε τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον αὐτοῦ ἰσοῦται μετὰ τὴν ποσότητα τούτου, ἢ ὁποία δύναται νὰ ἀντικαταστήσῃ 8 μέρη βάρους ὀξυγόνου εἰς μίαν ἔνωσιν.

Γενικῶς, **χημικὸν ἰσοδύναμον στοιχείου** εἶναι ὁ ἀριθμὸς πὺ ἐκφράζει πόσα μέρη βάρους αὐτοῦ ἐνοῦνται μετὰ 8 μέρη βάρους ὀξυγόνου.

Εἰς τὴν πρᾶξιν αἱ ποσότητες τῶν διαφόρων στοιχείων, ἢ καὶ ριζῶν, ποὺ ἐνοῦνται μὲ ἰσοδύναμον ποσότητα ὀξυγόνου, ἢ ἀντικαθιστοῦν ἰσοδύναμον ποσότητα αὐτοῦ, λαμβάνονται συνήθως εἰς γραμμάρια βάρους. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ ἰσοδύναμος ποσότης καλεῖται γραμμοῖσοδύναμον, ἦτοι :

**B) Γραμμοῖσοδύναμον στοιχείου (ἢ καὶ ριζῆς) καλεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον αὐτοῦ ἐκπεφρασμένον εἰς γραμμάρια.**

Οὕτω π.χ. τὸ γραμμοῖσοδύναμον τοῦ ὕδρογόνου εἶναι 1.0078 gr ὕδρογόνου καὶ στρογγυλευόμενον 1 gr ὕδρογόνου. Τὸ γραμμοῖσοδύναμον τοῦ ὀξυγόνου εἶναι 8 gr ὀξυγόνου, τοῦ ὕδραργύρου 100,3 gr ὕδραργύρου, τοῦ ἄνθρακος 4 gr ἄνθρακος κ.ο.κ.

Ἐνίοτε, ἀντὶ τῶν 8 gr βάρους ὀξυγόνου λαμβάνεται ὡς μέτρον συγκρίσεως τὸ ἰσοδύναμον πρὸς αὐτὸ 1 gr βάρους ὕδρογόνου. Οὕτω π.χ.

α) Ἐκ τοῦ τύπου  $\text{NH}_3$  (ἀμμωνία) προκύπτει, ὅτι 14 gr ἀζώτου ἐνοῦνται μὲ 3 gr ὕδρογόνου, ἐξ οὗ τὸ γραμμοῖσοδύναμον τοῦ ἀζώτου εἶναι  $\frac{14}{3}$ .

β) Ἐκ τοῦ τύπου  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (θεικὸν ὀξύ) προκύπτει, ὅτι 96 gr ( $32+4 \times 16=96$ ) τῆς ριζῆς  $=\text{SO}_4$ , ἐνοῦνται μὲ 2 gr ὕδρογόνου, ἐξ οὗ τὸ γραμμοῖσοδύναμον τῆς ριζῆς αὐτῆς εἶναι  $\frac{96}{2}$ .

Ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν μας, ὅτι τὸ σθένος τοῦ ὀξυγόνου εἶναι 2, τοῦ ἀζώτου 3 καὶ τῆς ριζῆς  $=\text{SO}_4$ , εἶναι 2, συνάγομεν τὸν ἐξῆς κανόνα, ὁ ὁποῖος παρέχει τὸ γραμμοῖσοδύναμον στοιχείου, ἢ ριζῆς :

$$\text{Γραμμοῖσοδύναμον στοιχείου} = \frac{\text{ἀτομικὸν βᾶρος}}{\text{σθένος}}$$

$$\text{Γραμμοῖσοδύναμον ριζῆς} = \frac{\text{ἄθροισμα ἀτομικῶν βαρῶν}}{\text{σθένος}}$$

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτουν εὐκόλως καὶ αἱ ἐξῆς ἔννοιαι :

Γραμμοῖσοδύναμον ἰόντος ὕδρογόνου ἢ γραμμοῖδὸν ὕδρογόνου ἦτοι 1gr  $\text{H}^+$   
 Γραμμοῖσοδύναμον ἰόντος ὕδροξυλίου ἢ γραμμοῖδὸν ὕδροξυλίου, » 17gr  $\text{OH}^-$   
 Γραμμοῖσοδύναμον ὀξέος ἦτοι ποσότης αὐτοῦ ἢ ὁποῖα ἐντὸς ὕδατικοῦ διαλύματος δύναται νὰ ἀποδώσῃ 1 γραμμοῖδὸν ὕδρογόνου ( $\text{H}^+$ ), ὡς π.χ. 49gr  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Γραμμοῖσοδύναμον βάσεως ἦτοι ποσότης βάσεως ἢ ὁποῖα δύναται ἐντὸς διαλύματος νὰ ἀποδώσῃ 1 γραμμοῖδὸν ὕδροξυλίου ( $\text{OH}^-$ ), ὡς π.χ. 40 gr.  $\text{NaOH}$ .  
 Κα γενικῶς :

Γραμμοῖσοδύναμον ἠλεκτρολύτου ἦτοι ποσότης αὐτοῦ ἣτις περιέχει 1 γραμμοῖδὸν ὕδρογόνου, ἢ μετάλλου ἢ ριζῆς, ὡς π.χ. 36,5 gr  $\text{HCl}$ , 58,5 gr  $\text{NaCl}$ , 68 gr  $\text{ZnCl}_2$ , 66gr  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  κ.ο.κ.

Ἄσκησεις : Νὰ εὐρεθοῦν τὰ γραμμοῖσοδύναμα τῶν  $\text{Cl}$ ,  $\text{N}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\equiv$   $\text{PO}_4$ ,  $-\text{NO}_3$ ,  $-\text{OH}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ VI

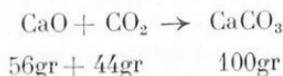
## ΧΗΜΙΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

54. Γενικά. Χημική αντίδρασις καλεῖται κάθε μεταβολή εἰς τὴν σύστασιν τοῦ μορίου ἑνὸς σώματος, ἢ περισσοτέρων σωμάτων, ὑπὸ σύγχρονον πρόσληψιν ἢ ἀποβολὴν ἐνεργείας.

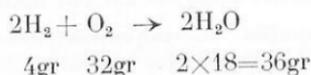
Αἱ σπουδαιότεραι περιπτώσεις χημικῶν ἀντιδράσεων εἶναι :

A) **Σύνθεσις**, ἥτοι ὁ σχηματισμὸς τοῦ μορίου ἑνὸς συνθέτου σώματος ἐκ μορίων ἀπλουστέρων σωμάτων ἢ στοιχείων :

**Παραδείγματα συνθέσεως :** α) Τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ( $\text{CO}_2$ ), τῆς ἀτμοσφαιρας ἐπιδρῶν ἐπὶ τῆς ἀσβέστου ( $\text{CaO}$ ) ἐνοῦται με αὐτήν, ὅτε παράγεται μῆριον συνθετωτέρου σώματος, ἥτοι τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ( $\text{CaCO}_3$ ) :



β) Κατὰ τὴν καύσιν τοῦ ὑδρογόνου ( $\text{H}_2$ ) εἰς τὸν ἀέρα, τοῦτο ἐνοῦται με τὸ ὀξυγόνον ( $\text{O}_2$ ) τοῦ ἀέρος, ὅτε παράγεται τὸ σύνθετον σῶμα ὕδωρ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) :



B) **Ἀποσύνθεσις** ἥτοι ἡ διάσπασις τοῦ μορίου ἑνὸς συνθέτου σώματος εἰς ἀπλουστερα τοιαῦτα.

**Παράδειγμα ἀποσυνθέσεως :** Διὰ πυρώσεως τοῦ ἀσβεστολίθου ( $\text{CaCO}_3$ ) ἕκαστον μῆριον αὐτοῦ διασπᾶται εἰς δύο ἄλλα μῆρια, ἥτοι ἄσβεστον ( $\text{CaO}$ ) καὶ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ( $\text{CO}_2$ ) :

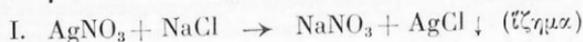


Γ) **Ἀντικατάστασις**, ἥτοι ἡ μετατροπὴ τῶν μορίων δοθέντων σωμάτων εἰς μῆρια ἄλλων σωμάτων δι' ἀμοιβαίας ἐπιδράσεως αὐτῶν.

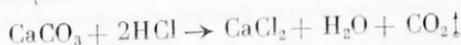
**Παραδείγματα ἀντικαταστάσεως :** α) **Ἀπλῆ ἀντικατάστασις :** Τὸ μέταλλον π.χ. ψευδάργυρος ( $\text{Zn}$ ) ἐπιδρῶν ἐπὶ θεικοῦ ὀξέος ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ἀντικαθιστᾷ τὸ ὑδρογόνον τοῦ ὀξέος αὐτοῦ, τὸ ὁποῖον ἐλευθεροῦται :



β) **Διπλῆ ἀντικατάστασις :**



γ) **Πολύπλοκοι ἀντιδράσεις ἀντικαταστάσεως :** Κατ' αὐτὰς παράγονται μῆρια περισσοτέρων τῶν 2 σωμάτων :



55. Νόμος τοῦ Bertholet. Κατὰ τὴν ἀμοιβαίαν ἐπίδρασιν δύο σωμάτων A καὶ B

θά προκύψη ασφαλώς χημική αντίδρασις, ἐφ' ὅσον ἕνα τοῦλάχιστον ἐκ τῶν δυναμένων νὰ σχηματισθῶσι σωμάτων εἶναι ἀδιάλυτον καὶ καταπίπτει ὡς ἴζημα, ἢ εἶναι πτητικὸν καὶ ἀπομακρύνεται ὡς ἀέριον ἢ ἀτμός. Ἡ ἀπομάκρυνσις δηλ. τοῦ ἐλάχιστου παραγομένου ἀερίου προϊόντος, ἢ ἴζηματος, διευκολύνει τὴν χημικὴν ἀντίδρασιν. Εἰς ὅλα τὰ ἀνωτέρω παραδείγματα ἀντικαταστάσεως ἔχουμεν μεταξύ τῶν προϊόντων εἴτε ἕνα ἀέριον εἴτε ἕνα ἴζημα.

**56. Ἀμφίδρομοι ἀντιδράσεις.** Πλὴν τῶν ἀνωτέρω ὑπάρχουν καὶ ὀρισμένοι ἀντιδράσεις ἀντικαταστάσεως, κατὰ τὰς ὁποίας δὲν παράγεται ἀέριον προϊόν, οὔτε ἴζημα. Τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως παραμένουν καὶ αὐτὰ εἰς τὸν χώρον τῆς ἀντιδράσεως καὶ ὡς ἐκ τούτου δύνανται νὰ ἀντιδράσῃν μεταξύ τῶν πρὸς ἀνασχηματισμῶν τῶν ἀρχικῶν οὐσιῶν. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτάς δηλ. ἡ ἀντίδρασις δὲν προχωρεῖ κατὰ τὴν μίαν μόνον κατεύθυνσιν, ἀλλὰ γίνεται καὶ κατὰ τὴν ἀντίστροφον φοράν. Αἱ τοιαῦται ἀντιδράσεις χαρακτηρίζονται ὡς **ἀμφίδρομοι ἀντιδράσεις** παριστῶνται δὲ δι' ἀντιστρίφων βελῶν :



Εἰς τὴν περίπτωσιν μιᾶς ἀμφιδρόμου ἀντιδράσεως, συνυπάρχουν ἐντὸς τοῦ ἰδίου χώρου καὶ τὰ τέσσαρα σώματα. Μετὰ τινα χρόνον ἀπὸ τῆς ἐνάρξεως τῆς ἀντιδράσεως ἡ σχετικὴ ἀναλογία τῶν σωμάτων ἐντὸς τοῦ δοθέντος χώρου εὐρίσκεται ἐν **ἰσορροπία**. Ὅταν ἀποκατασταθῇ ἡ ἰσορροπία αὕτη, τότε εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων ποῦ ἀντιδρῶν κατὰ τὴν μίαν φοράν, εἶναι ἴσος μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν μορίων ποῦ ἀντιδρῶν κατὰ τὴν ἀντίθετον φοράν.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι : **Ἀμφίδρομοι ἀντιδράσεις καλοῦνται ἐκεῖναι, αἱ ὁποῖαι γίνονται κατὰ δύο ἀντιθέτους φοράς καὶ κατὰ τὰς ὁποίας ἀποκαθίσταται μία ἰσορροπία μεταξύ τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων καὶ τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως.**

**57. Νόμος τῆς δράσεως τῶν μαζῶν.** Μοριακὴ συγκέντρωσις ἢ ἀπλῶς συγκέντρωσις, ἐνὸς διαλύματος καλεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμμομορίων τοῦ διαλυμένου σώματος ποῦ περιέχονται ἐντὸς ἐνὸς λίτρου διαλύματος. Εὐνόητον εἶναι, ὅτι ὅσον μεγαλύτερα εἶναι αἱ συγκεντρώσεις  $C_1$  καὶ  $C_2$  τῶν δύο ἀντιδρώντων σωμάτων εἰς δοθὲν διάλυμα, τόσον συχνότερα γίνονται αἱ συγκρούσεις μεταξύ τῶν μορίων αὐτῶν καὶ ὡς ἐκ τούτου τόσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ταχύτης  $V$  τῆς ἀντιδράσεως. Τοῦτο ἀποτελεῖ τὸν νόμον τῆς δράσεως τῶν μαζῶν, ὁ ὁποῖος διατυπῶνται ὡς ἑξῆς :

**Ἡ ταχύτης μιᾶς ἀντιδράσεως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὰς συγκεντρώσεις τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων, ἥτοι :**

$$V = K \cdot C_1 \cdot C_2$$

ὅπου  $K$  = μία σταθερὰ, ἡ τιμὴ τῆς ὁποίας ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων καὶ ἐκ τῆς θερμοκρασίας.

Συμφώνως πρὸς τὰ ἀνωτέρω, εἰς τὴν περίπτωσιν μιᾶς χημικῆς ἰσορροπίας ἀμφιδρόμου ἀντιδράσεως, ἔχουμεν ἰσότητα, εἰς τὰς ταχύτητας τῶν δύο ἀντιδράσεων πρὸς τὴν μίαν καὶ πρὸς τὴν ἀντίστροφον κατεύθυνσιν, ἥτοι  $V_1 = V_2$ . Ἐὰν  $V_1 = K_1 \cdot C_1 \cdot C_2$  καὶ  $V_2 = K_2 \cdot C_3 \cdot C_4$ , τότε:  $K_1 \cdot C_1 \cdot C_2 = K_2 \cdot C_3 \cdot C_4$ , ἐξ οὗ :

$$\frac{C_3 \cdot C_4}{C_1 \cdot C_2} = \frac{K_1}{K_2} = K$$

ὅπου  $K$  = ἡ σταθερὰ τῆς χημικῆς ἰσορροπίας.

Ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις ἀποτελεῖ τὴν μαθηματικὴν διατύπωσιν τοῦ νόμου τῆς δράσεως τῶν μαζῶν ὑπὸ τὴν γενικὴν αὐτοῦ μορφήν, ἥτοι :

**Κατὰ τινα χημικὴν ἰσορροπίαν, ὁ λόγος τοῦ γινομένου τῶν συγκεντρώσεων τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως πρὸς τὸ γινόμενον τῶν συγκεντρώσεων τῶν ἀντιδρώντων σωμάτων εἶναι σταθερὸς ὑπὸ δοθεῖσαν θερμοκρασίαν.**

**58. Ὄρθη γραφὴ τῶν χημικῶν ἐξισώσεων.** Ἐστω π.χ. ἡ ἐξίσωσις :



Εἰς αὐτὴν τόσον τὰ ἀντιδρῶντα σώματα, ὅσον καὶ τὰ προϊόντα τῆς ἀντιδράσεως λαμβάνονται ὑπὸ ἰσομοριακῆς ποσότητος.

Ἐπὶ τῆς ὁμοιογενείας καὶ χημικῆς ἐξισώσεως, εἰς τὰς ὅτις αἱ ποσότητες τῶν οὐσιῶν ποῦ λαμβά-

νον μέρος δὲν εἶναι ἰσομοριακῆ. Εἰς τὰς περιπτώσεις αὐτὰς χρησιμοποιῶμεν καταλλήλους ἀνεραίους συντελεστὰς πρὸ τῶν μοριακῶν τύπων τῶν οὐσιῶν ἐκείνων, αἱ ὁποῖαι κατὰ τὴν ἀντίδρασιν ἐνεργοῦν ἢ παράγονται εἰς ποσότητας δύο ἢ περισσοτέρων μορίων. Οὕτω, διὰ τῶν ἀριθμητικῶν συντελεστῶν ἐξισοῦται ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων ἐκάστου στοιχείου, ποὺ εὐρίσκονται ἀριστερὰ τοῦ βέλους τῆς ἐξισώσεως, μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων τοῦ ἰδίου στοιχείου ποὺ εὐρίσκονται δεξιὰ τοῦ βέλους. Πρὸς τοῦτο, λαμβάνομεν ὑπ' ὄψιν, ὅτι τὸ γινόμενον τοῦ συντελεστοῦ ἐπὶ τὸν δείκτην, ποὺ ἔχει τὸ σύμβολον ἐνὸς στοιχείου εἰς τὸν τύπον, παρέχει τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων τοῦ στοιχείου τούτου.

**59. Πῶς εὐρίσκονται οἱ συντελεσταὶ εἰς μίαν χημικὴν ἐξίσωσιν. Α)** εἰς τὰς ἀπλᾶς περιπτώσεις ἐπιτυχάνομεν τοῦτο δι' εὐκόλου ὑπολογισμοῦ. Οὕτω π.χ. εἰς τὴν ἐξίσωσιν:



εὐρίσκομεν εὐκόλως, ὅτι εἰς τὸν μοριακὸν τύπον τοῦ HCl ἀπαιτεῖται συντελεστής 2. Διότι τότε μόνον δύνανται νὰ ὑπάρξουν δεξιὰ τοῦ βέλους 2 ἄτομα χλωρίου (Cl<sub>2</sub>) διὰ τὸν δισθενῆ ψευδάργυρον, καθὼς καὶ 2 ἄτομα ὑδρογόνου διὰ τὸ μόριον αὐτοῦ (H<sub>2</sub>). Ἄρα, ἡ ὀρθὴ γραφὴ τῆς ἀνωτέρω ἐξισώσεως εἶναι:

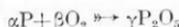


**Β)** Εἰς τὰς πολυπλοκωτέρας ἐξισώσεις οἱ συντελεσταὶ εὐρίσκονται ἀλγεβρικῶς, ὡς ἐξῆς:

1. Γράφομεν πρῶτον ὀρθῶς τοὺς μοριακοὺς τύπους τῶν οὐσιῶν ποὺ περιέχονται εἰς τὴν ἐξίσωσιν. Οὕτω π.χ. εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς καύσεως τοῦ φωσφόρου ἔχομεν:



2. Πρὸ ἐκάστου μοριακοῦ τύπου θέτομεν ὡς ἀριθμητικοὺς συντελεστὰς τὰ γράμματα α, β, γ, δ, κλπ., ἤτοι:



3. Ἐξισώνομεν τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων ἐκάστου στοιχείου ἐκατέρωθεν τοῦ βέλους βάσει τῶν ὡς ἄνω συντελεστῶν καὶ τῶν δεικτῶν, ἤτοι:

$$\begin{array}{l} \text{ὡς πρὸς τὸν P ἔχομεν: } \alpha = 2\gamma \\ \text{» » τὸ O » } 2\beta = 5\gamma \end{array}$$

4. Λαμβάνομεν αὐθαίρετως ὡς μονάδα τὴν τιμὴν ἐνὸς ἐκ τῶν συντελεστῶν, ὡς π.χ. α = 1. Κατόπιν τούτου εὐρίσκεται εὐχερῶς ἡ τιμὴ ἐνὸς ἐκάστου ἐκ τῶν ὑπολοίπων συντελεστῶν ὡς πρὸς τὸ α. Ἡ τιμὴ αὕτη παρίστανται συνήθως δι' ἐνὸς κλάσματος, ὡς ἐν προκειμένῳ:

$$\text{Ἐὰν } \alpha = 1, \text{ τότε: } \beta = \frac{5}{4} \text{ καὶ } \gamma = \frac{1}{2}$$

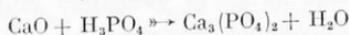
5. Μετατρέπομεν εἰς ἀνεραίας τὰς εὐρεθείσας τιμὰς τῶν συντελεστῶν, διότι ἀνεραία μόρια λαμβάνουν μέρος εἰς τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις. Πρὸς τοῦτο πολλαπλασιάζομεν τὰς εὐρεθείσας τιμὰς ἐπὶ τὸ ἐλάχιστον κοινὸν πολλαπλασίον (Ε.Κ.Π.) τῶν παρονομαστῶν αὐτῶν. Οὕτω,

$$\alpha = 4, \quad \beta = 5 \quad \text{καὶ} \quad \gamma = 2$$

Ὅθεν, ἡ ὀρθὴ γραφὴ τῆς ἀνωτέρω χημικῆς ἐξισώσεως εἶναι:



**Παραδείγματα:** 1) Νὰ εὐρεθοῦν οἱ συντελεσταὶ τῆς ἐξισώσεως:



**Λύσις:**



II. ὡς πρὸς τὸ Ca ἔχομεν: α = 3γ

» » » O » : α + 4β = 8γ + δ

» » » H » : 3β = 2δ

καὶ » » τὸν P » : β = 2γ

III. Θέτοντες  $\alpha = 1$  λαμβάνομεν :

$$\alpha=1, \beta = \frac{2}{3}, \gamma = \frac{1}{3} \text{ και } \delta = 1$$

IV. Πολλαπλασιάζοντας επί το Ε.Κ.Π. των παρονομαστών (επί 3), εύρισκομεν τὰς ζητούμενας ἀκεραίας τιμὰς τῶν συντελεστῶν, ἤτοι :

$$\alpha=3, \beta=2, \gamma=1 \text{ και } \delta=3$$

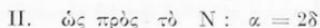
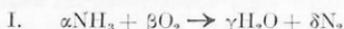
ὅποτε ἡ ὀρθή γραφή τῆς ἐξισώσεως εἶναι :



2) Νὰ εὑρεθοῦν οἱ συντελεσταὶ τῆς ἐξισώσεως :



Λύσις :



III. Ἐὰν  $\alpha = 1$ , τότε :  $\gamma = \frac{3}{2}$ ,  $\delta = \frac{1}{2}$  και  $\beta = \frac{\gamma}{2} = \frac{3}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$

IV. Πολλῶντες ἐπὶ τὸ 4 (Ε.Κ.Π.) εύρισκομεν :

$$\alpha=4, \beta=3, \gamma=6 \text{ και } \delta=2, \text{ ἔξ οὗ}$$



**60. Θερμοχημεία.** Ἡ καῦσις ἑνὸς σώματος, ὡς π.χ. τοῦ ἄνθρακος, εἶναι ἓνα εἶδος χημικῆς ἀντιδράσεως. Γνωρίζομεν δέ, ὅτι κατὰ τὴν καῦσιν ἀναπτύσσεται θερμότης. Ἐξ ἄλλου, ἡ θερμότης εἶναι μία μορφή ἐνεργείας.

Γενικῶς, ὅλαι αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις συνδέονται εἴτε ἀπὸ ἔκλυσιν, εἴτε ἀπὸ ἀπορρόφησιν μιᾶς μορφῆς ἐνεργείας.

Ἡ συνηθεστέρα μορφή ἐνεργείας ποὺ παρατηρεῖται κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις εἶναι ἡ θερμότης. Διὰ τοῦτο και ὁ κλάδος τῆς χημείας ποὺ ἀσχολεῖται μὲ τὸ θέμα τοῦτο καλεῖται **Θερμοχημεία**, ἡ δὲ ἐμφανιζομένη ἐνέργεια ὑπολογίζεται εἰς μονάδας θερμότητος, δηλ. θερμίδας (cal).

Αἱ ἀντιδράσεις, κατὰ τὰς ὁποίας ἐκλύεται ἐνέργεια εἰς τὸ περιβάλλον καλοῦνται **ἀντιδράσεις ἐξώθερμοι**.

Τοιαύτη π.χ. ἀντίδρασις εἶναι ἡ καῦσις τοῦ ἄνθρακος :

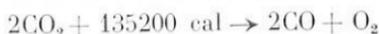


Ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης κατὰ τὴν ἀντίδρασιν ταύτην χρησιμοποιεῖται πρὸς θέρμανσιν εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, εἰς ἐργοστάσια κ.ἄ.

Αἱ ἀντιδράσεις, κατὰ τὰς ὁποίας ἀπορροφεῖται προσφερομένη ἐνέργεια ἐκ τοῦ περιβάλλοντος, καλοῦνται **ἀντιδράσεις ἐνδόθερμοι**.

Τοιαύτη π.χ. ἀντίδρασις συμβαίνει, ὅταν τὸ ἀέριον διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ( $\text{CO}_2$ ) διέλθῃ διὰ μέσου στρώματος διαπύρων ἀνθράκων. Τότε τοῦτο χάνει μέρος τοῦ ὀξυγόνου του και μετατρέπεται εἰς μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος (CO), ἀφοῦ ἀ-

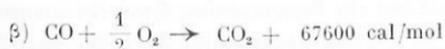
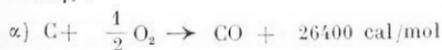
πορροφήση από το περιβάλλον του 135200 θερμίδας εις κάθε δύο γραμμομόρια, ήτοι :



"Όταν μία αντίδρασις δύναιται να γίνη είτε απ' εὐθείας, είτε δι' ἐνδιαμέσων φάσεων, τότε τὸ ποσὸν τῆς ἐνεργείας, ποὺ ἐκλύεται, ἢ ἀπορροφεῖται, κατὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ τελικοῦ προϊόντος εἶναι τὸ αὐτὸ καὶ δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ὁδοῦ, τὴν ὁποίαν ἀκολουθεῖ ἡ ἀντίδρασις. Ὅστω π.χ.



Ἐπίσης :



Σύνολον 94000 cal/mol

**Αἱ ἐξώθερμοι ἀντιδράσεις παρέχουν προϊόντα σταθερά.** Διότι ταῦτα, διὰ τὴν ἀποσυντεθοῦν, ἔχουν ἀνάγκη νὰ προσλάβουν ἐξωθεν τὸ ποσὸν τῆς ἐνεργείας, τὸ ὁποῖον ἔχει ἐλευθερωθῆ κατὰ τὸν ἀρχικὸν σχηματισμὸν των.

Τὸνναντίον, τὰ προϊόντα τῶν ἐνδοθέρων ἀντιδράσεων εἶναι συνήθως ἀσταθῆ. Διότι ἡ ἐσωτερικὴ αὐτῶν ἐνέργεια, ἢ ὁποῖα ἀπερροφήθη κατὰ τὸν σχηματισμὸν των, τείνει νὰ διακρῆξῃ τὰ μόρια αὐτῶν.

**61. Θερμότης σχηματισμοῦ.** Ὅστω καλεῖται τὸ ποσὸν τῶν θερμίδων ποὺ ἐκλύεται ἢ ἀπορροφεῖται κατὰ τὸν σχηματισμὸν ἐνὸς γραμμομορίου σώματος ἐκ τῶν στοιχείων του εὐρισκομένου ἐν φυσικῇ καταστάσει. Κατὰ τὴν ἑνωσιν π.χ. καθαρῶ ἄνθρακος (γραφίτου) καὶ ὀξυγόνου πρὸς σχηματισμὸν 44 gr διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ἐκλύονται 94 Kcal. Ἄρα, ἡ θερμότης σχηματισμοῦ τοῦ  $\text{CO}_2$  εἶναι 94 Kcal.

**Θερμότης καύσεως.** Ὅστω καλεῖται τὸ ποσὸν τῶν θερμίδων ποὺ ἐκλύονται κατὰ τὴν καύσιν ἐνὸς γραμμομορίου σώματος εἰς περίσσειαν ὀξυγόνου : Ἡ θερμότης καύσεως π.χ. τοῦ μεθανίου ( $\text{CH}_4$ ) εἶναι 212,7 Kcal, διότι κατὰ τὴν τελείαν καύσιν 16 gr μεθανίου ἐκλύονται 212,7 Kcal.

**62. Θερμότης ἐξουδετέρωσης ὀξέος** καλεῖται τὸ ποσὸν τῶν θερμίδων ποὺ ἐκλύονται κατὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν ἐνὸς γραμμοῖσοδυναμοῦ τοῦ ὀξέος αὐτοῦ μετὰ ἓνα γραμμοῖσοδύναμον βάσεως. Ἡ θερμότης ἐξουδετέρωσης π.χ. τοῦ ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος ( $\text{HCl}$ ) εἶναι 13,7 Kcal, διότι κατὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν 36,5 gr τοῦ ὀξέος αὐτοῦ μετὰ 40 gr τῆς βάσεως  $\text{NaOH}$  ἐκλύονται 13,7 Kcal.

**63. Θερμότης διαλύσεως οὐσίας** καλεῖται τὸ ποσὸν τῶν θερμίδων ποὺ ἐκλύονται ἢ ἀπορροφούνται κατὰ τὴν διάλυσιν εἰς περίσσειαν ὕδατος ἐνὸς γραμμομορίου τῆς οὐσίας αὐτῆς. Ἡ θερμότης διαλύσεως π.χ. τοῦ ἀνθρακικοῦ νατρίου ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) εἶναι 5,5 Kcal, διότι κατὰ τὴν διάλυσιν εἰς περίσσειαν ὕδατος 106 gr τοῦ σώματος αὐτοῦ ἐκλύονται 5,5 Kcal.

**64. Παράγοντες ἐπηρεάζοντες τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις.** Διὰ τὴν συμβῆναι μίαν χημικὴν ἀντίδρασιν, πρέπει τὰ μόρια τῆς ὕλης νὰ εὐρίσκωνται ὅσον τὸ δυνατόν πλησιέστερον μεταξύ των. Διὰ τοῦτο αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις γίνονται κυρίως μεταξύ ὑγρῶν, ἢ ἀερίων σωμάτων, τῶν ὁποίων τὰ μόρια εἶναι πολὺ εὐκίνητα καὶ ἔρχονται εἰς μεγάλην προσέγγισιν μεταξύ των.

Ἐξ ἄλλου, ἕκαστον μόριον συνθέτου σώματος, καθὼς καὶ ἀρκετῶν στοιχείων, ἀποτελεῖται ἐκ δύο, ἢ περισσοτέρων ἀτόμων. Δεδομένου, ὅτι αἱ χημικαὶ ἐνώσεις γίνονται μεταξύ τῶν ἀτόμων, ἔπεται ὅτι τὰ μόρια τὰ ὁποῖα πρόκειται νὰ ἀντιδρά-

σουν χημικῶς τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου, πρέπει πρῶτον νὰ διασπασθοῦν εἰς τὰ ἄτομα αὐτῶν, ὡς π.χ.



Εἰς τὰς περισσοτέρας ὁμοίως τῶν περιπτώσεων ἡ διάσπασις τῶν μορίων εἰς ἄτομα δὲν δύναται νὰ ἐπιτευχθῆ μὲ μόνην τὴν ἐνέργειαν τῆς χημικῆς συγγενείας τῶν στοιχείων πού πρόκειται νὰ ἐνωθοῦν. Ὡς ἐκ τούτου διευκολύνομεν τὰς διαφόρους χημικὰς ἀντιδράσεις προσφέροντες μίαν ἐξωτερικὴν ἐνέργειαν, ὡς π.χ. θερμότητα, πίεσιν, ἤλεκτρισμόν, φῶς κ.ἄ.

Ἡ μορφή τῆς ἐξωτερικῆς αὐτῆς ἐνέργειας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἶδος τῆς χημικῆς ἀντιδράσεως. Ἡ **θερμότης** π.χ. αὐξάνει τὴν θερμοκρασίαν, ἦτοι τὴν κινητικὴν ἐνέργειαν τῶν μορίων, πολλαπλασιάζει δὲ καὶ τὰς μεταξὺ αὐτῶν συγκρούσεις. Αὐξάνεται οὕτω τὸ ποσοστὸν τῶν **ἐνεργοποιημένων** μορίων, ἦτοι τῶν μορίων ἐκείνων πού ἀπέκτησαν τὴν ἀναγκαίαν ταχύτητα, ὥστε νὰ προκαλέσουν χημικὴν ἀντίδρασιν. Οὕτω, διὰ τῆς θερμότητος διευκολύνονται αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις.

Ὁ φωσφόρος π.χ. ἔχει μεγίστην χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὸ ὀξυγόνον, ἀλλὰ δὲν ἀντιδρᾷ μετ' αὐτοῦ ζωηρῶς ἐν ψυχρῷ. Ἐὰν θερμανθῆ ὁμοίως εἰς 60° παρουσιάζει ὀξυγόνον, ἀναφλέγεται ἀμέσως ἐνούμενος μὲ τὸ ὀξυγόνον, ὅτε παράγεται τὸ σῶμα  $\text{P}_2\text{O}_5$  (πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου) :



Ἡ **πίεσις** χρησιμοποιεῖται κυρίως κατὰ τὰς ἀντιδράσεις μεταξὺ τῶν ἀερίων. Δι' αὐτῆς ὁ ὄγκος τῶν ἀερίων πού θὰ ἀντιδράσουν χημικῶς ἐλαττοῦται καὶ ὡς ἐκ τούτου τὰ μόρια πλησιάζουν περισσότερο τὸ ἐν πρὸς τὸ ἄλλο. Τοῦτο διευκολύνει τὰς μεταξὺ τῶν μορίων συγκρούσεις καὶ συνεπῶς τὰς μεταξὺ αὐτῶν χημικὰς ἀντιδράσεις. Συνδυασμὸς πίεσεως καὶ θερμάνσεως ἐπιτυγχάνει πολὺ καλύτερα ἀποτελέσματα.

Διὰ τῆς ἐνεργείας ἰσχυρῶν **ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων** ἐντὸς ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἐπιτυγχάνεται ἡ χημικὴ ἐνωσις τῶν συστατικῶν τοῦ ἀέρος, ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου, παραγομένου ὀξειδίου τοῦ ἀζώτου.

Τέλος, τὸ **φῶς** διευκολύνει ὀρισμένας χημικὰς ἀντιδράσεις.

Οὕτω π.χ. τὸ χλώριον μὲ τὸ ὑδρογόνον, μολονότι εἶναι ἀέριον καὶ ἔχουν μεγίστην χημικὴν συγγένειαν μεταξὺ των, ἐν τούτοις δύναται νὰ ἀναμιχθοῦν εἰς τὸ σκότος, χωρὶς καὶ νὰ ἐνωθοῦν χημικῶς. Ἐὰν ὁμοίως εἰς τὸ μίγμα τῶν δύο αὐτῶν ἀερίων ρίψωμεν ἀκτῖνα ἡλιακοῦ φωτός, ἐπέρχεται ἄμεσος ἐνωσις αὐτῶν, ἦτις συνοδεύεται ὑπὸ ἐκρήξεως. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ φῶς διευκολύνει τὴν διάσπασιν τῶν μορίων τῶν δύο ἀερίων εἰς ἄτομα, τὰ ὅποια ἐνοῦνται κατόπιν χημικῶς μὲ μεγίστην ὁρμήν.

**65. Κατάλυσις.** Σπουδαῖον ρόλον εἰς τὴν διευκόλυνσιν τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων παίζουν ὀρισμένα τινὰ σῶματα, τὰ ὅποια ἔχουν τὴν ἐξῆς ιδιότητα : Ἐὰν εὑρεθοῦν ἔστω καὶ ὑπὸ πολὺ μικρὰν ἀναλογίαν μεταξὺ δύο ἀντιδρώντων σωμάτων, ἐπιταχύνουν πάρα πολὺ τὴν χημικὴν ἀντίδρασιν, ἐνῶ ταῦτα κατὰ τὸ τέλος τῆς ἀντιδράσεως εὐρίσκονται ἀμετάβλητα. Τὰ σῶματα αὐτὰ καλοῦνται **κατάλυται**, τὸ δὲ φαινόμενον **κατάλυσις**.

Παραδείγματα καταλύσεως : α) Μικρά ποσότης **υπεροξειδίου του μαγγανίου** ( $MnO_2$ ) διευκολύνει τὰ μέγιστα τὴν ἀποσύνθεσιν τοῦ χλωρικοῦ καλίου ( $KClO_3$ ) παραγομένου χλωριούχου καλίου ( $KCl$ ) καὶ ἐκλυομένου ἀερίου ὀξυγόνου.

β) Κατὰ τὴν βιομηχανικὴν παρασκευὴν τοῦ θεικοῦ ὀξέος ( $H_2SO_4$ ) χρησιμοποιούνται ὡς καταλύται εἴτε ὀξειδία τοῦ ἀζώτου, εἴτε μία μορφή λευκοχρόσου καλουμένη **σπογγώδης λευκόχρυσος**, εἴτε ἐνώσεις τοῦ **βαναδίου**, ὡς θὰ ἴδωμεν.

γ) Ὁ αὐτὸς σπογγώδης λευκόχρυσος, ἐὰν ριφθῇ ὑπὸ μορφήν μικροῦ κόκκου ἐντὸς μίγματος ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, προκαλεῖ τὴν βιαίαν ἔνωσιν αὐτῶν εἰς ὕδωρ προκαλυμένης ἐκρήξεως.

δ) Σύρμα λευκοχρόσου, θερμαθὲν προηγουμένως, ἐὰν τεθῇ ὑπὲρ πᾶν οἰνοπνεύματος, προκαλεῖ τὴν ἀνάφλεξιν τῶν ἀτμῶν αὐτοῦ καὶ διατηρεῖ ἐπ' ἄπειρον τὴν καύσιν τῶν ἀτμῶν τούτων, χωρὶς τοῦτο νὰ ὑποστῇ ἀλλοίωσιν.

ε) Ὁ σίδηρος, τὸ νικέλιον καὶ ἄλλα σώματα χρησιμοποιοῦνται εὐρότητα εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν πρὸς συνθετικὴν παρασκευὴν τῆς ἀμμωνίας, παρασκευὴν πετρελαίου ἐξ ἀνθρακος καὶ ὕδρογόνου, μετατροπὴν ἀγρόστον ἐχθυελαίου εἰς χρήσιμα στερεὰ λίπη κ.ο.κ.

στ) Τέλος, τὰ **ἐνζυμα** ἢ **φυράματα** (μαγιές), τὰ ὅποια προκαλοῦν τὰς διαφόρους **ζυμώσεις**, ὡς καὶ τὰς διαφόρους χημικὰς ἀντιδράσεις ἐντὸς τοῦ σώματος τῶν ζῴων καὶ τῶν φυτῶν ὑπὸ τὰς συνθήκεις συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, εἶναι διάφοροι καταλύται (**βιοκαταλύται**).

Τὸ φαινόμενον τῆς καταλύσεως εἶναι τὸσον γενικόν, ὅστε δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν ὅτι ὑπερέχειται εἰς ὅλας σχεδὸν τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις, ἀκόμη καὶ ἐκεῖ ὅπου δὲν ὑποπτευόμεθα. Ἴχνος ὕδατος π.χ. φαίνεται ὅτι εἶναι ἀπαραίτητον διὰ τὴν ἐπίτευξιν πολλῶν χημικῶν ἀντιδράσεων : Μίγμα ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, ἀπηλασμένον ὑγρασίας, δύναται νὰ θερμανθῇ ἰσχυρῶς χωρὶς νὰ ἐκραγῇ. Παρουσίᾳ ὅμως ἰχνους ὑγρασίας τοῦτο κατὰ τὴν θέρμανσιν ἐνοῦται δι' ἐκρήξεως.

Ὅθεν, ὡς καταλύτης δύναται νὰ θεωρηθῇ **κάθε οὐσία**, ἥτις προστιθεμένη εἰς ἴχνος **προσδιορίζει** τὴν ταχύτητα μιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως, εὐρίσκεται ὁμως ἀμετάβλητος εἰς τὸ τέλος τῆς ἀντιδράσεως ταύτης.

Ἡ ἐνέργεια ἐκάστου καταλύτου εἶναι **εἰδική** καὶ προκαλεῖ ὀρισμένην χημικὴν ἀντίδρασιν. Ὁ καταλύτης τρόπον τινὰ ἀντιστοιχεῖ μὲ κλειδίον, τὸ ὅπου ἐφαρμόζει εἰς ὀρισμένην κλειδαριάν. Ὅτω π.χ. τὸ μωρμηκικόν ὀξύ, ὑπὸ τὰς ἰδίας συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, διασπᾶται κατὰ διάφορον τρόπον ἀναλόγως τοῦ καταλύτου, ἦτοι :

α) Παρουσίᾳ ὀξειδίου τοῦ ψευδαργύρου διασπᾶται εἰς διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος καὶ ὕδρογόνου :



β) Παρουσίᾳ δὲ ὀξειδίου τοῦ τιτανίου διασπᾶται εἰς μονοξειδίον τοῦ ἀνθρακος καὶ ὕδωρ :



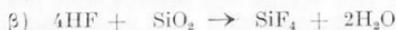
Ἡ ἐνέργεια δοθέντος καταλύτου δύναται νὰ ἀξηθῇ διὰ τῆς προσθήκης ἰχνῶν ὀρισμένων οὐσιῶν, αἱ ὅποια αὐτὰι καθ' ἑαυτάς, δὲν παρουσιάζουν καταλυτικὰς ιδιότητας. Ὁ σίδηρος π.χ., ὅστις χρησιμοποιεῖται ὡς καταλύτης κατὰ τὴν σύνθεσιν τῆς ἀμμωνίας ( $NH_3$ ), καθίσταται λίαν ἐνεργότερος διὰ προσθήκης εἰς αὐτὸν ἰχνους οὐρανίου ἢ βαναδίου ἢ νιτρικοῦ καλίου κ.ἄ.

Ἐξ ἄλλου, ἡ ἐνέργεια ἐνὸς στερεοῦ καταλύτου δύναται νὰ ἐλαττωθῇ ἢ καὶ νὰ μηδενισθῇ, ἐὰν ἐπιβαρῆται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἰχνος ὕγρου ἢ ἄλλου στερεοῦ, ἀκόμη δὲ καὶ διὰ τῆς παρουσίας δοθέντος ἀερίου. Ὅτω π.χ. κατὰ τὴν σύνθεσιν τῆς ἀμμωνίας ἐξ ἀζώτου καὶ ὕδρογόνου, ἐὰν ὑπάρῃ μεταξὺ τῶν ἀερίων ἰχνος ὕδρουθείου ( $H_2S$ ), ἡ ἀντίδρασις ἐπιβραδύνεται οὐσιωδῶς. Σταματᾷ δὲ τελείως αὕτη, ὅταν ἡ ἀναλογία τοῦ ὕδρουθείου φθάσῃ τὸ  $14/1000$  ἔναντι τοῦ χρησιμοποιουμένου ὕδρογόνου.

**Μηχανισμὸς τῆς καταλύσεως.** Ὁ μηχανισμὸς τῆς καταλύσεως δὲν εἶναι ὁ ἴδιος εἰς ὅλας τὰς περιπτώσεις. Διακρίνομεν τὰς ἐξῆς περιπτώσεις :

1) Ὁ καταλύτης λαμβάνει μέρος εἰς ἐνδιάμεσον χημικὴν ἀντίδρασιν καὶ κατόπιν ἀναγεννᾶται ἐκ νέου. Χαρακτηριστικὸν παράδειγμα εἶναι τὸ ἐξῆς :

Τὸ φθόριον, ὅταν εἶναι τελείως ἀπηλλαγμένον ὑγρασίας, δὲν προσβάλλει τὴν ὕαλον. Παροῦσις ὅμως ἔχθους ὕδατος τοῦτο διαλύει τὴν ὕαλον, σχηματιζόμενον φθοριόχου πυριτίου. Τὸ ὕδωρ ἐνεργεῖ ἐνταῦθα ὡς καταλύτης καὶ λαμβάνει μέρος εἰς ἐνδιάμεσον ἀντίδρασιν, καθ' ἣν σχηματίζεται ὕδροφθορικὸν ὀξύ (HF), ἀναγεννᾶται δὲ πάλιν κατὰ τὴν τελικὴν ἀντίδρασιν :



Τὸ ἀναγεννόμενον ὕδωρ ἐνεργεῖ περαιτέρω ἐπὶ τοῦ φθορίου καὶ ἡ ἀντίδρασις συνεχίζεται μέχρις ἐξαντλήσεως εἴτε τοῦ φθορίου εἴτε τῆς ὕαλου.

2) Εἰς τὴν περίπτωσιν στερεῶν καταλυτῶν, ὡς π.χ. ὁ σπογγώδης λευκόχρυσος κ.κ., οἱ ὅποιοι ἐνεργοῦν κατὰ τὰς ἀντιδράσεις μεταξύ ἀερίων, παραδεχόμεθα τὰ ἐξῆς : Τὸ στερεὸν ἐνεργεῖ **προσρόφηση** (adsorption) τῶν ἀερίων, ἦτοι συγκρατεῖ κατὰ τὸ ἐπιφανειακὸν του στρώμα σημαντικὴν ποσότητα τῶν μορίων ἐκ τῶν ἀερίων ἐντὸς τῶν ὁποίων εὑρίσκονται.

Τὰ εἰς τὴν κατάστασιν προσροφήσεως εὑρισκόμενα μόρια τῶν ἀερίων εὑρίσκονται πολλὰ πληθύνον τὸ ἐν πρὸς τὸ ἄλλο καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀντιδρῶν μεταξύ των χημικῶς πολὺ ταχύτερον, παρ' ὅ,τι θὰ ἐνήργουν ἐὰν εὑρίσκοντο ὑπὸ τὴν συνήθη ἀερίαν αὐτῶν μορφήν.

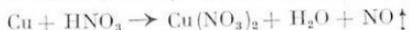
3) Ἡ δράσις τῶν **ἐνζύμων** ἐξηγεῖται ὡς ἐξῆς : Τὸ κάθε ἐνζύμον ἔχει ὀρισμένην **στεροχημικήν** μορφήν. Τὰ συστατικά δηλ. τοῦ μορίου του ἔχουν ὀρισμένην διάταξιν ἐν τῷ χώρῳ. Οὕτω δύναται τὸ μόριον τοῦ ἐνζύμου νὰ προσαρμοσθῇ εἰς τὸ μόριον τῆς ὕλης, ἥτις πρόκειται νὰ διασπασθῇ. Διὰ τῆς προσαρμογῆς ταύτης ἐπέρχεται χαλάρωσις εἰς τοὺς συνδέσμους μεταξύ τῶν διαφόρων συστατικῶν τοῦ μορίου τῆς ὕλης ταύτης καὶ προκαλεῖται ἡ διάσπασις τοῦ μορίου τούτου.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

20. Πόσα γραμμάρια εἶναι τὰ 2,5 mol τοῦ θειικοῦ ὀξέος (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) :
21. Πόσος ἀριθμὸς μορίων περιέχεται εἰς 64 gr καθαρὸν ὀξυγόνον ;
22. Πόσα γραμμότομα εἶναι τὰ 8 gr ὕδρογόνου ;
23. Πόσα γραμμάρια εἶναι τὰ 4 γραμμότομα ἀζώτου ;
24. Πόσα γραμμάρια εἶναι τὰ 5 mol ὀξυγόνου ;
25. Διαλύομεν 2 mol χλωριούχου νατρίου (NaCl) εἰς 20 mol ὕδατος. Ζητεῖται ἡ ἐπὶ τοῖς 100 περιεκτικότης τοῦ διαλύματος εἰς χλωριούχον νάτριον.
26. Διαλύομεν 1 mol καυστικοῦ νάτρου (NaOH) εἰς τόσον ὕδωρ, ὥστε τὸ διάλυμα νὰ ἔχη ὄγκον ἐνὸς λίτρου. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ NaOH τοῦ περιέχεται εἰς 100 cm<sup>3</sup> διαλύματος.
27. Ὅβις ἀερίων περιέχει ὑπὸ πίεσιν, ὀξυγόνον, τὸ ὅποιον ζυγίζει 1,6 Kg. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ὀξυγόνου αὐτοῦ ὅταν ἐξέλθῃ ἐκ τῆς ὀβίδος καὶ λάβῃ τὴν κανονικὴν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν.
28. Ἐνα λίτρον ἀερίου ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας ζυγίζει 1,25 gr. Ζητεῖται τὸ μοριακὸν τοῦ βάρους.
29. Μίγμα ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου ὑπὸ κανονικὰς συνθήκας ἔχει ὄγκον 4 l καὶ ζυγίζει 3 gr. Ζητεῖται ἡ κατ' ὄγκον σύστασις τοῦ μίγματος.
30. Τέσσαρα ἀέρια (ὕδρογόνον H<sub>2</sub>—ὀξυγόνον O<sub>2</sub>—ἄζωτον N<sub>2</sub>—διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος CO<sub>2</sub>) εὑρίσκονται ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν εἰς ὁμοίας ὀβίδας. Μὲ ποῖα κριτήρια δύναμεθα ἐκ τοῦ ἀσφαλοῦς νὰ εὑρωμεν ποῖον ἀέριον ὑπάρχει εἰς ἑκάστην ὀβίδα;
31. Ἐνα λίτρον ἀέρος ζυγίζει 1,293 gr. Ζητεῖται ἡ κατὰ βάρος περιεκτικότης αὐτοῦ εἰς ἄζωτον λαμβανομένου ὑπ' ὅψιν ὅτι ὁ ἀήρ ἀποτελεῖται μόνον ἀπὸ ὀξυγόνου καὶ ἄζωτον.
32. 5 gr ψευδαργύρου εἰσαχόμενα ἐντὸς διαλύματος ὀξέος ἐλευθερώνουν 0,152 gr ὕδρογόνου. Ζητεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ψευδαργύρου.
33. Κόκκις μετάλλου θερμαινομένη ἐντὸς ρεύματος ὀξυγόνου μετατρέπεται ἐξ ὀλοκλήρου εἰς ὀξειδίου, ὅτε τὸ βάρος τῆς αὐξάνεται κατὰ 25ο). Ζητεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου.
34. 3 gr καθαρῶ ἀσβεστίου καίονται, ὅτε τὸ λαμβανόμενον ὀξειδίου (CaO) ζυγίζει 4,2 gr. Ζητεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου ἀσβεστίου.
35. Διὰ πυρῶσεως κόκκος ὀξειδίου μετάλλου ἐντὸς ρεύματος ὕδρογόνου, τοῦτο γάνει ὄλον τὸ ὀξυγόνον του μεταβαλλόμενον εἰς μέταλλον, ὅτε τὸ ἀρχικὸν βάρος ἐλαττοῦται κατὰ 30ο). Ζητεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου.

36. 4 gr μετάλλου ένοῦνται με 1,6 gr ὀξυγόνου. Έξ ἄλλου, 4 gr τοῦ ἰδίου μετάλλου ένοῦνται με 7,1 gr χλωρίου. Ζητεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ χλωρίου.

37. Νὰ εὑρεθοῦν οἱ συντελεσταὶ τῆς κάτωθι ἐξίσωσης :



38. Νὰ εὑρεθοῦν οἱ συντελεσταὶ τῆς κάτωθι ἐξίσωσης :



39. Πόσα mol HCl περιέχονται εἰς 22,5 cm<sup>3</sup> διαλύματος ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἔχοντος πυκνότητα  $d = 1,2$  καὶ περιεκτικότητα εἰς HCl 39,1% κατὰ βάρος ;

40. Διάλυμα HCl περιέχει 45,83% κατὰ βάρος HCl καὶ ἔχει πυκνότητα  $d = 1,3$ . Ζητεῖται ὁ ὄγκος ὑπὸ Κ.Σ. τοῦ ἀερίου HCl, ποὺ περιέχεται ἐντὸς 25 cm<sup>3</sup> τοῦ διαλύματος τούτου.

41. Διάλυμα ἀμμωνίας ἔχει πυκνότητα  $d = 0,882$  καὶ περιεκτικότητα 35% κατὰ βάρος NH<sub>3</sub>. Ζητεῖται ὁ ὄγκος ὑπὸ Κ.Σ. τοῦ ἀερίου NH<sub>3</sub>, ποὺ περιέχεται εἰς 50 cm<sup>3</sup> τοῦ διαλύματος.

42. 50 gr καθαρῶν NaCl διαλύονται εἰς ὕδωρ, ὅτε λαμβάνεται διάλυμα πυκνότητος  $d = 1,1$  καὶ περιεκτικότητος εἰς NaCl 20% κατὰ βάρος. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ληφθέντος διαλύματος.

43. 2 mol καθαρῶν H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ἀραιώνονται με τόσον ὕδωρ, ὅστε νὰ ληφθῇ διάλυμα πυκνότητος  $d = 1,2$  καὶ περιεκτικότητος εἰς H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 40% κατὰ βάρος. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ληφθέντος διαλύματος.

44. 100 gr διαλύματος, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου ὑπάρχει διαλελυμένον 1 gr μιᾶς οὐσίας παρουσιάζει ὁσμωτικὴν πίεσιν 138600 dynes/cm<sup>2</sup> ὑπὸ θερμοκρασίαν 27°C. Ζητεῖται τὸ μοριακὸν βάρος τῆς οὐσίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ VII

### ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

66. Γενικά. Διάλυμα καλεῖται κάθε ὁμογενὲς μίγμα δύο ἢ περισσοτέρων σωμάτων, τὸ ὁποῖον ἐμφανίζει τὴν αὐτὴν σύστασιν καὶ τὰς αὐτὰς ιδιότητας καθ' ὅλην τὴν μάζαν αὐτοῦ. Διακρίνουμεν οὕτω διαλύματα ἀερίων εἰς ἀέρια, ἀερίων εἰς ὑγρά, ἀερίων εἰς στερεά, ὑγρῶν εἰς ὑγρά, ὑγρῶν εἰς στερεά, στερεῶν εἰς στερεά καὶ ἑστέρεων εἰς ὑγρά.

Εἰς ἓνα διάλυμα τὸ σῶμα, τὸ ὁποῖον εὐρίσκεται ὑπὸ τὴν μεγαλύτεραν ἀναλογίαν, καλεῖται διαλυτικὸν μέσον ἢ διαλύτης, τὸ δὲ εὐρισκόμενον ὑπὸ μικροτέραν ἀναλογίαν καλεῖται διαλελυμένον σῶμα.

Συνθέτερον διαλυτικὸν μέσον εἶναι τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον διαλύει τὰ περισσότερα σώματα. Ἐνίοτε ὅμως χρησιμοποιοῦμεν καὶ ἄλλα ὑγρά ὡς διαλυτικὰ μέσα καὶ ἰδίως ὀργανικὰς ἐνώσεις, ὡς π.χ. οἶνονπνευμα, αἰθέρα, βενζίνην κ.ἄ. (ὀργανικοὶ διαλύται).

67. Περιεκτικότης διαλύματος. Ἡ περιεκτικότης διαλύματος ἐκφράζεται κατὰ διαφόρους τρόπους, οἱ κυριώτεροι τῶν ὁποίων εἶναι οἱ ἑξῆς :

1. Περιεκτικότης κατὰ βάρος. Αὕτη ἐκφράζει πόσα γραμμάρια τοῦ διαλελυμένου σώματος εὐρίσκονται ἐντὸς 100 gr τοῦ διαλύματος. Οὔτω π.χ. θαλάσσιον ὕδωρ με περιεκτικότητα εἰς μαγειρικὸν ἅλας 2,50ο σημαίνει ὅτι εἰς 100 gr τοῦ ὕδατος αὐτοῦ εὐρίσκονται διαλελυμένα 2,5 gr μαγειρικοῦ ἁλατος.

2. Περιεκτικότης κατ' ὄγκον. Αὕτη χρησιμοποιεῖται συνήθως εἰς διαλύματα ὑγρῶν ἐντὸς ἄλλων ὑγρῶν, ὡς π.χ. οἶνονπνεύματος ἐντὸς ὕδατος. Ἐκφράζει δὲ πόσοι ὄγκοι τοῦ διαλελυμένου ὑγροῦ εὐρίσκονται ἐντὸς 100 ὄγκων τοῦ διαλύματος. Οὔτω π.χ. περιεκτικότης οἶνονπνεύματος 12ο σημαίνει ὅτι εἰς 100 ὄγκους οἶνονπνευματώδους ὑγροῦ (π.χ. οἴνου) εὐρίσκονται 12 ὄγκοι οἶνονπνεύματος.

3. Συγκέντρωσις διαλύματος, ἢ μοριακότης. Αὕτη ἐκφράζει πόσα mol τοῦ διαλελυμένου σώματος εὐρίσκονται ἐντὸς 1 λίτρου (1000 cm<sup>3</sup>) τοῦ διαλύματος. Ἐάν π.χ. εἰς 1 l διαλύματος εὐρίσκονται διαλελυμένα 117 gr μαγειρικοῦ ἁλατος (μορ. βάρος 58,5), τότε ἡ συγκέντρωσις τοῦ διαλύματος αὐτοῦ εἶναι 117 : 58,5 = 2. Γενικῶς, ἡ συγκέντρωσις διαλύματος ὀρίζεται ὡς ὁ λό-

γος  $\frac{M'}{M}$  τής μάζης  $M'$  του διαλυμένου σώματος προς το μοριακόν βάρος  $M$  αυτού.

Εννόητον είναι, ότι ίσοι όγκοι διαλυμάτων τής αὐτῆς συγκεντρώσεως ἔχουν καί ἴσον ἀριθμὸν μορίων τῶν διαλυμένων σωμάτων.

**63. Διαλυτότης.** Αὕτη ἐκφράζει τὴν μεγίστην ποσότητα εἰς γραμμάρια ἐνὸς σώματος, ἢ ὅποια δύναται νὰ διαλυθῇ εἰς 100 gr διαλυτικῆς ὑγροῦ ὑπὸ δοθεῖσαν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν (ἢ πίεσιν ἐπιρραῖζει κυρίως τὴν διαλυτότητα τῶν ἀερίων).

Εἰς δοθὲν διαλυτικὸν μέσον ὠρισμένα οὐσία διαλύονται ὑπὸ μεγάλην ἀναλογίαν καὶ καλοῦνται **εὐδιάλυτοι**. Ἄλλαι διαλύονται ὑπὸ μικρὰν ἀναλογίαν καὶ καλοῦνται **δυσδιάλυτοι**, ἄλλαι δὲ οὐδὲν ὅσον σχεδὸν διαλύονται καὶ καλοῦνται **ἀδιάλυτοι**.

**Διαλυτότης μιᾶς οὐσίας εἰς δοθὲν διαλυτικὸν μέσον καλεῖται ἡ μεγίστη ποσότης εἰς γραμμάρια τῆς οὐσίας αὐτῆς, ἢ ὅποια δύναται νὰ διαλυθῇ εἰς 100 gr τοῦ διαλυτικῆς μέσου ὑπὸ ὠρισμένην θερμοκρασίαν.** Ὅστω π.χ. λέγοντες ὅτι ἡ διαλυτότης τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ ( $\text{CuSO}_4$ ) εἰς ὕδωρ θερμοκρασίας  $20^\circ$  εἶναι 30, οὐνοῦμεν ὅτι εἰς 100 gr ὕδατος θερμοκρασίας  $20^\circ$  δύνανται νὰ διαλυθοῦν τὸ πολὺ 30 gr θειικοῦ χαλκοῦ.

Ἡ διαλυτότης τῶν στερεῶν εἰς ὑγρά ἀξάνεται συνήθως μὲ τὴν αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας. Τοῦναντίον ἡ διαλυτότης τῶν ἀερίων εἰς ὑγρά ἐλαττοῦται μὲ τὴν αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας. Ἡ αὐξήσις τῆς πίεσεως ἀξάνει τὴν διαλυτότητα τῶν ἀερίων εἰς ὑγρά. Τέλος, ἡ διαλυτότης ἐνὸς σώματος εἰς δοθὲν ὑγρὸν ἐπιρραῖζεται ἐνίοτε ἀπὸ τὴν παρουσίαν καὶ ἄλλων οὐσιῶν.

Ἀναλόγως τῆς περιεκτικότητός του, ἓνα διάλυμα χαρακτηρίζεται ὡς **ἀραιόν**, ἢ **πυκνόν**, **ἀκόρεστον**, ἢ **κεκορεσμένον**, ἢ καὶ **ὑπέρκορον**.

Ἄραιόν καλεῖται ἓνα διάλυμα, ὅταν περιέχῃ μικρὰν ποσότητα διαλυμένου σώματος.

Πυκνόν καλεῖται ἓνα διάλυμα, ὅταν περιέχῃ μεγάλην ποσότητα διαλυμένου σώματος.

Ἀκόρεστον καλεῖται ἓνα διάλυμα, ὅταν περιέχῃ μικροτέραν ποσότητα διαλυμένου σώματος ἀπὸ ἐκείνην, τὴν ὅποιαν ὀρίζει ἡ διαλυτότης αὐτοῦ ὑπὸ τὰς δεδομένας συνθήκας.

Κεκορεσμένον καλεῖται ἓνα διάλυμα, ὅταν περιέχῃ ἐν διαλύσει ὅλην τὴν ποσότητα τοῦ σώματος, τὴν ὅποιαν ὀρίζει ἡ διαλυτότης αὐτοῦ ὑπὸ τὰς δεδομένας συνθήκας.

Ἐπέρκορον καλεῖται ἓνα διάλυμα, τὸ ὅποιον ὑπὸ ἐιδικᾶς συνθήκας περιέχει ποσὸν διαλυμένου σώματος μεγαλύτερον ἐκείνου, τὸ ὅποιον ὀρίζει ἡ διαλυτότης αὐτοῦ ὑπὸ τὰς δοθείσας συνθήκας. **Τὰ ὑπέρκορα διαλύματα εἶναι ἀσταθῆ** καὶ τείνουν νὰ μετατραποῦν εἰς κεκορεσμένα δι' ἀποβολῆς τοῦ πλεονάζοντος ποσοῦ τοῦ διαλυμένου σώματος. Ὅστω π.χ. διὰ προσθήκης κρυστάλλων τινῶν τοῦ διαλυμένου σώματος ἐντὸς τοῦ ὑπέρκορου διαλύματος, ἢ ἀκόμη καὶ δι' ἀπλῆς ἀεατορᾶσεως τοῦ διαλύματος τούτου, ἡ πλεονάζουσα ποσότης τοῦ διαλυμένου σώματος καταπίπτει ὑπὸ μορφήν κρυστάλλων καὶ τὸ διάλυμα μετατρέπεται εἰς κεκορεσμένον.

**69. Κατηγορία διαλυμάτων.** Ἀναλόγως τῆς φύσεως τῶν σωματιδίων, εἰς τὰ ὅποια ἔχει διασπαρῆ τὸ διαλυμένον σῶμα ἐντὸς τοῦ διαλύματος, τοῦτο χαρακτηρίζεται ὡς **μοριακὸν διάλυμα** καὶ ὡς **ιοντικὸν διάλυμα**.

**Μοριακὸν** εἶναι ἓνα διάλυμα, εἰς τὸ ὅποιον ἡ διαλυμένη οὐσία εὐρίσκεται ὑπὸ μορφήν διακεκριμένων μορίων. Τοιοῦτον π.χ. εἶναι τὸ ὕδατικὸν διάλυμα τῆς σακχαρώσεως.

**Ἰοντικὸν** εἶναι ἓνα διάλυμα, εἰς τὸ ὅποιον ἡ διαλυμένη οὐσία εὐρίσκεται ἐν μέρει, ἢ καὶ ἐν ὅλῳ, ὑπὸ μορφήν ἰόντων. (75). Τὰ μόρια δηλ. τῆς διαλυμένης οὐσίας ἔχουν διασπασθῆ ἐν μέρει, ἢ ἐν ὅλῳ, εἰς **ἰόντα** τὰ ὅποια περιφέρονται ἐλεύθερα εἰς τὸ διάλυμα. Χάρης εἰς τὰ ἰόντα αὐτά, τὸ ἰοντικὸν διάλυμα εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ συνεχοῦς ηλεκτρικοῦ ρεύματος (ἤλεκτρολύσις).

**Κολλοειδῆς διάλυμα.** Ὁρισμένα σώματα, ἐὰν προστεθοῦν ἐντὸς ὑγρῶν ὑπὸ ὠρισμένης συνθήκας, δὲν διαχωρίζονται εἰς διακεκριμένα μόρια, ἢ καὶ ἰόντα, ἀλλὰ διασπείρονται ὑπὸ μορφήν σωματιδίων αποτελουμένων ἀπὸ συγκροτήματα ἐκ μεγάλου ἀριθμοῦ μορίων, τὰ ὅποια καλοῦνται **μικύλια**. Τὸ προϊόν, τὸ ὅποιον προκύπτει οὕτω, δὲν εἶναι πραγματικὸν διάλυμα, διότι τὰ μκύλια δύνανται νὰ γίνωσι ὁρατὰ δι' ἐνὸς ὑπερμικροσκοπίου. Τὰ τοιαῦτα διαλύματα καλοῦνται **κολλοειδῆ διαλύματα** καὶ ἀποτελοῦν ἐνδιάμεσον κατάστασιν μεταξύ διαλυμάτων καὶ ἑτερογενῶν μιγμάτων.

## ΕΙΔΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

**70. Γενικά.** Ἡ παρουσία τοῦ διαλυμένου σώματος ἐντὸς τοῦ διαλυτικοῦ ὑγροῦ προκαλεῖ ὀρισμένες μεταβολὰς εἰς τὰς ἰδιότητες αὐτοῦ, ὡς π.χ. τὴν πτώσιν τοῦ σημείου πήξεως, τὴν ἀνύψωσιν τοῦ σημείου ζέσεως κ.ἄ. Τὰ διαλύματα παρουσιάζουν ἐπίσης καὶ τὸ ἰδιαιτερόν γνῶρισμα τῆς ὠσμωτικῆς πίεσεως. Πάντα τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα ὑφελίονται εἰς τὰ διεσπαρμένα ἐντὸς τοῦ διαλύματος μόρια τοῦ διαλυμένου σώματος καὶ ὁ βαθμὸς αὐτῶν εἶναι ἀνάλογος μὲ τὸ πλῆθος τῶν μορίων εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὕγρου τοῦ διαλύματος. Διὰ τοῦτο σχετίζονται μὲ τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ διαλυμένου σώματος καὶ χρησιμοποιοῦνται συνήθως διὰ τὴν εὔρεσιν τοῦ μοριακοῦ βάρους διαφόρων ὀσσιῶν.

**71. Ἐπίδρασις ἐπὶ τῶν σημείων πήξεως καὶ ζέσεως. Νόμοι τοῦ Raoult.** Ἡ ἐπίδρασις τοῦ διαλυμένου σώματος ἐπὶ τῶν σημείων πήξεως καὶ ζέσεως τοῦ διαλύματος καθορίζεται ἀπὸ τοὺς ἑξῆς δύο νόμους τοῦ Raoult (1883) :

**1.** Ἡ πτώσις  $\Theta$  τοῦ σημείου πήξεως διαλύματος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος  $M$  τοῦ διαλυμένου σώματος καὶ ἀνάλογος πρὸς τὴν συγκέντρωσιν  $m' / m$  τοῦ διαλύματος, ἦτοι :

$$\Theta = \frac{\Lambda \cdot m'}{M \cdot m}$$

ὅπου,  $\Theta$  = οἱ βαθμοί, καθ' οὓς ἔχει πέσει τὸ σημεῖον πήξεως.

$\Lambda$  = συντελεστὴς ἀναλογίας, ἡ τιμὴ τοῦ ὁποίου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ διαλυτικοῦ ὑγροῦ.

$M$  = Τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ διαλυμένου σώματος

$m'$  = τὸ ποσὸν τοῦ διαλυμένου σώματος

$m$  = τὸ ποσὸν τοῦ διαλυτικοῦ ὑγροῦ.

**2.** Ἡ ὑψωσις  $\Theta$  τοῦ σημείου ζέσεως ἐνὸς διαλύματος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ μοριακὸν βάρος  $M$  τοῦ διαλυμένου σώματος καὶ ἀνάλογος πρὸς τὴν συγκέντρωσιν  $m' / m$  τοῦ διαλύματος, ἦτοι :

$$\Theta = \frac{E \cdot m'}{M \cdot m}$$

ὅπου,  $E$  = συντελεστὴς ἀναλογίας, ἡ τιμὴ τοῦ ὁποίου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ διαλυτικοῦ ὑγροῦ, τὰ δὲ λοιπὰ στοιχεῖα, ὅπως καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν τῆς πτώσεως τοῦ σημείου πήξεως.

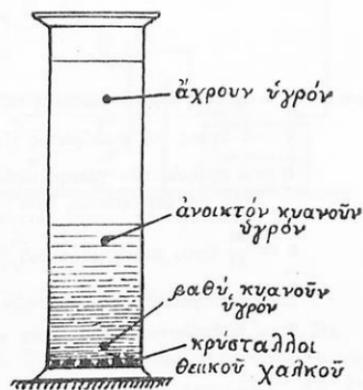
Αἱ τιμαὶ τῶν συντελεστῶν  $\Lambda$  καὶ  $E$  διὰ τὸ ὕδωρ ὡς διαλυτικὸν μέσον εἶναι :  $\Lambda=1850$  καὶ  $E=5200$ .

Οἱ ἀνωτέρω δύο νόμοι τοῦ Raoult ἰσχύουν κυρίως διὰ τὰ διαλύματα τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων. Διότι τὰ μόρια τῶν περισσοτέρων ἀνοργάνων ἐνώσεων κατὰ τὴν διάλυσιν αὐτῶν ἐντὸς ὕδατος διασπῶνται μερικῶς ἢ καὶ ὀλικῶς εἰς τμήματα φορτισμένα ηλεκτρικῶς, τὰ ἰόντα.

**72. Ὄσμωσις. Ὄσμωτικὴ πίεσις.** Α) Ὄσμωσις. Ἔστω, ὅτι ἐντὸς καθαροῦ ὕδατος ρίπτομεν κρυστάλλους θεικοῦ χαλκοῦ  $\text{CuSO}_4$ . Μετ' ὀλίγον παρατηροῦμεν, ὅτι παρὰ τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου δημιουργεῖται πυκνὸν διάλυμα τοῦ ἄλατος αὐτοῦ μὲ χροῶμα βαθύ κυανοῦν (σχ. 40). Ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὸ πυκνὸν αὐτὸ διάλυμα ἀναμιγνύεται μὲ τὸ ὑπεράνω αὐτοῦ ὕδωρ καὶ τὸ κυανοῦν χροῶμα ἀνέρχεται βαθμηδὸν ὑψηλότερον. Τὸ φαινόμενον, ὡς εἶδομεν (37), καλεῖται **διάχυσις**.

Ἐὰν παρεμβληθῇ ἓνα πορῶδες διάφραγμα μεταξὺ τῶν δύο ἐπιδεικτικῶν ἀναμίξεως ὑγρῶν, τότε δύναται νὰ συμβῇ μίξις ἐκ τῶν κἀτωθι περιπτώσεων :

**1.** Τὸ διάφραγμα εἶναι ἀδιαπέραστον ἀπὸ τὰ μόρια ἀμφοτέρων τῶν ὑγρῶν, ὅπότε δὲν γίνεται διάχυσις.



Σχ. 40. Διάχυσις.

2. Τὸ διάφραγμα ἔχει τοιοῦτους πόρους, ὥστε διὰ μέσου αὐτῶν νὰ διέρχονται τὰ μέρια ἀμφοτέρων τῶν ὑγρῶν. Ἡ διάχυσις τότε γίνεται ὁμαλῶς διὰ μέσου τῶν πόρων καὶ μετὰ τινα χρόνον εἰς ἀμφοτέρας τὰς πλευρὰς τοῦ διαφράγματος εὐρίσκεται τὸ αὐτὸ ὁμογενὲς μίγμα. Τὸ φαινόμενον καλεῖται **διαπίδωσις** (37).

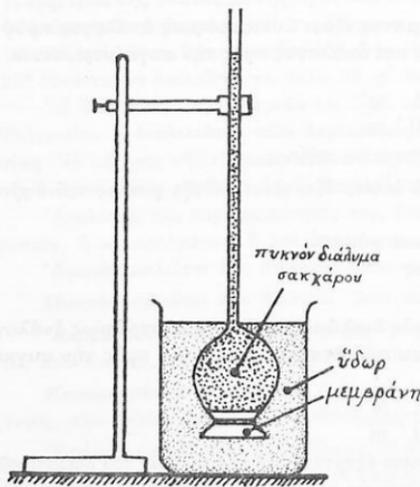
3. Οἱ πόροι τοῦ διαφράγματος ἐπιτρέπουν τὴν διαπίδωσιν μόνον εἰς τὰ μέρια τοῦ ἐνὸς ὑγροῦ, ὡς π.χ. τοῦ διαλυτικοῦ ὑγροῦ. Τὰ μέρια τοῦ διαλελυμένου σώματος δυνατὸν νὰ εἶναι μεγαλύτερα τῶν πόρων τοῦ διαφράγματος καὶ δὲν δύναται νὰ διέλθουν διὰ μέσου αὐτῶν (διάφραγμα ἡμιπερατὸν). Τότε ἡ διαπίδωσις γίνεται κατὰ τὴν μίαν μόνον φερὰν διὰ μέσου τῶν πόρων τοῦ διαφράγματος καὶ τὸ φαινόμενον καλεῖται ὠσμωσις.

B) Ὄσμωτικὴ πίεσις. Ἐντὸς εἰδικοῦ δοχείου, τοῦ ὁποῖου ὁ πυθμὴν ἀποτελεῖται ἀπὸ τεταμένην ἡμιπερατὴν μεμβράνην, εἰσάγουμεν διάλυμα σακχάρου. Τὴν βᾶσιν τοῦ δοχείου αὐτοῦ βυθίζομεν ἐντὸς ὑαλίνης λευκάνης, ἡ ὁποία περιέχει καθαρὸν ὕδωρ (σχ. 41). Παρατηροῦμεν τότε,

ὅτι τὸ ὕδωρ τῆς λευκάνης εἰσέρχεται βαθμηδὸν εἰς τὸ δοχεῖον μὲ τὸ διάλυμα τοῦ σακχάρου, τοῦ ὁποῖου ἡ στάθμη ἀνέρχεται. Ὅταν ἡ διαφορὰ στάθμης μεταξὺ τῶν δύο ὑγρῶν δοχείου καὶ λευκάνης φθάσῃ μέχρις ἐνὸς ὕψους  $h$ , τότε ἐπέρχεται ἰσορροπία καὶ σταματᾷ ἡ περαιτέρω ὠσμωσις τοῦ ὕδατος τῆς λευκάνης πρὸς τὸ δοχεῖον.

Ἡ πίεσις, ἡ ὁποία ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν διαφορὰν στάθμης  $h$  καὶ ἡ ὁποία ἀπαιτεῖται διὰ νὰ καταπαύσῃ ἡ ὠσμωσις, καλεῖται ὠσμωτικὴ πίεσις.

Γ) Νόμος τῆς ὠσμωτικῆς πίεσεως. Εὐρέθῃ πειραματικῶς, ὅτι: Ἡ τιμὴ τῆς ὠσμωτικῆς πίεσεως δοθέντος διαλύματος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μοριακὸν βᾶρος τοῦ διαλελυμένου σώματος, εἶναι δὲ ἀνάλογος πρὸς τὴν συγκέντρωσιν τοῦ διαλύματος καὶ πρὸς τὴν ἀπόλυτον θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Αὕτη παρέχεται ὑπὸ τοῦ κατωτέρω τύπου, τὸν ὁποῖον ἐπρότεινεν ὁ Van't Hoff τὸ 1887.



Σχ. 41. Πείραμα ὠσμωτικῆς πίεσεως.

$$\pi \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

ἔπου  $\pi$  = ἡ τιμὴ τῆς ὠσμωτικῆς πίεσεως ἐκφραζομένη εἰς dynes/cm<sup>2</sup>

$V$  = ὁ ὄγκος τοῦ διαλύματος εἰς cm<sup>3</sup>

$n$  = ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμμομορίων τοῦ διαλελυμένου σώματος, τὰ ὁποῖα περιέχονται ἐντὸς τοῦ διαλύματος, ἦτοι:

$n = \frac{m}{M}$  ἔπου  $m$  = ἡ μᾶζα τοῦ διαλελυμένου σώματος καὶ  $M$  = τὸ μοριακὸν βᾶρος αὐτοῦ.

$R$  = ἡ παγκοσμία σταθερὰ τῶν ἀερίων:  $R = 8,314 \times 10^7$

καὶ  $T$  = ἡ ἀπόλυτος θερμοκρασία τοῦ διαλύματος (ἔνω τοῦ ἀπολύτου μηδενός).

## ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΑΙ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΙΣ — ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΙΟΝΤΩΝ

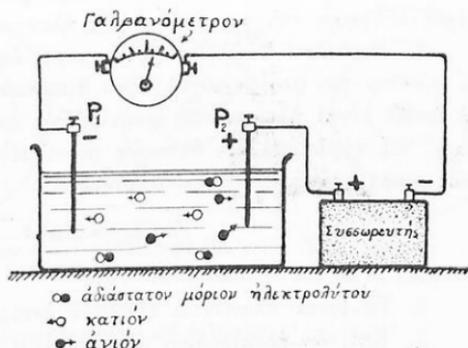
**73. Ήλεκτρολύται.** Εύρεθη, ὅτι τὰ διαλύματα ὀρισμένων σωμάτων, τὰ ὅποια ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως χαρακτηρίζονται ὡς ὀξέα, ἢ βάσεις, ἢ ἄλατα, δὲν ἀνταποκρίνονται ἐπακριβῶς εἰς τοὺς ἀνωτέρω νόμους τοῦ Raoult καὶ τῆς ὀσμωτικῆς πίεσεως. Παρατηρήθη δὴλ., ὅτι τὰ ὕδατικά διαλύματα τῶν σωμάτων τούτων παρουσιάζουν πτώσιν σημείου πήξεως, ἢ ἀνύψωσιν σημείου ζέσεως ἢ καὶ ὀσμωτικὴν πίεσιν μεγαλύτερου βαθμοῦ ἀπὸ ἐκείνων, ὁ ὅποιος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν συγκέντρωσιν τοῦ διαλύματος. Τοῦτο σημαίνει, ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν σωματιδίων, εἰς τὰ ὅποια διασπείρεται τὸ σῶμα ἐντὸς τοῦ διαλύματος, εἶναι μεγαλύτερος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μορίων αὐτοῦ. Διότι ὁ βαθμὸς πτώσεως τοῦ σημ. πήξεως κ.λ.π. εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν σωματιδίων ποὺ περιέχονται εἰς δοθέντα ὄγκον τοῦ διαλύματος ἀνεξαρτήτως τῆς φύσεως τῶν σωματιδίων τούτων. Ἐκ τούτου συνάγεται, ὅτι μέρος τῶν μορίων, ἢ καὶ τὸ σύνολον τῶν μορίων, ἐνὸς τοιούτου σώματος διασπᾶται ἐντὸς τοῦ διαλύματος εἰς δύο ἢ καὶ περισσότερα τμήματα ἕκαστον μῦριον.

Παρατηρήθη ἐξ ἄλλου, ὅτι τὰ διαλύματα τῶν σωμάτων αὐτῶν, τὰ ὅποια παρουσιάζουν ἀπόκλισιν ἀπὸ τοὺς νόμους τοῦ Raoult καὶ τῆς ὀσμωτικῆς πίεσεως, εἶναι καὶ καλοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Κατὰ τὴν δίοδον δέ συνεχῆς ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μέσου αὐτῶν ἐπέρχεται καὶ χημικὴ διάσπασις τοῦ διαλελυμένου σώματος. Τὸ φαινόμενον καλεῖται ἠλεκτρόλυσις. Τὸ διάλυμα, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐπέρχεται διάσπασις τοῦ διαλελυμένου σώματος κατὰ τὴν δίοδον τοῦ συνεχῆς ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, καλεῖται ἠλεκτρολύτης.

Ἐλεκτρολύται εἶναι τὰ διαλύματα τῶν ὀξέων, τῶν βάσεων καὶ τῶν ἁλῶν, καθὼς καὶ αἱ τετηγμένα βάσεις καὶ τὰ τετηγμένα ἄλατα. Ταῦτα ἐμφανίζουν ἠλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα συνοδουομένην ἀπὸ διάσπασιν τοῦ μορίου τοῦ σώματος.

Εἰς τὴν χημείαν ἠλεκτρολύται καλοῦνται συνήθως τὰ σώματα (ὀξέα, βάσεις, ἄλατα), τῶν ὁποίων τὰ διαλύματα εἶναι καλοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ τῶν ὁποίων τὰ μόρια διασπῶνται κατὰ τὴν δίοδον τοῦ συνεχῆς ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.

**74. Ήλεκτρόλυσις** Ἔστω ὅτι δύο ἐλάσματα λευκοχρόσου  $P_1$  καὶ  $P_2$  συνδέονται διὰ μεταλλικοῦ ἀγωγοῦ με τοὺς πόλους ἠλεκτρικῆς πηγῆς συνεχῆς ρεύματος, π.χ. συσσωρευτοῦ (σχ. 42). Τὸ  $P_1$  συνδέεται με τὸν ἀρνητικὸν πόλον τοῦ συσσωρευτοῦ διὰ παρεμβολῆς γαλβανομέτρου, τὸ δὲ  $P_2$  ἀπ' εὐθείας με τὸν θετικὸν πόλον αὐτοῦ.



Σχ. 42. Ήλεκτρόλυσις διαλύματος ἄλατος.

A) Έμβραπτίζομεν τὰ δύο ἐλάσματα τοῦ λευκοχρόσου ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος περιεχομένου εἰς ὑαλίνην λεκάνην. Παρατηροῦμεν, ὅτι διὰ τοῦ κυκλώματος δὲν διέρχεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, διότι ὁ δείκτης τοῦ γαλβανομέτρου παραμένει ἀκίνητος εἰς τὸ μηδέν. Ἐὰν εἰς τὸ ὕδωρ τῆς λεκάνης διαλύσωμεν οἰνόπνευμα, ἢ σάκχαρον, ὁ δείκτης τοῦ γαλβανομέτρου δὲν μετακινεῖται ἐπίσης. Ἄρα, οὔτε τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ, οὔτε τὰ διαλύματα τοῦ οἰνόπνευματος καὶ τοῦ σακχάρου ἐπιτρέπουν νὰ διέλθῃ διὰ μέσου αὐτῶν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.

B) Ἐντὶ σακχάρου, διαλύομεν τώρα ἐντὸς τοῦ ὕδατος τῆς λεκάνης ἕν ἄλλας τὸ ὅποῖον καλεῖται **χλωριούχος ψευδάργυρος** ( $ZnCl_2$ ). Τοῦτο εἶναι σῶμα σύνθετον καὶ τὸ μόριόν του ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕν ἄτομον ψευδαργύρου ( $Zn$ ) ἠνωμένον μὲ δύο ἄτομα χλωρίου ( $Cl$ ). Ὁ δείκτης τώρα τοῦ γαλβανομέτρου δεικνύει, ὅτι διὰ τοῦ κυκλώματος διέρχεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἄρα, τὸ **ὕδατικὸν διάλυμα τοῦ ἄλατος**, πὺ καλεῖται **χλωριούχος ψευδάργυρος**, εἶναι **καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ**.

Προσεκτικωτέρᾳ παρατήρησις δεικνύει, ὅτι ἡ διόδος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ τοῦ διαλύματος τοῦ ἄλατος συνοδεύεται ἀπὸ ἐμφάνισιν ψευδαργύρου μὲν εἰς τὸ ἔλασμα  $P_1$ , χλωρίου δὲ εἰς τὸ ἔλασμα  $P_2$ .

Τὸ φαινόμενον καλεῖται **ἠλεκτρόλυσις** τοῦ χλωριούχου ψευδαργύρου. Τὸ σῶμα χλωριούχος ψευδάργυρος, τὸ ὅποῖον ὑφίσταται τὴν ἠλεκτρόλυσιν, καλεῖται **ἠλεκτρολύτης**.

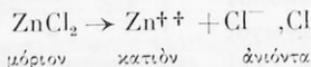
Ἡ συσκευὴ καλεῖται **βολτάμετρον**.

Τὰ ἐλάσματα  $P_1$  καὶ  $P_2$ , διὰ τῶν ὁποίων κυκλοφορεῖ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἐντὸς τοῦ ἠλεκτρολύτου, καλοῦνται **ἠλεκτρόδια**. Εἰδικώτερον, τὸ μὲν **ἀρνητικὸν** λεκτροδίου ( $P_1$ ) καλεῖται **κάθοδος**, τὸ δὲ **θετικὸν** ἠλεκτροδίου ( $P_2$ ) καλεῖται **ἄνοδος**.

### 75. Θεωρία τῶν ἰόντων κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν (Θεωρία τοῦ Arrhenius).

Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τῆς ἠλεκτρολύσεως παραδεχόμεθα ὅτι :

1. Ἐντὸς τοῦ διαλύματος, ἕνα μέρος ἐκ τῶν μορίων τοῦ ἠλεκτρολύτου, ἢ καὶ τὸ σύνολον τῶν μορίων αὐτοῦ, **ἔχει διασπασθῆ εἰς δύο ἢ περισσότερα τμήματα, τὰ ὁποῖα εἶναι ἠλεκτρικῶς φορτισμένα** καὶ καλοῦνται **ἰόντα** (ἐκ τοῦ ἱμί=ἔρχομαι). Ἐξ αὐτῶν, τὰ μὲν **θετικῶς φορτισμένα** καλοῦνται **κατιόντα** τὰ δὲ **ἀρνητικῶς φορτισμένα** καλοῦνται **ἀνιόντα** :



2. Τὰ ἰόντα πλανῶνται ἐλεύθερα ἐντὸς τοῦ διαλύματος.

3. Ἐπὶ τῶν ἠλεκτροδίων προσέρχονται τὰ ἰόντα τοῦ διαλύματος, διότι ἔλκονται ὑπ' αὐτῶν ἠλεκτροστατικῶς. Ἐκεῖ γίνεται ἐξουδετέρωσις τῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων τῶν ἰόντων, τὰ ὁποῖα οὕτω μετατρέπονται εἰς ἄτομα τῶν ἀντιστοίχων στοιχείων (ἢ καὶ ρίζας) καὶ ἀνακτοῦν τὰς ὕλικὰς τῶν ἰδιότητος.

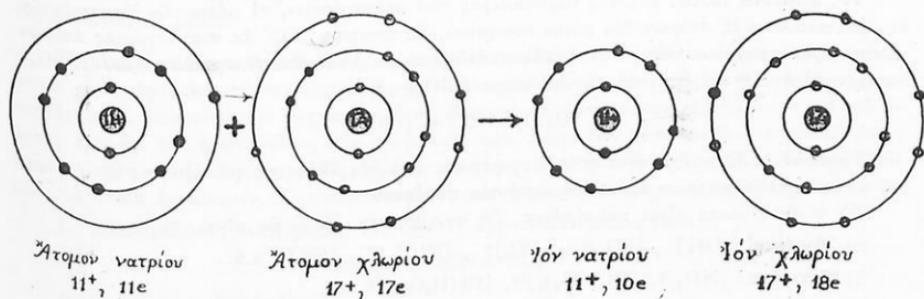
4. Τὰ διαλύματα τῶν ἠλεκτρολυτῶν εἶναι **ἠλεκτρικῶς οὐδέτερα**, διότι ἐντὸς αὐτῶν ὁ ἀριθμὸς τῶν θετικῶν φορτίων τῶν κατιόντων εἶναι ἴσος μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀρνητικῶν φορτίων τῶν ἀνιόντων.

5. Ἡ διάσπασις τοῦ ἠλεκτρολύτου εἰς ἰόντα ἐντὸς τοῦ διαλύματος εἶναι φαινόμενον ἀνεξάρτητον τῆς ὑπάρξεως ἠλεκτρικοῦ πεδίου. Ὀφείλεται εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ διαλυτικοῦ μέσου ἐπὶ τῶν μορίων τοῦ ἠλεκτρολύτου καὶ **προϋπάρχει τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος**. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἠλεκτρολυτικὴ διάσπασις**.

6. Ὄταν ἐμβαπτισθοῦν τὰ δύο ἠλεκτρόδια ἐντὸς τοῦ διαλύματος τοῦ ἠλεκτρολύτου, δημιουργεῖται μεταξύ αὐτῶν διαφορά δυναμικοῦ, ἥτοι ἠλεκτρικὸν πεδίου. Ὄψτω, τὰ προϋπάρχοντα ἐκεῖ ἰόντα, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἐλκτικῶν δυνάμεων τοῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου, προσανατολιζοῦνται καὶ ὀδεύουν πρὸς τὰ ἀντιθέτως φορτισμένα ἠλεκτρόδια. Ἡ κίνησις αὐτὴ τῶν ἠλεκτρικῶν φορτίων ἀποτελεῖ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.

Ἡ ἀνωτέρω θεωρία τοῦ Arrhenius ἐξηγεῖ τόσον τὴν ἀγωγιμότητα τῶν διαλυμάτων τῶν ἠλεκτρολυτῶν, ὅσον καὶ τὸ φαινόμενον τῆς ἀποκλίσεως αὐτῶν ἀπὸ τοῦ νόμου τοῦ Raoult καὶ τῆς ὁσμωτικῆς πίεσεως. Διότι ἡ ταπείνωσις τοῦ σημείου πήξεως, ἡ ἀνύψωσις τοῦ σημείου ζέσεως καὶ ἡ ὁσμωτικὴ πίεσις ἐνὸς διαλύματος εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐντὸς αὐτοῦ σωματιδίων, ἀνεξαρτήτως τῆς φύσεως αὐτῶν. Τὰ σωματῖα δὲ ταῦτα πολλαπλασιάζονται κατὰ τὴν διάσπασιν τῶν μορίων εἰς ἰόντα.

**76. Περί ἰόντων.** Ἰόντα καλοῦνται ἄτομα στοιχείων, ἢ συγκροτήματα ἀτόμων, τὰ ὁποῖα φέρουν ἠλεκτρικὸν φορτίον. Τὰ ἰόντα δύνανται νὰ ὑπάρξουν τόσον εἰς στερεάν, ὅσον καὶ εἰς ὑγρὰν, ἢ καὶ ἀερίαν κατάστασιν. Ὑπὸ στερεάν κατάστασιν τὰ ἰόντα εὐρίσκονται ἐντὸς τῶν κρυστᾶλλων τῶν ἠλεκτρολυτῶν. Ὑπὸ τὴν ὑγρὰν κατάστασιν εὐρίσκονται εἰς τὰ διαλύματα τῶν ἠλεκτρολυτῶν. Ὑπὸ τὴν ἀερίαν τέλος κατάστασιν πλανῶνται εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, δύνανται δὲ νὰ σχηματισθοῦν καὶ εἰς οἰονδήποτε ἀέριον. Ὁ ἰοντισμὸς ἐνὸς ἀερίου, ἥτοι ἡ παραγωγή ἰόντων ἐξ οὐδετέρων ἀτόμων ἢ μορίων αὐτοῦ, ἐπιτυγχάνεται εἴτε διὰ κρούσεως αὐτῶν πρὸς ἄλλα μόρια, ὅτε προκαλεῖται ἀπόσπασις ἠλεκτρονίων (**ιον-**



Σχ. 43. Σχηματισμοὶ ἰόντων νατρίου καὶ χλωρίου.

τισμὸς διὰ κρούσεως), εἴτε δι' ἐπιδράσεως ὀρισμένης ἀκτινοβολίας, ὡς π.χ. ὑπεριώδους, X, κοσμικῆς κ.ἄ. (**ιοντισμὸς δι' ἀπορροφήσεως ἀκτινοβολίας**).

Τὰ ἰόντα ὀρισμένων ἠλεκτρολυτῶν παράγονται κατὰ τὴν σύνθεσιν τοῦ μορίου αὐτῶν. Ὄψτω π.χ. κατὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ μορίου τοῦ ἁλατος χλωριούχου νατρίου (NaCl) ἐν ἄτομον νατρίου προσφέρει εἰς ἓν ἄτομον χλωρίου τὸ ἠλεκτρόνιον

τοῦ ἐξωτάτου φλοιοῦ του. Εἰς τὸ προκύπτον μόριον τοῦ χλωριούχου νατρίου τὸ ἄτομον τοῦ νατρίου παραμένει μὲν ἐν ἠλεκτρονίον ὀλιγώτερον καὶ ὡς ἐκ τούτου ἔχει πλεόνασμα θετικοῦ φορτίου μετατραπὲν εἰς **κατιὸν νατρίου**. Τὸ ἄτομον τοῦ χλωρίου προσλαμβάνει τὸ ἠλεκτρονίον τοῦ νατρίου διὰ τὴν συμπλήρωσιν τῆν ὑπὸ τὰς τῶν ἠλεκτρονίων τοῦ ἐξωτερικοῦ του φλοιοῦ καὶ ὡς ἐκ τούτου ἔχει πλεόνασμα ἑνὸς ἀρνητικοῦ φορτίου μετατραπὲν εἰς **ἀνιὸν χλωρίου**. Τὰ δύο αὐτὰ ἰόντα ἔχουν τὴν σταθερὰν δομὴν τῶν ἀντιστοιχῶν εὐγενῶν ἀερίων **νέου** καὶ **ἀργοῦ**, συγκρατοῦνται δὲ ἐντὸς τῶν κρυστάλλων τοῦ χλωριούχου νατρίου δι' ἠλεκτροστατικῶν ἑλξεων (σχ. 43). Ἐντὸς τῶν ὕδατικῶν διαλυμάτων τὰ ἰόντα αὐτὰ πλανῶνται ἐλεύθερα κινούμενα ἀτάκτως.

Κατὰ τὴν μετατροπὴν ἑνὸς ἀτόμου, ἢ μορίου εἰς ἰὸν διὰ προσλήψεως ἢ ἀποβολῆς ἠλεκτρονίων, αἱ ιδιότητες μεταβάλλονται ριζικῶς.

Ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως **τὰ ἰόντα εἶναι ἀδρανῆ**, διότι ἔχουν τὴν δομὴν εὐγενῶν ἀερίων. Ἀλλὰ καὶ εἰς τὰς λοιπὰς ιδιότητας διαφέρουν τὰ ἰόντα ἀπὸ τὰ ἀντίστοιχα ἄτομα, ὥπως ἐμφαίνονται εἰς τὸ κατωτέρω παράδειγμα :

#### Ἄτομον νατρίου

Ἡλεκτρικῶς οὐδέτερον (11p, 11e)  
Τείνει νὰ παραχωρήσῃ τὸ ἠλεκτρονίον  
3s τοῦ ἐξωτάτου φλοιοῦ του

Εἶναι λίαν δραστήριον χημικῶς. Διασπᾶ  
τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ.  
Ἐνοῦται ζωηρῶς μὲ τὸ ὀξυγόνον.  
Εἶναι δηλητήριον καὶ προκαλεῖ ἐγκαύ-  
ματα εἰς τὴν ἐπιδερμίδα.

#### Ἴον νατρίου (Na<sup>+</sup>)

Ἐχει ἕνα θετικὸν φορτίον (11p, 10e)  
Ἐχει τὴν σταθερὰν δομὴν τοῦ **νέου** καὶ δὲν  
τείνει νὰ παραχωρήσῃ, οὔτε νὰ προσλάβῃ ἠ-  
λεκτρόνια.

Εἶναι ἀδρανὲς χημικῶς. Οὐδόλως ἐπιδρᾷ ἐπὶ  
τοῦ ὕδατος  
Οὐδόλως ἐνοῦται μὲ τὸ ὀξυγόνον.  
Δὲν εἶναι δηλητήριον. Δὲν βλάπτει τὴν ἐπι-  
δερμίδα.

Ἀπὸ ἀπόψεως διαστάσεων τὰ μὲν ἠλεκτροθετικὰ ἰόντα εἶναι μικρότερα τῶν ἀντιστοιχῶν οὐδετέρων ἀτόμων, ἐνῶ τὰ ἠλεκτραρνητικὰ ἰόντα εἶναι μεγαλύτερα τῶν ἀντιστοιχῶν ἀτόμων (ἴδὲ σχήματα ἐξωφύλλου).

**77. Σύνθετα ἰόντα.** Εἰς τὰς περισσώτερας τῶν περιπτώσεων, τὰ μόρια τῶν ἠλεκτρολυτικῶν δὲν ἀποτελοῦνται ἐξ ἀτόμων δύο μόνον στοιχείων, ὡς ἀνωτέρω, ἀλλ' ἐκ συμπλέγματος ἀτόμων περισσώτερον στοιχείων. Οὕτω π.χ. τὸ διάλυμα τοῦ ἁλατος ποῦ καλεῖται **χλωρικὸν κάλιον** (KClO<sub>3</sub>) παρέχει κατιὸν K<sup>+</sup> καὶ ὡς ἀνιὸν τὸ σύμπλεγμα (ClO<sub>3</sub>)<sup>-</sup>, ἥτοι :



Τὸ ἀνιὸν (ClO<sub>3</sub>)<sup>-</sup> ἔχει ιδιότητας διαφορητικὰς ἀπὸ τὰς ιδιότητας τοῦ ἀνιόντος Cl<sup>-</sup>, ἢ καὶ τοῦ ἀνιόντος O<sup>2-</sup>, χαρακτηρίζεται δὲ ὡς **ἀνιὸν σύνθετον**.

Τὰ σύνθετα ἰόντα εἶναι πολυάριθμα. Τὰ συνθέστερα ἐξ αὐτῶν εἶναι :

α) Ἄνιόντα : [OH]<sup>-</sup>, [SO<sub>4</sub>]<sup>2-</sup>, [PO<sub>4</sub>]<sup>3-</sup>, [PtCl<sub>6</sub>]<sup>2-</sup>, [CN]<sup>-</sup> κ.ἄ.

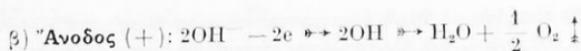
β) Κατιόντα : [NH<sub>4</sub>]<sup>+</sup>, [Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>, [Cr(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup> κ.ἄ.

Ὅταν ἕνα μόριον δύναται νὰ δώσῃ περισσώτερα τῶν δύο ἰόντων, τότε παραδεχόμεθα ὅτι ἡ διάστασις αὐτοῦ εἰς ἰόντα γίνεται οὐχὶ ταυτοχρόνως, ἀλλὰ κατὰ στάδια. Οὕτω π.χ. ἡ διάστασις τοῦ μορίου τοῦ θετικοῦ ὀξέος γίνεται εἰς δύο στάδια, ὡς :

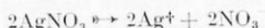


**78. Ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τῆς ἠλεκτρολυτικῆς διαστάσεως.** Α) Αἱ βάσεις καὶ τὰ ἅλατα εἶναι ἐνώσεις ἑτεροπολικαί. Τὰ μόρια αὐτῶν ἀποτελοῦνται δηλ. ἀπὸ δύο ἀντιθέτως φορτισμένα ἰόντα, τὰ ὁποῖα συγκρατοῦνται δι' ἠλεκτροστατικῶν ἑλξεων. Ἐντὸς τοῦ ὕδατος, τοῦ

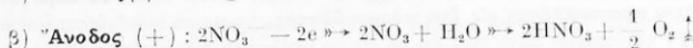
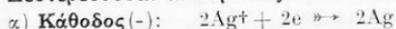




3. **Ηλεκτρόλυσις διαλύματος  $\text{AgNO}_3$** : Η αρχική αντίδρασις είναι:



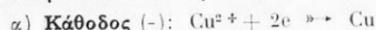
**Δευτερεύουσαι αντιδράσεις:**



4. **Ηλεκτρόλυσις διαλύματος  $\text{CuSO}_4$  με ηλεκτρόδια εκ χαλκού**: Η αρχική αντίδρασις είναι:



**Δευτερεύουσαι αντιδράσεις:**



**ΑΣΚΗΣΙΣ.** Να γραφοῦν αἱ δευτερεύουσαι αντιδράσεις κατὰ τὴν ηλεκτρόλυσιν ὑδατικῶν διαλυμάτων τῶν ἐνώσεων:  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$  καὶ  $\text{NaOH}$  με ηλεκτρόδια ἐκ λευκοχρῶσου.

**80. Νόμοι τῆς ηλεκτρολύσεως, ἢ νόμοι τοῦ Faraday.** Ὅλα τὰ φαινόμενα τῆς ηλεκτρολύσεως διέπονται ἀπὸ τοὺς κατωτέρω δύο νόμους, τοὺς ὁποίους διετύπωσεν ὁ Faraday (1833).

1ος Τὸ βάρος τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας, ἡ ὁποία ἐμφανίζεται ἐπὶ τῆς καθόδου ἢ τῆς ἀνόδου κατὰ τὴν ηλεκτρόλυσιν, εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὴν ποσότητα τοῦ ηλεκτρικοῦ φορτίου ἢ ὁποία ἔχει διέλθει διὰ μέσου τοῦ βολταμέτρου.

2ος Ποσότης ηλεκτρικοῦ φορτίου ἴση με 96 500 Coulomb, ἐὰν διέλθῃ διὰ τινος συσκευῆς ηλεκτρολύσεως, ἀποθέτει ἐπὶ τῆς καθόδου ἓνα γραμμοῖσοδύναμον μετάλλου, (ἦτοι τόσα γραμμάρια ἐξ αὐτοῦ, ὅσος εἶναι ὁ λόγος τοῦ ἀτομικοῦ του βάρους διὰ τοῦ σθένους).

**ΑΣΚΗΣΙΣ:** Νὰ εὐρεθῇ τὸ βάρος τοῦ ἐκ χαλκοῦ, τὸ ὁποῖον θὰ ἀποτεθῇ ἐπὶ τῆς καθόδου ὅταν ρεῦμα ἐντάσεως 0,2 Ampères διέλθῃ διὰ μέσου διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ ἐπὶ 100 πρῶτα λεπτά. Γραμμοῖσοδύναμον τοῦ χαλκοῦ = 31,78 gr. Ἔχομεν:

$$96500 \text{ Coulombs ἀποθέτουν ἐπὶ τῆς καθόδου } 31,78 \text{ gr χαλκοῦ}$$

$$0,2 \times 100 \times 60 \text{ » } X;$$

$$X = \frac{31,78 \times 0,2 \times 100 \times 60}{96500} = 0,395 \text{ gr χαλκοῦ}$$

Οἱ ἀνωτέρω δύο νόμοι ἐξηγοῦνται εὐχερῶς, ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν μας ὅτι κατὰ τὴν ηλεκτρόλυσιν ὁ ηλεκτρισμὸς μεταφέρεται ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ηλεκτροδίου εἰς τὸ ἄλλο διὰ τῶν ἰόντων. Ἐκαστὸν ἰὸν μονοσθενοῦς μετάλλου, ἢ ὑδρογόνου, παραλαμβάνει εἰς τὴν καθόδον ἓν ηλεκτρόνιον. Ταυτοχρόνως, ἐπὶ τῆς ἀνόδου ἀποτίθεται ἓν ηλεκτρόνιον ὑπὸ τῆς ρίζης-ἰόντος τοῦ ηλεκτρολύτου. Ἐν ἄτομον δισθενοῦς μετάλλου ὡς ἰὸν, παραλαμβάνει εἰς τὴν καθόδον δύο ηλεκτρόνια, ἢ δὲ ρίζα, με τὴν ὁποίαν τοῦτο εἶναι ἠνωμένον, ἀποθέτει ὡς ἰὸν ἐπὶ τῆς ἀνόδου δύο ηλεκτρόνια κ.ο.κ.

Συνεπῶς, διὰ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ἀτόμων ἀπαιτεῖται διπλάσια ποσότης ηλεκτρονίων, ὅταν τὸ μέταλλον εἶναι δισθενές, τριπλάσια δὲ ὅταν τοῦτο εἶναι τρισθενές κ.ο.κ. Δοθεῖσα δὲ ποσότης ηλεκτρονίων, ἦτις ἐπὶ τῆς καθόδου θὰ κατανεμηθῇ εἰς  $\Lambda$  ἀριθμὸν ἀτόμων-ἰόντων μονοσθενοῦς μετάλλου, θὰ κατανεμηθῇ εἰς  $\frac{\Lambda}{2}$  ἀριθμὸν ἀτόμων δισθενοῦς μετάλλου, εἰς  $\frac{\Lambda}{3}$  ἀριθμὸν ἀτόμων τρισθενοῦς μετάλλου κ.ο.κ.

**81. Ηλεκτροχημικὸν ἰσοδύναμον στοιχείου.** Ὅστω καλεῖται ποσότης αὐτοῦ εἰς γραμμάρια, ἡ ὁποία λαμβάνεται κατὰ τὴν δίοδον ποσότητος φορτίου ἴσης με 1 Coulomb κατὰ τὴν ηλεκτρόλυσιν.

Τοῦτο εὐρίσκεται εὐκόλως, ἐὰν διακρίσωμεν τὸ γραμμοῖσοδύναμον τοῦ στοιχείου διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 96500, ὡς π.χ.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



## ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΙΣ

**83. Γενικά.** Ἡ Χημεία ἐν γένει ἀσχολεῖται μὲ τὴν μελέτην τῶν 92 στοιχείων καὶ τῶν μεταξὺ αὐτῶν ἐνώσεων. Αὕτη διαιρεῖται εἰς δύο κλάδους, ἦτοι α) τὴν Ἄνóργανον Χημείαν καὶ β) τὴν Ὀργανικὴν Χημείαν.

Ἡ Ἄνóργανος Χημεία ἐξετάζει τὰ 92 στοιχεῖα καὶ τὰς ἐνώσεις τῶν 91 στοιχείων, ὁ ἀριθμὸς τῶν ὁποίων ὑπερβαίνει τὰς 70000.

Ἡ Ὀργανικὴ Χημεία ἐξετάζει τὰς ἐνώσεις ἐνὸς μόνου στοιχείου, ἦτοι τοῦ ἄνθρακος, μὲ τὰ ὑπόλοιπα καὶ δὴ τὰς ἐνώσεις τοῦ ἄνθρακος, εἰς τὰς ὁποίας ὑπάρχει ὅπωςδὴποτε ὕδρογόνον ἠνωμένον ἀπ' εὐθείας μὲ ἄτομον ἄνθρακος. Αἱ ἐνώσεις αὐτῶν τοῦ ἄνθρακος καλοῦνται ὀργανικαὶ ἐνώσεις, ὁ ἀριθμὸς δὲ αὐτῶν ὑπερβαίνει τὰς 500000.

**84. Ταξινομήσις τῶν στοιχείων.** Πρὸς εὐκολωτέραν μελέτην τῶν 92 στοιχείων ἔχουν ταξινομηθῆ ταῦτα κατὰ συνθήκην εἰς δύο ὁμάδας, ἦτοι α) **Μεταλλοειδῆ** ἢ Ἄμετάλλα καὶ β) **Μέταλλα**.

Τὰ μεταλλοειδῆ ἢ ἀμέταλλα εἶναι ἄλλα ἐξ αὐτῶν ἀέρια (ὀξυγόνον, ὕδρογόνον, ἄζωτον), ἐν ἐξ αὐτῶν ὑγρὸν (τὸ βρώμιον), τὰ δὲ ὑπόλοιπα στερεὰ (ἄνθραξ, θεῖον κλπ.) Τὰ στερεὰ ἐξ αὐτῶν εἶναι εἴτε ἄμορφα (κοινὸς ἄνθραξ), εἴτε ἔχουν λάμψιν ὑαλώδη (θεῖον κρυσταλλικόν). Εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἤλεκτρισμοῦ καὶ τῆς θερμότητος, σφυροκοπούμενα δὲ κρυσταλλοῦνται.

Εἰς τὰς ἐνώσεις των τὰ ἀμέταλλα παρέχουν συνήθως ἰόντα μὲ ἀρνητικὸν φορτίον, δι' ὃ καὶ τὰ στοιχεῖα αὐτὰ χαρακτηρίζονται ὡς ἠλεκτραρνητικὰ.

Τὰ μέταλλα εἶναι ὅλα στερεὰ, πλὴν τοῦ ὑδραργύρου, ὅστις εἶναι ὑγρὸς. Πρόσφατος ἐπιφάνεια μετάλλου ἔχει ἰδιάζουσαν λάμψιν, ἣτις χαρακτηρίζεται ὡς λάμψις μεταλλικῆ. Ὅλα τὰ μέταλλα εἶναι καλοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἤλεκτρισμοῦ καὶ τῆς θερμότητος, σφυροκοπούμενα δὲ μετατρέπονται εἰς ἐλάσματα. Τὰ συνθέστερα ἐκ τῶν μετάλλων εἶναι: Ὁ σίδηρος, ὁ χαλκός, τὸ ἀργίλιον, ὁ μόλυβδος, ὁ κασσίτερος ὁ ἄργυρος, ὁ ὑδράργυρος, ὁ χρυσοῦς κλπ.

Εἰς τὰς ἐνώσεις των τὰ στοιχεῖα αὐτὰ παρέχουν ἰόντα φορτισμένα θετικῶς δι' ὃ καὶ τὰ μέταλλα χαρακτηρίζονται ὡς στοιχεῖα ἠλεκτροθετικὰ.

Ἀκριβεστέρα διάκρισις μεταξὺ ἀμετάλλων καὶ μετάλλων εἶναι ἡ ἐξῆς: Ἐνα, στοιχεῖον χαρακτηρίζεται ὡς ἀμέταλλον εἰς δοθεῖσαν χημικὴν ἔνωσιν αὐτοῦ, ὅταν εἰς τὴν ἔνωσιν του ταῦτην προσλαμβάνῃ ἠλεκτρόνια καὶ ὡς ἐκ τούτου παρέχῃ ἀνιόντα, ὡς π.χ.  $F^-$ ,  $(ClO_4)^-$ ,  $(SO_4)^{2-}$ ,  $(CrO_4)^{2-}$ ,  $(MnO_4)^-$  κ.ο.κ. Ὡτῶ τὰ στοιχεῖα Cr καὶ Mn εἰς τὰς ὡς ἄνω ἐνώσεις των παρουσιάζουν χαρακτῆρα ἀμετάλλου, καίτοι ταῦτα ἀνήκουν εἰς τὰ μέταλλα.

Ἐνα στοιχεῖον χαρακτηρίζεται ὡς μέταλλον εἰς δοθεῖσαν χημικὴν ἔνωσιν αὐτοῦ, ὅταν εἰς τὴν ἔνωσιν του ταῦτην προσφέρῃ ἠλεκτρόνια καὶ ὡς ἐκ τούτου παρέχῃ κατιόντα, ὡς π.χ.  $Na^+$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $(NH_4)^+$  κ.ο.κ.

Ἐνταῦθα τὸ N, τὸ ὁποῖον ἀνήκει εἰς τὰ ἀμέταλλα, εἰς τὴν ἔνωσιν του  $(NH_4)^+$  (ἀμμώνιον) παρουσιάζει χαρακτῆρα μετάλλου.

Ἐκ τῶν ἄνωτέρω προκύπτει, ὅτι σαφῆς διάκρισις μεταξὺ ἀμετάλλων καὶ μετάλλων δὲν ὑπάρχει. Παραδεχόμεθα ὅμως αὐτὴν διὰ λόγους οἰκονομίας σκέψεως.

**65. Ταξινομήσις τῶν συνθέτων σωμάτων.** Πρὸς εὐκολωτέραν μελέτην τῶν

συνθέτων σωμάτων ταξινομούνται ταῦτα εἰς διαφόρους ομάδας, εἰς ἐκάστην τῶν ὁποίων ὑπάρχονται ἐνώσεις μὲ κοινὰ γνωρίσματα.

Αἱ σπουδαιότεραι ἀπὸ τὰς ομάδας, εἰς τὰς ὁποίας ταξινομοῦνται αἱ ἐνώσεις τῆς Ἀνοργάνου Χημείας, ἦτοι τῶν 91 στοιχείων μεταξύ των, εἶναι αἱ ἐξῆς τέσσαρες, ἦτοι 1) τὰ **ὀξειδία**, 2) τὰ **ὀξέα**, 3) αἱ **βάσεις** καὶ 4) τὰ **ἅλατα**.

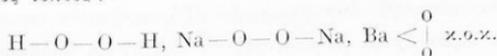
**86. Ὄξειδια. Ὄξειδιον** καλεῖται κάθε ἐνωσις τοῦ ὀξυγόνου μὲ ἐν ἄλλο ἐκ τῶν ὑπολοίπων στοιχείων. Μόνον μὲ τὰ ἀδρανῆ ἀέρια δὲν ἐνοῦται τὸ ὀξυγόνον καὶ ὡς ἐκ τούτου δὲν παρέχει ὀξειδία. Ἡ ὀνοματολογία τῶν ὀξειδίων γίνεται διὰ προτάξεως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων τοῦ ὀξυγόνου ποὺ περιέχονται εἰς τὸ μῦριον τοῦ ὀξειδίου. Ἀκολουθεῖ κατόπιν ἡ λέξις ὀξειδιον καὶ τέλος τὸ ὄνομα τοῦ στοιχείου. Οὕτω π.χ. ἔχομεν :

SO <sub>2</sub>	διοξειδιον τοῦ θείου
SO <sub>3</sub>	τριοξειδιον τοῦ θείου
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	πεντοξειδιον τοῦ ἀζώτου
CO	μονοξειδιον τοῦ ἄνθρακος
CO <sub>2</sub>	διοξειδιον τοῦ ἄνθρακος
Na <sub>2</sub> O	ὀξειδιον τοῦ νατρίου
K <sub>2</sub> O	ὀξειδιον τοῦ καλίου
CaO	ὀξειδιον τοῦ ἀσβεστίου. κ.ο.κ.

Ὅταν εἰς ἐν ὀξειδιον περιέχωνται ὀλιγώτερα ἄτομα ὀξυγόνου ἀπὸ ὅσα ἀπαιτεῖ τὸ σθένος τοῦ στοιχείου, τότε τὸ ὀξειδιον καλεῖται **ὑποξειδιον**, ὡς π.χ. N<sub>2</sub>O = ὑποξειδιον τοῦ ἀζώτου.

Ὅταν εἰς ἐν ὀξειδιον περιέχωνται περισσώτερα ἄτομα ὀξυγόνου, ἀπὸ ὅσα δικαιολογεῖ τὸ σθένος τοῦ στοιχείου, τότε τὸ ὀξειδιον χαρακτηρίζεται ὡς **ὑπεροξειδιον**, ὡς π.χ. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=ὑπεροξειδιον τοῦ ὕδρογόνου, Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=ὑπεροξειδιον τοῦ νατρίου, BaO<sub>2</sub>=ὑπεροξειδιον τοῦ βαρίου κ.ο.κ.

Εἰς τὰ ὑπεροξειδία τὰ πλεονάζοντα σθένη τῶν ἀτόμων τοῦ ὀξυγόνου καλύπτονται μεταξὺ των, ὡς π.χ. εἰς τοὺς τύπους :

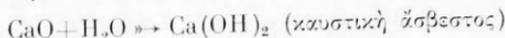


Τὰ ὀξειδία εἶναι εἴτε ἀέρια, εἴτε ὑγρά (SO<sub>3</sub>), εἴτε στερεὰ (CaO). Πολλὰ ἐξ αὐτῶν ἐνοῦνται χημικῶς μὲ τὸ ὕδωρ καὶ παρέχουν εἴτε ὀξέα εἴτε βάσεις. Οὕτω π.χ. :

Τὸ τριοξειδιον τοῦ θείου ἐνοῦται μὲ τὸ ὕδωρ καὶ παρέχει θεικὸν ὀξύ :



Τὸ ὀξειδιον τοῦ ἀσβεστίου ἐνοῦται μὲ τὸ ὕδωρ καὶ παρέχει τὴν βάση, ἣτις καλεῖται κωστική ἀσβεστος :



Τὰ ὀξειδία, τὰ ὁποῖα ἐνούμενα μὲ τὸ ὕδωρ παρέχουν ὀξέα, καλοῦνται ὀξεία ἢ καὶ ἀνυδρίται ὀξέων. Τὰ ὀξειδία, τὰ ὁποῖα ἐνούμενα μὲ τὸ ὕδωρ παρέχουν βάσεις, καλοῦνται βασικά, ἢ καὶ ἀνυδρίται βάσεων. Κατὰ κανόνα οἱ ἀνυδρίται ὀξέων εἶναι ὀξειδία ἀμετάλλων, οἱ δὲ ἀνυδρίται βάσεων εἶναι ὀξειδία μετάλλων.

Ἐπάρχει καὶ τρίτη κατηγορία ὀξειδίων, ὡς π.χ. τὰ CO, N<sub>2</sub>O κ.ἄ., τὰ ὅποια δὲν ἀντιδρῶν χημικῶς μὲ τὸ ὕδωρ. Ταῦτα χαρακτηρίζονται ὡς **οὐδέτερα** ὀξείδια.

## ΠΙΝΑΞ VIII

Ταξινόμησης τῶν κυριωτέρων ὀξειδίων βάσει τοῦ περιοδικοῦ συστήματος.

Βασικά				Ὄξινα		
Li <sub>2</sub> O	BeO	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>2</sub>	F <sub>2</sub> O
Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub> O
K <sub>2</sub> O	CaO	Ca <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	GeO <sub>2</sub>	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SeO <sub>2</sub>	Br <sub>2</sub> O
Rb <sub>2</sub> O	SrO	In <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SnO	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TeO <sub>2</sub>	I <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Cs <sub>2</sub> O	BaO	Tl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PoO <sub>2</sub>	

Ἀπὸ τὸν χημικὸν τύπον τοῦ ὀξειδίου ἐνὸς στοιχείου εὐρίσκομεν εὐκόλως τὸ σθένος τοῦ στοιχείου τούτου, λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν, ὅτι τὸ ὀξυγόνον εἶναι στοιχεῖον **δισθενές**. Ἐκ τοῦ τύπου Na<sub>2</sub>O π.χ. συνάγομεν ὅτι τὸ νάτριον εἶναι στοιχεῖον **μονοσθενές** κ.ο.κ.

**87. Ὄξεα.** Ὄξεα καλοῦνται ὕδρογονοῦχοι ἐνώσεις, τῶν ὁποίων τὰ ὕδατικά διαλύματα παρέχουν κατιὸν ὕδρογόνον (H<sup>+</sup>).

Τὰ ὀξέα διακρίνονται εἰς μὴ ὀξυγονοῦχα καὶ εἰς ὀξυγονοῦχα ὀξέα.

Τὰ **μὴ ὀξυγονοῦχα ὀξέα** ἔχουν μόριον, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ ὕδρογόνου ἡνωμένου μὲ ἓν ἄτομον ἐκ τῶν ἀμετάλλων στοιχείων F, Cl, Br, J, καὶ S, ἢ μὲ τὴν ρίζαν (—CN), ἢ ὅποια καλεῖται **κυάνιον**, ἤτοι :

HF	ὕδροφθορίον
HCl	ὕδροχλωρίον
HBr	ὕδροβρώμιον
HJ	ὕδροϊώδιον
H <sub>2</sub> S	ὕδρῶθειον
HCN	ὕδροκυάνιον

Τὰ ὀξέα αὐτά, ὅταν εἶναι τελείως ἄνυδρα, δὲν παρουσιάζουν τὰς χαρακτηριστικὰς ιδιότητες τοῦ ὀξέος. Ὄξέα γίνονται μόνον διὰ τῆς παρουσίας ὕδατος, ὅποτε τὸ ὄνομά των γίνεται διὰ προσθήκης τῆς καταλήξεως **-ικόν** καὶ τῆς λέξεως ὀξύ, ὡς π.χ. ὕδροφθορικὸν ὀξύ, ὕδροχλωρικὸν ὀξύ, κ.ο.κ.

Τὰ **ὀξυγονοῦχα ὀξέα** ἔχουν μόριον, εἰς τὸ ὁποῖον τὸ ὕδρογόνον εἶναι ἡνωμένον μὲ μίαν ἠλεκτραρνητικὴν ὀξυγονοῦχον ρίζαν, ὡς π.χ.

HNO <sub>3</sub>	νιτρικὸν ὀξύ
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	θεικὸν ὀξύ
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	ἀνθρακικὸν ὀξύ
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	φωσφορικὸν ὀξύ
	κ.ἄ.

Ὅταν τὸ ὀξυγόνον ἐνὸς ὀξυγονοῦχου ὀξέος εἶναι ὀλιγώτερον τοῦ κανονικοῦ, τότε τοῦτο χαρακτηρίζεται διὰ τῆς καταλήξεως **-ῶδες**, ὡς π.χ.

HNO <sub>2</sub>	νιτρῶδες ὀξύ
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	θειῶδες ὀξύ
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub>	φωσφορῶδες ὀξύ
	κ.ο.κ.



α) Παρουσίαχ μετάλλου αντικαθιστοῦν τὸ ὑδρογόνον αὐτῶν ὑπὸ τοῦ μετάλλου, τὸ ὁποῖον οὕτω διαλύεται ὑπὸ τῶν ὀξέων :



Τὸ ἐλευθερούμενον ὑδρογόνον τοῦ ὀξέος ἐνοῦται εἰς μόρια ( $\text{H}_2$ ) καὶ ἐξέρχεται ὑπὸ μορφὴν φυσαλίδων. Τὸ ἀπομένον σῶμα ( $\text{ZnSO}_4$ ) εἶναι ἐν ἄλλας καλούμενον **θεικὸς ψευδάργυρος**.

β) Ἐνοῦνται ἐπίσης μὲ τὰ μεταλλικὰ ὀξειδία, ὅποτε παράγεται ἄλλας καὶ ὕδωρ ἤτοι :



Ἐνταῦθα τὸ ἄλλας  $\text{NaCl}$  εἶναι τὸ κοινὸν ἄλλας τῆς μαγειρικῆς καλούμενον **χλωριούχον νάτριον**.

**88. Κατηγορία ὀξέων.** Τὰ ὀξέα χαρακτηρίζονται εἰς **μονοβασικά, διβασικά, τριβασικά, ἢ πολυβασικά**, ἐφ' ὅσον εἰς τὸ μέρος αὐτῶν περιέχουν 1, ἢ 2, ἢ 3... κ.λπ. ἄτομα ὑδρογόνου δυνάμενα νὰ ἀντικατασταθοῦν ὑπὸ μετάλλων. Π.χ.

Τὸ νιτρικὸν ὀξύ	$\text{HNO}_3$	εἶναι μονοβασικόν
Τὸ θεικὸν ὀξύ	$\text{H}_2\text{SO}_4$	» διβασικόν
Τὸ φωσφορικὸν ὀξύ	$\text{H}_3\text{PO}_4$	» τριβασικόν.

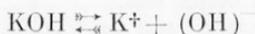
Ταῦτα χαρακτηρίζονται ἐπίσης καὶ ὡς **μονοπρωτικά, διπρωτικά, τριπρωτικά**, ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἰόντων ὑδρογόνου (πρωτονίων), τὰ ὁποῖα παρέχει τὸ μέρος ἐκάστου ἐξ αὐτῶν.

**89. Βάσεις :** Βάσεις καλοῦνται αἱ ἐνώσεις, τῶν ὁποίων τὰ ὕδατικά διαλύματα παρέχουν ἀνιὸν ὑδροξύλιον ( $\text{OH}^-$ ). Τὸ ὑδροξύλιον τῶν βάσεων εἶναι συνήθως ἠνωμένον πρὸς ἄτομον μετάλλου. Διὰ τοῦτο αἱ βάσεις καλοῦνται καὶ **ὑδροξείδια** τῶν ἀντιστοίχων μετάλλων. Ἐπειδὴ δὲ αἱ συνηθέστεραι ἐξ αὐτῶν ἔχουν γεῦσιν καυστικὴν, χαρακτηρίζονται ἀκόμη καὶ μὲ τὸν τίτλον «καυστικὸς». Οὕτω ἔχομεν :

$\text{NaOH}$	ὑδροξείδιον τοῦ νατρίου,	ἢ καυστικὸν νάτρον.
$\text{KOH}$	» » καλίου	ἢ » κάλι.
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	» » ἄσβεστίου,	ἢ καυστικὴ ἄσβεστος.
$\text{NH}_4\text{OH}$	» » ἀμμωνίου,	ἢ καυστικὸν ἀμμώνιον κ.ο.κ.

Ἡ τελευταία βάση, ἀντὶ μετάλλου, ἔχει εἰς τὸ μέρος τῆς τὴν ρίζαν  $-\text{NH}_4$  (ἀμμώνιον), ἥτις συμπεριφέρεται ὡς ἄτομον μονοσθενοῦς μετάλλου.

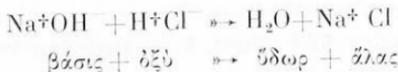
Εἰς τὰ ὕδατικά διαλύματα τῶν βάσεων μέρος τῶν μορίων αὐτῶν διασπᾶται εἰς κατιὸν ἄτομον μετάλλου καὶ ἀνιὸν ὑδροξύλιον :



Αἱ συνηθέστεραι ἐκ τῶν βάσεων εἶναι σώματα στερεὰ εὐδιάλυτα, ἢ δυσδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἔχουν γεῦσιν καυστικὴν ἢ σαπωνοειδῆ. Ἡ σπουδαιότερα ὅμως ἰδιότης αὐτῶν εἶναι, ὅτι τὸ ὑπὸ ἔγχους ὀξέος μεταβληθὲν εἰς ἐρυθρὸν ἠλιοτρόπιον ἐπαναφέρουν πάλιν εἰς κυανοῦν.

Εἰς τὰς βάσεις δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν, ὅτι τὸ ὑδροξύλιον αὐτῶν εἶναι εὐκίνητον καὶ τείνει νὰ ἐνωθῇ μὲ ὑδρογόνον ὀξέος πρὸς σχηματισμὸν ὕδατος. Οὕτω, ἐάν

ἀναμιζόμεν διαλύμα βάσεως με ἰσοδύναμον ποσότητα διαλύματος ὀξέος, ἦτοι ποσότητα καθ' ἣν εἰς κάθε ὕδροξύλιον βάσεως νὰ ἀντιστοιχῇ ἓνα κατιὸν ὕδρογόνου ὀξέος, τότε ἡ βάση ἐνοῦται ἐξ ὀλοκλήρου με τὸ ὀξύ. Κατὰ τὴν ἔνωσιν ταύτην βάσεως με ὀξύ ἀποβάλλεται ὕδωρ, προσερχόμενον ἐκ τῆς ἐνώσεως τοῦ ἀνιόντος ὕδροξύλιου τῆς βάσεως με τὸ κατιὸν ὕδρογόνου τοῦ ὀξέος. Συγχρόνως τὸ μέταλλον τῆς βάσεως εἰσέρχεται εἰς τὴν θέσιν τοῦ ὕδρογόνου τοῦ ὀξέος, παραγομένου προϊόντος, τὸ ὁποῖον εἶναι ἄλας, ἦτοι :



Ἐφ' ὅσον ἦτο πλήρης ἡ ἀντιστοιχία τῶν ποσοτήτων ὀξέος καὶ βάσεως, μετὰ τὴν ἔνωσιν αὐτῶν τὸ παραγόμενον προϊόν, ἦτοι τὸ ὕδατικὸν διάλυμα τοῦ ἄλατος, δὲν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ χρώματος τοῦ ἡλιοτροπίου. Διὰ τοῦτο λέγομεν, ὅτι κατὰ τὴν ἔνωσιν βάσεως με ἰσοδύναμον ποσότητα ὀξέος ἐπέρχεται ἀμοιβαία ἐξουδετέρωσις αὐτῶν.

Γενικῶς, τὰ μὲν ὀξέα δύνανται νὰ χαρακτηρισθοῦν ὡς ἐνώσεις, αἱ ὁποῖαι **τείνουν νὰ προσφέρουν πρωτόνιον** ( $\text{H}^+$ ), αἱ δὲ βάσεις ὡς ἐνώσεις αἱ ὁποῖαι **τείνουν νὰ προσλάβουν πρωτόνιον**.

Αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις, κατὰ τὰς ὁποίας γίνεται μεταβίβασις πρωτονίου, εἶναι γνωσταὶ ὡς **πρωτολυτικαὶ ἀντιδράσεις**.

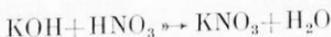
**90. Ἄλατα.** Ἄλατα εἶναι ἐνώσεις, εἰς τὸ μῦριον τῶν ὁποίων περιέχονται ἔν ἢ περισσότερα ἄτομα μετάλλου (ἢ ρίζα πού ἔχει θέσιν ἀτόμου μετάλλου) εἰς ἀντικατάστασιν ἰσοδυνάμου ποσότητος ὕδρογόνου ὀξέος.

Τὰ ἄλατα δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν, ὅτι προκύπτουν ὡς ἑξῆς :

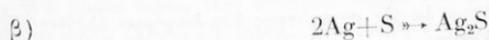
1) Δι' ἀντικαταστάσεως ὕδρογόνου ὀξέος ὑπὸ μετάλλου :



2) Διὰ συνενώσεως ὀξέος μετὰ βάσεως :



3) Δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως μετάλλου με ἀμέταλλον, ἐξ ἐκείνων τὰ ὁποῖα με ὕδρογόνον παρέχουν ὀξέα, ὡς τὸ  $\text{HCl}$ ,  $\text{HJ}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  κλπ. ἦτοι :



**91. Ὀνοματολογία ἀλάτων.** α) Τὰ ἄλατα, τὰ ὁποῖα προκύπτουν ἀπὸ ὀξέα περιέχοντα ὀξύγονον, λαμβάνουν τὸ ὄνομα ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ ὀξέος καὶ τοῦ μετάλλου, ἦτοι  $\text{ZnSO}_4$  = **θεικὸς ψευδάργυρος**,  $\text{KNO}_3$  = **νιτρικὸν κάλιον**,  $\text{CaCO}_3$  = **ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον κ.ο.κ.**

β) Τὰ ἄλατα, τὰ ὁποῖα προκύπτουν ἐκ τῆς ἐνώσεως μετάλλου με ἀμέταλλον (ἢ τὴν ρίζαν τοῦ κυανίου), λαμβάνουν τὸ ὄνομα διὰ προσθήκης τῆς κατάληξεως **-οὔχος** εἰς τὴν ρίζαν τοῦ ὀνόματος τοῦ ἀμετάλλου ἢ τοῦ κυανίου :

$\text{NaCl}$  = χλωριούχον νάτριον

$\text{KJ}$  = ιωδιούχον κάλιον

$\text{CaS}$  = θειούχον ασβέστιον

$\text{KCN}$  = κυανιούχον κάλιον κ.ο.κ.

Όταν ένα μέταλλον ἔχη δύο σθένη, τότε αἱ ἐνώσεις αὐτοῦ μετὰ τὸ μικρότερον σθένος χαρακτηρίζονται διὰ τῆς προτάξεως τῆς προθέσεως ὑπὸ πρὸ τοῦ ὀνόματος τῆς ἐνώσεως, ὡς π.χ.

$\text{FeCl}_3$  = χλωριούχος σίδηρος

$\text{FeCl}_2$  = ὑποχλωριούχος σίδηρος, ἢ καὶ χλωριούχος ὑποσίδηρος

$\text{CuS}$  = θειούχος χαλκός

$\text{Cu}_2\text{S}$  = ὑποθειούχος χαλκός, ἢ καὶ θειούχος ὑποχαλκός

$\text{HgCl}_2$  = χλωριούχος ὑδράργυρος

$\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  = ὑποχλωριούχος ὑδράργυρος, ἢ καὶ χλωριούχος ὑφιδράργυρος κ.ο.κ.

**92. Εἶδη ἀλάτων.** Τὰ ἅλατα διακρίνονται εἰς τὰ ἐξῆς εἶδη :

1) **Ἄλατα οὐδέτερα ἢ κανονικά.** Τοιαῦτα εἶναι τὰ πλεῖστα ἐκ τῶν ἀλάτων. Εἰς τὰ μόρια αὐτῶν ἔχει γίνεαι ἀντικατάστασις ὄλων τῶν ὑδρογόνων τοῦ ἀντιστοίχου ὀξέος ὑπὸ ἰσοδυνάμου μετάλλου. Οὐδέτερα ἅλατα π.χ. εἶναι :

$\text{NaCl}$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{PbS}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  κ.ο.κ.

2) **Ἄλατα ὀξίνα.** Ταῦτα προκύπτουν, ὅταν εἰς μόριον πολυδυνάμου ὀξέος γίνῃ μερικὴ μόνον ἀντικατάστασις τῶν ὑδρογόνων ὑπὸ μετάλλου :

$\text{KHSO}_4$  = ὀξίνον θεικὸν κάλιον.

$\text{NaHCO}_3$  = ὀξίνον ἀνθρακικὸν νάτριον.

$\text{CaHPO}_4$  = ὀξίνον φωσφορικὸν ασβέστιον κ.ο.κ.

3) **Ἄλατα βασικά.** Ταῦτα παράγονται, ὅταν εἰς βάσιν περιέχουσαν δύο ἢ καὶ περισσώτερα ὑδροξύλια ἐξουδετερωθῇ μέρος μόνον αὐτῶν ὑπὸ ἰσοδυνάμου ὀξέος :

$\text{Ca}(\text{OH})\text{NO}_3$  βασικὸν νιτρικὸν ασβέστιον

$\text{Al}(\text{OH})\text{SO}_4$  = » θεικὸν ἀργίλιον κ.ο.κ.

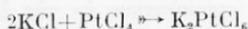
4) **Διπλᾶ ἅλατα.** Ἐὰν ἀναμιχθῶμεν κκορεσμένα διαλύματα δύο διαφόρων ἀλάτων, καταπίπτουν συνήθως κρύσταλλοι, οἱ ὅποιοι ἀποτελοῦνται καὶ ἀπὸ τὰ δύο ἴσου ἅλατα ἡνωμένα ὑπὸ ὀρισμένην ἀναλογίαν, ὡς π.χ. οἱ κρύσταλλοι τοῦ **καρναλίτου** :



Τοιαῦτα ἅλατα, τὰ ὅποια προκύπτουν ἐκ τῆς συνενώσεως δύο διαφόρων ἀλάτων ὑπὸ ὀρισμένην ἀναλογίαν, καλοῦνται, **διπλᾶ ἅλατα**.

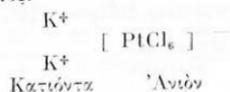
Εἰς τὰ ὕδατικά διαλύματα τῶν διπλῶν ἀλάτων ἕκαστον συστατικὸν ἅλας διατηρεῖ ἐνίοτε τὰς ἰδιαιτέρας αὐτοῦ ἰδιότητας ἀμεταβλήτους.

5) **Σύμπλοκα ἅλατα.** Συνηθέστερον ὅμως τὸ διπλοῦν ἅλας ἐμφανίζει νέας ἰδιότητας, αἱ ὅποια διαφέρουν ἀπὸ τὰς ἰδιότητας ἐνὸς ἐκάστου ἐκ τῶν συστατικῶν τοῦ ἀλάτων. Οὕτω π.χ. τὸ ἅλας  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$ , τοῦ προκύπτει κατὰ τὴν ἐξίσωσιν :



ἔχει διαφόρους ἰδιότητας ἀπὸ ἐκείνας τῶν ἀπλῶν ἀλάτων, ἐκ τῶν ὁποίων προέκυψε. Τὰ τοιαῦτα ἅλατα καλοῦνται εἰδικότερον **σύμπλοκα ἅλατα**. Ὁ σχηματισμὸς αὐτῶν ἐξηγεῖται διὰ τῆς δη-

μωρφίας συμπλόκου ιόντος εκ τῆς συνενώσεως τοῦ ἀτόμου τοῦ πολυθενοῦς μετάλλου με ὀρισμέ-  
νον ἀριθμὸν ἰόντων τοῦ διαλύματος.



Ἡ ἔνωσις αὕτη ἐπιτυγχάνεται διὰ δυνάμεων δεσμικότητος (50,3) καὶ οὐχὶ δι' αἰξίσεως τοῦ  
σθένους τοῦ μετάλλου.

93. "Αλλαι ἐνώσεις. Εἰς τὴν Ἀνόργανον χημείαν ὑπάρχει καὶ μικρὸς ἀριθμὸς χημικῶν ἐνώ-  
σεων, αἱ ὧποια εἰς ὀδερμικὸν ἐκ τῶν ἀνωτέρω ὁμάδων δύνανται νὰ ὑπαχθῶν. Αἱ σπουδαιότεραι  
ἐξ αὐτῶν εἶναι :

$\text{NH}_3$	ἀμμωνία	$\text{CaOCl}_2$	χλωράσβεστος
$\text{PH}_3$	φωσφίνη	$\text{CaCN}_2$	ἀσβεστοκυαναμίδιον
$\text{AsH}_3$	ἀρσίνη	$\text{CaS}_2$	διθειάνθραξ
$\text{SbH}_3$	ἀντιμονίνη		κ.ἄ.

94. «Δύναμις» ὀξέος ἢ βάσεως. Ὑπὸ τὸν ὄρον «δύναμις» ὀξέος ἐννοοῦ-  
μεν τὸ γνῶρισμα αὐτοῦ, κατὰ τὸ ὅποιον τοῦτο χαρακτηρίζεται ὡς ἰσχυρὸν ἢ ἀσθε-  
νές. Τοῦτο ἰσχύει καὶ διὰ τὰς βάσεις.

Τὰ ὀξέα π.χ. νιτρικὸν ( $\text{HNO}_3$ ), ὕδροχλωρικὸν ( $\text{HCl}$ ) καὶ θεικὸν ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )  
εἶναι ἰσχυρότατα, ἐνῶ τὰ ὀξέα : ἀνθρακικὸν ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), βορικὸν ( $\text{HBO}_2$ ) κ.ἄ.  
εἶναι πολὺ ἀσθενῆ.

Ὅμοιως αἱ βάσεις : καυστικὸν κάλι ( $\text{KOH}$ ) καὶ καυστικὸν νάτρον ( $\text{NaOH}$ )  
εἶναι ἰσχυρόταται, ἐνῶ ἡ βάση : καυστικὸν ἀμμώνιον ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) εἶναι ἀσθενῆς  
βάσις.

Ἔστω, ὅτι παρασκευάζομεν ὕδατικά διαλύματα διαφόρων ὀξέων καὶ βάσεων  
ἔχοντα τὴν αὐτὴν συγκέντρωσιν. Πρὸς τοῦτο διαλύομεν π.χ. ἀνά ἓν γραμμομόριον  
ὀξέος ἢ βάσεως εἰς τόσον ὕδωρ, ὥστε ὁ ὄγκος ἐκάστου διαλύματος νὰ γίνῃ ἓνα λί-  
τρον.

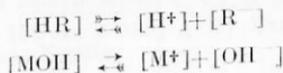
Ἐὰν ὑποβάλομεν τὰ διαλύματα ταῦτα εἰς ἠλεκτρόλυσιν, παρατηροῦμεν ὅτι  
τὰ διαλύματα τῶν ἰσχυρῶν ὀξέων καὶ τῶν ἰσχυρῶν βάσεων εἶναι πολὺ καλοὶ ἀγω-  
γοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐνῶ τὰ διαλύματα τῶν ἀσθενῶν ὀξέων καὶ τῶν ἀσθενῶν βά-  
σεων παρουσιάζουν σοβαρὰν ἀντίστασιν εἰς τὴν διόδον τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τοῦτο ἐξη-  
γεῖται ἂν παραδεχθῶμεν, ὅτι εἰς τὰ ὕδατικά διαλύματα τὰ μὲν μόρια τῶν ἰσχυρῶν  
ὀξέων καὶ βάσεων διίστανται κατὰ μεγάλο ποσοστὸν εἰς ἰόντα. Διότι, ἐντὸς τῶν δια-  
λυμάτων, οἱ φορεῖς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ πρὸς τὰ ἠλεκτρόδια εἶναι τὰ ἰόντα.

Τὰ μόρια ὅμως τῶν ἀσθενῶν ὀξέων καὶ βάσεων εἰς τὰ διαλύματα αὐτῶν διί-  
στανται πολὺ ὀλίγον εἰς ἰόντα. Διὰ τοῦτο ἡ διόδος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μέ-  
σου αὐτῶν δυσχεραίνεται.

Ἔστω HR τὸ μόριον ὀξέος καὶ [HR] ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμμομορίων αὐτοῦ, τὰ ὅποια περιέ-  
χονται εἰς 1000 gr βάρους ὕδατικοῦ διαλύματος τοῦ ὀξέος (μοριακὴ συγκέντρωσις).

Ἐπίσης MOH τὸ μόριον βάσεως καὶ [MOH] ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμμομορίων αὐτῆς, τὰ ὅποια  
περιέχονται εἰς 1000 gr βάρους ὕδατικοῦ διαλύματος τῆς βάσεως.

Ἡ διάστασις τῶν μορίων αὐτῶν εἰς ἰόντα ἐντὸς τοῦ ὕδατικοῦ διαλύματος παριστᾶται ὡς  
ἔξης :



$$\text{Ό λόγος} \quad K_{\alpha} = \frac{[\text{H}^+]. [\text{R}^-]}{[\text{HR}]}$$

καλεΐται **σταθερά** ηλεκτρολυτικής διαστάσεως δοθέντος *έξέτος*.

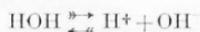
$$\text{Ό δέ λόγος:} \quad K_{\beta} = \frac{[\text{M}^+]. [\text{OH}^-]}{[\text{MOH}]}$$

καλεΐται **σταθερά** ηλεκτρολυτικής διαστάσεως δοθείσης βάσεως.

Αί άνωτέρω σχέσεις είναι γνωσται και ώς **Νόμος τής δράσεως τών μαζών**.

Ή τιμή τής σταθεράς ηλεκτρολυτικής διαστάσεως διά τά ίσχυρά *έξέα* και τās ίσχυράς βάσεις είναι μεγάλη, ενϋ διά τά άσθενή *έξέα* και τās άσθενείς βάσεις αυτή είναι πολύ μικρά, ώς π.χ.  $7,3 \cdot 10^{-10}$  διά τό βορικόν *έξέ*,  $1,8 \cdot 10^{-5}$  διά τό καυστικόν άμμώνιον κ.ο.κ.

**95. Συγκέντρωσις ιόντων ύδρογόνου, PH (πέ χά).** Εύρέθη ότι και τά μόρια τού ύδατος, τó όποιον είναι σώμα ουδέτερον, διάστανται κατ' *έλάχιστον* ποσοστόν εις ίοντα  $\text{H}^+$  και  $\text{OH}^-$ , ήτοι:



Ή σταθερά διαστάσεως όμως  $K_{\alpha}$  διά τó καθαρόν ύδωρ έχει πολύ μικράν τιμήν, ήτοι:

$$K_{\alpha} = \frac{[\text{H}^+]. [\text{OH}^-]}{[\text{HOH}]} = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

Και επειδή ή μοριακή συγκέντρωσις  $[\text{HOH}]$  διά τó ύδωρ είναι  $1000:18 = 55,5$  έπεται ότι διά τó ύδωρ:

$$[\text{H}^+]. [\text{OH}^-] = 55,5 \cdot 1,8 \cdot 10^{-16} = 10^{-14},$$

$$\text{έξ οϋ} \quad [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \text{ γραμμομόρια/λίτρον}$$

Διότι τó ύδωρ είναι ουδέτερον σώμα και εις αυτό ό αριθμός τών ιόντων ύδρογόνου είναι ίσος με τόν αριθμόν τών ιόντων ύδροξυλίου.

Ότω π.χ. εις τούς 10 τόνους ύδατος μόνον τó 1 gr αυτού εύρίσκεται εν διαστάσει εις ίοντα  $[\text{H}^+]$  και  $[\text{OH}^-]$

Έάν εις τó ύδωρ διαλύσωμεν βάση, τότε μέρος τών ιόντων ύδρογόνου τού ύδατος *έξουδετερωται* από ίσον αριθμόν ιόντων τού ύδροξυλίου τής βάσεως, σχηματιζόμενον άδιασπάτων μορίων ύδατος.

Έφ' όσον λοιπόν ή συγκέντρωσις τών ιόντων ύδρογόνου εις τó καθαρόν ύδωρ χαρακτηρίζεται διά τού αριθμού  $10^{-7}$ , έπεται ότι εις κάθε διάλυμα ηλεκτρολύτου (*έξέτος* ή βάσεως ή άλλτος) ή συγκέντρωσις τών ιόντων ύδρογόνου θά *έχη* τιμήν μεγαλυτέραν, ή ίσην, ή μικροτέραν τού  $10^{-7}$ , *ανάλόγως* τής φύσεως τού εν διαλύσει σώματος.

Όθεν, ένα διάλυμα χαρακτηρίζεται ώς *έξέ*, όταν ή συγκέντρωσις του εις ίοντα ύδρογόνου είναι  $> 10^{-7}$ . Τουναντίον, ένα διάλυμα χαρακτηρίζεται ώς βάση, όταν ή συγκέντρωσις του εις ίοντα ύδρογόνου είναι  $< 10^{-7}$ .

Έν τή πράξει *έπεκράτησε* να *έκφράζεται* ή συγκέντρωσις τών ιόντων ύδρογόνου ενός διαλύματος διά τού **δεκαδικού λογοριθμού** τού **αντιστρόφου** τής τιμής τού  $[\text{H}^+]$ , ήτοι διά τού λογαριθμού τής τιμής τού  $[\text{H}^+]$  με αντίθετον σημείον. Τοϋτο παριστάται συμβολικώς διά τού PH, ήτοι:

$$\text{PH} = \log_{10} \frac{1}{[\text{H}^+]} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

Διά τó ύδωρ π.χ. *έχομεν*:  $\log_{10} [\text{H}^+] = -7$ ,

$$\text{έξ οϋ} \quad \text{PH} (\text{ύδατος}) = 7$$

Ύπό τās άνωτέρω προϋποθέσεις, ή ουδετερότης ενός διαλύματος χαρακτηρίζεται διά  $\text{PH}=7$ .

Έάν:  $7 > \text{PH} > 0$ , τότε  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$  και τó διάλυμα είναι *έξέον*.

Έάν:  $7 < \text{PH} < 14$ , τότε  $[\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$  και τó διάλυμα είναι βασικόν.

Άναλυτικότερον, ή σχέση μεταξύ  $[\text{H}^+]$ ,  $[\text{OH}^-]$  και PH *έμφαίνεται* εις τόν κατωτέρω πίνακα:

## ΠΙΝΑΞ ΙΧ

[OH <sup>-</sup> ]	10 <sup>-14</sup>	10 <sup>-13</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-8</sup>	<b>10<sup>-7</sup></b>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>0</sup>
[H <sup>+</sup> ]	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	<b>10<sup>-7</sup></b>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-13</sup>	10 <sup>-14</sup>
PH	0	1	2	3	4	5	6	<b>7</b>	8	9	10	11	12	13	14

Τὸ PH ἐκφράζει τὴν πραγματικὴν ὀξύτητα ἐνὸς διαλύματος, ἢ ὅποια καλεῖται καὶ **ἐνεργὸς ὀξύτης**. Διότι αὕτη εἶναι ἀποτέλεσμα τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἰόντων [H<sup>+</sup>] τοῦ διαλύματος καὶ οὐχὶ τοῦ βαθμοῦ συγκέντρωσως τῶν μορίων τοῦ ὀξέος ἐντὸς τοῦ διαλύματος αὐτοῦ.

Ἡ γνώσις τοῦ PH τῶν διαφόρων διαλυμάτων ἔχει μεγάλην πρακτικὴν σημασίαν. Οὕτω π.χ. τὰ φαινόμενα τῶν ζυμώσεων, αἱ φυσιολογικαὶ λειτουργίαι κ.ἄ. συνδέονται μὲ ὀρισμένον PH. Διὰ τοῦτο ἔχουν ἐπινοηθῆ πολλαὶ μέθοδοι μετρήσεως τοῦ PH αἱ ὅποια εἶναι ἀπλάι καὶ στηρίζονται εἴτε εἰς χρωματομετρικὰς παρατηρήσεις, εἴτε εἰς τὴν ἠλεκτρολύσιν.

**96. Κανονικὰ διαλύματα.** Ἐνα διάλυμα ἠλεκτρολύτου χαρακτηρίζεται ὡς κανονικὸν (σύμβολον N), ὅταν ἐντὸς 1 λίτρου αὐτοῦ περιέχεται 1 γραμμοισοδύναμον ἠλεκτρολύτου. Οὔτω π.χ. κανονικὸν (N) διάλυμα H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> εἶναι ἐκεῖνο, τὸ ὅποσον εἰς 1 λίτρον αὐτοῦ περιέχει 49 gr θετικῶν ὀξέος. Ἐπίσης, N διάλυμα τῆς βάσεως NaOH περιέχει 40 gr NaOH διαλελυμένα ἐντὸς ἐνὸς λίτρου αὐτοῦ κ.ο.κ.

**Δεκατοκανονικὸν (0,1N) διάλυμα** ἠλεκτρολύτου καλεῖται τὸ διάλυμα, τὸ ὅποσον περιέχει 0,1 τοῦ γραμμοισοδύναμου αὐτοῦ εἰς κάθε λίτρον διαλύματος.

Ἀναλόγως ἔχουμεν καὶ διαλύματα 0,2N, 0,5N κ.ο.κ.

Εὐνόητον εἶναι, ὅτι, ἐὰν ἀναμίξωμεν ἴσους ὄγκους N ὀξέος καὶ N βάσεως, θὰ ἐπέλθῃ πλήρης ἀμοιβαία ἐξουδετέρωσις αὐτῶν καὶ θὰ παραχθῇ ἄλας οὐδέτερον.

Εἰς τὰ ἐργαστήρια οἱ χρησιμοποιούμενοι κατὰ τὰς ἀντιδράσεις ἠλεκτρολύται λαμβάνονται ὑπὸ μορφῆν N, ἢ 0,1N κ.λ.π. διαλυμάτων. Τοιοῦτρόπως, ἐκ τοῦ ἐκάστοτε χρησιμοποιουμένου ὄγκου ἐνὸς τοιοῦτου διαλύματος γνωρίζομεν τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρολύτου ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

**97. Ὑδρόλυσις.** Εἶδομεν, ὅτι δι' ἐπιδράσεως ὀξέος (HR) ἐπὶ ἰσοδύναμου ποσότητος βάσεως (MOH) ἐπέρχεται ἀμοιβαία ἐξουδετέρωσις αὐτῶν, καθ' ἣν σχηματίζεται μῆριον ἄλατος (MR) καὶ μῆριον ὕδατος (HOH) προερχόμενον ἐκ τῆς ἐνώσεως τοῦ ἰόντος (OH<sup>-</sup>) τῆς βάσεως μὲ τὸν ἰὸν H<sup>+</sup> τοῦ ὀξέος :



Ἐὰν ὅμως ἐξετασθῇ λεπτομερέστερον τὸ διάλυμα τοῦ ἄλατος ποῦ προκύπτει ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἀντιδράσεως, εὐρίσκεται ὅτι εἰς αὐτὸ ὑπάρχουν ἀκόμη μόρια τῆς βάσεως, MOH, ὡς καὶ μόρια τοῦ ὀξέος HR. Ἡ ἀντίδρασις δηλ. αὕτη δὲν βγαίνει ἐξ ὁλοκλήρου πρὸς τὸ ἄλας καὶ τὸ ὔδωρ, ἀλλὰ καὶ ἀντιστρόφως. Διὰ τοῦτο χαρακτηρίζεται αὕτη ὡς **ἀμφίδρομος** (56) καὶ παριστᾶται δι' ἀντιστρώφου βελῶν :



Ἐκ τούτων προκύπτει ὅτι κατὰ τὴν διάλυσιν ἐνὸς ἄλατος εἰς τὸ ὔδωρ μέρος τῶν μορίων τοῦ ἄλατος τούτου διασπᾶται δι' ἐπιδράσεως τοῦ ὕδατος καὶ σχηματίζονται οὔτω μόρια ὀξέος καὶ μόρια βάσεως :



Στ. Δ. Σερμπέτη : Ἀνόργανος Χημεία

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

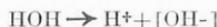
‘Η δι’ επίδράσεως ύδατος διάσπασις τοῦ μορίου ἐνός ἄλατος καλεῖται ὑδρόλυσις. Ἡ ὑδρόλυσις ἔχει μεγάλην σημασίαν τόσοσ πρακτικῆν, ὅσον καὶ θεωρητικῆν.

Αἱ ἀντιδράσεις κατὰ τὴν ὑδρόλυσιν γίνονται μεταξύ τῶν ἰόντων :

Οὕτω, μέρος τοῦ ἐν διαλύσει ἄλατος διίσταται εἰς ἰόντα.



Ἐξ ἄλλου, μέρος τῶν μορίων τοῦ ὕδατος διίστανται, ὡς εἶδομεν, εἰς ἰόντα :



Καθὼς τὰ ἰόντα ταῦτα εὐρίσκονται ἐν τῷ διαλύματι εἰς διακριθὴ κίνησιν, ἰόντα  $M^+$  τοῦ μετάλλου τῆς βάσεως συναντῶνται με ἰόντα  $[OH^-]$  σχηματιζομένω μορίων βάσεως, ἐνῶ ἰόντα  $H^+$  συναντῶνται με ἰόντα  $R^-$  τῆς ὀξυρρίζης σχηματιζομένω μορίων ὀξέων.

Ἀναλόγως τῆς «δυναμείως» τῶν οὕτω σχηματιζομένων μορίων ὀξέος καὶ βάσεως κατὰ τὴν ὑδρόλυσιν διακρίνομεν τὰς ἐξῆς περιπτώσεις :

1) **Τόσον τὸ ὀξύ, ὅσον καὶ ἡ βάσις εἶναι ἀμφότερα ἰσχυρά.** Τότε εἰς τὸ διάλυμα τὰ μόρια αὐτῶν διίστανται ἐξ ὀλοκλήρου εἰς ἰόντα, τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ εἰς τὰ μόρια τοῦ ἄλατος.

Λόγω τοῦ ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν ἰόντων  $H^+$  εἰς τὸ διάλυμα εἶναι ἴσος με τὸν ἀριθμὸν τῶν ἰόντων  $OH^-$ , ἀπὸ πρακτικῆς ἀπόψεως δὲν ἔχομεν ἀποτελέσματα καὶ τὸ διάλυμα ἐμφανίζεται ὡς οὐδέτερον.

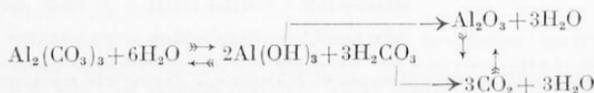
2) **Ἰσχυρὸν ὀξύ καὶ ἀσθενῆς βάσις ἢ ἀντιστρόφως.** α) Εἰς τὴν περίπτωσιν ἰσχυροῦ ὀξέος καὶ ἀσθενούς βάσεως, τὰ μὲν μόρια τοῦ σχηματιζομένου ὀξέος διίστανται ἐξ ὀλοκλήρου εἰς ἰόντα, τὰ δὲ μόρια τῆς σχηματιζομένης βάσεως διίστανται πολὺ ὀλίγον. Συνεπῶς, εἰς τὸ διάλυμα πλεονάζουσι ἰόντα  $H^+$  καὶ ἡ ἀντίδρασις τοῦ διαλύματος τούτου εἶναι **ὀξινος**. Πράγματι, τὸ ὕδατικὸν διάλυμα τοῦ ἄλατος  $NH_4Cl$  παρουσιάζει ὀξινὴν ἀντίδρασιν καὶ ἐρυθραίνει τὸ βάμμα τοῦ ἡλιотροπίου, διότι τὸ σχηματιζόμενον κατὰ τὴν ὑδρόλυσιν  $HCl$  εἶναι ὀξὺ πολὺ ἰσχυρότερον ἐναντι τῆς βάσεως  $NH_4OH$  :



β) Εἰς τὴν περίπτωσιν ἀσθενούς ὀξέος καὶ ἰσχυρῆς βάσεως, τὰ μὲν μόρια τοῦ ὀξέος διίστανται πολὺ ὀλίγον, ἐνῶ τὰ μόρια τῆς βάσεως διίστανται σχεδὸν ἐξ ὀλοκλήρου εἰς ἰόντα. Συνεπῶς, εἰς τὸ διάλυμα πλεονάζουσι ἰόντα  $[OH^-]$  καὶ ἡ ἀντίδρασις αὐτοῦ εἶναι **βασική**. Πράγματι, τὸ ὕδατικὸν διάλυμα τοῦ ἄλατος  $KCN$  παρουσιάζει βασικὴν ἀντίδρασιν, διότι τὸ σχηματιζόμενον κατὰ τὴν ὑδρόλυσιν ὀξὺ  $HCN$  εἶναι πολὺ ἀσθενές, ἐνῶ ἡ σχηματιζομένη βάσις  $KOH$  εἶναι ἰσχυρά :



3) **Τόσον τὸ ὀξύ, ὅσον καὶ ἡ βάσις εἶναι ἀσθενῆ :** Τὸ διάλυμα θὰ εἶναι πρακτικῶς οὐδέτερον, ἀλλὰ τὸ ἄλας κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον θὰ ἀποσυντεθῇ. Διότι τὰ κατὰ τὴν ὑδρόλυσιν σχηματιζόμενα ἀσθενῆ ὀξὺ καὶ ἀσθενῆς βάσις μεταπίπτουσι συνήθως διὰ περαιτέρω ἀντιδράσεων εἰς τοὺς ἀνυδρίτας αὐτῶν :



## Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

49. Ὑδατικὸν διάλυμα ὀξέος περιέχει 1 mol θεικοῦ ὀξέος ( $H_2SO_4$ ) κατὰ λίτρον. Ζητεῖται πόσον θεικὸν ὀξὺ περιέχεται εἰς 25  $cm^3$  τοῦ διαλύματος τούτου.

50. Διαβιβάζομεν 10 l ἀερίου  $HCl$  διὰ διαλύματος βάσεως  $NaOH$ . Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ παραχθρομένου ἄλατος  $NaCl$ .

51. Ὑδατικὸν διάλυμα μονοξείου περιέχει 1 mol ὀξέος κατὰ λίτρον. Ζητεῖται πόσα  $cm^3$  τοῦ διαλύματος αὐτοῦ ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν πλήρη ἐξωδτερώσιν 25  $cm^3$  διαλύματος  $KOH$  περιέχοντος 14 gr  $KOH$  κατὰ λίτρον.

52. Διοχετεύεται αέριον  $\text{CO}_2$  δια διάλυματος βάσεως  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , ὅτε καταπίπτει αδιάλυτον ἄλας  $\text{CaCO}_3$  βάρους 25 gr. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ διαβιβασθέντος αερίου.

53. Ὑδατικὸν διάλυμα διοξείος περιέχει ἓνα mol αὐτοῦ κατὰ λίτρον. Ζητεῖται πόσον βάρος καθαροῦ  $\text{NaOH}$  ἀπαιτεῖται διὰ τὴν πλήρη ἐξουδετέρωσιν 25  $\text{cm}^3$  τοῦ διαλύματος αὐτοῦ.

54. Νὰ εὑρεθοῦν τὰ γρομομοσδύναμα τῶν ἐξῆς ἠλεκτρολυτῶν :



55. Πόσα gr  $\text{NaOH}$  ἀπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν N διαλύματος 250  $\text{cm}^3$ ;

56. Πόσα gr  $\text{H}_2\text{SO}_4$  περιέχονται εἰς 400  $\text{cm}^3$  0,1N διαλύματος αὐτοῦ;

57. Πόσα  $\text{cm}^3$  0,1KOH ἀπαιτοῦνται πρὸς ἐξουδετέρωσιν 3,5 N διαλύματος  $\text{HNO}_3$ ;

58. Πόσα  $\text{cm}^3$  0,1N διαλύματος  $\text{NaOH}$  ἀπαιτοῦνται πρὸς ἐξουδετέρωσιν 10 gr διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$  περιεκτικότητος 10 %;

59. Διαλύομεν 8 gr  $\text{NaOH}$  εἰς ὀλίγον ὕδωρ καὶ ἀραιοῦμεν τὸ διάλυμα μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος αὐτοῦ γίνῃ 100  $\text{cm}^3$ . Ζητεῖται ἡ κανονικότης τοῦ ληφθέντος διαλύματος.

60. Πρὸς ἐξουδετέρωσιν 5  $\text{cm}^3$  διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ἐχρησιμοποίησαν 20  $\text{cm}^3$  0,1N διαλύματος  $\text{NaOH}$ . Ζητεῖται ἡ ἐπὶ τοῖς 100 περιεκτικότης τοῦ διαλύματος τοῦ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

61. Ἀναμιγνύομεν 50  $\text{cm}^3$  0,2N διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 20  $\text{cm}^3$  0,5N διαλύματος  $\text{HCl}$  καὶ 100  $\text{cm}^3$  0,1N διαλύματος  $\text{KOH}$ . Ζητεῖται ὁ ὄγκος 0,5N διαλύματος  $\text{KOH}$ , ὁ ὅποσος ἀπαιτεῖται πρὸς ἐξουδετέρωσιν τοῦ μίγματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ X

### ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΒΑΡΩΝ

#### I. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΜΟΡΙΑΚΩΝ ΒΑΡΩΝ

98. Γενικά. Ὁ προσδιορισμὸς τῶν μοριακῶν βαρῶν τῶν διαφόρων οὐσιῶν στηρίζεται εἰς φυσικὰς μεθόδους. Καὶ ὅταν μὲν ἡ οὐσία εἶναι αέριον σῶμα ἢ δύναται νὰ ἐξατμισθῇ, ὁ προσδιορισμὸς τοῦ μοριακοῦ βάρους αὐτῆς στηρίζεται εἰς τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Avogadro καὶ εἰς τοὺς νόμους τῶν αερίων. Ὅταν δὲ ἡ οὐσία εἶναι σπέρμα ἢ ὑγρὰ καὶ δὲν δύναται νὰ ἐξατμισθῇ ἄνευ ἀποσυνθέσεως, τότε ὁ προσδιορισμὸς τοῦ μοριακοῦ βάρους αὐτῆς γίνεται διὰ διαλύσεώς της εἰς ἓνα διαλυτικὸν ὑγρὸν καὶ προσδιορισμοῦ καθότιν εἴτε τῆς πτώσεως τοῦ σημείου πήξεως τοῦ διαλύματος, εἴτε τῆς ὠσμωτικῆς πίεσεως αὐτοῦ. Προκειμένου περὶ κρυσταλλικῆς οὐσίας χρησιμοποιοῦνται πρὸς τοῦτο καὶ αἱ ἀκτῆνες X.

Κατωτέρω ἀναφέρομεν συνοπτικῶς τὰς συνθέστερον χρησιμοποιουμένας μεθόδους :

#### A. Προσδιορισμὸς μοριακῶν βαρῶν αερίων

99. Ἐκ τῆς σχετικῆς πυκνότητος τῆς οὐσίας ὡς πρὸς τὸν ἀέρα. Ἡ σχετικὴ πυκνότης εἰς αερίου οὐσίας ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εὑρίσκεται διὰ ζυγίσσεως ἀκριβεῖας ἕσων ὄγκων τῆς οὐσίας καὶ ἀέρος ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας. Χρησιμοποιοῦμεν τότε τὴν γνωστὴν σχέσιν :

$$\epsilon = \frac{M}{29} \quad \epsilon \epsilon \quad \eta \epsilon \quad \boxed{M = \epsilon \cdot 29}$$

Παράδειγμα : Ἐστω, ὅτι ἡ σχετικὴ πυκνότης εἰς τοῦ στοιχείου χλωρίου εὑρέθη ἴση μὲ 2,445. Ἄρα τὸ μοριακὸν βάρος τοῦ χλωρίου εἶναι :

$$M = \epsilon \cdot 29 = 2,445 \cdot 29 = 70,92$$

Ἐκ τούτου συνάγεται, ὅτι τὸ χλώριον εἶναι στοιχεῖον διατομικὸν καὶ τὸ μόριόν του ἔχει τὸν τύπον  $\text{Cl}_2$ .

**100.** Έκ τῆς εὐρέσεως τοῦ ἀκριβοῦς βάρους τοῦ μοριακοῦ ὄγκου αὐτοῦ. Γνωρίζομεν (40, α), ὅτι ὁ μοριακὸς ὄγκος (22,4 λίτρα), πικνὸς ἀερίου ἢ ἀτμοῦ, λαμβανομένου ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, ζυγίζει τόσα γραμμάρια, ὅσον εἶναι τὸ μοριακὸν βᾶρος τῆς οὐσίας. Συνεπῶς, ἐὰν μετρήσωμεν μὲ ἀκρίβειαν τὸ βᾶρος  $d$  ἐνὸς λίτρου τοῦ ἀερίου, λαμβανομένου ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας, εὐρίσκομεν τὸ μοριακὸν βᾶρος αὐτοῦ πολλαπλασιάζοντες τὸ εὐρεθὲν βᾶρος ἐπὶ 22,4, ἥτοι :

$$M = d \cdot 22,4$$

**Παράδειγμα :** Ἐνα λίτρον ἀζώτου ζυγίζει 1,25 gr. Ὅθεν τὸ μοριακὸν βᾶρος αὐτοῦ εἶναι :

$$M = 1,25 \times 22,4 = 28.$$

Ἄρα, τὸ ἀζώτον εἶναι διατομικὸν στοιχεῖον καὶ ὁ μοριακὸς του τύπος εἶναι  $N_2$ .

### B. Προσδιορισμὸς μοριακῶν βαρῶν στερεῶν ἢ ὑγρῶν

**101.** Διὰ τοῦ προσδιορισμοῦ τῆς πτώσεως τοῦ σημ. πήξεως ἢ τῆς ὑψώσεως τοῦ σημ. ζέσεως ὀρισμένου διαλύματος τῆς οὐσίας. Πρὸς τοῦτο γίνεται χρῆσις τῶν γνωστῶν τύπων τῶν νόμων τοῦ Raoult (71).

**Παράδειγμα :** Κατὰ τὴν διάλυσιν 4 gr γλυκόζης ἐντὸς 100 gr ὕδατος ἔχομεν σημεῖον τήξεως τοῦ διαλύματος  $-0,41$  C. Ἄρα :

$$M = \frac{A}{\Theta} \cdot \frac{m'}{m} = \frac{1850}{0,41} \cdot \frac{4}{100} = 180$$

**102.** Διὰ τοῦ προσδιορισμοῦ τῆς ὠσμωτικῆς πίεσεως ὀρισμένου διαλύματος τῆς οὐσίας.

Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν τὸν κατωτέρω γνωστὸν τύπον (72, B) :

$$\pi \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

ὅπου,  $\pi$  = ἡ τιμὴ τῆς ὠσμωτικῆς πίεσεως, ἐκφραζομένη εἰς dynes/cm<sup>2</sup>

$V$  = ὁ ὄγκος τοῦ διαλύματος εἰς cm<sup>3</sup>

$n$  = ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμμομορίων τῆς οὐσίας, τὰ ὅποια περιέχονται ἐντὸς τοῦ διαλύματος, ἥτοι  $n = \frac{m}{M}$  ὅπου  $m$  = ἡ μᾶζα τῆς διαλελυμένης οὐσίας καὶ  $M$  = τὸ μοριακὸν βᾶρος αὐτῆς.

$R$  = ἡ παγκοσμία σταθερὰ τῶν ἀερίων :  $R = 8,314 \times 10^7$

$T$  = ἡ ἀπόλυτος θερμοκρασία τοῦ διαλύματος (ἄνω τοῦ ἀπολύτου μηδενός).

Ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις γίνεται οὕτω :

$$\pi \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T, \quad \text{ἔξ ἧς} \quad M = \frac{m \cdot R \cdot T}{\pi \cdot V}$$

**Παράδειγμα :** Ὑπὸ θερμοκρασίαν 27°C 100 cm<sup>3</sup> ὕδατικοῦ διαλύματος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὑπάρχει διαλελυμένον 1 gr οὐσίας (μὴ διασπασμένη εἰς ἰόντα), παρουσιάζει ὠσμωτικὴν πίεσιν 1386000, dynes/cm<sup>2</sup>. Ζητεῖται τὸ μοριακὸν βᾶρος τῆς ἐν διαλύσει οὐσίας.

$$\text{Ἀύσις :} \quad M = \frac{m \cdot R \cdot T}{\pi \cdot V} = \frac{1 \times 8,314 \times 10^7 \times 300}{1386000 \times 100} = 180$$

Καὶ ἡ ἀνωτέρω μέθοδος δὲν δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ δι' οὐσίας, αἱ ὅποια ἐντὸς τοῦ διαλύματος δίστανται εἰς ἰόντα, λόγῳ τῆς ἀνεξαρτητοῦ δράσεως ἐκάστου ἰόντος.

**103.** Διὰ τῶν ἀκτίνων X. Κατὰ μίαν νεωτέραν μέθοδον προσδιορίζεται τὸ μοριακὸν βᾶρος μιᾶς κρυσταλλικῆς οὐσίας διὰ τῆς μετρήσεως, τῆ βοήθειᾳ τῶν ἀκτίνων X, τῶν διαστάσεων ἐνὸς στοιχειώδους παραλληλεπίπεδου τοῦ κρυστάλλου, ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν πυκνότητά τοῦ κρυστάλλου.

## I. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΒΑΡΩΝ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

**104. Έκ του μοριακού βάρους του στοιχείου.** Όταν είναι γνωστός ο αριθμός των ατόμων, τα όποια αποτελούν το μόριον ενός στοιχείου, εύρισκομεν το ατομικόν βάρος αὐτοῦ διαιρούν-  
τας τὸ μοριακὸν τοῦ βάρους διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ατόμων τοῦ μορίου. Οὕτω π.χ. τὸ χλώριον εἶναι  
στοιχείον διατομικὸν ( $\text{Cl}_2$ ) καὶ ἔχει μοριακὸν βάρους 70,92. Ἄρα τὸ ατομικὸν τοῦ βάρους εἶναι  
 $70,92 : 2 = 35,46$ .

**105. Διὰ χημικῶν μεθόδων.** Εἰς τὰ μόρια τῶν διαφόρων χημικῶν ἐνώσεων, εἰς τὰς ὁποί-  
ας λαμβάνει μέρος δοθὲν στοιχείον, τοῦτο ἀντιπροσωπεύεται εἴτε ὑπὸ ἐνὸς μόνοῦ ατόμου, εἴτε ἀπὸ  
ἄκεραιον ἀριθμὸν περισσοτέρων ατόμων. Ἡ ἐλαχίστη, λοιπόν, ποσότης ὑπὸ τὴν ὁποίαν συναντῶ-  
μεν ἓνα στοιχείον εἰς τὰ μόρια τῶν διαφόρων ἐνώσεων του, ἰσοῦται μὲ τὸ ατομικὸν βάρους αὐτοῦ.

**Παράδειγμα :** Εἰς τὰς κατωτέρω χημικὰς τῶν ἐνώσεως τὸ χλώριον περιέχεται ὑπὸ τὰς ἐ-  
ξῆς ἀναλογίας :

Ἐνωσις	Μορ. βάρους	Ποσότης Χλωρίου
NaCl	58,46	35,46
KClO <sub>3</sub>	122,56	35,46
CaCl <sub>2</sub>	110,995	70,92
FeCl <sub>3</sub>	162,19	106,38

Εἰς τὰς ἀνωτέρω χημικὰς ἐνώσεις, ἡ μικροτέρα ἀναλογία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἀπαντᾷ τὸ χλώ-  
ριον, εἶναι 35,46. Αἱ ἄλλαι ἀναλογίαι εἶναι ἀκέραια πολλαπλάσια αὐτῆς. Συνεπῶς, τὸ ατομικὸν  
βάρος τοῦ χλωρίου εἶναι 35,46.

**106. Έκ του χημικοῦ ἰσοδύναμου τοῦ στοιχείου.** Ἐκ τῆς γνωστῆς σχέσεως.

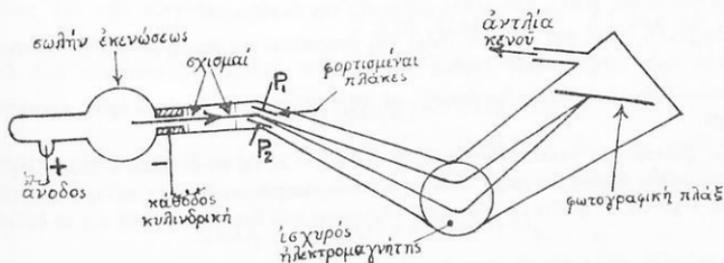
Χημικὸν ἰσοδύναμον στοιχείου =  $\frac{\text{ἄτομικὸν βάρους}}{\text{σθένος}}$ , εύρισκομεν τὸ ατομικὸν βάρους αὐτοῦ,  
προσδιορίζοντες τὸ χημικὸν τοῦ ἰσοδύναμον καὶ τὸ σθένος του, ὅτε :

$$\text{Ἄτομικὸν βάρους} = \text{χημικὸν ἰσοδύναμον} \times \text{σθένος}$$

**107. Έκ τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ στοιχείου.** Νόμος Dulong-Petit. Κατὰ τὸν νόμον  
Dulong-Petit, τὸ γινόμενον τῆς εἰδικῆς θερμότητος C δοθέντος στοιχείου ἐν στερεᾷ κατα-  
στάσει ἐπὶ τὸ ατομικὸν βάρους A αὐτοῦ ἰσοῦται περίπου μὲ 6,4. Οὕτω, προσδιορίζοντες τὴν  
εἰδικὴν θερμότητα C ἐνὸς στοιχείου ἐν στερεᾷ καταστάσει, εύρισκομεν τὸ ατομικὸν βάρους A αὐ-  
τοῦ ἐκ τῆς σχέσεως :

$$A = \frac{6,4}{C}$$

**108. Διὰ τοῦ φασματογράφου τῶν μαζῶν.** Κατὰ τὸ 1907 ὁ Ἄγγλος φυσικὸς I. Thom-



Σχ. 45. Φασματογράφος τῶν μαζῶν.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ένος ιονισμένου ατόμου (ή και ιονισμένου μορίου αερίου). Προς τούτο μετρᾶται ἡ ἀπόκλισις μιᾶς δέσμης ιονισμένων ατόμων διερχομένης διὰ μέσου ἡλεκτρικοῦ ἢ καὶ μαγνητικοῦ πεδίου (σχ. 45). Ἡ συσκευή ἐκλήθη **φασματογράφος τῶν μαζῶν**, κατέστη δὲ ὄργανον χρησιμώτατον διὰ τὴν λύσιν πολυαριθμῶν προβλημάτων τῆς Χημείας. Αἱ κυριώτεροι χρήσεις του συνίστανται εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τῶν ἰσοτόπων καὶ τὸν ἀκριβῆ προσδιορισμὸν τοῦ ατομικοῦ βάρους ἐκάστου ἰσοτόπου.

## Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

62. Ἀέριον ἔχει σχετικὴν πυκνότητα 0,586. Ζητεῖται τὸ μοριακὸν τοῦ βάρους.
63. 1 l αερίου ζυγίζει 2,857 gr. Ζητεῖται τὸ μοριακὸν τοῦ βάρους .
64. Ἀέριον εἶναι διατομικὸν καὶ ἔχει σχετικὴν πυκνότητα ὡς πρὸς τὸν ἀέρα  $\epsilon=1,1$ . Ζητεῖται τὸ ατομικὸν τοῦ βάρους .
65. Στοιχεῖον εἶναι δισθενὲς καὶ ἔχει γημικὸν ἰσοδύναμον 20. Ζητεῖται τὸ ατομικὸν τοῦ βάρους.
66. Νὰ εὑρεθῇ ἡ σχετικὴ πυκνότης τῶν αερίων  $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $HCl$ ,  $H_2S$  καὶ  $CO$ .
67. Ἀέριον ἔχει μοριακὸν βάρους 44. Ζητεῖται ἡ σχετικὴ πυκνότης του.
68. Ἀέριον ἔχει σχετικὴν πυκνότητα  $\epsilon=2,44$ . Ζητεῖται τὸ μοριακὸν τοῦ βάρους.
69. Τὸ βάρους ἑνὸς λίτρου αερίου εἶναι 1,25 gr. Ζητεῖται τὸ μοριακὸν τοῦ βάρους.
70. 3,27 gr ψευδαργύρου (δισθενοῦς) ἐλευθερώνουν 0,1 gr ὑδρογόνου δι' ἐπιδράσεως αὐτοῦ ἐπὶ διαλύματος ὀξέος. Ζητεῖται τὸ ατομικὸν βάρους τοῦ ψευδαργύρου.
71. Ἡ εἰδικὴ θερμότης μετάλλου εἶναι 0,41 cal)gr. Ζητεῖται τὸ ατομικὸν τοῦ βάρους.
72. Νὰ εὑρεθῇ τὸ βάρους 1 l αερίου, τοῦ ὁποῖου ἡ σχετικὴ πυκνότης εἶναι 1,5.
73. Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἑκατοστιαία σύνθεσις τοῦ ἀνύδρου θειικοῦ ὀξέος ( $H_2SO_4$ ), τοῦ χλωριούχου νατρίου ( $NaCl$ ) καὶ τοῦ δξίνου φωσφορικοῦ ἀσβεστίου ( $CaHPO_4$ ).
74. Ὑδατικὸν διάλυμα θειικοῦ ὀξέος περιέχει  $H_2SO_4$  25 % κατ' ὄγκον. Ζητεῖται ἡ ἑκατοστιαία περιεκτικότης τοῦ διαλύματος κατὰ βάρους. Πυκνότης  $H_2SO_4$   $d=1,84$ .
75. Διαβιβάζεται ὑδρογόνον διὰ θερμαινόμενης κόνεως ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ ( $CuO$ ) βάρους 15,9 gr, ὅτε τοῦτο μετατρέπεται ἐξ ὀλοκλήρου εἰς χαλκόν. Λαμβάνεται οὕτω ὕδωρ ( $H_2O$ ) βάρους 3,6 gr. Ζητεῖται ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ.
76. Ζητεῖται ὁ ἐμπειρικός τύπος τῆς ἐνώσεως, τῆς ὁποίας ἡ ἑκατοστιαία σύστασις εἶναι :  $Na=43,4$  %,  $C=11,3$  % καὶ  $O=45,3$  %.
77. Θεικὸν ὀξὺ ἐπιδρᾷ ἐπὶ ψευδαργύρου, ὅτε λαμβάνονται 10 l ὑδρογόνου. Ζητοῦνται τὸ ποσὸν τοῦ ψευδαργύρου καὶ τὸ ποσὸν τοῦ θειικοῦ ὀξέος, ποῦ ἔλαβον μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.
78. Ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ ἐπιδρᾷ ἐπὶ ὀξειδίου τοῦ νατρίου ( $Na_2O$ ), ὅτε λαμβάνονται 25 gr χλωριούχου νατρίου. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ ὀξειδίου τοῦ νατρίου, καθὼς καὶ τὸ ποσὸν τοῦ ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος, ποῦ ἔλαβον μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.
79. 15 gr καυστικοῦ καλίου ( $KOH$ ) ἐνοῦνται μὲ νιτρικὸν ὀξὺ πρὸς παραγωγὴν ἄλατος  $KNO_3$ . Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ  $HNO_3$  ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.
80. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ χλωρίου ( $Cl_2$ ) ποῦ ἀπαιτεῖται ἵνα ἐνωθῇ μὲ 4,6 gr καθαροῦ μεταλλικοῦ νατρίου πρὸς σχηματισμὸν ἄλατος  $NaCl$ .
81. Ἰόσον θεῖον ἀπαιτεῖται ἵνα ἐνωθῇ μὲ 10,8 gr καθαροῦ ἀργύρου πρὸς σχηματισμὸν τοῦ ἄλατος  $Ag_2S$ .
82. Δύο βολτάμετρα περιέχουν τὸ μὲν ἐν διάλυμα  $CuSO_4$  τὸ δὲ ἄλλο διάλυμα  $H_2SO_4$ . Διαβιβάζεται διὰ μέσου αὐτῶν ἐν σειρᾷ συνεχῆς ἡλεκτρικὸν ρεῖμα, ὅτε εἰς τὸ πρῶτον βολτάμετρον ἐλευθεροῦται 1 gr  $Cu$ . Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου ποῦ ἔχει ἐλευθερωθῆ εἰς τὸ δεῦτερον βολτάμετρον.

ΜΕΤΑΛΛΟΕΙΔΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΧΙ

ΟΞΥΓΟΝΟΝ — ΟΖΟΝ

1. ΟΞΥΓΟΝΟΝ O = 16 (Μοριακὸν βάρος O<sub>2</sub> = 32)

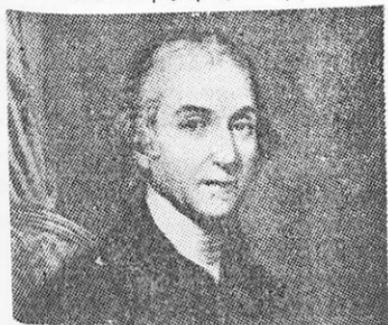
ΠΙΝΑΞ X

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τοῦ ὀξυγόνου

Ἀτομικὸς ἀριθμὸς . . . . .	8	Πυκνότης, gr/l (ἀτμ. O <sup>0</sup> ) . . . . .	1,429
Ἀτομικὸν βάρος . . . . .	16	Σχετικὴ πυκνότης (ἀήρ = 1) . . . . .	1,105
Ἴσότοπα καὶ ἀναλογίαι αὐτῶν:		Πυκνότης ὑγροῦ ὀξυγόνου,	
O <sup>16</sup> :O <sup>17</sup> . . . . .	10000:1	gr κατὰ cm <sup>3</sup> . . . . .	1,13
O <sup>16</sup> :O <sup>18</sup> . . . . .	1250:1	Διαλυτότης εἰς τὸ ὕδωρ, cm <sup>3</sup> /l ὑπὸ	
Κατανομὴ ἠλεκτρονίων σθένους		1 ἀτμ. εἰς O <sup>0</sup> . . . . .	48,9
τοῦ ἀτόμου τοῦ : 2s <sup>2</sup> , 2p <sup>4</sup>		εἰς 20 <sup>0</sup> . . . . .	29,0
Φυσικὴ κατάστασις:		Σημεῖον ζέσεως . . . . .	-183 <sup>0</sup>
ἀέριον ἄχρουν, ἄσμον, ἄγευστον		Σημεῖον τήξεως . . . . .	-218 <sup>0</sup> ,7

Πρῶτοι οἱ Κινέζοι κατὰ τὴν 8ην ἑκατονταετηρίδα μ.Χ. εἶχον συσχετίσει τὴν καύσιν τῶν σωματῶν μετὰ τὸ ὀξυγόνον.

Ἡ ἀνακάλυψις ὅμως καὶ ἡ μελέτῃ τῶν ιδιοτήτων τοῦ ὀξυγόνου ἀποδίδεται εἰς τὸν Priestley κατὰ τὸ 1774 (σχ. 46). Βραδύτερον ὁ Lavoisier ἀνεγνώρισε καὶ ἠρμήνευσεν ὀρθῶς τὸν ρόλον τοῦ ὀξυγόνου εἰς τὰ φαινόμενα τῆς καύσεως καὶ τῆς ἀναπνοῆς.

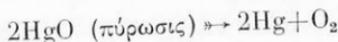


Σχ. 46. JOSEPH PRISTLEY (1733-1804). Ἄγγλος κληρικὸς καὶ ἐπιστήμων Φυσικός. Εἰργάσθη ἐπὶ τῶν ἀερίων καὶ ἰδίως ἐπὶ τοῦ ὀξυγόνου.

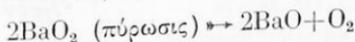
**190. Προέλευσις.** Τὸ ὀξυγόνον εἶναι τὸ μᾶλλον διαδεδομένον στοιχεῖον ἐπὶ τῆς Γῆς. Ὡς ἐλεύθερον ἀποτελεῖ συστατικὸν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, τοῦ ὁποίου ἡ περιεκτικότης εἰς ὀξυγόνον εἶναι 21ο)ο περίπου κατ' ὄγκον. Ὡς ἠνωμένον εὐρίσκεται εἰς ὅλα σχεδὸν τὰ σώματα καὶ ἀποτελεῖ τὰ 47ο)ο τοῦ βάρους τῆς λιθοσφαιρας καὶ τὰ 89ο)ο τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος τῶν ὠκεανῶν κ.λ.π.

**110. Παρασκευὴ. Α)** Εἰς τὸ ἐργαστή-

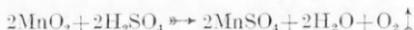
ριον. 1) Διὰ πυρώσεως ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου, ὡς εἶδομεν, (σχ. 2).



2) Διὰ πυρώσεως διαφόρων ὑπεροξειδίων μετάλλων, ὡς π.χ. τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ βαρίου BaO<sub>2</sub>. Τοῦτο πυρούμενον εἰς 800<sup>0</sup> μετατρέπεται εἰς ὀξείδιον:



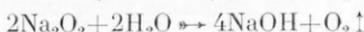
3) Τὰ ὑπεροξειδία τῶν μετάλλων ἀποδίδουν εὐκολώτερον τὸ πλεονάζον ὀξυγόνον, ὅταν συνθερμανθοῦν μετὰ θεικῶν ὀξύ:



4) "Αλατα περιέχοντα πολύ οξυγόνο, ως π.χ. τὸ υπερμαγγανικὸν κάλιον ( $\text{KMnO}_4$ ) καὶ τὸ διχρωμικὸν κάλιον ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), ἐλευθερώνουν ἐπίσης μέρος τοῦ οξυγόνου των καὶ διὰ συνθερμάνσεως μὲ θετικὸν ὄξύ :



5) Δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου, τὸ ὁποῖον παρέχει οὕτω τὴν βάσιν καυστικὸν νάτρον καὶ ἀφήνει ἐλεύθερον τὸ πλεονάζον οξυγόνο :

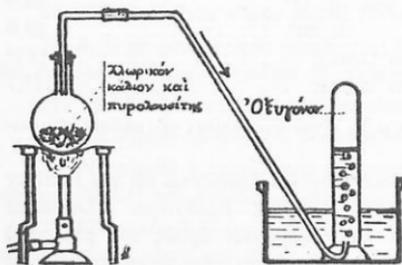


6) Δι' ἠλεκτρολύσεως οξυγισμένου ὕδατος (σχ. 8). Τὸ καθαρὸν ὕδωρ δὲν ἠλεκτρολύεται, διότι εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

7) Ἡ κυρίως ἔμως ἐργαστηριακὴ μέθοδος εἶναι ἐκ τοῦ χλωρικοῦ καλίου διὰ θερμάνσεως αὐτοῦ :



Τὸ χλωρικὸν κάλιον εἶναι ἄλας λευκὸν φυλλοειδές, τὸ ὁποῖον τήκεται εἰς  $340^\circ$



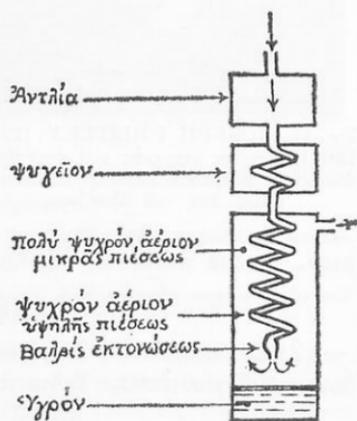
Σχ. 47. Παρασκευὴ οξυγόνου ἐκ τοῦ χλωρικοῦ καλίου.

καὶ εἰς ὀλίγον ὑψηλότεραν ἀκόμη θερμοκρασίαν διασπᾶται εἰς  $\text{KCl}$  καὶ οξυγόνο. Ἐὰν ἔμως ἀναμιζώμεν προηγουμένως τὸ χλωρικὸν κάλιον μὲ κόνιν πυρολουσίτου, ὅστις ἐνεργεῖ ὡς καταλύτης τότε ἡ διάσπασις τοῦ χλωρικοῦ καλίου γίνεται δι' ἀπλῆς θερμάνσεως αὐτοῦ. Ἡ θέρμανσις γίνεται ἐντὸς ὑαλίνης φιάλης, τὸ δὲ ἀναπτυσσόμενον οξυγόνο συλλέγεται δι' ἐκτοπίσεως ὕδατος (σχ. 47).

**B) Εἰς τὴν βιομηχανίαν.** 1) Ἡ βιομηχανία παρασκευάζει μεγάλης ποσότητος οξυγόνου ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, δι' ἀποχωρισμοῦ τοῦ οξυγόνου αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ ἀζώτου καὶ τῶν ἄλλων ἀερίων. Πρὸς τοῦτο ὁ ἀήρ ὑγροποιεῖται (σχ. 48) καὶ κατόπιν ἀποστάζεται τὸ ἀζώτον εἰς  $-196^\circ$ . Μετὰ τὴν ἐξάντησιν τοῦ ἀζώτου ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται εἰς  $-183^\circ$ , εἰς τὴν ὁποίαν ζεεὶ τὸ οξυγόνο. Τὸ οξυγόνο ὀδηγεῖται τότε καταλλήλως ἐντὸς χαλυβδίνων φιαλῶν, ὅπου εἰσάγεται ὑπὸ πίεσιν 150 ἀτμοσφαιρῶν καὶ διὰ τῶν ὁπίων φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον (σχ. 49).

Κατὰ νεωτέραν μέθοδον, ἀντὶ νὰ ὑγροποιῆται ὅλος ὁ ἀήρ, ὑγροποιεῖται μόνον τὸ οξυγόνο αὐτοῦ διὰ καταλλήλου ψύξεως καὶ πίεσεως, τὸ δὲ ἀζώτον ἀποχωρίζεται ὡς ἀέριον.

**111. Φυσικαὶ ἰδιότητες.** Τὸ οξυγόνο εἶναι ἀέριον ἀχρουν, ἄοσμον, ἄγευστον. Εἶναι ὀλίγον βαρύτερον τοῦ ἀέρος, διότι ἔχει σχετικὴν



Σχ. 48. Συσκευὴ τοῦ Linde ὑγροποιήσεως τοῦ ἀέρος.

πυκνότητα  $32/29=1,105$ . Είς τὸ ὕδωρ διαλύεται ὑπὸ τὴν ἀναλογία 29 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνου ἐντὸς 1 λίτρου ὕδατος εἰς 20° C. Σχηματίζει μάλιστα μετὰ τοῦ ὕδατος καὶ **ὕδριτὴν** τοῦ τύπου O<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O. Ὑγροποιεῖται δυσκόλως. Ὑγρὸν ὀξυγόνον ζεεῖ εἰς -183° C καὶ πήγνυται εἰς -218° 7 C.

Τὸ μόριον τοῦ ὀξυγόνου ἀποτελεῖται ἀπὸ 2 ἄτομα καὶ ἔχει τὸν τύπον O<sub>2</sub>. Ταῦτα συνδέονται μεταξὺ των δι' ὁμοιοπολικῶν δεσμοῦ.



**112. Χημικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ὀξυγόνον συγκαταλέγεται μετὰ τῶν δραστηριωτέρων στοιχείων. Ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μὲ τὰ περισσότερα ἐκ τῶν στοιχείων καὶ ἰδίως, ὅταν ἐνεργῇ ὑπὸ καθάρην μορφήν. Τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος ἐνεργεῖ μὲ πολὺ μικροτέραν δραστηριότητα, διότι ἐκεῖ εὐρίσκεται ἀναμειγμένον μὲ τετραπλασίαν περίπου ποσότητα ἀζώτου.

Τὸ φαινόμενον τῆς ἐνώσεως μιᾶς οὐσίας μὲ τὸ ὀξυγόνον καλεῖται **ὀξειδωσις** τῆς οὐσίας.

Τὸ προϊόν τῆς ἐνώσεως τοῦ ὀξυγόνου μὲ ἓνα χημικὸν στοιχεῖον καλεῖται **ὀξείδιον** τοῦ στοιχείου αὐτοῦ.



Σχ. 49. Καλυβδίνη φιάλη (ἀβίς) ἀερίων.

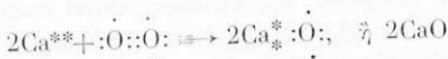
Ἡ δράσις τοῦ ὀξυγόνου ἐναντι τῶν διαφόρων οὐσιῶν ἔχει ὡς ἐξῆς :

1) **Ἐναντι τῶν μετάλλων.** Αἱ χαρακτηριστικώτεραι ἀντιδράσεις τοῦ ὀξυγόνου μὲ τὰ μέταλλα εἶναι :

α) ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ἐνοῦται ζωηρῶς μὲ πολλὰ μέταλλα, ὡς π.χ. μὲ τὰ μονοσθενῆ μέταλλα **λίθιον, κάλιον καὶ νάτριον**, μὲ τὸ δισθενὲς **ἀσβέστιον** κ.λ. Κατὰ τὴν ἔνωσιν ταύτην τὰ ἐξωτερικὰ ἠλεκτρόνια τοῦ ἀτόμου τοῦ μετάλλου συνδέονται ὁμοιοπολικῶς μὲ μονήρη ἠλεκτρόνια τῆς ἐξωτερικῆς στιβάδος ἠλεκτρονίων τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου :



κάλιον + ὀξυγόνον  $\rightleftharpoons$  ὀξείδιον τοῦ καλίου



ἀσβέστιον + ὀξυγόνον  $\rightarrow$  ὀξείδιον τοῦ ἀσβεστίου

β) Μὲ πολλὰ μέταλλα τὸ ὀξυγόνον ἐνοῦται ζωηρῶς εἰς ὑψηλὴν μόνον θερμοκρασίαν. Οὕτω π.χ. σύρμα σκληροῦ σιδήρου (χάλυβος), ἐρυθροπυρούμενον καὶ εἰσαγόμενον ἀμέσως ἐντὸς ὀξυγόνου, ἐνοῦται μὲ αὐτὸ ζωηρότατα, καίμενον ὡς πυρο-

τέχνημα καὶ ἐκπέμπον διαπύρους ἀστερίσκους ἀπὸ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου (σχ. 50) :

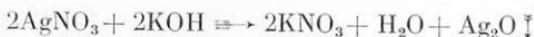


σίδηρος + ὀξυγόνον  $\Rightarrow$  ὀξείδιον τοῦ σιδήρου

γ) Τὰ «**εὐγενῆ**» λεγόμενα μέταλλα (ἄργυρος, χρυσός, λευκόχρυσος) δὲν ἐνοῦνται ἀπ' εὐθείας μὲ τὸ ὀξυγόνον. Εἶναι ὅμως γνωστὰ ὀξείδια τῶν μετάλλων αὐτῶν, τὰ ὅποια παρασκευάζονται δι' ἐμμέσων μεθόδων :



Σχ. 50. Ζωηρὰ καυσις σιδήρου.



2) **Ἐναντι τῶν ἀμετάλλων** : Τὸ ὀξυγόνον ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μὲ ὅλα τὰ ἀμέταλλα ἐξαιρέσει τῶν ἀδρανῶν ἀερίων (317). Οὕτω π.χ.

α) Ὁρισμένα ἀμέταλλα, ὡς π.χ. ὁ **ἄνθραξ**, τὸ **θειόν**, ὁ **φωσφόρος**, ἀναφλεγόμενα εἰς τὸν ἀέρα, ἐνοῦνται ζωηρῶς μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, μὲ σύγχρονον ἔκλυσιν μεγάλου ποσοῦ θερμότητος καὶ φωτός. Τὸ φαινόμενον χαρακτηρίζεται ὡς «**καυσις**» τῶν σωμάτων αὐτῶν.

Ἐντὸς καθαροῦ ὀξυγόνου τὰ στοιχεῖα αὐτὰ καίονται πολὺ ζωηρότερον, ὡς πυροτεχνήματα (σχ. 51 καὶ 52). Τὰ προϊόντα εἶναι ὀξείδια, ἤτοι :



ἄνθραξ + ὀξυγόνον  $\Rightarrow$  διοξειδ. τοῦ ἄνθρακος



θειόν + ὀξυγόνον  $\Rightarrow$  διοξειδ. τοῦ θείου



φωσφόρος + ὀξυγόνου  $\Rightarrow$  πεντοξειδ. τοῦ φωσφόρου

β) Μὲ τὰ **ἀλογόνα** (F, Cl, Br καὶ J) τὸ ὀξυγόνον ἐνοῦται δυσχερῶς καὶ ὑπὸ εἰδικῶς συνθήκας.

3) **Ἐναντι τῶν ἐνώσεων**. α) Πολλὰ σύνθετοι οὐσίαι ἀντιδρῶν μὲ τὸ ὀξυγόνον.



Σχ. 51. Ζωηρὰ καὶ παρέχει ὡς προϊόντα ὕδωρ καὶ διοξειδίου τοῦ θείου :

Ἡ ἀντίδρασις γίνεται συνήθως μετὰ τοῦ ὀξυγόνου καὶ τῶν στοιχείων, τὰ ὅποια ἀποτελοῦν τὴν ἔνωσιν. Γενικῶς τὰ προϊόντα τῆς δράσεως τοῦ ὀξυγόνου ἐπὶ τινος χημικῆς ἐνώσεως εἶναι ἐκεῖνα, τὰ ὅποια παράγονται, ἐὰν τὸ ὀξυγόνον ἐνωθῆ χωριστὰ μὲ ἓν ἕκαστον ἐκ τῶν στοιχείων τῆς ἐνώσεως. Οὕτω π.χ. τὸ ὑδρόθειον,  $\text{H}_2\text{S}$ , καίεται ἐντὸς τοῦ ὀξυγόνου καὶ



Σχ. 52. Ζωηρὰ καὶ παρέχει ὡς προϊόντα ὕδωρ καὶ διοξειδίου τοῦ θείου ἢ φωσφόρου.



β) Ὁρισμένα ὀξυγονοῦχοι οὐσίαι, ὡς π.χ. τὸ τριοξειδίου τοῦ θείου,  $\text{SO}_3$ , τὸ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος,  $\text{CO}_2$ , τὸ ὀξείδιον τοῦ ἀσβεστίου  $\text{CaO}$  κ.θ. δὲν ἀντιδρῶν μὲ

τὸ ὀξυγόνον. Διότι εἰς αὐτὰς ὄλαι αἱ μονάδες συγγενείας τοῦ στοιχείου ἔχουν κορεσθῆ ἤδη μὲ ὀξυγόνον.

**113. Ὁξειδώσεις.** Τὸ φαινόμενον τῆς ἀντιδράσεως τοῦ ὀξυγόνου πρὸς μίαν οὐσίαν καλεῖται **ὀξειδῶσις**. Τὸ ἀντίθετον τῆς ὀξειδῶσεως, ἦτοι ἡ ἀπόσπασις ὀξυγόνου ἀπὸ μίαν οὐσίαν, καλεῖται **ἀναγωγῆ**.

Κατὰ τὴν ὀξειδῶσιν μιᾶς οὐσίας ἀναπτύσσεται συγχρόνως μικρὸν ἢ μεγάλο ποσὸν θερμότητος, διότι αἱ ἀντιδράσεις τῆς ὀξειδῶσεως εἶναι ἐξωθερμικαί.

Ἐὰν ἡ ὀξειδῶσις γίνεται βραδέως, τότε ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης διαχέεται εἰς τὸ περιβάλλον καὶ ὡς τούτου ἡ ὀξειδουμένη οὐσία οὔτε θερμαίνεται, οὔτε φωτοβολεῖ.

Ὅταν ὅμως ἡ ὀξειδῶσις γίνεται ταχέως, τότε ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης δὲν προλαμβάνει νὰ διαχυθῆ εἰς τὸ περιβάλλον καὶ ὑψώνει τὴν θερμοκρασίαν τῆς ὀξειδουμένης οὐσίας, ἡ ὁποία δύναται οὕτω νὰ πυρακτωθῆ καὶ νὰ φωτοβολήσῃ. Ἡ ἀντίδρασις αὕτη, ἡ ὁποία συνοδεύεται ἀπὸ ἀνάπτυξιν ὑψηλῆς θερμοκρασίας καὶ φωτός, καλεῖται **καύσις**.

Τὰ φαινόμενα τῆς ὀξειδῶσεως, τῆς ἀναγωγῆς καὶ τῆς καύσεως εἶναι γενικῶς τερα καὶ περιλαμβάνουν χημικὰς ἀντιδράσεις καὶ ἄλλων τινῶν στοιχείων, ὡς θὰ ἴδωμεν.

Ἡ βραδεῖα ὀξειδῶσις τῶν σωμάτων ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος εἶναι συνήθως πολὺπλοκον φαινόμενον καὶ συνοδεύεται ἀπὸ παραγωγὴν ἐνδιαμέσων προϊόντων. Σπουδαίαν ἐπίδρασιν ἀσκοῦν ἐπὶ τοῦ φαινομένου τούτου διάφοροι καταλύται, ὡς π.χ. ἡ ὑγρασία ἢ διαλύματα ἀλάτων διὰ τὴν ὀξειδῶσιν τῶν μετάλλων, τὸ τερεβινθέλαιον (νέφτι) διὰ τὴν ὀξειδῶσιν ὀργανικῶν οὐσιῶν κ.ο.κ.

Τὸ φαινόμενον καλεῖται **αὐτοξειδῶσις** καὶ ἐξηγεῖται ὡς ἑξῆς :

Ἐστω Α ὁ καταλύτης καὶ Β τὸ σῶμα, τὸ ὁποῖον δέχεται τὴν ὀξειδῶσιν ἢ **δέκτης**. Τὸ μῶριον Α τοῦ καταλύτου προσλαμβάνει ἓνα μῶριον ὀξυγόνου παραγομένου ἐνὸς εἴδους ὑπεροξειδίου:



Τὸ παραχθὲν ὑπεροξείδιον ἐπιδραῖ περαιτέρω ἐπὶ τοῦ δέκτη Β, ὅτε παράγονται συνήθως δύο μῶρια ΒΟ, ἀναγεννᾶται δὲ τὸ μῶριον Α τοῦ καταλύτου.



**114. Ἀτομικὸν ὀξυγόνον:** Τὸ ὀξυγόνον δύναται νὰ ληφθῆ καὶ ὑπὸ ἀτομικὴν μορφήν τοῦ τύπου: **0**. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται εἴτε δι' ἐπιδράσεως ὑπεριωδῶν ακτίνων μήκους κύματος 1900 ἐπὶ συνήθους ὀξυγόνου, εἴτε διὰ διοχετεύσεως ἀραιοῦ ὀξυγόνου ἔχοντος πίεσιν 1 mm Hg διὰ μὲς τοῦ ἠλεκτρικῶν ἐνκενῶσεων.

Τὸ ἀτομικὸν ὀξυγόνον ἔχει ζωηροτάτην ὀξειδωτικὴν δρᾶσιν, τείνει δὲ νὰ μεταπέσῃ εἰς τὴν συνήθη μοριακὴν του μορφήν διὰ συνενώσεως ἀνὰ δύο ἀτόμων εἰς ἓνα μῶριον καὶ ὑπὸ σύγχρονον ἔκλυσιν μεγάλου ποσοῦ θερμότητος.

**115. Θερμοκρασία ἀναφλέξεως.** Διὰ νὰ ἀρχίσῃ νὰ καίεται ἓνα σῶμα εἰς τὸν ἀέρα ἢ ἐν τῷ ὀξυγόνου, πρέπει νὰ θερμανθῆ τοῦτο προηγουμένης μέχρις ὀρισμένης θερμοκρασίας, ἣτις καλεῖται **θερμοκρασία ἀναφλέξεως** τοῦ σώματος.

Ἡ θερμοκρασία ἀναφλέξεως μερικῶν σωμάτων εἶναι χαμηλὴ σχετικῶς καὶ τὰ σώματα αὐτὰ χαρακτηρίζονται ὡς **εὐφλεκτα**. Οὕτω π.χ. ἡ θερμοκρασία ἀναφλέξεως τοῦ κητρίνου φωσφόρου εἶναι 60°. Διὰ τοῦτο οὗτος θερμαινόμενος εἰς 60° ἐντὸς ἀέρος ἀναφλέγεται.

Ἡ θερμοκρασία ἀναφλέξεως ἐνὸς στερεοῦ ἐξαρτᾶται καὶ ἀπὸ τὸν βαθμὸν καταμερισμοῦ αὐτοῦ. Οὕτω π.χ. κόνις ἀργίλου ριπτομένη εἰς φλόγα φωταερίου ἀναφλέγεται, ἐνῶ σύρμα ἀργίλου

δεν αναφλέγεται ακόμη και εις ύψηλότεραν θερμοκρασίαν. Ἐπίσης, λεπτή ταινία ἐν μακρησίῳ ἀναφλέγεται διὰ τῆς φλογὸς κοινοῦ πυρείου, ἐνῶ σύρμα μακρησίῳ πάχους 3 mm δὲν ἀναφλέσσεται οὔτε εις ύψηλότεραν θερμοκρασίαν.

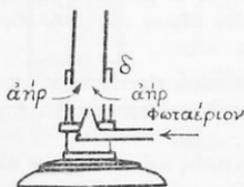
**116. Αὐτανάφλεξις.** Εἰς ἀποθήκας εὐφλέκτων ὑλῶν, ὡς π.χ. γόρτου, ἄνθρακος, ξύλου κ.κ., συμβαίνουν ἐνίοτε αὐτόματοι ἀναφλέξεις καὶ πυρκαϊαί. Αὗται προκύπτουν ὡς ἔξης: Ὁρισμένα ὀξειδωτοὶ οὐσίαι ἐντὸς αὐτῶν, ὡς π.χ. πριονίδια ξύλου, ράκη ἐμπυροποιημένα μετ' ἐλαιώδεις ὕλας κ.κ., ὑφίστανται ἀρχικῶς βραδείαν ὀξειδωσιν. Ἐφ' ὅσον ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης κατὰ τὴν ὀξειδωσιν ταύτην δὲν διαχέεται δι' ἀγωγῆς, ἢ διὰ ρεύματος ἀέρος, αὕτη ὑψώνει βαθμηδὸν τὴν θερμοκρασίαν τῆς οὐσίας μέχρι τοῦ σημείου ἀναφλέξεως αὐτῆς. Ἀναπτύσσεται τότε φλόξ, ἣτις μεταδίδεται καὶ εις τὴν ὑπόλοιπον εὐφλέκτον ὕλην μετ' ἀποτέλεσμα τὴν πυρκαϊάν.

**117. Ἐκρηξίεις.** Ὁρισμένα μίγματα ἀτμῶν ἢ ἀερίων μετ' τὸν ἀέρα εἶναι ἐκρηκτικὰ. Τοιοῦτον π.χ. εἶναι ἓνα μίγμα ὑδρογόνου καὶ ἀέρος, εις τὸ ὅποιον ἡ ἀναλογία τοῦ ὑδρογόνου περιλαμβάνεται μεταξὺ 4,16ο καὶ 75,56ο. Τοῦτο ἀναφλεγόμενον παράγει ζωηράν ἐκρηξιν, δι' ἧ καὶ ἐκλήθη (αεροτοῦν ἀέριον). Αἱ ἐκρηξίεις, αἱ ὅποιαι ἀναπτύσσονται ἐντὸς τῶν κυλίνδρων τῶν κινητῶν τῶν μηχανῶν ἐσωτερικῆς καύσεως, ὀφείλονται εις τὴν καῦσιν μίγματος ἀτμῶν βενζίνης ἢ πετρελαίου καὶ ἀέρος. Αὗται, ρυθμιζόμεναι καταλλήλως, παρέχουν τὰς ἀναγκαίας δόσεις εις τὸ ἔμβολον ἐκάστου κινητῆρος, τὸ ὅποιον οὕτω θέτει εις κίνησιν τὴν μηχανήν.

Εἰς τὰ νοσοκομεία, τὰ καθαριστήρια ἐνδυμάτων κλπ., ὅπου ἀναπτύσσονται ἀτμοὶ αἰθέρος καὶ ἄλλων εὐφλέκτων ὑγρῶν, πρέπει νὰ λαμβάνεται φροντίς ἐξαερισμοῦ. Διότι μίγμα τοιούτων ἀτμῶν καὶ ἀέρος εἶναι ἐκρηκτικόν, ἐφ' ὅσον ἢ εις αὐτὸ ἀναλογία τῶν ἀτμῶν ὑπερβῆ τὸ 1,80ο περίπου.



Σχ. 53. Φλόξ κηρίου.



Σχ. 54. Λύχνος Bunsen.

**118. Ἡ ἀναπνοή.** Ἡ ἀναπνοή εἶναι ἰδιαίτερα λειτουργία, καθ' ἣν αἱ οὐσίαι τῶν τροφῶν ὀξειδοῦνται ἐντὸς τοῦ ὄργανισμοῦ ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος, ἐκλυομένης ἀντιστοίχου θερμότητος. Τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος παραλαμβάνεται ὑπὸ τοῦ ὄργανισμοῦ κατὰ τὴν εἰσπνοήν. Κυκλοφορεῖ διὰ τοῦ αἵματος εις τὰ διάφορα κύτταρα τοῦ ὄργανισμοῦ καὶ ὀξειδώνει ἐκεῖ τὰ ὄργανικὰς οὐσίας τῶν τροφῶν, αἱ ὅποιαι ἀποτελοῦνται κυρίως ἀπὸ ὑδρογόνου καὶ ἄνθρακος. Προϊόντα τῆς ὀξειδώσεως αὐτῆς εἶναι ὕδωρ ( $H_2O$ ) καὶ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ( $CO_2$ ). Οὕτω ὁ ἀήρ τῆς ἐκπνοῆς περιέχει πολλοὺς ὕδατμοὺς καὶ 40ο περίπου  $CO_2$ , ἐνῶ τὸ ὀξυγόνον αὐτοῦ ἀποτελεῖ μόνον τὰ 16ο τοῦ ὄγκου του.

Ἡ κατὰ τὴν ὀξειδωσιν ταύτην τῶν τροφῶν ἐκλυομένη θερμότης ἀποτελεῖ τὴν κυρίαν πηγὴν τῆς ζωικῆς θερμότητος.

**119. Περί φλογός.** Φλόξ παράγεται, ὅταν καίεται σῶμα ἀέριον. Στερεόν σῶμα, τὸ ὅποιον πυρούμενον δὲν ἐξαερεῖται (π.χ. κῶκ, σίδηρος), καίεται χωρὶς φλόγα.

Ἡ φλόξ κηρίου (σχ. 53) ὀφείλεται εις καῦσιν τῶν ἀερίων προϊόντων ἀποσυνθέσεως τοῦ κηροῦ.

Ὁ τετηγμένος κηρὸς ἀνέρχεται διὰ τῆς θρυαλλίδος εις τὸ ἐσωτερικόν τῆς φλογός, ὅπου θερμαίνεται ἰσχυρότερον καὶ ἀποσυντίθεται εις ἀέρια προϊόντα. Ταῦτα

καταλαμβάνουν τὸ κέντρον τῆς φλογός (α), τὸ ὁποῖον εἶναι ἀλαμπές. Πέριξ τοῦ ἀλαμποῦς τοῦτου πυρῆνος γίνεται καὶ σὺς τῶν ἀερίων τούτων μετὰ τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος καὶ ὡς ἐκ τούτου ἡ φλόξ ἐκεῖ εἶναι φωτεινὴ (β). Τὸ φῶς ὀφείλεται κυρίως εἰς διάπυρα ἄτομα ἄνθρακος, τὰ ὅποια ἐλλείπει ἐπαρκοῦς ὀξυγόνου δὲν ἐκἀήσκη ἀκόμη. Εἰς τὰ ἀκαυστα αὐτὰ ἄτομα ἄνθρακος ὀφείλεται καὶ ἡ αἰθάλη (φουμο), τὴν ὅποιαν ἀφήνει ἡ φλόξ κηρίου ἐπὶ ὑαλίνης ἐπιφανείας.

Τέλος, ἡ φλόξ περιβάλλεται καὶ ἀπὸ ἕνα ὑποκίανον καὶ οὐχὶ φωτιστικὸν στρώμα (γ), ὅπου ὀσκιληροῦται ἡ καὶ σὺς λόγῳ ἐπαρκείας ὀξυγόνου. Τὸ στρώμα τοῦτο τῆς φλογός εἶναι καὶ τὸ περισσότερο θερμαντικόν.

Εἰς τὸν λόχον Bunsen (σχ. 54) καίεται φωταέρον. Τοῦτο ὀλίγον πρὸ τῆς καύσεως τοῦ ἀναμιγνύεται μετὰ ἀνάλογον ποσότητα ἀέρος, ὅστις εἰσέρχεται διὰ καταλλήλων πλευρικῶν ὀπῶν. Οὕτω ἐπιτυγχάνεται ἐπαρκεία ὀξυγόνου καὶ ἡ καὶ σὺς γίνεται τελεία. Διὰ τοῦτο ἡ φλόξ εἶναι ὑποκίανον, οὐχὶ φωτεινὴ, ἀλλὰ πολὺ θερμαντικὴ.

Ἐὰν κλείσωμεν τὰς ὀπὰς εἰσόδου τοῦ ἀέρος (διὰ στροφῆς τοῦ δακτυλίου δ), τότε ἡ φλόξ τοῦ φωταερίου γίνεται φωτεινὴ καὶ ὀλιγότερον θερμαντικὴ. Τοῦτο δέ, διότι ἡ καὶ σὺς γίνεται ἀκαύστη ἐλλείπει ἐπαρκοῦς ὀξυγόνου, τὰ δὲ ἀκαυστα ἄτομα ἄνθρακος φωτοβολοῦν λόγῳ τῆς ὑψηλῆς τῶν θερμοκρασίας ἐντὸς τῆς φλογός.

**120. Ἀνακύκλωσις τοῦ ὀξυγόνου.** Ἡ ἀναπνοὴ τῶν διαφόρων ἐμβίων, αἱ διαφοροὶ καὶ σὺς ἀνθράκων, ξύλων, πετρελαίου κτλ., ὡς καὶ αἱ διαφοροὶ ὀξειδώσεις οὐσιῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τείνουσιν νὰ ἐξαντλήσουσιν τὸ ἐλεύθερον ὀξυγόνον τῆς ἀτμοσφαιρας. Ἐν τούτοις, ἡ ἀναλογία αὐτοῦ εἰς τὸν ἀέρα παραμένει ἀναλλοίωτος χάρις εἰς τὴν ἀφομοίωσιν τῶν φυτῶν. Κατὰ τὴν λειτουργίαν τῶν αὐτῶν τὰ φυτὰ, παραλαμβάνοντα διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας, διασποῦσιν αὐτὸ μετὰ τὴν βοήθειαν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ παρουσία τῆς χλωροφύλλης εἰς ἄνθρακα καὶ ὀξυγόνον, τὸ μέγιστον μέρος τοῦ ὁποίου ἀφήνουσιν ἐλεύθερον. Οὕτω, τὸ ὀξυγόνον ἐπανέρχεται ἐλεύθερον εἰς τὴν ἀτμόσφαιρον.

**111. Ἀνίχνευσις.** 1) Ἡ μισοβρεμένη παρασχίς ξύλου ἀναφλέγεται ζωηρῶς, ἐὰν εἰσαχθῆ εἰς ἀτμόσφαιραν ὀξυγόνου.

2) Ἀέριον περιέχον ὀξυγόνον, ἐὰν διέλθῃ δι' ἀλλοκίκοῦ διαλύματος πυρογαλλόλης, χρωματίζει αὐτὸ βαθέως καστανόν.

**122. Χρήσεις.** Τὸ ὀξυγόνον χρησιμεύει: 1) Ὡς ζωογόνον μέσον εἰς περιπτώσεις ἐξαντλημένων ἀσθενῶν, περιπτώσεις δηλητηριάσεων, ἀποκλεισμοῦ ἀνθρώπων ἐντὸς ὑποβρυχίων, ὑπόνομων κ.ο.κ.

2) Πρὸς ἐπίτευξιν ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν εἰς διαφόρους καμίνους ἀντὶ κοινῶ ἀέρος. Ἐπίσης διὰ συγκολλήσεις μετάλλων, κοπήν αὐτῶν κ.ο.κ. Πρὸς τοῦτο ἀναφλέγεται μίγμα ὑδρογόνου μετὰ ὀξυγόνον ἢ μίγμα ἀσετυλῆνης μετὰ ὀξυγόνον. Ἡ παραγομένη φλόξ ἔχει θερμοκρασίαν 2500° περίπου.

3) Ὡς ἐκρηκτικὴ ὕλη ὑπὸ μορφῆν μίγματος ὑδροποιημένου ὀξυγόνου καὶ ἄνθρακος εἰς κόνιν ἢ καὶ ἄλλων καυσίμων. Τοιαῦτα ἐκρηκτικὰ μίγματα χρησιμοποιοῦνται καὶ διὰ τὴν προώθησιν πυραύλων.

## II. OZON O<sub>3</sub>=48.

### ΠΙΝΑΞ XI

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τοῦ ὄζοντος

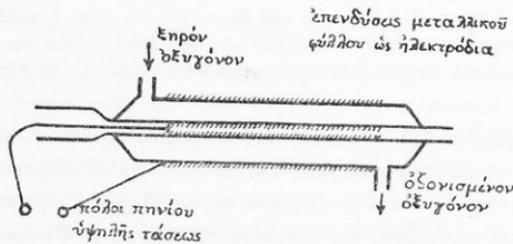
Ἀέριον χρώματος ὑποκίανον.	Σημεῖον ζέσεως . . . . .	-112°
Ἄοσμη δρμητικὴ καὶ πινηγρὰ	Σημεῖον πήξεως . . . . .	-251°
Πυκνότης (gr/l) . . . . .	Διαλυτότης εἰς τὸ ὕδωρ	
Σχετικὴ πυκνότης (ἀθρ=1)	cm <sup>3</sup> /l ὕδατος (εἰς 12°)	2)
	2,444	
	1,658	

**123. Τι είναι το όζον και πού εύρίσκεται.** Το όζον είναι ιδιαίτέρα μορφή του όξυγόνου, καθ' ἣν τὸ μόριον αὐτοῦ ἀποτελεῖται ἀπὸ τρία ἄτομα, ἐξ οὗ καὶ ὁ τύπος  $O_3$ . Ὁ ἀναλυτικὸς τύπος τοῦ μορίου τοῦ ὄζοντος εἶναι :



Ἦτοι, εἰς κάθε μόριον ὄξυγόνου συγκρατεῖται διὰ δεσμοῦ δεσμικότητος (50,3 καὶ ἐν ἄτομον ὄξυγόνου. Τὸ τρίτον τοῦτο ἄτομον ἀποχωρίζεται εὐκόλως, ἐξ οὗ καὶ ἡ μεγάλη ὀξειδωτικὴ δύναμις τοῦ ὄζοντος.

Τὸ ὄζον ἀπαντᾷ μονίμως εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, ὅπου παράγεται δι' ἐπιδράσεως τῶν ὑπεριωδῶν ἀκτίνων τοῦ ἡλίου ἐπὶ τοῦ ὄξυγόνου. Παρὰ τὸ ἔδαφος ἀπαντᾶται συνήθως ἐν καιρῶ καταγιγίδος, ὡς καὶ πλησίον ἠλεκτρικῶν μηχανῶν ἐν λειτουργίᾳ, διότι παράγεται δι' ἐπιδράσεως τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων ἐπὶ τοῦ ὄξυγόνου.



Σχ. 55. Συσκευή παραγωγῆς ὄζοντος.

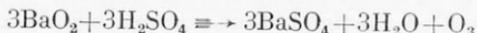
σκοτεινῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων ἐπὶ ρεύματος ἀέρος ἢ ὄξυγόνου. Σχετικῶς ἔχουν τεθῆ εἰς κοινὴν χρῆσιν καὶ συσκευαὶ αὐτόματοι καλούμενοι ozoniseurs, αἱ ὁποῖαι συνδεόμεναι μὲ τὸ δίκτυον τοῦ ρεύματος παράγουν ὄζον, τὸ ὁποῖον χρησιμποιεῖται συνήθως πρὸς ἀπολύμανσιν χώρων (σχ. 55).

Διὰ τῆς ἐπιδράσεως τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων ἐπὶ τοῦ διερχομένου ἀέρος μέρος μόνον τοῦ ὄξυγόνου αὐτοῦ μετατρέπεται εἰς ὄζον. Κατὰ τὴν μετατροπὴν ταύτην ἐκ τριῶν μορίων ὄξυγόνου προκύπτουν δύο μόρια ὄζοντος. Ἡ μετατροπὴ εἶναι ἐνδοθερμικὴ καὶ παριστᾶται ὡς ἑξῆς :



Λόγω τοῦ ὅτι ἐλαττοῦται ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων, τὸ εἰς ὄζον μετατραπὲν ὄξυγόνον καταλαμβάνει τὰ  $\frac{2}{3}$  τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου.

2) Τὸ ὄζον δύναται νὰ παρασκευασθῆ καὶ χημικῶς δι' ἐπιδράσεως πυκνοῦ καὶ ψυχροῦ θεικοῦ ὀξέος ἐπὶ διαφόρων ὑπεροξειδίων καὶ ἰδίως ἐπὶ ὑπεροξειδίου τοῦ βαρίου :



Συνθετέρον ὅμως παρασκευάζεται τὸ ὄζον εἰς τὰ ἐργαστήρια δι' ἐπιδράσεως φθορίου ἐπὶ ὕδατος :



Πάντως, οὐδέποτε παράγεται καθαρὸν ὄζον, λαμβάνομεν δὲ πάντοτε ὀξονισμένον ὄξυγόνον.

Διὰ νὰ ἀποχωρισθῆ τὸ παραχθὲν ὄζον διοχετεύομεν τὸν ὀξονισμένον ἀέρα δι' ὑγροποιημένου ὄξυγόνου, ὅπου τὸ ὄζον συγκρατεῖται. Ἐκ τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ ὄξυγόνου πηχραλιμβάνεται κατόπιν τὸ ὄζον δι' ἀποστάξεως εἰς ταπεινὴν θερμοκρασίαν.

**125. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ὄζον εἶναι ἀέριον ἄχρουν μὲν εἰς λεπτὸν στρώμα, ὑποκίανον δὲ εἰς παχὺ στρώμα. Ἔχει ὁσμὴν χαρακτηριστικὴν, ὁμοίαν μὲ ἐκείνην τοῦ αἰσθανόμεθα εἰς χώρον ὅπου παράγονται ἠλεκτρικοὶ σπινθῆρες ἢ μετὰ ἀπὸ καταιγίδα. Ἔχει σχετικὴν πυκνότητα ὡς πρὸς τὸν ἀέρα :  $\epsilon = 48/29 = 1,65$ .

Ἐγροποιεῖται εἰς  $-112^{\circ}$  καὶ πήγνυται εἰς  $-251^{\circ}$ .

Εἰσπνεόμενον προσβάλλει τὰ ἀναπνευστικὰ ὄργανα.

**126. Χημικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ὄζον, ὡς ἐνδοθερμικὴ οὐσία, τείνει νὰ μεταπέσῃ εἰς ὀξυγόνον, ὅποτε ἐξ ἑνὸς μορίου αὐτοῦ ἐλευθεροῦται ἓν ἄτομον ὀξυγόνου, ἐκλυομένης καὶ τῆς ἀντιστοίχου θερμότητος :



Τὸ οὕτω ἐλευθερούμενον ἄτομον τοῦ ὀξυγόνου, μέχρις ὅτου ἐνωθῆ μετ' ἄλλου ἀτόμου ὀξυγόνου πρὸς σχηματισμὸν μορίου, ἔχει ἐλευθέραν τὴν ἐνωτικὴν του τάσιν καὶ ὡς ἐκ τούτου ἐμφανίζεται πολὺ δραστικώτερον τοῦ μορίου του.

"Ὅθεν, τὸ ὄζον ἐνεργεῖ ὡς δραστήριον ὀξειδωτικὸν σῶμα, δυνάμενον νὰ ὀξειδωσῇ σώματα, τὰ ὅποια δὲν ἐνοῦνται ἀπ' εὐθείας μὲ τὸ ὀξυγόνον. Οὕτω π.χ.

1) "Ὅλα τὰ μέταλλα, πλην τοῦ χρυσοῦ καὶ τοῦ λευκοχρόσου, ὀξειδοῦνται ἐν ψυχρῷ ὑπὸ τοῦ ὄζοντος :



2) Τὸ ὑδρόθειον ( $H_2S$ ) ὀξειδοῦται ὑπὸ τοῦ ὄζοντος καὶ μετατρέπεται εἰς θεικὸν ὄξύ :



3) Αἱ διάφοροι χρωστικαὶ οὐσίαι ὀξειδοῦνται καὶ καταστρέφονται ὑπὸ τοῦ ὄζοντος. Οὕτω διὰ τοῦ ὄζοντος ἀποχρωματίζονται καὶ λευκαίνονται ὑφάσματα, νήματα, ψάθαι κ.ο.κ.

4) Τὰ κύτταρα ἐν γένει ὀξειδοῦνται καὶ νεκροῦνται ὑπὸ τοῦ ὄζοντος. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιοῦν τὸ ὄζον ὡς δραστήριον ἀπολυμαντικόν.

**127. Ἀνίχνευσις.** Τὸ ὄζον ἀνιχνεύεται διὰ τῆς χαρακτηριστικῆς ὁσμῆς, ὅταν ἡ ἀναλογία του εἰς τὸν ἀέρα ὑπερβαίνει τὸ 1 : 500000. Χημικῶς ἀνιχνεύεται διὰ τῶν ὀξειδωτικῶν του ἰδιοτήτων, ὡς π.χ. δι' ἐλευθερώσεως τοῦ J ἐκ τοῦ διαλύματος KJ. Μεταξὺ τῶν ἄλλων ὀξειδωτικῶν σωμάτων διακρίνεται δι' εἰδικῶν ὀζοντοσκοπικοῦ χάρτου, ὃ ὅποιος παρουσιάζ ὄζοντος γίνεται ἰώδης.

**128. Χρήσεις.** Τὸ ὄζον χρησιμοποιεῖται πρὸς λεύκανσιν ὑφασμάτων, νημάτων, βάμβακος, ἀμύλου, ἐλεφαντοστοῦ κ.ο.κ. Ἐπίσης πρὸς ἀπολύμανσιν ὑδάτων καὶ ἐξυγιάνσιν χώρων, πρὸς τεγνητὴν παλαιώσιν οἴνων καὶ ξύλου, πρὸς παρασκευὴν διαφόρων ἐνώσεων τῆς ὀργανικῆς χημείας (καμφορῆς, βανιλίνης κ.ἄ.) κ.ο.κ.

**129. Ἀλλοτροπία.** Ὡς εἶδομεν, τὸ ὄζον εἶναι ἰδιαιτέρα μορφή τοῦ ὀξυγόνου μὲ διάφορον σύνθεσιν τοῦ μορίου του. Τὸ φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ εἰς ἄλλα στοιχεῖα καλεῖται δὲ ἄλλοτροπία. Τὸ τοιοῦτον στοιχεῖον καλεῖται ἄλλοτροπικαί μορφαί.

Αἱ διάφοροι δὲ μορφαί αὐτοῦ καλοῦνται ἄλλοτροπικαί μορφαί.

Ἄλλοτροπα στοιχεῖα εἶναι π.χ. τὸ θεῖον, ὃ θινθράξ, ὃ φωσφόρος, τὸ πυρίτιον κ.ἄ.

Αἱ ἄλλοτροπικαί μορφαί ἑνὸς στοιχείου διαφέρουν μεταξὺ των ὡς πρὸς τὸν

ἀριθμὸν τῶν ἀτόμων ποὺ ἀποτελοῦν τὸ μόριον ἐκάστης μορφῆς ἢ ἀκόμη καὶ ὡς πρὸς τὴν διάταξιν τῶν ἀτόμων ἐντὸς τοῦ μορίου.

Λόγω διαφορᾶς εἰς τὴν σύστασιν τῶν μορίων αὐτῶν, αἱ ἄλλοτροπικαὶ μορφαὶ ἐνὸς στοιχείου ἔχουν διαφόρους ιδιότητες. Συντιθέμεναι ὅμως μετ' ἄλλων στοιχείων παρέχουν τὰς αὐτὰς ἐνώσεις.

**130. Κατάστασις ἐν τῷ γεννᾶσθαι.** Εἶδομεν ἀνωτέρω, ὅτι ἡ δραστηριότης τοῦ ὄζοντος ὡς ὀξειδωτικοῦ μέσου ὑφείλεται εἰς τὸ ὑπὸ μορφὴν ἀτόμων ἐμφανιζόμενον ὀξυγόνον κατὰ τὴν διάσπασιν τοῦ μορίου τοῦ ὄζοντος.

Τὸ φαινόμενον εἶναι γενικὸν καὶ δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ ἐπὶ ὅλων τῶν στοιχείων, καλεῖται δὲ **κατάστασις ἐν τῷ γεννᾶσθαι**. Οὕτω, ὡς **κατάστασις ἐν τῷ γεννᾶσθαι ἐνὸς στοιχείου χαρακτηρίζεται ἡ ὑπὸ μορφὴν ἀτόμων στιγμιαία κατάστασις αὐτοῦ κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς παρασκευῆς του.** Αἱ χημικαὶ ιδιότητες τοῦ στοιχείου ἐκδηλοῦνται τότε μὲ πολὺ μεγαλυτέραν δραστηριότητα, χάρις εἰς τὸ ὅτι, τὰ ἄτομα αὐτοῦ, εὐρισκόμενα πρὸς στιγμὴν ἐν ἐλευθέρῳ καταστάσει, ἐκδηλώνουν ὅλην τὴν ἐνωτικὴν των τάσιν.

Εἰς τὴν τοιαύτην δραστηριότητα τῶν στοιχείων ὑπὸ τὴν κατάστασιν ἐν τῷ γεννᾶσθαι, φαίνεται ὅτι συντελεῖ ἐπίσης καὶ ἡ ἐνέργεια, ἥτις ἐκλύεται κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς παρασκευῆς αὐτῶν.

#### Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

83. Πόσος ὄγκος ὀξυγόνου παράγεται κατὰ τὴν ἀποσύνθεσιν 43,2 gr HgO ;  
 84. Πόσον BaO<sub>2</sub> ἀπαιτεῖται πρὸς παρασκευὴν 5 l ὀξυγόνου ;  
 85. Θεικὸν ὀξὺ ἐπιδρᾷ ἐπὶ 25 gr MnO<sub>2</sub>. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ παραχθέντος ὀξυγόνου.  
 86. Πόσον Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ἀπαιτεῖται, ἵνα δι' ἐπιδράσεως ὕδατος παρασκευάσωμεν 30 l ὀξυγόνου ;  
 87. Πυροῦμεν 50 gr καθαροῦ KClO<sub>3</sub> καὶ μετ' ἐπιδράσεως τοῦ παραχθέντος ὀξυγόνου κατακαίωμεν ὑδρόθειον. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ H<sub>2</sub>S ποὺ ἐκάρη.  
 88. Πόσος ὄγκος O<sub>3</sub> δύναται νὰ ληφθῇ ἀπὸ 40 l O<sub>2</sub>, τὰ ὅποια διέρχονται διὰ μέσου ὄζονιστήρος, ἐὰν ἡ ἀπόδοσις εἰς ὄζον εἶναι 15% ;  
 89. 2 l O<sub>2</sub> διέρχονται δι' ὄζονιστήρος, ὅτε τὰ 10% αὐτοῦ μετατρέπονται εἰς ὄζον. Ζητεῖται ἡ μείωσις τοῦ ὄγκου τὴν ὁποίαν θά ὑποστῇ τὸ ἀέριον.  
 90. Κατὰ τὴν θέρμανσιν KClO<sub>3</sub>, λαμβάνονται 5,5 l ὀξυγόνου ὑπὸ θερμοκρασίαν 27° C καὶ πίεσιν 750 mm Hg. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ KClO<sub>3</sub>, τὸ ὁποῖον ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.  
 91. Διὰ πυρώσεως BaO<sub>2</sub> ἐλήφθη ὀξυγόνον, μετ' ἐπιδράσεως ἐμπληρώθη γαλιβδίνῃ ὀβίς χωρητικότητος 15 l ὑπὸ πίεσιν 20 Atm καὶ θερμοκρασίαν 0° C. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ BaO<sub>2</sub>, τὸ ὁποῖον ὑπέστη ἀποσύνθεσιν.  
 92. Πόσον KMnO<sub>4</sub> πρέπει νὰ ἀντιδράσῃ μετ' H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ὥστε νὰ παραχθοῦν 750 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνου ὑπὸ K.C. ;

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XII

#### ΥΔΡΟΓΟΝΟΝ H = 1,0078

#### ΠΙΝΑΞ XII τῶν φυσικῶν σταθερῶν τοῦ Ὑδρογόνου.

Ἀτομικὸς ἀριθμὸς . . . . .	1	Πυκνότης gr/l (1ἀτμ. 0°) . . . . .	0,08953
Ἀτομικὸν βάρος . . . . .	1,0078	Σχετικὴ πυκνότης (ἀήρ=1) . . . . .	0,06952
Ἰσότοπα :		Διαλυτότης εἰς cm <sup>3</sup> ἐντὸς	
H <sup>1</sup> : H <sup>2</sup> . . . . .	5000:1	1 λίτρον ὕδατος 0° C . . . . .	19,3
Ἡλεκτρονικὰ σθένους . . . . .	1s <sup>1</sup>	Σημεῖον ζέσεως . . . . .	-252°,8
Φυσικὴ κατάστασις : ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμα, ἄγρευτον		Σημεῖον πήξεως . . . . .	-259°

Ὁ ἀλχημιστὴς **Παράκελσος** κατὰ τὸν 16ον αἰῶνα παρατήρησεν, ὅτι ἀπὸ τὸ θεικὸν ὀξύ ἐξέρχεται ἐν ἀέριον ἀναφλέξιμον, ὅταν ἐπιδράσῃ ἐπ' αὐτοῦ σίδηρος.

Ἡ ἀνακάλυψις ὅμως καὶ ἡ μελέτη τοῦ ὑδρογόνου ἐγένετο κατὰ τὸ 1766 ὑπὸ τοῦ Cavendish. Βραδύτερον (1783), ὁ Lavoisier ὠνόμασε τὸ ἀέριον αὐτὸ **ὕδρογόνον** ἀπὸ τὸ γεγονός, ὅτι τοῦτο καίόμενον εἰς τὸν ἀέρα παράγει ὕδωρ.

**131. Προέλευσις.** Ὡς ἐλεύθερον τὸ ὑδρογόνον ἀπαντᾷ κυρίως εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, ὅπου φαίνεται ὅτι ἀποτελεῖ τὸ κύριον συστατικὸν αὐτῆς. Ἡνωμένον δὲ ἀποτελεῖ τὸ 1/9ον τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος, εἶναι ἀπαραίτητον συστατικὸν ὅλων τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων, καθὼς καὶ ἀπαραίτητον συστατικὸν ὅλων τῶν ὀξέων.

Τὸ ὑδρογόνον εὐρέθῃ ἐπίσης ἐγκλεισμένον εἰς πολλοὺς μετεωρίτας, παρατηρήθη δὲ φασματοσκοπικῶς, ὅτι εὐρίσκεται ἐν ἀφθονίᾳ εἰς τὴν ἡλιακὴν χρωμοσφαῖραν, καθὼς καὶ εἰς πολλοὺς νεφελοειδεῖς.

**132. Παρασκευὴ.** Α) **Εἰς τὰ ἐργαστήριον.** 1) **Ἐκ τῶν ὀξέων** δι' ἐκτοπίσεως τοῦ ὑδρογόνου αὐτῶν ὑπὸ μετάλλου. Συνήθως χρησιμοποιοῦμεν ἀραιὸν θεικὸν ἢ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ καὶ ψευδάργυρον ἢ ἀργίλιον :



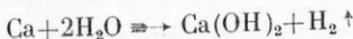
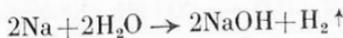
Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ ἰόν  $\text{H}^+$  τοῦ ὀξέος παραλαμβάνει ἠλεκτρόνιον ἐκ τοῦ ἀτόμου τοῦ μετάλλου καὶ μετατρέπεται εἰς ἄτομον  $\text{H}$ . Συγχρόνως, τὸ ἄτομον  $\text{M}$  τοῦ μετάλλου παραχωρῆσαν ἠλεκτρόνια τῆς ἐξωτερικῆς του στιβάδος εἰς τὰ ἰόντα ὑδρογόνου, γίνεται ἰόν ( $\text{M}^{++}$ ) καὶ διασπείρεται εἰς τὸ διάλυμα, ἦτοι :



Τὸ ἐκλύομενον ὑδρογόνον συλλέγομεν δι' ἐκτοπίσεως ὕδατος (σχ. 56).

Τὸ ἰόν  $\text{M}^{++}$  τοῦ μετάλλου εἴτε ἐνῶται με ἰόντα  $\text{SO}_4^{--}$  εἰς μόρια  $\text{MSO}_4$ , εἴτε παραμένει ὡς κατιὸν ἐντὸς τοῦ διαλύματος συμφώνως πρὸς τὴν θεωρίαν τοῦ Arrhenius.

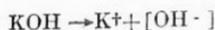
2) **Ἐκ τοῦ ὕδατος** δι' ἐπιδράσεως ἐπ' αὐτοῦ νατρίου ἢ καλύτερον ἀσβεστίου :



Τὰ δύο αὐτὰ μέταλλα ἀποσυνθέτουν τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ.

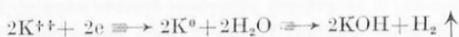
3) **Δι' ἠλεκτρολύσεως** ὕδατος, περιέχοντος ἐν διαλύσει ὀξύ ἢ βάσιν, διότι τὸ καθαρὸν ὕδωρ εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ δὲν ἠλεκτρολύεται. Ἡ ἀνάδρασις εἶναι ἀνάλογος με τὴν ἀνωτέρω, παράγονται δὲ συγχρόνως εἰς μὲν τὴν κάθodon **ὕδρογόνον**, εἰς δὲ τὴν ἀνοδον **ὀξυγόνο**.

Ἔστω π.χ., ὕδατικὸν διάλυμα τῆς βάσεως  $\text{KOH}$ . Μέρους τῶν μορίων αὐτῆς διίστανται καὶ παρῆχον ἰόντα  $\text{K}^+$  καὶ ὕδροξυλίου  $[\text{OH}^-]$  :



Τὰ ἰόντα  $\text{K}^+$  ἐρχόμενα ἐπὶ τῆς **καθόδου** παραλαμβάνουν ἐνεῖ δὲ εἰ ἠλεκτρόνιον (e) καὶ με-

τατρέπονται εις άτομα καλίου. Τὰυτ ἔτι ἐπιδρῶν χημικῶς ἐπὶ τοῦ ὕδατος τοῦ διαλύματος, ὅπου τε ἀναγεννᾶται τὸ μέρος KOH καὶ ἐλευθεροῦται ὑδρογόνον :



Ἐξ ἄλλου, τὰ ἰόντα  $[OH^-]$  φερόμενα ἐπὶ τῆς ἀνόδου ἀποθέτουν ἐκεῖ ἀνὰ ἓν πλεονάζον ἠλεκτρόνιον καὶ ἀκολουθῶς, ἐπιδρῶντα χημικῶς μεταξὺ των, παρέχουν ὕδωρ καὶ ὑδρογόνον :



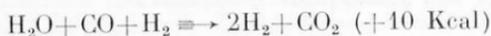
4) Ὁρισμένα μέταλλα, ὅπως ὁ ψευδάργυρος (Zn) καὶ τὸ ἀργίλιον (Al), δὲν ἐπιδρῶν μὲν ἐπὶ τοῦ καθαρῶ ὕδατος, ἐπιδρῶν ὅμως ἐπὶ ὕδατος, εἰς τὸ ὁποῖον ἔχει διαλυθῆ μία βάσις, ὡς π.χ. KOH. Ἐλευθεροῦται τότε μέρος τοῦ ὑδρογόνου τοῦ ὕδατος, τὸ δὲ σχηματιζόμενον ὑδροξείδιον τοῦ μετάλλου ἐπιδρᾷ περαιτέρω ἐπὶ τῆς ἐν διαλύσει βάσεως σχηματιζομένου ἐνὸς εἴδους ἄλατος :



B) Εἰς τὴν Βιομηχανίαν. 1) Δι' ἐπιδράσεως διαπύρου ἀνθρακος ἐπὶ ὕδρατμῶν εἰς θερμοκρασίαν ἄνω τῶν  $1000^{\circ}$  :



Τὸ μίγμα τοῦ CO καὶ  $H_2$ , καλούμενον ὑδραέριον, ἐμπλουτίζεται περαιτέρω εἰς ὑδρογόνον διὰ τῆς ἐπιδράσεως ὕδρατμῶν ἐν θερμῷ παρουσίᾳ σιδήρου ὡς κατ'ἀλλοῦ κατὰ τὴν ἐξίσωσιν :



Τὸ τελικὸν μίγμα  $CO_2$  καὶ  $2H_2$  διαβιβάζεται διὰ μέσου ὕδατος ὑπὸ πίεσιν, ὅπου τὸ  $CO_2$  συγκρατεῖται, διαλυόμενον εἰς τὸ ὕδωρ, τὸ δὲ ὑδρογόνον ἐξέρχεται καθαρὸν. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην παρασκευάζονται μέγιστα ποσὰ ὑδρογόνου εἰς τὴν βιομηχανίαν τῆς συνθετικῆς ἀμμωνίας ( $NH_3$ ) κ.λ.π.

2) Δι' ἐπιδράσεως διαπύρου σιδήρου ἐπὶ ὕδρατμῶν :



3) Δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ ὕδατος.

4) Μεγάλα ποσότητες ὑδρογόνου παρασκευάζονται βιομηχανικῶς ἀπὸ τὸ μεθάνιον ( $CH_4$ ) τῶν φυσικῶν ἀερίων κατὰ τὰς ἐξισώσεις



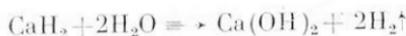
5) Εἰς τὰ διυλιστήρια πετρελαίου ἐπίσης παράγονται μεγάλα ποσὰ ὑδρογόνου κατὰ τὴν ἐργασίαν, ἣ ὅπου λέγεται ἀναμόρφωσις καὶ ἀποβλέπει εἰς τὴν αὔξησιν τοῦ «ἀριθμοῦ οκτανίων» τῆς βενζίνης, ὡς π.χ.



6) Ἐκ τοῦ φωταερίου, τὸ ὁποῖον περιέχει 50% ὑδρογόνον.

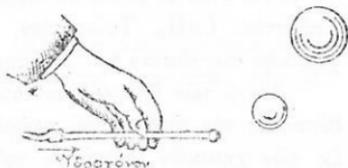
Ὁ ἀποχωρισμὸς τοῦ ὑδρογόνου αὐτοῦ ἐκ τοῦ μίγματος τῶν ἄλλων ἀερίων γίνεται δι' ὑγραποιήσεως τῶν τελευταίων τούτων, ὅπου τὸ ὑδρογόνον, ὡς δυσκόλως ὑγραποῦμενον, ἀποχωρίζεται.

7) Προχέριως δύναται νὰ παρασκευασθῇ ὑδρογόνον εἰς μεγάλην ποσότητα δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ ὑδρογονοῦχο ἀσβεστίου :



Ἡ μέθοδος ὅμως αὕτη εἶναι πολυδάπανος καὶ χρησιμοποιεῖται μόνον ἐν περιπτώσει ἀνάγκης.

**133. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ὑδρογόνον εἶναι ἀέριον ἄχρουν καὶ ἄοσμον, ἐλαχιστα διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ (20ο περίπου). Ἔχει σχετικὴν πυκνότητά  $\epsilon=2/29=0,06952$  καὶ ὡς ἐκ τούτου εἶναι 14,5 φορές ἐλαφρότερον τοῦ ἀέρος καὶ τὸ ἐλαφρότερον πάντων τῶν σωμάτων. Πομφόλυγες σάπωνος σχηματιζόμεναι μετ' ὑδρογόνου γίνονται ἐλαφρότεραι ἴσου ὄγκου ἀέρος καὶ ἀνέρχονται ὡς ἀερίστατα (σχ. 57).



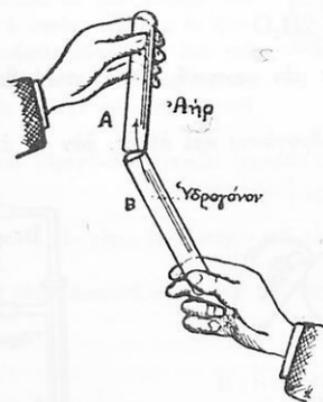
Σχ. 57. Πομφόλυγες σάπωνος πλήρεις ὑδρογόνου ἀνέρχονται.

Λόγω τῆς ἐλαφρότητός του τὸ ὑδρογόνον ἐκτοπίζει τὸν ἀέρα ἐνὸς ἀνεστραμμένου κυλίνδρου καὶ ἀνέρχεται εἰς αὐτὸν (σχ. 58). Τοῦτο δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμεν μετ' ἰσχύος πυρρείου. Ὅταν πλησιάσωμεν αὐτὴν εἰς τὸ στόμιον τοῦ κυλίνδρου Α, ἀκούομεν ἐλαφρὸν κρότον ἐκ τῆς ἀναφλέξεως τοῦ ὑδρογόνου.

Λόγω τοῦ πολὺ μικροῦ μεγέθους τῶν μορίων τοῦ ὑδρογόνου **διαπιδύει**, ἤτοι διέρχεται διὰ μέσου τῶν πόρων ἐνὸς πορώδους σώματος, εὐκολώτερον καὶ ταχύτερον παντὸς ἄλλου ἀερίου (37).

**Προσροφεῖται** ἐπίσης τοῦτο ὑπὸ πολλῶν μετάλλων. Τὰ μέρια του δηλ. συγκαταστῶνται εἰς μεγάλας ποσότητας ὑπὸ τῶν μορίων τῆς ἐπιφανείας τοῦ μετάλλου. Ὅστω π.χ. ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίᾳ δοθεὶς ὄγκος ἐκ τῶν μετάλλων σιδήρου, χρυσοῦ, λευκοχρῶσου καὶ παλλαδίου συγκατατεῖ ἀντιστοίχως 19,2 - 46,3 - 49,3 καὶ 873 ὄγκους ὑδρογόνου.

Τὸ ὑδρογόνον ὑγροποιεῖται πολὺ δυσκόλως, διότι ἡ κρίσιμος θερμοκρασία αὐτοῦ εἶναι  $-240^\circ$ . Τὸ ὑγροποιηθὲν ὑδρογόνον ζεεὶ εἰς  $-253^\circ$ , στερεοποιεῖται δὲ εἰς  $-259^\circ \text{C}$ .



Σχ. 58. Τὸ ὑδρογόνον ἀνέρχεται ἐκ τοῦ κυλίνδρου Β εἰς τὸν Α.



Σχ. 59. Τὸ ὑδρογόνον ἀναφλέγεται ἀλλὰ δὲν διατηρεῖ τὴν καυσίαν.

Τέλος, τὸ ὑδρογόνον, μολονότι ὑπάγεται εἰς τὰ ἀμέταλλα, ἀποτελεῖ ἐξαιρέσειν καὶ εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

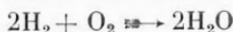
Τὸ ὑγρὸν καὶ τὸ στερεὸν ὑδρογόνον δὲν ἔχει μεταλλικὰς ιδιότητες.

**134. Χημικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ὑδρογόνον παρουσιάζει γενικῶς ιδιότητες μεταλλοῦ. Οὕτω π.χ. κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τῶν ὀξέων ἐμφανίζεται εἰς τὴν κάθωδον, ὅπου ἐμφανίζονται καὶ τὰ μέταλλα κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τῶν ἀλάτων. Εἰς τὰ μόρια τῶν ὀξέων τὸ ὑδρογόνον αὐτῶν ἀντικαθίσταται ὑπὸ μέταλλου καὶ οὐχὶ ὑπὸ ἀμετάλλου. Ἡ χημικὴ συγγένεια τοῦ ὑδρογόνου πρὸς τὰ μέταλλα περιορίζεται μόνον εἰς τὰ μέταλλα τῆς ὁμάδος τῶν ἀλκαλίων καὶ τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν, μετὰ ὅποια ἐνοῦται μόνον ἐν θερμῷ, ὡς π.χ. κατὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ ὑδρογονοῦχου ἀσβεστίου  $\text{CaH}_2$ . Τοῦναντίον, ἐναντι τῶν ἀμετάλλων τὸ ὑδρογόνον ἔχει μεγάλην χημικὴν συγγένειαν καὶ ἐνοῦται ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας μετὰ ὅλα ἐξ αὐτῶν.

Λόγω τῶν ιδιορρυθμῶν αὐτῶν ιδιοτήτων τοῦ τὸ ὑδρογόνον κατέχει ἰδιαίτερον θέσιν εἰς τὸν πίνακα τοῦ περιοδικοῦ συστήματος τῶν στοιχείων. Αἱ σπουδαιότεραι ἐκ τῶν χημικῶν ιδιοτήτων τοῦ ὑδρογόνου ἀναφέρονται εἰς τὴν μεγάλην χημικὴν συγγένειαν αὐτοῦ πρὸς τὸ ὀξυγόνον καὶ πρὸς τὰ ἀέρια φθόριον καὶ χλώριον, ἤτοι :

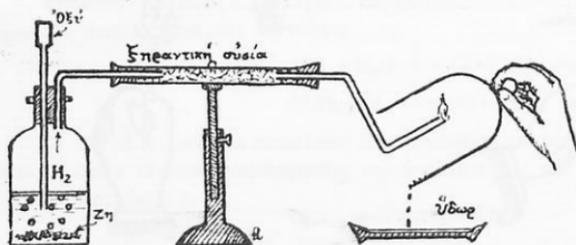
1) Τὸ ὑδρογόνον καίεται μὲν εἰς τὸν ἀέρα, ἀλλὰ δὲν διατηρεῖ τὴν καύσιν. Τοῦτο δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμεν, ἐὰν εἰς ἀνεστραμμένον κύλινδρον, ὅστις περιέχει ὑδρογόνον, εἰσαγάγωμεν ἀνημμένην λαμπάδα. Αὕτη θὰ σβεσθῇ ἐντὸς τοῦ ὑδρογόνου, ἐνῶ αὐτὸ τοῦτο τὸ ὑδρογόνον θὰ καίεται εἰς τὸ στόμιον τοῦ κυλίνδρου (σχ. 59).

2) Προϊὸν τῆς καύσεως τοῦ ὑδρογόνου εἶναι τὸ ὕδωρ. Διαβιβάζομεν π.χ. διὰ ξηραντικῆς οὐσίας ( $\text{CaCl}_2$ ), ὑδρογόνον, ὥστε τοῦτο νὰ ἐξέλθῃ ἀπηλλαγμένον ὕδατος καὶ τὸ ἀναφλέγομεν (σχ. 60). Ἐνωθεν τῆς φλογὸς αὐτοῦ ἀναστρέφομεν στεγνὸν ὑάλινον κώδωνα, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εἰσέρχονται τώρα τὰ προϊόντα καύσεως τοῦ ὑδρογόνου. Παρατηροῦμεν μετ' ὀλίγον ὅτι ὁ κώδων καλύπτεται ἐσωτερικῶς ἀπὸ λεπτὸν στρώμα δρόσου, τὰ σταγονίδια τῆς ὁποίας συννεοῦνται βαθμηδὸν εἰς μεγαλύτερας σταγόνας ὕδατος. Ἄρα, κατὰ τὴν καύσιν τοῦ τὸ ὑδρογόνον ἐνοῦται μετὰ τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος καὶ παράγει ὕδωρ :

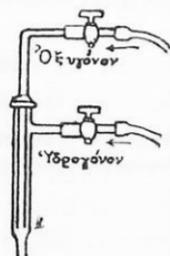


Ἡ φλόξ τοῦ ὑδρογόνου εἶναι ἐλάχιστα μὲν φωτεινὴ, ἀλλὰ πολὺ θερμαντικὴ ἐχούσα θερμοκρασίαν  $2000^\circ \text{C}$  περίπου.

3) Μῆγμα ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου ἢ ὑδρογόνου καὶ ἀέρος, ἐὰν τὸ ἀναφλέξω-



Σχ. 60. Προϊὸν τῆς καύσεως τοῦ ὑδρογόνου εἶναι τὸ ὕδωρ.



Σχ. 61. Ὁξυδρική φλόξ.

μεν, παράγει ἰσχυρὰν ἐκρηξιν, ἐφ' ὅσον ἡ περιεκτικότης αὐτοῦ εἰς ὑδρογόνον εὐρίσκεται μεταξὺ  $4,10\%$  καὶ  $75,50\%$ , δι' ἧ καὶ ἐκλήθη «**κροτοῦν ἀέριον**». Ὅταν ὅμως τὰ δύο ἀέρια ὀδηγοῦνται διὰ χωριστῶν σωλῆνων καὶ ἀναμιγνύονται ὀλίγον

πρὸ τοῦ στομίου ἀναφλέξεως, τότε τὸ ὑδρογόνον καίεται ἡσύχως, ἡ δὲ φλόξ αὐτοῦ καλυμμένη **δξυϋδρική φλόξ** ἔχει θερμοκρασίαν 2500° C, εἰς τὴν ὅποιαν τήκονται ὅλα σχεδὸν τὰ μέταλλα (σχ. 61).

4) Μετὰ τοῦ φθορίου τὸ ὑδρογόνον ἐνοῦται ὀρμητικῶς ὑπὸ οἰασθήποτε συνθή-  
κας, παραγομένου ὑδροφθορίου :



5) Μετὰ τοῦ χλωρίου τὸ ὑδρογόνον ἐνοῦται εἰς μὲν τὸ σκότος βραδέως, εἰς τὸ ἄμεσον δὲ ἠλιακὸν φῶς μὲ ἔκρηξιν. Κατὰ τὴν ἔνωσιν ταύτην παράγεται ὑδροχλω-  
ριον :



**135. Ἡλεκτρονική συμπεριφορὰ τοῦ ὑδρογόνου:** Αἱ ἰδιωρυθμίαι εἰς τὴν χημικὴν συμπεριφορὰν τοῦ ὑδρογόνου ἐξηγῶνται ἠλεκτρονικῶς ὡς ἑξῆς:

α) Μὲ τὰ **ἀμέταλλα** τῆς VII B ὁμάδος (F, Cl, Br, J) τὸ ὑδρογόνον σχηματίζει **ὁμοιοπολικὰς** ἐνώσεις, τῶν ὁποίων ὅμως τὰ ὑδατικά διαλύματα εἶναι ὀξεᾶ σχηματιζομένου κατιόντος ὀξείνου:

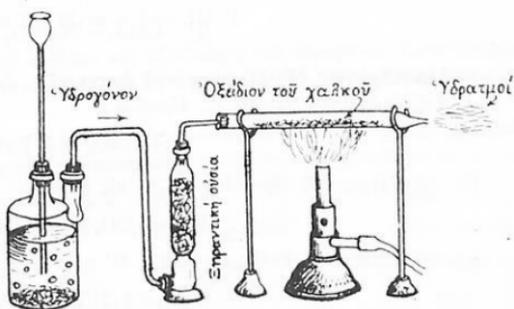


β) Ἐξ ἄλλου, μὲ ὀρισμένα **μέταλλα** (Na, Ca κ.ἄ.) τὸ ὑδρογόνον σχηματίζει **ἑτεροπολι-  
κὰς** ἐνώσεις, εἰς τὰς ὁποίας τοῦτο **προσλαμβάνει** ἠλεκτρόνιον ἐκ τοῦ **μετάλλου** καὶ ἐμφανίζεται ὡς **ἀνιόν** :



Πράγματι, κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τοιούτων ἐνώσεων, τετηγμένων, τὸ ὑδρογόνον ἐμφανίζεται εἰς τὴν **ἀνοδον**.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ ἠλε-  
κτρονικὴ στιβάς 1s τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου, ἡ ὁποία περιέχει ἓν ἠλε-  
κτρόνιον, συμπληροῦται καὶ διὰ τοῦ **δευτέρου** ἠλεκτρονίου, τὸ ὅποιον πα-  
ραχωρεῖ εἰς αὐτὴν τὸ ἄτομον τοῦ **μετάλλου**.



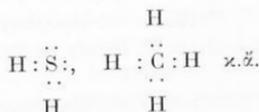
Σχ. 62. Ἀναγωγή τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ ὑπὸ ὑδρογόνου.

Τὸ ἀνιὼν ὑδρογόνου ἐμφανίζει ἰσχυρῶς βασικὰς ιδιότητες. Οὕτω π.χ. ἡ ἀντίδρασις



δεικνύει, ὅτι τὸ  $\text{H}^-$  εἶναι ἰσχυρότερον τοῦ  $\text{OH}^-$ , διότι ἀποσπᾷ τὸ ἕτερον ἄτομον τοῦ ὑδρογόνου τοῦ ὕδατος.

γ) Εἰς τὰς περισσοτέρας πάντως τῶν περιπτώσεων τὸ ὑδρογόνον σχηματίζει ἐνώσεις **ὁμοιο-  
πολικὰς** :



Εἰς αὐτὰς τὸ ἠλεκτρόνιον τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου σχηματίζει **ζευγὸς** μὲ ἓν **ἀσύζευκτον** ἠλεκτρόνιον τοῦ ἀτόμου ἐνὸς ἄλλου στοιχείου.

**136. Ἀναγωγή.** Ἔστω ὅτι ἐντὸς πυριμάχου κυλίνδρου εἰσάγομεν ὀξείδιον τοῦ χαλκοῦ ἢ καὶ ὀξείδιον ἄλλου μετάλλου, πυροῦμεν δὲ ἔξωθεν τὸν κύλινδρον ἰσχυ-  
ρῶς. Ἐὰν διασχετεῦσωμεν διὰ μέσου τοῦ διαπύρου ὀξειδίου ξηρὸν ὑδρογόνον, τοῦτο **θὰ ἀφαιρέσῃ** τὸ δξυγόνον τοῦ ὀξειδίου ἐνοῦμενον μὲ αὐτὸ καὶ παρέχον ἄτμους ὕδα-  
τος, εἰς τὸν κύλινδρον δὲ θὰ ἀπομεινῇ τελικῶς καθαρὸν τὸ μέταλλον : (σχ. 62).  
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Τὸ φαινόμενον τοῦτο, κατὰ τὸ ὅποῖον ἡ ὀξυγονοῦχος ἔνωσις  $\text{CuO}$  ἔχει χάσει τὸ ὀξυγόνον αὐτῆς, καλεῖται **ἀναγωγὴ**, τὸ δὲ σῶμα, τὸ ὅποῖον ἔχει ἀφαιρέσει τὸ ὀξυγόνον ὀξειδωθὲν αὐτὸ τοῦτο, καλεῖται **σῶμα ἀναγωγικόν**.

Πλὴν τοῦ ὑδρογόνου, σπουδαῖα ἀναγωγικὰ σώματα εἶναι ἐπίσης ὁ ἄνθραξ (C), τὸ μονοξείδιον τοῦ ἄνθρακος (CO), τὸ ὑδροϊώδιον (HI), ἡ κόνις τοῦ ἀργιλίου (Al), τὸ μαγνήσιον (Mg), τὸ κάλιον (K), τὸ νάτριον (Na) κ.ἄ.

**137. Ὁξειδοαναγωγὴ. Ἡλεκτρονικὴ ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τούτου.** Ὅλαι αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις δύνανται κατὰ τρόπον χονδρικόν νὰ ταξινομηθοῦν εἰς τρεῖς ομάδας, ἧτοι :

1) Ἀντιδράσεις παραγωγῆς ἄλατος δι' ἀμοιβαίας ἐξουδετερώσεως ὀξέος καὶ βάσεως. Ἐνταῦθα ὑπάγεται καὶ ἡ ὑδρόλυσις ὡς εἶδομεν (97) :



2) Ἀντιδράσεις διπλῆς ἀποσυνθέσεως, κατὰ τὰς ὁποίας παράγεται συνήθως ἓν ἀέριον ἢ ἓνα σῶμα ἀδιάλυτον, τὰ ὅποια ὡς τοιαῦτα ἀπομακρύνονται ἀπὸ τὸ μέσον τῆς ἀντιδράσεως, ἧτοι :



3) Ἀντιδράσεις ὀξειδώσεως καὶ ἀναγωγῆς, ὡς π.χ.

α) Ὁξείδωσις τοῦ χαλκοῦ εἰς ὀξείδιον :



β) Ὁξείδωσις τοῦ ὑδροθειοῦ ( $\text{H}_2\text{S}$ ) εἰς θεῖον :



γ) Ὁξείδωσις τοῦ  $\text{FeCl}_2$  εἰς  $\text{FeCl}_3$  δι' αὐξήσεως τοῦ σθένους τοῦ Fe :



δ) Ἀναγωγὴ τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ εἰς μεταλλικόν Cu :



Ἐκ τῶν ἀνωτέρω τριῶν ομάδων χημικῶν ἀντιδράσεων, αἱ ἀντιδράσεις ὀξειδώσεως καὶ ἀναγωγῆς εἶναι αἱ πολυπληθέστεραι, ἐὰν θεωρήσωμεν αὐτὰς ὑπὸ τὴν εὐρύτεραν αὐτῶν ἔννοιαν.

Ὁξείδωσις καὶ ἀναγωγὴ εἶναι δύο φαινόμενα ἀδιαχώριστα, διότι τὸ σῶμα τὸ ὁποῖον ὑφίσταται ἀναγωγὴν ὀξειδώνει τὸ ἕτερον σῶμα ποῦ ἐνεργεῖ ὡς ἀναγωγικόν.

Ἡ θεμελιώδης ἐξίσωσις :



δύναται νὰ θεωρηθῇ ἀδιαχώρως εἴτε ὡς ὀξείδωσις τοῦ ὑδρογόνου, εἴτε ὡς ἀναγωγὴ τοῦ ὀξυγόνου. Διὰ τοῦτο τὰ δύο αὐτὰ φαινόμενα θεωροῦνται ὡς ἓν, εἰς τὸ ὅποῖον ἐδόθη τὸ ὄνομα **ὀξειδο-ἀναγωγὴ**.

Ἐὰν ἐξετάσωμεν ἀπὸ ἀπόψεως ἠλεκτρονίων τὴν ἀνωτέρω χημικὴν ἐξίσωσιν παρατηροῦμεν, ὅτι εἰς κάθε μόνιον ὕδατος ποῦ παράγεται ἐκ τῆς ἐνώσεως τοῦ ὑδρογόνου μὲ τὸ ὀξυγόνον, γίνονται αἱ ἐξῆς μεταβολαὶ εἰς τὰ ἠλεκτρόνια.

α) Τὸ ἄτομον τοῦ ὑδρογόνου παραχωρεῖ εἰς τὸ ἄτομον τοῦ ὀξυγόνου ἓν ἠλεκτρόνιον καὶ ἀπὸ οὐδέτερον ποῦ ἦτο γίνεται τῶρα **κατιὸν** ( $\text{H}^+$ ).

β) Τὸ ἄτομον τοῦ ὀξυγόνου παραλαμβάνει ἀνὰ ἓν ἠλεκτρόνιον ἀπὸ κάθε ἄτομον ὑδρογόνου καὶ γίνεται **ἀνιὸν** ( $\text{O}^{2-}$ ).

Ἀνάλογον μεταβολὴν εἰς τὰ ἠλεκτρόνια παρατηροῦμεν καὶ εἰς τὰς κατωτέρω χημικὰς ἐξισώσεις, αἱ ὅποια δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς φαινόμενα ὀξειδοαναγωγῆς :

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Τὸ μέρος τοῦ FeO γίνεται διὰ τῆς ἐνώσεως τῶν δύο ἰόντων  $\text{Fe}^{2+}$  καὶ  $\text{O}^{2-}$  τὸ δὲ μέρος τοῦ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  γίνεται διὰ τῆς ἐνώσεως δύο ἰόντων  $\text{Fe}^{3+}$  μὲ τρία ἰόντα  $\text{O}^{2-}$ . Οὕτω, ἡ ὀξειδωσις τοῦ μεταλλικοῦ σιδήρου παρουσιάζεται ὡς μετάβασις τοῦ οὐδετέρου ἀτόμου τοῦ σιδήρου  $\text{Fe}^0$  εἰς ἰόντα  $\text{Fe}^{2+}$  καὶ περαιτέρω  $\text{Fe}^{3+}$ , πρᾶγμα τὸ ἑποῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς κέρδος θετικῶν φορτίων, ἕτοι ἀπόλειαν ἡλεκτρονίων.

Τούναντίον, ἡ ἀναγωγή τοῦ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  εἰς FeO καὶ περαιτέρω εἰς μεταλλικὸν Fe, ἀντιστοιχεῖ εἰς ἐλάττωσιν τῶν θετικῶν φορτίων τοῦ ἀτόμου τοῦ σιδήρου, ἕτοι εἰς πρόσληψιν ὑπ' αὐτοῦ ἡλεκτρονίων :

Ἀπὸ τῆς ἀπόψεως αὐτῆς αἱ ἀντιδράσεις :



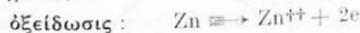
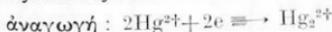
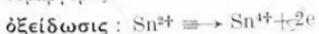
δύνανται νὰ χαρακτηρισθοῦν ὡς ὀξειδώσεις τοῦ σιδήρου καὶ ἀναγωγαὶ τοῦ χλωρίου. Διότι κατ' αὐτὰς τὸ ἄτομον τοῦ σιδήρου παραχωρεῖ ἡλεκτρόνια εἰς τὰ ἄτομα τοῦ χλωρίου.

Ἀντιθέτως αἱ ἀντιδράσεις :



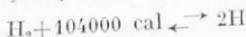
δύνανται νὰ θεωρηθοῦν ὡς ἀναγωγαὶ τοῦ σιδήρου καὶ ὀξειδώσεις τοῦ ὑδρογόνου. Διότι εἰς αὐτὰς τὸ ἄτομον τοῦ σιδήρου παραλαμβάνει ἡλεκτρόνια, τὰ δὲ ἄτομα τοῦ ὑδρογόνου παραχωροῦν ἡλεκτρόνια.

Ἀπὸ τῆς γενικῆς ταύτης ἀπόψεως, τῆς ἀνταλλαγῆς ἡλεκτρονίων, τὰ φαινόμενα τῆς ὀξειδῶσεως καὶ τῆς ἀναγωγῆς περιλαμβάνουν τὰς περισσοτέρας ἐν τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων, ὡς π.χ.



Κάθε φοράν ποὺ ἰονίζεται ἓνα στοιχεῖον, ταῦτο ὀξειδῶται μὲν ἐφ' ὅσον σχηματίζει κατιόντα· ἀνάγεται δέ, ἐφ' ὅσον σχηματίζει ἀνιόντα (ἡλεκτρολυτικὴ ὀξειδῶσις). Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ὁ μηχανισμὸς εἶναι ὁ ἴδιος, ὡσάν τὸ στοιχεῖον νὰ ἔχη ἐνωθῆ με ὕδρῳγονον. Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν τὸ φαινόμενον εἶναι τὸ ἴδιον, ὡσάν τὸ στοιχεῖον νὰ ἔχη ἐνωθῆ με ὕδρῳγονον. Διὰ τοῦτο, τὸ μὲν ὕδρῳγονον θεωρεῖται ὡς τὸ πρότυπον τῶν ὀξειδωτικῶν σωμάτων, τὸ δὲ ὕδρῳγονον ὡς τὸ πρότυπον τῶν ἀναγωγικῶν σωμάτων.

138. Ἀτομικὸν ὑδρογόνον. Τὸ μέρος  $\text{H}_2$  εἶναι πολὺ σταθερὸν. Ἐὰν ἕως διαβιβάζωμεν ὕδρογόνον διὰ μέσου ἡλεκτρικοῦ τόξου (θερμοκρασία 4500°), τότε ἓνα ποσοστὸν τῶν μορίων τοῦτου, μέχρι 80 % διασπάται εἰς ἄτομα H :



Τὸ οὕτω λαμβανόμενον ὑδρογόνον, καλούμενον ἀτομικὸν ὑδρογόνον, ἔχει ἐντονωτάτας ἀναγωγικῆς ιδιότητος ἐνεργοῦν ἀκόμη καὶ ἐν ψυχρῷ, ὡς π.χ. εἰς τὰς κατωτέρω ἀντιδράσεις :



Τὸ ἀτομικὸν ὑδρογόνον, κατὰ τὴν καύσιν του, ἀναπτύσσει ὑψηλότεραν θερμοκρασίαν ἀπὸ ἐκείνην ποὺ ἀναπτύσσει τὸ σύνθετος ὑδρογόνον, δι' ὃ καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν «αὐτογενῆ» λεγομένην συγκόλλησιν τῶν μετάλλων.

**139. Ὑδρογόνον ἐν τῷ γεννᾶσθαι.** Οὕτω καλεῖται τὸ ὑδρογόνον κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς παραγωγῆς του, ὡς π.χ. τὸ παραγόμενον κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἤλεκτρολύσεως τοῦ ὕδατος. Εἶναι ὑδρογόνον ἀνάλογον πρὸς τὸ ἀτομικὸν ὑδρογόνον μὲ ἐντονωτέρας τοῦ συνήθους ἀναγωγικὰς ιδιότητος καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς ἀναγωγικὸν μέσον εἰς ὀρισμέναις περιπτώσεσις.

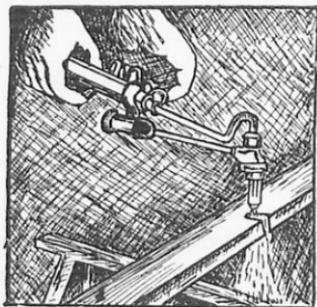
**140. Ἀνίχνευσις.** Ἐργὴ ὑδρογόνου ἀνιχνεύονται φασματοσκοπικῶς. Εἰς μίγμα αὐτοῦ μὲ ἄλλα ἀέρια ἀνιχνεύεται διὰ τῶν ἀναγωγικῶν του ιδιοτήτων, ἀφοῦ προηγουμένως ἀπορροφηθῆ ὑπὸ Pd, ἢ Pt.

**141. Χρήσεις τοῦ ὑδρογόνου.** α) Τὸ ὑδρογόνον χρησιμοποιεῖται πρὸς ἐπίτευξιν ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν, διὰ τῶν ὁποίων ἐπιτυγχάνεται ἡ αὐτογενῆς λεγομένη συγκόλλησις μετάλλων, ἢ κοπή αὐτῶν (σχ. 63) κλπ.

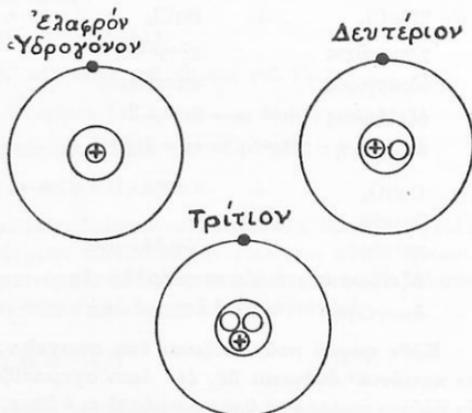
β) Λόγω τῆς ἐλαφρότητός του τὸ ὑδρογόνον χρησιμοποιεῖται πρὸς πλήρωσιν ἀεροστάτων διαφόρων τύπων.

γ) Εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν μέγιστα ποσὰ ὑδρογόνου χρησιμοποιοῦνται πρὸς συνθετικὴν παρασκευὴν πετρελαίων, ὑδροχλωρίου, ἀμμωνίας, μεθυλικῆς ἀλκοόλης καὶ πρὸς μετατροπὴν εἰς στερεὰ λίπη τῶν διαφόρων ἐλαίων κατωτάτης ποιότητος (ὑδρογόνωσις ἐλαίων).

**142. Δευτέριον ἢ βαρὺ ὑδρογόνον.** Τὸ ὑδρογόνον ἐν τῇ φύσει περιέχει πάντοτε ἀλλ' εἰς ἀναλογίαν πολὺ μικράν (1:5000) καὶ ἐν **ισότο-**



Σχ. 63. Κοπή μετάλλου διὰ τῆς ὀξυβενθρῆς φλογός.



Σχ. 64. Τὰ ἰσότοπα τοῦ ὑδρογόνου.

πον αὐτοῦ ἀτομικοῦ βάρους 2. Τοῦτο ἐκλήθη **δευτέριον ἢ βαρὺ ὑδρογόνον**, συμβολίζεται δὲ διὰ τοῦ D, ἢ  $\text{H}^2$ .

Τὸ ἄτομον τοῦ δευτερίου περιέχει εἰς τὸν πυρῆνα του πλὴν τοῦ πρωτονίου καὶ ἓνα νετρόνιον, δι' ὃ καὶ τὸ ἀτομικὸν του βάρους εἶναι 2 (σχ. 64).

Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον παράγεται κατὰ τὴν ἔνωσιν τοῦ δευτερίου μὲ τὸ ὀξυγόνον, καλεῖται **βαρὺ ὕδωρ**. Τοῦτο ἔχει τὸν τύπον  $\text{D}_2\text{O}$  ἢ  $\text{H}_2^2\text{O}$ , μοριακὸν βάρους 20, πυκνότηθα 1,11, σημεῖον τήξεως  $3^{\circ},82$  καὶ σημεῖον ζέσεως  $101^{\circ},42$ . Διὰ τοὺς κα-

τωτέρους οργανισμούς είναι δηλητηριώδες. Κατά την απόσταξιν μεγάλης ποσότητος υγρού υδρογόνου, τὸ εἰς αὐτὸ περιεχόμενον δευτέριον αποσπάζεται τελευταῖον καὶ δύναται νὰ ληφθῇ ἰδιαιτέρως. Ἐπίσης κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν μεγάλων ποσοτήτων ὕδατος τὸ ἀπομένον ὕδωρ περιέχει σημαντικὴν ἀναλογία, βαρέος ὕδατος.

Ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως τὸ δευτέριον ἔχει ἕλας τὰς ιδιότητες τοῦ υδρογόνου, ἀλλ' εἶναι κατὰ τι ὀλιγώτερον δραστήριον ἐκεῖνου.

Τὸ δευτέριον χρησιμοποιεῖται εἰς τὰς ἐφαρμογὰς τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας, καθὼς καὶ εἰς βιολογικὰς ἐρεῦνας. Διότι ἡ πορεία ἐντὸς τοῦ οργανισμοῦ τῶν χημ. ενώσεων, αἱ ὁποῖαι περιέχουν βαρὺ υδρογόνον, δύναται νὰ διαπιστωθῇ εὐκόλως λόγῳ τοῦ διπλασίου ἀτομικοῦ τοῦ βάρους ἔναντι τοῦ κοινοῦ υδρογόνου. Τὸ δευτέριον ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Urey (σχ. 65).

**143. Τρίτιον.** Πλὴν τοῦ δευτερίου, ὑπάρχει καὶ ἄλλο ἰσότοπον τοῦ υδρογόνου μὲ ἀτομικὸν βᾶρος 3 καὶ σύμβολον  $H^3$  ἢ T, τὸ ὁποῖον καλεῖται **τρίτιον**. Τοῦτο παρασκευάζεται μόνον τεχνητῶς διὰ διαφόρων ἐνδοπυρηνικῶν ἀντιδράσεων, ὡς π.χ. διὰ βομβαρδισμοῦ τοῦ λιθίου (Li) μὲ νετρόνια (n), ὅτε τοῦτο μετατρέπεται εἰς τρίτιον καὶ ἥλιον :



Τὸ τρίτιον εἶναι στοιχεῖον ραδιενεργόν. Ὁ πυρὴν τοῦ ἀτόμου τοῦ ἀποτελούμενος ἀπὸ ἓνα πρωτόνιον καὶ δύο νετρόνια (σχ. 64) διασπᾶται αὐτομάτως δι' ἀποβολῆς ἠλεκτρονίου, ὅτε παράγεται ἰσομερὲς ἥλιον ( ${}_2He^3$ ) ἀτομικοῦ βάρους 3. Δοθεῖσα ποσότης τριτίου μετατρέπεται κατὰ τὸ ἥμισυ εἰς ἥλιον ἐντὸς 12,47 ἐτῶν. Διὰ τοῦτο τὸ τρίτιον δὲν ὑπάρχει εἰς τὴν φύσιν.

Παρασκευάζεται συνήθως διὰ πυρηνικῆς ἀντιδράσεως κατόπιν βομβαρδισμοῦ ἀτόμων ἐλαφρῶν μετάλλων μὲ νετρόνια, ἢ πυρῆνας δευτερίου, ὡς π.χ.



Τὸ τρίτιον χρησιμοποιεῖται κυρίως ὁμοῦ μὲ τὸ δευτέριον εἰς τὰς λεγομένας «**θερμοπυρηνικὰς**» ἀντιδράσεις. Διότι δύο ἄτομα αὐτῶν **συντηρήματα** ὑπὸ καταλήλους συνθήκας παρέχουν ἓν ἄτομον ἥλιου καὶ ἓνα νετρόνιον ἐκλυομένου μεγίστου ποσοῦ ἐνεργείας :



## ΥΔΡΙΔΙΑ

**144. Γενικά.** Ὑδρίδια καλοῦνται αἱ ενώσεις τοῦ υδρογόνου μὲ τὰ **διάφορα στοιχεῖα**. Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 65. Harold Cl. Urey (Γιούρεϋ). Διάσημος Ἀμερικανὸς χημικὸς γεννηθεὶς τὸ 1893. Ἀνεκάλυψε τὸ βαρὺ υδρογόνον καὶ ἐτιμήθη πρὸς τοῦτο διὰ τοῦ βραβείου Nobel τὸ 1934.

Ἀναλόγως τῆς ἠλεκτρονικῆς συμπεριφορᾶς τοῦ ὑδρογόνου εἰς τὰ διάφορα ὑδρίδια, ταῦτα δύνανται νὰ εἶναι εἴτε ἐνώσεις **ἑτεροπολικαί** (τύπου ἄλατος), εἴτε ἐνώσεις **ὁμοιοπολικαί**, εἴτε καὶ ἐνώσεις **μεταλλικαί**.

**Ἐτεροπολικαί** εἶναι αἱ ἐνώσεις τοῦ ὑδρογόνου μὲ τὰ μέταλλα τῶν ὁμάδων τῶν **ἀλκαλίων** (NaH), τῶν **ἀλκαλικῶν γαιῶν** (CaH<sub>2</sub>) καὶ τῶν **λανθανιδῶν** (LaH<sub>3</sub>). Τήγματα τῶν ἐνώσεων αὐτῶν ἠλεκτρολύονται, ὅτε τὸ ὑδρογόνον ἐμφανίζεται ὡς **ἀνιὸν** εἰς τὴν ἄνοδον.

**Ὅμοιοπολικαί** εἶναι αἱ ἐνώσεις τοῦ ὑδρογόνου μὲ τὰ στοιχεῖα τῶν ὁμάδων ΠΒ, IVB, VB, VIB καὶ VIIB τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, ἤτοι τὰ περισσότερα ὑδρίδια.

Ὡς **μεταλλικαί** τέλος ἐνώσεις τοῦ ὑδρογόνου χαρακτηρίζονται ὠρισμένα πρό-  
 ὀντα ἀπορροφήσεως ὑδρογόνου ὑπὸ μετάλλων Fe, Ni, Pt, Pd κ.ἄ. Οὕτω π.χ. τὸ  
 παλλάδιον δύνανται νὰ ἀπορροφήσῃ ὑδρογόνον εἰς ὄγκον 873 φορές μεγαλύτερον τοῦ  
 ἰδίου αὐτοῦ ὄγκου.

Αἱ τοιαῦται μεταλλικαί ἐνώσεις τοῦ ὑδρογόνου δὲν ἀνταποκρίνονται πρὸς ὠρι-  
 σμένην στοιχειομετρικὴν ἀναλογίαν καὶ ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὰ **κράματα** μεταξὺ  
 τῶν μετάλλων.

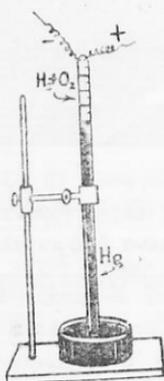
Τὰ σπουδαιότερα ἐκ τῶν ὑδριδίων ὡς π.χ. τὸ H<sub>2</sub>O, τὴν NH<sub>3</sub> κ.ἄ., θέλομεν  
 ἐξετάσει λεπτομερέστερον εἰς τὰ οἰκεία κεφάλαια.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XII

### ΕΝΩΣΕΙΣ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ ΚΑΙ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

#### I. ΥΔΩΡ H<sub>2</sub>O = 18.

**145. Προέλευσις.** Τὸ ὕδωρ ἀπαντᾷ ἀφθόνως ἐπὶ τῆς Γῆς καὶ ὑπὸ τὰς τρεῖς  
 αὐτοῦ μορφάς, ἤτοι ὡς στερεὸν εἰς τὰς πολικὰς περιοχάς, τὰ ὑψηλὰ ὄρη κλπ., ὡς  
 ὑγρὸν εἰς τοὺς ὠκεανούς, τὰς θαλάσσας, τοὺς ποταμούς, τὰ  
 λίμνας, τὰς πηγὰς κλπ. καὶ ὡς ἀέριον ὑπὸ μορφήν ὑδρατμῶν  
 οἱ ὁποῖοι περιέχονται πάντοτε εἰς τὴν ἀτμοσφαιραν.



66. Ευδιδόμετρον.

Τὸ ὕδωρ ἀποτελεῖ ἐπίσης ἀπαραίτητον συστατικὸν τοῦ σώ-  
 ματος τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν, ἐνίοτε δὲ ἀποτελεῖ καὶ συ-  
 στατικὸν τῶν κρυστάλλων καλούμενον τότε «κρυσταλλικὸν  
 ὕδωρ», ὡς π.χ.



**146. Σύστασις τοῦ ὕδατος.** α) Ὡς εἶδομεν, ἐκ τῆς καύσεως  
 τοῦ ὑδρογόνου εἰς τὸν ἀέρα παράγεται ὕδωρ :



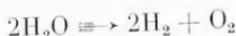
Τὸ ὑδρογόνον μὲ τὸ ὀξυγόνον δύνανται ἐπίσης νὰ ἐνωθῶν  
 ὑπὸ τὴν ἀναλογίαν 2:1 δι' ἐκρήξεως ἠλεκτρικοῦ σπινθήτρος διὰ μέσου μίγματος

αυτῶν. Ἡ συσκευή καλεῖται **εὐδιόμετρον** (σχ. 66). Εἰσάγομεν π.χ. ἐντὸς τοῦ εὐδιομέτρου  $10 \text{ cm}^3 \text{ H}_2$  καὶ  $10 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$ . Μετὰ τὴν ἐκρηξίν τοῦ σπινθῆρος τὸ μὲν παραγόμενον ὕδωρ ὑγροποιεῖται, ἐνῶ εἰς τὸν χῶρον τοῦ εὐδιομέτρου παραμένουν τὰ πλεονάζοντα  $5 \text{ cm}^3$  τοῦ ὀξυγόνου.

β) Κατὰ τὴν ἀναγωγὴν τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ ὑπὸ τοῦ ὑδρογόνου, τοῦτο παραλαμβάνον τὸ ὀξυγόνον τοῦ ὀξειδίου παρέχει ὕδωρ :



γ) Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τοῦ ὀξυγισμένου ὕδατος παρατηροῦμεν, ὅτι τοῦτο ἀποσυντίθεται καὶ παρέχει ἓνα ὄγκον ὀξυγόνου καὶ δύο ὄγκους ὑδρογόνου. Εἰς τὸ τέλος τῆς ἠλεκτρολύσεως τὸ μὲν ὕδωρ ἔχει ἐξαντληθῆ, τὸ δὲ χρησιμοποιηθὲν διὰ τὴν ὀξύνισιν αὐτοῦ ὀξὺ ἔχει μείνει ἀνέπαφον. Τὰ δύο ἀέρια δηλ. ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, ποῦ ἔχομεν συλλέξει κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν, προέρχονται ἐκ τῆς διασπάσεως τοῦ ὕδατος ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἤτοι :



### Συμπέρασμα :

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει ὅτι τὸ ὕδωρ εἶναι ἑνωσις ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, τὸ δὲ μόριον αὐτοῦ ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἀτόμων ὑδρογόνου καὶ ἐξ ἑνὸς ἀτόμου ὀξυγόνου παριστάμενον διὰ τοῦ τύπου  $\text{H}_2\text{O}$ .

Ἡ ἠλεκτρονικὴ δομὴ τοῦ μορίου τοῦ ὕδατος παριστᾶται εἰς τὸ σχῆμα 67.

**147. Φυσικαὶ ιδιότητες τοῦ ὕδατος.** Τὸ ὕδωρ εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν μὲν εἰς μικρὸν πάχος κυανοῦν δὲ εἰς πάχος πλεόν τῶν 5 μέτρων. Εἶναι ἄσπαστον, ἢ δὲ γεῦσιστου εἶναι ὑπόπικρος καὶ δυσάρεστος. Τὸ πόσιμον ὕδωρ εἶναι εὐχάριστον εἰς τὴν γεῦσιν χάρις εἰς τὰς ἐν αὐτῷ διαλελυμένας οὐσίας.

Εἶναι πολὺ κακὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἢ δὲ διάστασις τῶν μορίων του εἰς ἰόντα ( $\text{H}^+$ ) καὶ  $[\text{OH}^-]$ , ἔχει τὴν πολὺ μικρὰν τιμὴν τοῦ  $10^{-7}$ .

Εἰς  $4^\circ$  Κελσίου τὸ ὕδωρ κατέχει τὸν μικρότερον ὄγκον του καὶ ὡς ἐκ τούτου ἔχει τὴν μεγαλυτέραν αὐτοῦ πυκνότητα, ἥτις ἰσοῦται μὲ 1, διότι λαμβάνεται ὡς μονάδα.

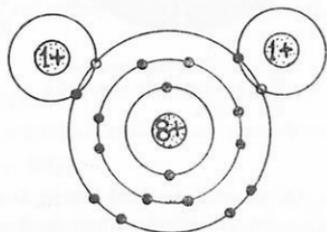
Ἡ **εἰδικὴ θερμότης** τοῦ ὕδατος ἰσοῦται μὲ 1. Διὰ νὰ ὑψωθῆ δηλ. ἡ θερμοκρασία 1 gr ὕδατος κατὰ  $1^\circ \text{ C}$  (ἀπὸ  $14^\circ,5$  εἰς  $15^\circ,5$ ), ἀπαιτεῖται μία μικρὰ θερμὴς (cal).

Εἰς ὅλα τὰ ἄλλα σώματα ἡ εἰδικὴ θερμότης εἶναι μικροτέρα τῆς μονάδος. Διὰ τοῦτο τὸ ὕδωρ χρησιμοποιεῖται ὡς φορεὺς θερμότητος εἰς τὰ calorifères.

Διὰ τὸν ἴδιον λόγον ἡ θερμοκρασία τῆς θαλάσσης ἀξομειοῦται πολὺ ὀλιγώτερον ἀπὸ τὴν ἀντίστοιχον θερμοκρασίαν τῆς γειτονικῆς ξηρᾶς.

Τὸ ὕδωρ ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν ζεεῖ εἰς  $100^\circ \text{ C}$ , διὰ νὰ μετατραπῆ δὲ ἓνα γραμμάριον ὕδατος θερμοκρασίας  $100^\circ$  εἰς κεκορεσμένους ἀτμούς τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, πρέπει νὰ προσλάβῃ τοῦτο 537 θερμίδας.

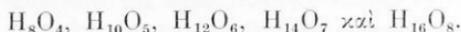
Εἰς  $0^\circ \text{ C}$  τὸ ὕδωρ πήγνυται εἰς πάγον ὑπὸ σύγχρονον ἔκλυσιν 80 θερμίδων διὰ κάθε γραμμάριον σχηματιζομένου πάγου θερμοκρασίας  $0^\circ$ .



Σχ. 67. Μόριον τοῦ ὕδατος.

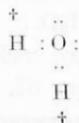
Ὁ πάγος ἔχει κρυσταλλικὴν ὕφην. Οἱ κρύσταλλοι ὁμοίως αὐτοῦ φαίνονται κυρίως εἰς τὴν γιῶνα καὶ τὴν πᾶχνην, ἔχουν δὲ σχῆμα ἐξαγωνικὸν (σχ. 68). Κατὰ τὴν πῆξιν τοῦ ὕδατος, ἀντὶ νὰ ἐπέλθῃ συστολή, γίνεται τὸνναντίον αὐξήσις τοῦ ὄγκου κατὰ 9% περίπου. Οὕτω ὁ πάγος εἶναι ἐλφρότερος ἴσου ὄγκου ὕδατος, ἔχων πυκνότητα 0,91.

Ἡ ἀνωμαλία αὐτὴ τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν πῆξιν, ὡς καὶ ἄλλαι ἀνωμαλῖαι, τὰς ὁποίας παρουσιάζει τοῦτο εἰς τὰς φυσικὰς του ιδιότητας, ὀφείλονται εἰς τὸ ὅτι τὸ μῦριον τοῦ ὕδατος δὲν ἔχει πάντοτε τὴν ἀπλῆν αὐτοῦ μορφήν τοῦ τύπου  $H_2O$ , ἀλλὰ καὶ τὰς πολυμερεῖς αὐτοῦ μορφὰς



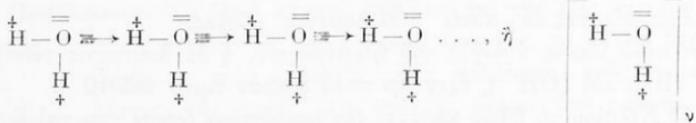
Ὁ ἀνωτέρω πολυμερισμὸς τῶν μορίων τοῦ ὕδατος ἐξηγεῖται ἠλεκτρονικῶς ὡς ἐξῆς :

Εἰς τὸ μῦριον τοῦ ὕδατος τὰ δύο ὑδρογόνα δὲν εὐρίσκονται συμμετρικῶς ἐκατέρωθεν τοῦ ὀξυγόνου ( $H-O-H$ ), ἀλλ' εἰς δύο θέσεις αἱ ὁποῖαι ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ ὀξυγόνου σχηματίζουν μεταξύ των γωνίαν  $105^{\circ},6$ , ὡς εἰς τὸν τύπον :



Σχ. 68. Παγοκρύσταλλοι.  
Α=Παρασκευασθεῖς τεχνητῶς ἐπὶ τριγῶς.  
Β=Φυσικὸς παγοκρύσταλλος.

Οὕτω, τὸ μῦριον τοῦ ὕδατος ἀποτελεῖ ἓν εἶδος «ἠλεκτρικοῦ διπόλου» μὲ τὸν ἀρνητικὸν του πόλον ἐπὶ τοῦ ὀξυγόνου καὶ τὸν θετικὸν του πόλον πρὸς τὸ μέρος τοῦ ὑδρογόνου. Τὰ ἠλεκτρικὰ ταῦτα δίπολα ἔλκονται ἠλεκτροστατικῶς διὰ τῶν ἀντιθέτων πόλων των καὶ συνδυάζονται μεταξύ των εἰς ἓνα πολυμερές μῦριον, ὡς ἀκολούθως :



**148. Χημικαὶ ιδιότητες τοῦ ὕδατος.** Τὸ ὕδωρ εἶναι λίαν σταθερὸν σῶμα καὶ διὰ νὰ ἀρχίσῃ νὰ διασπᾶται εἰς τὰ συστατικά του, ἀπαιτεῖται θερμοκρασία ὑψηλότερα τῶν  $1200^{\circ}$ . Ἐν τούτοις ὑπὸ ὀρισμένης συνθήκας ἀντιδρᾷ χημικῶς μὲ διάφορα σώματα, τὰ ὁποῖα ἔχουν χημικὴν συγγένειαν εἴτε πρὸς τὸ ἕτερον ἐκ τῶν συστατικῶν του, εἴτε καὶ πρὸς αὐτὸ τοῦτο τὸ ὕδωρ. Οὕτω π.χ.

1) Τὰ ἀμέταλλα ἐν γένει ἔχουν χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὸ ὑδρογόνον τοῦ ὕδατος καὶ ὑπὸ ὀρισμένης συνθήκας ἀποσποῦν αὐτὸ ἀφήνοντα ἐλεύθερον τὸ ὀξυγόνον. Ἐκ τῶν ἀμετάλλων τὸ φθόριον ἀποσπᾷ τὸ ὑδρογόνον τοῦ ὕδατος ἐν ψυχρῷ σχηματίζομένου, ὡς εἶδομεν, ὕζοντος.



Τὰ στοιχεῖα Cl, Br καὶ J ἀποσυνθέτουν ἐπίσης τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ ἀλλ' ἐνεργῶν βραδέως καὶ παρουσία φωτός.

2) Τα μέταλλα έχοντα μεγάλην χημικήν συγγένειαν πρὸς τὸ ὀξυγόνον ἀποσποῦν αὐτὸ ἐκ τοῦ ὕδατος κατὰ κανόνα ἐν θερμῷ, ὡς συμβαίνει π.χ. μετὸν σίδηρον.



Ἰδιαιτέρως, τὰ λίαν ἠλεκτροθετικὰ μέταλλα K, Na καὶ Ca ἀποσυνθέτουν τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ μετατρέπομενα εἰς βάσεις καὶ ἀφίηνοντα ἐλεύθερον τὸ ὑδρογόνον.



Ἐξ ἄλλου, τὰ πολὺ ὀλίγον ἠλεκτροθετικὰ μέταλλα, ὡς ὁ Cu, ὁ Hg καὶ Au, οὐδὲν ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ ὕδατος.

3) Οἱ ἀνυδρῆται ὀξέων ἢ βάσεων, ἐνοῦνται χημικῶς μετὸ ὕδωρ σχηματιζομένων τῶν ἀντιστοίχων ὀξέων ἢ βάσεων :



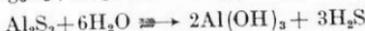
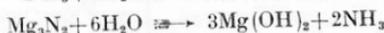
4) Τὸ ὕδωρ ἀντιδρᾷ μετὰ πλείστας ἐνώσεις ὀργανικὰς καὶ ἀνοργάνους ὡς π.χ.

α) Διασπᾷ ὠρισμένα ἄλατα σχηματιζομένων τοῦ ἀντιστοίχου ὀξέος καὶ τῆς ἀντιστοίχου βάσεως :



Τὸ φαινόμενον καλεῖται **ὕδρόλυσις**, ἀπαντᾷται δὲ συχνὰ καὶ εἰς τὴν ὀργανικὴν χημίαν (ὕδρόλυσις ἐστέρων).

β) Σχηματίζει διάφορα **ὕδριδια** :

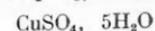


5) Πολλὰ σώματα καὶ ἰδίως ἄλατα ἐνοῦνται χημικῶς μετὸ ὕδωρ σχηματίζοντα τοὺς λεγόμενους **ὕδριτας**, εἰς τοὺς ὁποίους τὸ μῦριον τοῦ σώματος εἶναι ἡνωμένον μετὰ ἀριθμὸν τινὰ μορίων ὕδατος. Τοιαῦτα εἶναι :

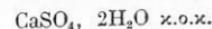
Οἱ κρυσταλλοὶ τῆς σόδα



Οἱ κρυσταλλοὶ τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ

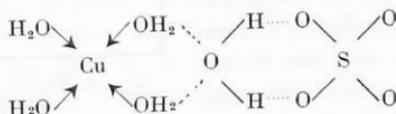


Οἱ κρυσταλλοὶ τῆς γύψου



Εἷς τινὰς ἐκ τῶν κρυστάλλων τούτων τὰ μῦρια τοῦ κρυσταλλικοῦ ὕδατος παρεμβάλλονται μεταξὺ τῶν μορίων τῆς κρυσταλλουμένης οὐσίας. Εἰς τὰς περισσοτέρας ὁμως τῶν περιπτώσεων τὰ μῦρια τοῦ ὕδατος τῶν ὕδριτῶν συνδέονται μετὰ κατιόντα τῶν μορίων τῆς ὕλης. Οὕτω π.χ. καὶ εἰς τὴν συνήθη ἀκόμη ὀξέα τὰ κατιόντα τοῦ ὑδρογόνου συναντῶνται οὐχὶ ἀπλᾶ, ἀλλ' ὑπὸ μορφὴν τοῦ ὕδριτου  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  ὅστις καλεῖται **ὀξώνιον**.

Ἐξ ἄλλου, τὸ μῦριον τοῦ ὕδριτου  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  δύναται νὰ παρασταθῇ διὰ τοῦ κατωτέρου διαγράμματος



6) Τέλος, τὸ ὕδωρ ὑπεισέρχεται ἀμέσως ἢ ἐμμέσως ὡς καταλύτης εἰς ὅλας σχεδὸν τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις. Οὕτω π.χ. ἐντελῶς ξηρὰ  $\text{NH}_3$  καὶ ἐντελῶς ξηρὸν  $\text{HCl}$  δὲν ἀντιδρῶν μεταξύ των, ἐνῶ παρουσίᾳ ὑγρασίας ἀντιδρῶν ζωηρότατα.

Ἐπίσης τὸ μέταλλον νάτριον οὐδὲν ὀξειδοῦται ἐντὸς καθ' ἑαυτοῦ ὀξυγόνου ἀπηλλαγμένου ὑγρασίας, ἔστω καὶ ἐν θερμανθῇ μέχρι τῆξεως.



Τὰ ἀνωτέρω ὕδατα λόγω τῶν περιεχομένων συστατικῶν, ἢ καὶ τῆς θερμοκρασίας των, χρησιμεύουν συνήθως πρὸς ἱασιν ὀρισμένων παθήσεων τοῦ ἀνθρώπου. Διὰ τοῦτο τὰ ὕδατα ταῦτα καλοῦνται **ιαματικά ὕδατα**, αἱ δὲ πηγαὶ αὐτῶν **ιαματικά πηγαί**.

Ἀναλόγως τῶν εἰς τὰ ὕδατα αὐτῶν περιεχομένων ἀλάτων αἱ **ιαματικά πηγαί** χαρακτηρίζονται ὡς **ἀλκαλικαί, θειοῦχοι, ἀλατούχοι** κλπ.

Σπουδαίως συντελεῖ ἐπὶ τῆς θεραπευτικῆς ἰκανότητος τῶν **ιαματικῶν πηγῶν** καὶ ἡ **ραδιενεργὸς ἀκτινοβολία** τῶν ὑδάτων αὐτῶν. Αὕτη ὑφείλεται εἰς περιεχομένην ποσότητα **ραδιενεργῶν οὐσιῶν** καὶ ἰδίως **ραδονίου** (emanation).

Σπουδαιότεραι ἐκ τῶν **ιαματικῶν πηγῶν** τῆς Ἑλλάδος εἶναι αἱ **πηγαὶ τῆς Αἰδηψοῦ**, τοῦ **Λουτρακίου**, τῶν **Μεθάνων**, τῆς **Ἰπάτης**, τῶν **Καμένων Βούρλων**, τοῦ **Σμοκόβου** κ.λ. (σ.χ. 70). Ἐξ αὐτῶν **ραδιενεργοί** εἶναι αἱ τῶν **Καμένων Βούρλων**, τῆς **Αἰδηψοῦ**, τοῦ **Λουτρακίου** καὶ ἰδίως τῆς **Ἰκαρίας**.

**152. Ἀνίχνευσις.** Παρουσία ὕδατος ὁ λευκὸς ἀνὴρρας θεικῆς χαλκῆς γίνεται **μακνοῦς** λόγω σχηματισμοῦ ἀνὴρρας ἀλατος.

**153. Χρήσεις τοῦ ὕδατος.** Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ **χημεία** καὶ πρὸς παρασκευὴν ὀρισμένων **φαρμάκων** εἰς τὰ **φαρμακεία**.

Τὸ κοινὸν ὕδωρ ἀποτελεῖ ἀπαραίτητον παράγοντα τῆς ζωῆς ὄλων τῶν ἐμβίων. Ὑπὸ μορφὴν ὑπερθερμοῦ ὑδρατμοῦ ὑψηλῆς πίεσεως χρησιμοποιεῖται τὸ ὕδωρ ὡς μέσον μετατροπῆς τῆς θερμοκῆς ἐνεργείας εἰς **μηχανικὴν τριαύτην**. Ὑπὸ μορφὴν τοῦ πάχου χρησιμοποιεῖται ὡς **ψυκτικὸν μέσον** κ.ο.κ.

## II. ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ $H_2O_2$

(Συντακτικὸς τύπος :  $H-O-O-H$ )

**154. Προέλευσις** Τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου καλούμενον καὶ ὀξυγονοῦχον ὕδωρ (eau oxygénée) ἀπαντᾷται ἐνίοτε εἰς ἔγχυ ἐντὸς τοῦ ὕδατος τῆς δρόσου, τῆς βρογχῆς, ἢ καὶ τῆς χύνης κατὰ τὰς καταγίδας, παραγόμενόν δι' ἐπιδράσεως ὀξόντος ἐπὶ ὕδατος.

**155. Παρασκευὴ.** Ἡ συνηθεστέρη μέθοδος παρασκευῆς τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου εἶναι ἡ δι' ἐπιδράσεως ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος ἐπὶ ὑπεροξειδίου τοῦ βαρίου ἐν ψυχρῷ.

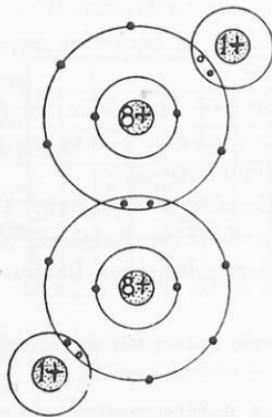


Τὸ παραγόμενον θεικὸν βάριον εἶναι ἀδιάλυτον καὶ κατακρημνίζεται. Τὸ ὑπερ-  
κείμενον ὑγρὸν ἀποτελεῖται οὕτω ἀπὸ διάλυμα ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου εἰς τὸ  
ὕδωρ, μετὰ τὸ ὅποιον εἶχεν ἀραιωθῆ τὸ ὀξύ.

Διὰ τὴν παρασκευασθῆ καθαρὸν ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου, γίεται κλασματικὴ ἀπόσταξις τοῦ ὕδατικοῦ διαλύματος αὐτοῦ ὑπὸ ἡλεκτρομένη πίεσιν. Κατ' ἀρχὰς ἀποστάζεται κυρίως τὸ ὕδωρ. Κατόπιν λαμβάνεται πυκνὸν διάλυμα (85-90 %) ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου. Ὁ περαιτέρω καθαρισμὸς γίνεται οὐχὶ δι' ἀποστάξεως, ἀλλὰ διὰ κρυσταλλώσεως εἰς χαμηλὴν θερμοκρασίαν καὶ μετὰ ὀρισμένας προφυλάξεις, διότι τὸ καθαρὸν ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου εἶναι ἐκρηκτικόν.

**156. Φυσικὴ ἰδιότητες.** Τὸ ἀνυδρὸν ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου εἶναι ὑγρὸν σιροπιῶδες, ὑποκόκκινον, ἄοσμον μετὰ τραχεῖαν στυπτικὴν γεῦσιν. Θερμαινόμενον ὑπὸ

τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἀποσυντίθεται ταχέως καὶ ἐκρήγνυται. Ὑπὸ πίεσιν 30 mm Hg ζεεὶ εἰς 70°C. Κρυσταλλοῦται εἰς -1°. Εἰς τὸ ὕδωρ διαλύεται ὑπὸ πᾶσαν ἀναλογίαν, τὰ ἀραιὰ δὲ διαλύματα αὐτοῦ ἔχουν γεῦσιν ὑπόπικρον, μεταλλικὴν. Εἶναι βαρύτερον τοῦ ὕδατος, διότι ἔχει πυκνότητα  $d = 1,45$ . Ἐναντι τῶν ἀλάτων ἐνεργεῖ ὡς διαλυτικὸν μέσον ἀνάλογον πρὸς τὸ ὕδωρ.



Σχ. 71. Ἡλεκτρονικὴ δομὴ τοῦ  $H_2O_2$ .

Ἡ ἠλεκτρονικὴ δομὴ τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου παριστᾶται εἰς τὸ σχῆμα 71.

**157. Χημικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ἀνυδρὸν ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου εἶναι σῶμα ἀσταθές. Οὕτω π.χ. ἐάν θερμανθῇ ἢ καὶ ἐν ψυχρῷ παρουσιάῃ ὀρισμένων οὐσιῶν, ἀποσυντίθεται εἰς ὕδωρ καὶ ὀξυγόνον, τὸ ὁποῖον καταλαμβάνει ὄγκον 475 φορές μεγαλύτερον τοῦ ὄγκου τοῦ εἶχε τὸ ἀποσυντεθὲν  $H_2O_2$ . Ἡ ἀποσύνθεσις αὕτη συνοδεύεται καὶ ἀπὸ ἐκκλιση μεγάλου ποσοῦ θερμότητος εἰς τρόπον, ὥστε νὰ ἐξαερωῦται ὅλον τὸ παραγόμενον ὕδωρ μετατρέπομενον εἰς ἀτμοὺς θερμοκρασίας 400°. Ὅθεν, ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ ἀνυδρὸν ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου εἶναι **ἐκρηκτικὴ**,

χρησιμοποιεῖται δὲ αὕτη τελευταίως ὡς πηγὴ κινητηρίου δυνάμεως εἰς τὰ διὰ πυραύλων προωθούμενα βλήματα.

Τὰ ὕδατικά διαλύματα τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου ἀποσυντίθενται ἐπίσης βραδέως καὶ αὐτομάτως παρέχοντα ἐλεύθερον ὀξυγόνον.

Ἡ ἀποσύνθεσις αὕτη διευκολύνεται διὰ τῆς ἐπιδράσεως ὑπεριωδῶν ἀκτίνων, ἢ διὰ τῆς καταλυτικῆς ἐπιδράσεως διαφόρων κόνεων, ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου ( $MnO_2$ ), ἰόντων ( $OH^-$ ), αἵματος κ.ἄ. Τὸ ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως δὲ προκύπτον ὀξυγόνον εὐρίσκεται «ἐν τῷ γεννάσθαι» (139) καὶ ὡς ἐκ τούτου ἔχει λιαν ὀξειδωτικὰς ιδιότητας, χάρις εἰς τὰς ὁποίας λευκαίνει χρωστικὰς ὕλας, φονεῖ μικρόβια, ὀξειδώνει διαφόρους οὐσίας κ.ο.κ. Οὕτω π.χ. ὀξειδώνει τὸν μέλανα θειοῦχον μόλυβδον ( $PbS$ ) εἰς θεικὸν ( $PbSO_4$ ), ὅστις εἶναι λευκός.

Ὅμοιος ὀξειδῶνται ὑπὸ τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου καὶ πολλὰ ἄλλα σῶματα, ὡς π.χ.



**158. Ἀνίχνευσις.** Παρουσία  $FeSO_4$  τὸ  $H_2O_2$  ἐλευθερᾷ τὸ  $J$  ἐκ διαλύματος  $KJ$ .

**159. Χρήσεις.** Χάρις εἰς τὴν μεγάλην του ἐκρηκτικὴν δύναμιν, τὸ πυκνὸν (85-90%) ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου χρησιμοποιεῖται κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ὡς πηγὴ κινητηρίου δυνάμεως εἰς πυραύλους ἐν γένει ἐν συνδυασμῷ μὲ διάφορα ὑγρὰ καύσιμα (οἶνόπνευμα, πετρέλαιον κ.ἄ.).

Τὰ ὕδατικά διαλύματα ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου περιεκτικότητος 35% χρησιμοποιεῖται πρὸς λεύκανσιν τριχῶν, ψαθῶν, πτερῶν, νημάτων, ἐλεφαντοστοῦ κλπ. Ἀραιὸν δὲ διάλυμα αὐτοῦ (3%) χρησιμοποιεῖται ὡς ἀπολυμαντικὸν φάρμακον πρὸς πλύσιν πληγῶν, γαργαρισμοὺς κ.ο.κ.

A Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

93. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ ψευδαργύρου ποὺ ἀπαιτεῖται, ὥστε δι' ἐπιδράσεως ἐπ' αὐτοῦ  $H_2SO_4$

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

νά παραχθῆ τόνον ὑδρογόνον, ὥστε ἐκ τῆς καύσεως αὐτοῦ νά παραχθοῦν 4,5 gr ὕδατος.

94. Πόσος ὄγκος  $H_2$  δύναται νά παραχθῆ δι' ἐπιδράσεως 1 Kg διαπύρου Fe ἐπὶ ὕδατιμῶν.

95. Πόσον βάρος  $CaH_2$  ἀπαιτεῖται, ἵνα δι' ἐπιδράσεως ὕδατος παραχθῆ ὑδρογόνον 100 κυβ. μέτρων πρὸς πλήρωσιν ἀεροστάτου.

96. Ἐντὸς εὐδαιόμετρον εἰσάγομεν 100  $cm^3$   $H_2$  καὶ 25  $cm^3$   $O_2$ , ἐν συνεχείᾳ δὲ διαβιβάζομεν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου τοῦ θά ἀπομείνῃ.

97. Πόσον ὀξύγονον δύναται νά ληφθῆ ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου πῶς θά παραχθῆ δι' ἐπιδράσεως  $H_2SO_4$  ἐπὶ 25 gr  $BaO_2$ .

98. Δι' ἐπιδράσεως μεταλλικοῦ ἀσβεστίου ἐπὶ ὕδατος ἐλήφθησαν 540  $cm^3$  ὑδρογόνου ὑπὸ θερμοκρασίαν 30° καὶ πίεσιν 750 mm Hg. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ Ca πῶς ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

99. Πόσος ἄνθραξ πρέπει νά ἀντιδράσῃ ἐν θερμῷ μὲ ὕδατιμούς, ὥστε νά ληφθοῦν 10  $m^3$  ὕδατος ὑπὸ Κ.Σ.;

100. 25 gr καθαρῶ  $CuO$  ἀνάγεται εἰς Cu. Ζητεῖται ὁ ὄγκος ὑπὸ Κ.Σ. τοῦ ὑδρογόνου πῶς ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν, καθὼς καὶ τὸ βάρος τοῦ προκύψαντος ὕδατος.

101. Δι' ἐπιδράσεως ὕδατιμῶν ἐπὶ διαπύρου σιδήρου παρήχθησαν 50  $m^3$  ὑδρογόνου ὑπὸ Κ.Σ. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ  $Fe_3O_4$ , τὸ ὁποῖον ἔχει παραχθῆ κατὰ τὴν ἀντίδρασιν ταύτην.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XIV

### ΟΜΑΣ VII B

## ΑΛΟΓΟΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### ΠΙΝΑΞ XIII

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν ἀλογόνων

Ἰδιότητες	Φθόριον	Χλώριον	Βρώμιον	Ἰώδιον	Ἀστάτιον
Κατάστασις	ἀέριον	ἀέριον	ύγρον	στερεόν	στερεόν
Χρῶμα ἀτμῶν	ὠχροπράσινον	κιτρινοπράσινον	καστανέριθρον	ἰώδες	....
Σημεῖον τήξεως	-223°	-102°	- 7°,3	113°	....
Σημεῖον ζέσεως	-188°	- 35°	58°,8	183°	....
Μεζαί ισοτόπων	19	35-37	79-81	127	210-211-212 215-216-217
Πυκνότης	4,108 (ύγρ.)	4,557 (ύγρ.)	3,19 (ύγρ.)	4,93 (στερ.)	.... / -218
Διαλυτότης εἰς $H_2O$ (gr οὐσίας εἰς 100gr $H_2O$ 20°). Ἀποσυνθέτει τὸ $H_2O$	0,732		3,58	0,029°	.....
Διάταξις ἠλεκτρον. σθένους	$2s^2 2p^5$	$3s^2 3p^5$	$4s^2 4p^5$	$5s^2 5p^5$	$6s^2 6p^5$

**160. Γενικά.** Εἰς τὴν ὁμάδα αὐτὴν τῶν ἀμετάλλων στοιχείων ὑπάγονται τὰ ἐξῆς τέσσαρα στοιχεῖα : **Φθόριον** (F=19), **Χλώριον** (Cl=35,46), **Βρώμιον**, (Br=79,92) καὶ **Ἰώδιον** (J=126,93).

Ἐνταῦθα ὑπάγεται καὶ τὸ τελευταίως ἀνακαλυφθὲν στοιχεῖον **Ἀστάτιον** (At). Τοῦτο ἔχει ἀτομικὸν ἀριθμὸν 85, ἀτομικὸν βάρος 212 καὶ εἶναι ραδιενεργόν, ὅπως καὶ τὰ στοιχεῖα οὐράνιον καὶ ράδιον.

Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ εἶναι **μονοσθενῆ** ἐνίοτε δὲ καὶ **ἐπτασθενῆ**. Παρουσιάζουν μεγάλας ὁμοιότητας μεταξύ των ὡς πρὸς τὰς χημικὰς ἰδίως ἰδιότητας. Εἶναι στοιχεῖα ἐντόνως ἠλεκτρααρνητικὰ ἐπιούμενα εὐκόλως μὲ τὰ περισσώτερα ἐκ τῶν μετάλλων ἠφισποίηθη ἀπὸ τοῦ Ἰνστιτούτου Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

λων. Γενικῶς, χαρακτηρίζονται ἀπὸ τὴν ἰσχυρὰν τάσιν ποὺ ἔχουν, ὅπως προσλάβουν ἀνὰ ἓν ἠλεκτρονίον πρὸς συμπλήρωσιν τῆς ὑπάρχουσας τοῦ ἐξωτερικοῦ φλοιοῦ ἠλεκτρονίων τῶν ἀτόμων των, ὅτε παρέχουν ἀνιόντα. Αἱ ἐνώσεις των αὐτὰ μετὰ τῶν μετάλλων εἶναι **ἅλατα**, τὰ ὁποῖα καλοῦνται **φθοριούχα**, **χλωριούχα**, **βρωμιούχα**, **ιωδιούχα**, ἢ καὶ **φθοριδία**, **χλωριδία**, **βρωμιδία**, **ιωδιδία**. Ἐκ τοῦ γεγονότος δὲ αὐτοῦ ἐκλήθησαν καὶ τὰ στοιχεῖα ταῦτα **ἀλατογόνα**, ἢ **ἀλογόνα**, αἱ δὲ ἐνώσεις των **ἀλογονίδια**.

Ἡ χημικὴ δραστηριότης τῶν ἀλογόνων οὕσα μεγίστη διὰ τὸ φθόριον ἐλαττοῦται οὐσιωδῶς, καθ' ὅσον μεταβαίνομεν πρὸς τὰ βαρύτερα ἐξ αὐτῶν ἰώδιον καὶ ἀστάτιον.

Τὸ μόριον τῶν ἀλογόνων ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἄτομα. Ταῦτα συνδέονται μετὰξὺ των διὰ σχηματισμοῦ ὁμοιοπολικοῦ δεσμοῦ ἐξ ἑνὸς ζεύγους ἠλεκτρονίων (50,2) :

## I. ΦΘΟΡΙΟΝ F = 19

**161. Γενικά.** Τὸ φθόριον εὑρίσκεται πάντοτε ἠνωμένον εἰς διάφορα πετρώματα. Τὰ κυριώτερα ὄρυκτά αὐτοῦ εἶναι : Τὸ φθοριούχον ἀσβέστιον ἢ **ἀργυραδάμας** ( $\text{CaF}_2$ ) καὶ ὁ **κρυόλιθος** ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ).

Ἐξάγεται δι' ἠλεκτρολύσεως διαλύματος φθοριούχου καλίου ἐντὸς ὑγροῦ ὕδροφθορίου ἐν ψυχρῷ ( $\text{KF}, 3\text{HF}$ ). Κατὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ φθορίου λαμβάνονται ὀρισμέναι προφυλάξεις, δοθέντος ὅτι τοῦτο προσβάλλει τὸσον τὰ συνήθη μέταλλα, ὅσον καὶ τὴν ὕαλον.

**162. Ἰδιότητες καὶ χρήσεις.** Τὸ φθόριον εἶναι ἀέριον χρώματος ἀνοικτοῦ κίτρινοπρασίνου καὶ ὁσμῆς πνιγηρᾶς.

Εἶναι τὸ ἠλεκτραρνητικώτερον τῶν στοιχείων καὶ ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μετὰ ὅλα τὰ μέταλλα. Ἐνοῦται ἐπίσης καὶ μετὰ ὅλα τὰ ἀμέταλλα, πλὴν τοῦ ἀζώτου.

Ἰδιαίτερον χημικὴν συγγένειαν ἔχει πρὸς τὸ ὑδρογόνον, μετὰ τὸ ὁποῖον ἐνοῦται δι' ἐκρήξεως, ἀκόμη καὶ εἰς θερμοκρασίαν  $-233^\circ\text{C}$ . Ἀποσυνθέτει ἀμέσως τὰς ὑδρογονοῦχους ἐνώσεις ἐνωμένων μετὰ τὸ ὑδρογόνον αὐτῶν, ὡς π.χ. τὸ ὕδωρ :



Ἡ σπουδαιότερα ὁμως ἰδιότης τοῦ φθορίου εἶναι, ὅτι τοῦτο προσβάλλει τὴν ὕαλον. Τὴν ἰδιότητα αὐτὴν ἔχει καὶ τὸ ὑδροφθόριον ( $\text{HF}$ ), δι' ὃ καὶ χρησιμοποιοῦνται ἀμφότερα πρὸς χάραξιν τῆς ὕαλου.

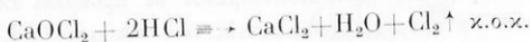
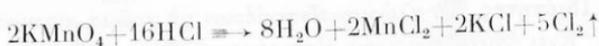
Τὸ φθόριον φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ὑπὸ πίεσιν ἐντὸς ὀβιδίων ἐξ εἰδικοῦ χάλυβος, τὸν ὁποῖον δὲν προσβάλλει. Χρησιμοποιεῖται δὲ κυρίως διὰ συνθέσεις ὀργανικῶν ἐνώσεων. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς ἀποχωρισμὸν τοῦ οὐρανίου 235 ἀπὸ τοῦ ἰσοτόπου του οὐρανίου 238. Διότι ἡ ἐνωσις  $\text{UF}_4$  εἶναι σῶμα ἀέριον καὶ κατὰ τὴν διόδον του διὰ μέσου πορώδους διαφράγματος τὸ φθοριούχον οὐράνιον 235 διέρχεται ταχύτερον ἐκείνου τοῦ  $\text{U}$  238.

**163. Ἀνίχνευσις.** Τὸ  $\text{F}_2$  ἀιχνεύεται ἐκ τῆς χαρακτηριστικῆς ἰδιότητος αὐτοῦ νὰ προσβάλλῃ τὴν ὕαλον.

## II. ΧΛΩΡΙΟΝ Cl = 35,47 (Μοριακὸν βάρος $\text{Cl}_2 = 70,92$ )

**164. Προέλευσις.** Τὸ χλώριον εἶναι πολὺ διαδεδομένον εἰς τὴν φύσιν, ἀπαντᾷ ὁμως πάντοτε ἠνωμένον μετὰ ἄλλα στοιχεῖα λόγῳ τῆς μεγάλης του χημικῆς δραστηριότητος. Ἡ σπουδαιότερα ἐνωσις αὐτοῦ εἶναι τὸ κοινὸν μαγειρικὸν ἅλας, καλούμενον ἐν τῇ χημείᾳ **χλωριούχον νάτριον**, ἢ καὶ **νατριόχλωριδον** ( $\text{NaCl}$ ).

**165. Παρασκευή. Α) Εἰς τὸ ἐργαστήριον.** Τὸ χλώριον παρασκευάζεται εἰς τὸ ἐργαστήριον ἐκ τοῦ ὑδροχλωρίου (HCl) δι' ὀξειδώσεως αὐτοῦ. Ὡς ὀξειδωτικά μέσα χρησιμοποιοῦνται συνήθως τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου  $MnO_2$  (πυρολουσίτης), τὸ ὑπερμαγγανικὸν κάλιον  $KMnO_4$ , ἢ γλωφράσβεστος  $CaOCl_2$  κ.λ. Οὕτω π.χ.

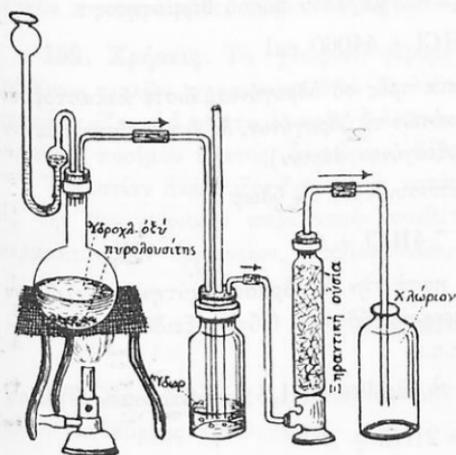


Πρὸς τοῦτο, εἰσάγομεν τὸν πυρολουσίτην, ἢ τὸ ὀξειδωτικὸν σῶμα εἰς τεμάχια ἐντὸς σφαιρικῆς φιάλης, ρίπτομεν ἐντὸς αὐτῆς πυκνὸν ὑδροχλωρικὸν ὄξι καὶ πωματίζομεν διὰ πώματος, τὸ ὁποῖον φέρει ἀσφαλυστικὸν σωλῆνα καὶ ἓνα δεύτερον σωλῆνα διὰ τὴν ἀπαγωγὴν τοῦ χλωρίου (σχ. 72). Θερμαίνομεν κατόπιν ἐλαφρῶς ὥστε ἀρχεται ἡ παραγωγή τοῦ χλωρίου.

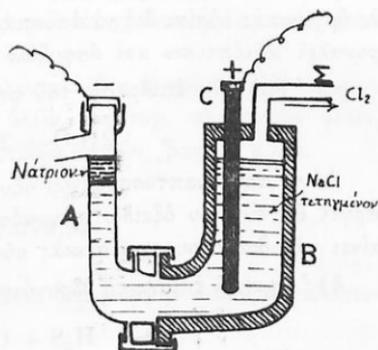
Τὸ παραγόμενον χλώριον διαβιβάζεται πρῶτον διὰ μέσου ὕδατος πρὸς συγκράτησιν τοῦ τυχόν παρασυσθέντος HCl καὶ κατόπιν διὰ ξηραντικῆς οὐσίας, ἥτις κατακρατεῖ τὸ τυχόν παρασυσθέν ὕδωρ. Τὸ οὕτω καθαρισθὲν χλώριον συλλέγεται ἀκολουθῶς δι' ἐκτοπίσεως ἀέρος ὡς βαρύτερον αὐτοῦ, διότι εἰς μὲν τὸ ὕδωρ διαλύεται, τὸν δὲ ὑδράργυρον προσβάλλει τὸ χλώριον.

**Β) Εἰς τὴν βιομηχανίαν.** Βιομηχανικῶς παρασκευάζουν συνήθως τὸ χλώριον δι' ἤλεκτρολύσεως τετηγμένου χλωριούχου νατρίου (NaCl).

Ἡ συσκευή ἔχει σχῆμα ὑψίλον (ὑοειδὲς) μὲ δύο σκέλη Α καὶ Β, ἐξ ὧν τὸ Α

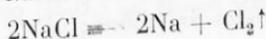


Σχ. 72. Παρασκευή χλωρίου εἰς τὸ ἐργαστήριον.



Σχ. 73. Ἠλεκτρολύσις τετηγμένου χλωριούχου νατρίου.

εἶναι σιδηροῦν, τὸ δὲ Β ἐκ δυστήκτου κεράμου (σχ. 73). Τὸ Α χρησιμεύει ὀλόκληρον εἰς ἀρνητικὸν ἤλεκτροδιον, ἐντὸς αὐτοῦ δὲ συλλέγεται καὶ τὸ ἐλευθερούμενον νάτριον. Τὸ θετικὸν ἤλεκτροδιον, ἀποτελεῖται ἐκ συμπαγοῦς ἄνθρακος καὶ εἰσάγεται ἐντὸς τοῦ σκέλους Β, ὅπου ἐκλύεται τὸ ἐλευθερούμενον χλώριον :



Χρησιμοποιείται συνήθως ρεύμα 5 Volts και έντάσεως γιλιάρων Amperes.

Τελευταίως ήρχισε να χρησιμοποιηται και ή κατωτέρω χημική μέθοδος : Άτμοι τριοξειδίου τ.ῶ θείου επιδρουν έν θερμῶ (220°—244°) επί κοι.ῶυ μαγειρικοῦ άλατος, ὅτε έλευθεροῦται τὸ χλωρίον κατά τήν αντίδρασιν :



**166. Φυσικαί ιδιότητες.** Τὸ χλωρίον εἶναι άέριον με χροῶμα κιτρινοπράσινον, έξ οῦ και τὸ ὄνομα. Ἔχει ὁσμὴν πνιγηράν, εἰσπνεόμενον δὲ προκαλεῖ άκατάσχετον βήχα και αἰμόπτυσιν, διότι καταστρέφει τοὺς ιστούς τῶν πνευμόνων. Εἶναι βαρύτερον τοῦ άέρος, διότι ἔχει εἰδικὸν βάρος  $\epsilon = 70,92/29 = 2,44$ . Ὑγροποιεῖται εύκόλως εἰς συνήθη θερμοκρασίαν δι' άπλῆς πίεσεως αὐτοῦ, διότι ή κρίσιμος θερμοκρασία του εἶναι 146°. Εἰς τὸ ὕδωρ εἶναι σχετικῶς εύδιάλυτον, διότι εἰς ἓνα ὄγκον ὕδατος θερμοκρασίας 20° διαλύονται 2,3 ὄγκοι χλωρίου. Τὸ διάλυμα καλεῖται **χλωριοῦχον ὕδωρ**, ἔχει ιδιότητας τοῦ χλωρίου και χρησιμοποιεῖται συνήθως αντί τοῦ άέριου χλωρίου. Κατά τήν ψύξιν τοῦ χλωριοῦχου ὕδατος αποβάλλονται λευκοί κρύσταλλοι έξ ὕδρίτου τοῦ χλωρίου τοῦ τύπου :



**167. Χημικαί ιδιότητες.** Τὸ χλωρίον εἶναι στοιχεῖον λίαν ήλεκτραρνητικόν, ἔχον μεγίστην χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὰ πλεῖστα ἐκ τῶν στοιχείων. Αἱ κυριώτεροι χημικαί αντίδράσεις αὐτοῦ εἶναι :

1) **Ἐννντι τοῦ ὕδρογόνου :** α) Με τὸ ὕδρογόνον ἐνοῦται δι' ἐκρήξεως ὑπὸ τήν επίδρασιν τοῦ ήλιακοῦ φωτός, ἐκλυομένου μεγάλου ποσοῦ θερμότητος :



β) Τόση εἶναι ή χημική του συγγένεια πρὸς τὸ ὕδρογόνον, ὥστε καταστρέφει τὰς ὀργανικὰς οὐσίας διὰ νὰ αποσπάσῃ έξ αὐτῶν τὸ ὕδρογόνον, δι' ὃ και εἰσπνεόμενον προκαλεῖ αἰμίπτυσιν και άσφυξίαν (άσφυξιογόνον άέριον).

γ) Ὑπὸ τήν επίδρασιν τοῦ φωτός αποσυνθέτει τὸ ὕδωρ :



Λόγω τοῦ αναπτυσσομένου ὀξυγόνου κατά τήν αντίδρασιν ταύτην, τὸ χλωρίον ἐνεργεῖ ὡς έντονον ὀξειδωτικὸν μέσον παρουσίᾳ ὕδατος. Οὔτω ὀξειδώνει και λευκαίνει τὰς διαφόρους χρωστικὰς οὐσίας κ.ο.κ.

δ) Ἀφαιρεῖ επίσης τὸ ὕδρογόνον ἀπὸ τὸ ὕδρόθειον ( $\text{H}_2\text{S}$ ) ἀποβαλλομένου θείου



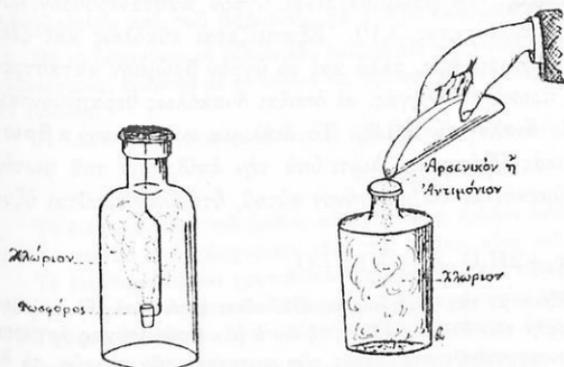
2) **Μὲ τὰ άμέταλλα** φωσφόρον, άρσενικόν και άντιμόνιον, τὸ χλωρίον ἐνοῦται ζωηρότατα και διὰ φωτεινοῦ φαινομένου. Οὔτω π.χ. τεμάχιον κιτρίνου φωσφόρου, εἰσαγόμενον εἰς φιάλην με χλωρίον, αναφλέγεται αὐτομάτως, μετατρέπόμενον εἰς τριχλωριοῦχον φωσφόρον  $\text{PCl}_3$  (καῦσις χωρὶς ὀξυγόνον) (σχ. 74).

Κόνις άρσενικοῦ ή άντιμονίου, ριπτομένη ἐντὸς φιάλης με χλωρίον, αναφλέγεται (σχ. 75). Τὰ προϊόντα εἶναι  $\text{AsCl}_3$  ή  $\text{SbCl}_3$ .

3) **Ἄλα τὰ μέταλλα** ἐνοῦνται ἀπ' εὐθείας με τὸ χλωρίον. Οὔτω π.χ. σπεῖρα

χαλκού, θερμανθεῖσα εἰς τὸ ἄκρον αὐτῆς, ἐὰν εἰσαχθῇ ἐντὸς φιάλης μὲ γλώριον, ἀναφλέγεται, μετατροπομένη εἰς  $\text{CuCl}$  (μονοχλωριούχον χαλκόν), ὅστις πίπτει εἰς τὸν πυθμένα ὑπὸ μορφήν ἀστερίσκων (σχ. 76).

**168. Ἀνίχνευσις.** Τὸ ἀέριον  $\text{Cl}_2$  ἀνιχνεύεται ἐκ τῆς χαρακτηριστικῆς ὁσμῆς



Σχ. 75. Καῦσις ἀρσενικοῦ ἐντὸς γλωρίου.



του. Χημικῶς ἀνιχνεύεται διὰ τοῦ ἀποχρωματισμοῦ τῆς χρωστικῆς οὐσίας Ἰνδικοῦ. Τὸ Ἴον ( $\text{Cl}^-$ ) ἀνιχνεύεται διὰ διαλύματος  $\text{AgNO}_3$ , μετὰ τοῦ ὁποίου σχηματίζει λευκὸν πηκτωματώδες ἕζημα ἐκ  $\text{AgCl}$ .

**169. Χρήσεις.** Τὸ γλώριον, φερόμενον εἰς τὸ ἐμπόριον ὡς ὑγρὸν ἐντὸς γαλυβδίνων φιαλῶν, χρησιμοποιεῖται ὡς λευκαντικὸν τῆς χαρτομάζης (πολτοῦ, ἐξ οὗ κατασκευάζεται ὁ χάρτης), πρὸς διάλυσιν τοῦ χρυσοῦ εἰς χρυσορωχέα, πρὸς ἀπολύμανσιν ποσίμου ὕδατος, ὑπονόμων, βόθρων κ.ο.κ.

Τεραστικὰν ἀνάπτυξιν ἔχει λάβει κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἡ χρῆσις τοῦ γλωρίου εἰς τὴν βιομηχανικὴν παρασκευὴν συνθετικῶν ὑλῶν, ὡς π.χ. πλαστικῶν ὑλῶν, φαρμακευτικῶν προϊόντων, ἐντομοκτόνων, διαλυτικῶν ὑγρῶν, βαφῶν κ.λ.π.

### III. ΒΡΩΜΙΟΝ $\text{Br}=79,92$

**170. Γενικά.** Τοῦτο ἀπαντᾷ πάντοτε ἠνωμένον ὑπὸ μορφήν διαφόρων ἀλάτων θαλασσίας κυρίως προελεύσεως.

**171. Παρασκευή.** Α) Βιομηχανικῶς παρασκευάζεται δι' ἐκτοπίσεως τοῦ βρωμίου ἐκ τῶν ἀλάτων αὐτοῦ δι' ἐπιδράσεως ρεύματος γλωρίου :



Τὸ ἀναπτυσσόμενον βρώμιον ὑγροποιεῖται καὶ συλλέγεται κατὰ τὴν ἐξόδον του ἐκ τῆς συσκευῆς, καθαρίζεται δὲ περαιτέρω δι' ἀποστάξεως.

Β) Εἰς τὸ ἐργαστήριον δυνάμεθα νὰ λάβωμεν μικρὰν ποσότητα βρωμίου :

α) Δι' ἐπιδράσεως πυρολουσίτου ( $\text{MnO}_2$ ) καὶ θεικοῦ ὀξέος ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ἐπὶ βρωμιούχου ἀλα-

β) Εύκολως παρασκευάζεται καθαρὸν βρώμιον δι' ἀμυβαίας ἐπιδράσεως **βρωμιούχου** ἁλατος ἐπὶ **βρωμικοῦ** ἁλατος ἐντὸς ὀξίνου διαλύματος, ὅποτε ἀμφότερα τὰ ἅλατα ἐνεργοῦν ὑπὸ τὴν μορφήν τῶν ἀντιστοιχῶν ὀξέων καὶ κατὰ τὴν ἀντίδρασιν :



**172. Ἰδιότητες καὶ χρήσεις.** Τὸ βρώμιον εἶναι ὑγρὸν καστανέρυθρον, δύσσομον, (ἐξ οὗ καὶ τὸ ὄνομα), πυκνότητος 3,19. Ἐξατμίζεται εὐκόλως καὶ ζέει εἰς 58°,8. Οἱ ἀτμοὶ του εἶναι δηλητηριώδεις, ἀλλὰ καὶ τὸ ὑγρὸν βρώμιον καταστρέφει τοὺς ὀργανικοὺς ἰστούς καὶ προκαλεῖ πληγὰς, αἱ ὁποῖαι δυσκόλως θεραπεύονται.

Διαλύεται ἐντὸς ὕδατος εἰς ἀναλογίαν 3,6 %. Τὸ διάλυμα καλούμενον «**βρωμιούχον ὕδωρ**» ἔχει ὀξειδωτικὰς ἰδιότητας. Διότι ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτός τὸ Br ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ ἐνομένου μετὰ τὸ ὑδρογόνον αὐτοῦ, ὅτε ἐλευθεροῦται ὀξυγόνον :



Αἱ χημικαὶ τοῦ ἰδιότητες ὁμοιάζουν μετὰ τὰς τοῦ χλωρίου, ἀλλ' εἶναι ἡπιώτεροι. Τὸ βρώμιον χρησιμοποιεῖται κυρίως ὑπὸ τὴν μορφήν τῶν ἁλάτων αὐτοῦ, ἐξ ὧν ὁ μὲν **βρωμιούχος ἀργυρὸς** (AgBr) εἰς τὴν παρασκευὴν τοῦ φωτοσενσθητοῦ στράματος τῶν φωτογραφικῶν πλακῶν, τὸ δὲ **βρωμιούχον κάλιον** (KBr) ὡς φάρμακον καταπραῖντικὸν τῶν νεύρων. Τὸ Br χρησιμοποιεῖται ἐν ὕδατι καὶ εἰς τὰς συνθέσεις ὀργανικῶν ἐνώσεων ὡς π.χ. διαφόρων βαφῶν καὶ δακρυγόνων ἀερίων. Εὐρυτάτην χρησιμοποίησιν εὐρίσκει ἡ ὀργανικὴ ἔνωσις αἰθυλοδιβρωμίδιον ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ ) πρὸς βελτίωσιν τῶν ἰδιοτήτων καύσεως τῆς βενζίνης τῶν κινητήρων τῶν αὐτοκινήτων.

**173. Ἀνίχνευσις.** Τὸ  $\text{Br}_2$  ἀνιχνεύεται ἐκ τῶν καστανέρυθρων ἀτμῶν του καὶ ἐκ τῆς χαρακτηριστικῆς του ὀσμῆς. Διαλυόμενον εἰς  $\text{CS}_2$  προσδίδει εἰς αὐτὸν κιτρίνην χροιάν. Μετὰ διάλυμα ἀμύλου παρέχει πορτοκαλλιοχρῶνον χροιάν. Τὸ Ἴον ( $\text{Br}^-$ ) μετὰ διαλύματος  $\text{AgNO}_3$  παρέχει κίτρινον ἔζημα ἐκ AgBr.

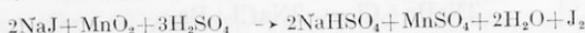
#### IV. ΙΩΔΙΟΝ J=127

**174. Γενικά.** Τοῦτο ἀπαντᾷ ὑπὸ μορφήν διαφόρων ἁλάτων καὶ ἰδίως εἰς τὴν τέφραν ὠρισμῆνων θαλασσίων φυκῶν (0,1 % ἕως 0,9 %), ὡς καὶ εἰς τὸ **νίτρον τῆς Χιλῆς** (0,1 %). Τὸ νίτρον τῆς Χιλῆς εἶναι ὄρυκτον ἀποτελοῦν ἐκτεταμένα στρώματα εἰς τὴν Χιλὴν (Νότ. Ἀμερική). Ἀποτελεῖται κυρίως ἐκ νιτρικοῦ νατρίου ( $\text{NaNO}_3$ ) καὶ χλωριούχου νατρίου ( $\text{NaCl}$ ) περιέχει δὲ καὶ σημαντικὴν ποσότητα **ιωδικῶν ἁλάτων** καὶ ἰδίως **ιωδικοῦ νατρίου** ( $\text{NaIO}_3$ ).

Τὸ **ιώδιον** ἀπαντᾷ ὑπὸ σημαντικὴν ἀναλογίαν (9 %) καὶ εἰς τὴν ὁρμόνην **θυροξίνην**, τὴν ὁποῖαν παράγει ὁ θυροειδὴς ἀδὴν τοῦ ἀνθρώπου.

**175. Παρασκευὴ.** Τὸ **ιώδιον** παρασκευάζεται μόνον βιομηχανικῶς εἴτε ἀπὸ τὸ **νίτρον τῆς Χιλῆς**, εἴτε ἀπὸ τὴν τέφραν τῶν θαλασσίων φυκῶν. Κατ' ἀρχὰς ἀποχωρίζονται ἐξ αὐτῶν τὰ **ιωδιούχα ἅλατα** διὰ διαλύσεως εἰς ὕδωρ, διηθήσεως καὶ κρυσταλλώσεως. Ἀπὸ τὰ **ιωδιούχα ἅλατα** ἐλευθεροῦται κατόπιν τὸ **ιώδιον** διὰ διαφόρων μεθόδων, αἱ κυριώτεροι τῶν ὁποίων εἶναι :

1. Δι' ἐπιδράσεως μίγματος ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου καὶ θεικοῦ ὀξέος ἐν θερμῷ :



Δι' ἐπιδράσεως χλωρίου, τὸ ὅποιον ἐκτοπίζει τὸ **ιώδιον** ἐκ τῶν ἁλάτων αὐτοῦ, ὅπως εἶδμεν καὶ διὰ τὸ βρώμιον :



**176. Ἰδιότητες καὶ χρήσεις.** Τὸ **ιώδιον** εἶναι σῶμα στερεόν, κρυσταλλούμενον εἰς πλακῆτας ἀπόθεσις ἀπὸ τοῦ νεύρου ἐκπαίδευτικῆς Πόλιτικῆς. Τίκεται εἰς 114°,

εκπέμπει δὲ ἀτμούς χρώματος ιώδους (ἐξ οὗ καὶ τὸ ὄνομα) εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν.

Εἰς τὸ ὕδωρ ἐλάχιστα διαλύεται. Διαλύεται ἕως εὐκόλως εἰς διθειάνθρακα, εἰς τὸ κοινὸν οἰνόπνευμα, εἰς τὸν αἰθέρα καὶ τὸ χλωροφόρμιον.

Αἱ χημικαὶ τοῦ ιδιότητες εἶναι ἀνάλογοι, ἀλλὰ πολὺ ἀσθενέστεραι ἀπὸ τὰς τοῦ χλωρίου καὶ τοῦ βρωμίου, τὰ ὅποια ἐκδιώκουν αὐτὸ ἐκ τῶν ἐνώσεών του.

Μὲ τὸ ὑδρογόνον τὸ ιώδιον δὲν ἐνοῦται εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Μετάλλα τινα, ὡς π.χ. ὁ ὑδράργυρος, ἐνοῦνται μὲ τὸ ιώδιον εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, τὰ περισσότερα ἕως ἐξ αὐτῶν δὲν ἐνοῦνται.

Τὸ ιώδιον διαλύεται εὐκόλως εἰς ὕδατικὸν διάλυμα KI, ὅτε σχηματίζεται τὸ Ἴον  $J_3^-$  :



Τὸ διάλυμα τοῦτο τοῦ ιωδίου παρέχει μὲ τὸ ἄμυλον ἐντόνωσ κυανῆν χρώσιν. Ἡ ἀντίδρασις χρησιμοποιεῖται πρὸς ἀνίχνευσιν εἴτε τοῦ ιωδίου, εἴτε τοῦ ἄμυλου.

Τὸ ἐλεύθερον ιώδιον χρησιμοποιεῖται εὐρύτατα εἰς τὴν φαρμακευτικὴν ὡς ἀντισηπτικὸν ὑπὸ τὴν μορφήν οἰνοπνευματικοῦ διαδύματος 5% περιέχοντος καὶ KI (βάμμα ιωδίου). Αἱ ἐνώσεις αὐτοῦ χρησιμοποιοῦνται τόσον εἰς τὴν φαρμακευτικὴν, ὅσον καὶ εἰς τὴν φωτογραφικὴν.

**177. Ἀνίχνευσις.** Μὲ διάλυμα ἄμυλου τὸ ἐλεύθερον ιώδιον παρέχει κυανῆν χροιάν. Τὸ Ἴον ( $J^-$ ) μετὰ διαλύματος  $AgNO_3$  παρέχει κίτρινον ἴζημα ἐξ  $AgJ$ , τὸ ὅποιον διακρίνεται ἀπὸ τὸ  $AgBr$ , διότι τοῦτο δὲν διαλύεται εἰς διάλυμα ἀμμωνίας.

## V. ΥΔΡΑΛΟΓΟΝΑ : HF, HCl, HBr καὶ HI

### ΠΙΝΑΞ XIV

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν ὑδραλογόνων

Ἰδιότητες	Ὑδροφθόριον	Ὑδροχλώριον	Ὑδροβρώμιον	Ὑδροϊώδιον
κατάστασις	ἀέριον	ἀέριον	ἀέριον	ἀέριον
χρῶμα	ἄχρουν	ἄχρουν	ἄχρουν	ἄχρουν
ὄσμη	ἀποπνικτικὴ	δηγματικὴ	διαπεραστικὴ	διαπεραστικὴ
σημ. ζέσεως	19°,4	-83°,70	-67°	-35°,5
σημ. πήξεως	-92°,3	-112°	-88°,5	-50°,8
διαλυτότης εἰς ὕδωρ (λίτρα οὐσίας εἰς 1 λίτρον $H_2O$ )	264 (10°)	506 (0°)	610 (0°)	425 (10°)

**178. Γενικά.** Τὰ ὑδραλογόνα εἶναι ἐνώσεις τῶν ἀλογόνων μὲ τὸ ὑδρογόνον, δύνανται δὲνὰ σχηματισθῶν δι' ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως τῶν στοιχείων τούτων μετὰ τοῦ ὑδρογόνου.

Τὰ ὕδατικά διαλύματα τῶν ὑδραλογόνων εἶναι ὅλα ὀξεᾶ, τὰ ὅποια καλοῦνται ὑδροφθορικός, ὑδροχλωρικός, ὑδροβρωμικός καὶ ὑδροϊωδικός. Ἐξ αὐτῶν τὸ ὑδροφθορικὸν ὀξύ εἶναι ἀσθενές, ἐνῶ τὰ ὑπόλοιπα εἶναι ἰσχυρὰ ὀξεᾶ.

## A). ΥΔΡΟΦΘΟΡΙΟΝ HF

**179. Γενικά.** Τοῦτο παρασκευάζεται ἀποκλειστικῶς δι' ἐπιδράσεως ἀραιοῦ  $H_2SO_4$  ἐπὶ φθοριούχου ἀσβεστίου :



Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται συσκευὴ ἐκ μολύβδου ἢ χαλκοῦ, διότι τὰ μέταλλα ταῦτα προσβάλλονται μόνον ἐπιφανειακῶς ὑπὸ τοῦ HF.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

Τὸ ὑδροφθόριον εἶναι ἀέριον ὑγροποιούμενον εἰς 19°,4C, ἐνῶ τὸ βαρύτερον αὐτοῦ HCl ὑγροποιεῖται εἰς — 83°,5 C. Τὸ ὑψηλὸν τοῦτο σημεῖον ὑγροποιήσεως τοῦ HF ὀφείλεται εἰς πολυμερισμὸν τοῦ μορίου του, τὸ ὅποιον εἰς τὸ σημεῖον ὑγροποιήσεώς του ἀποτελεῖται ἀπὸ 3 μόρια : (HF)<sub>3</sub>.

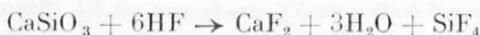


Σχ.77. Ἐπίδρασις τοῦ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ἐπὶ μαγειρικοῦ ἄλατος.

Ἔνεκα τοῦ πολυμερισμοῦ τῶν μορίων του τὸ ὑδροφθόριον εἶναι ἀσθενὲς ὀξύ. Οὕτω π.χ. εἰς τὰ ὑδατικά του διαλύματα ἓνα μικρὸν μέρος τῶν μορίων τοῦ τύπου H<sub>2</sub>F<sub>2</sub> δίσταται εἰς ἰόντα :



Ἡ χαρακτηριστικὴ ὁμῶς ιδιότης τοῦ ὑδροφθόριου εἶναι ὅτι τοῦτο προσβάλλει τὴν ὑάλον, δι' ἧ καὶ χρησιμοποιεῖται πρὸς χάραξιν τῆς ὑάλου :



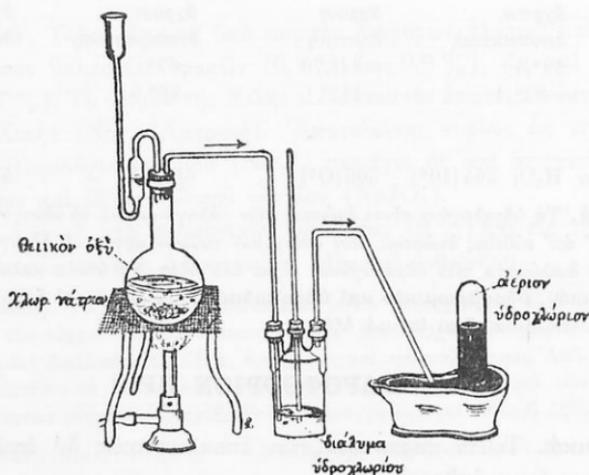
Τὸ HF φυλάσσεται ἐντὸς δοχείων ἐκ παραφίνης, ἢ ὅποια δὲν προσβάλλεται ὑπ' αὐτοῦ.

180. Ἀνίχνευσις. Τὸ HF ἀνιχνεύεται διὰ τῆς ὑπ' αὐτοῦ προσβολῆς τῆς ὑάλου. Τὸ Ἴον (F<sup>-</sup>) ἀνιχνεύεται διὰ προσθήκης διαλύματος CaCl<sub>2</sub>, ὅτε σχηματίζεται ἴζημα ἐκ CaF<sub>2</sub>.

## B) ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΟΝ HCl

181. Προέλευσις. Τὸ ὑδροχλωρίον ἀπαντᾷ εἰς τὰ ἀέρια τῶν ἥφαιστειῶν, ὡς καὶ εἰς τὰ ὑγρά τοῦ στομάχου (0,27—0,37 %).

182. Παρασκευὴ. Τὸ ὑδροχλωρίον δύναται νὰ παρασκευασθῇ δι' ἀπ' εὐθείας



Σχ. 78. Παρασκευὴ ἀερίου ὑδροχλωρίου.

ἐνώσεως ὑδρογόνου καὶ χλωρίου. Εὐκολώτερον ὁμῶς παρασκευάζεται δι' ἐπιδράσεως θειικοῦ ὀξέος ἐπὶ μαγειρικοῦ ἄλατος :

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Ἡ ἀντίδρασις γίνεται ἐν ψυχρῷ δι' ἀπλῆς ἐπαφῆς τῶν δύο οὐσιῶν. Οὕτω, ἐάν εἰς ὑάλινον ποτήριον θέσωμεν μαγειρικὸν ἅλας καὶ ἐντὸς αὐτοῦ ρίψωμεν ὀλίγον θεικὸν ὀξύ, παρατηροῦμεν ἀμέσως ἀναβρασμὸν καὶ ἐξόδον ἐκ τοῦ ποτηρίου ἑνὸς ἀερίου μὲ ὀσμὴν δηκτικὴν (σχ. 77). Τὸ ἀέριον τοῦτο εἶναι τὸ ὑδροχλωρίον.

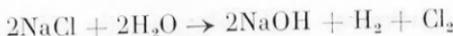
Διὰ νὰ συλλέξωμεν τὸ ὑδροχλωρίον, θέτομεν τὸ μαγειρικὸν ἅλας καὶ τὸ ὀξύ ἐντὸς σφαιρικῆς φιάλης (σχ. 78), θερμαίνομεν δὲ κάτωθεν ἐλαφρῶς, ὥστε νὰ προχωρήσῃ ἡ ἀντίδρασις μέχρις τέλους. Τὸ παραγόμενον ἀέριον συλλέγομεν δι' ἐκτοπίσεως ὑδρογύρου καὶ οὐχὶ ὕδατος, διότι εἰς τὸ ὕδωρ διαλύεται τοῦτο ζωηρῶς.

Εἰς τὴν βιομηχανίαν χρησιμοποιοῦν διπλασίαν ποσότητα μαγειρικοῦ ἁλατος διὰ τὴν αὐτὴν ποσότητα ὀξέος καὶ θερμαίνουσι ἰσχυρῶς (350°), ὥστε νὰ παραχθῇ οὐδέτερον θεικὸν νάτριον κατὰ τὴν ἀντίδρασιν :

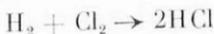


Τὸ παραγόμενον ἀέριον διοχετεύεται ἄνωθεν ὕδατος, ὅπου διαλύεται καὶ τέλος διὰ πύργου πεπληρωμένου μὲ κῶκ, ἐκ τῆς κορυφῆς τοῦ ὁποίου ψεκάζεται ὕδωρ. Ἐκεῖ διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ καὶ τὰ τελευταῖα ἔχνη τοῦ ὑδροχλωρίου.

Τελευταίως εἰς τὴν βιομηχανίαν ἤρχισε νὰ ἐπικρατῇ ἡ μέθοδος τῆς ἀπ' εὐθείας ἐνώσεως ὑδρογόνου μὲ χλώριον. Τὰ δύο ταῦτα ἀέρια παράγονται ταυτοχρόνως καὶ εἰς ἴσας ποσότητας δι' ἠλεκτρολύσεως διαλύματος NaCl :

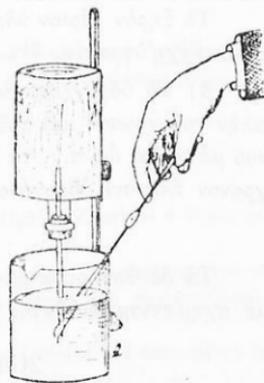


Ἐκεῖθεν διοχετεύονται διὰ χωριστῶν σωλῆνων ἐντὸς εἰδικῆς συσκευῆς, ὅπου ἐνοῦνται εἰς ὑδροχλωρίον :



Τὸ οὕτω παραγόμενον ἀέριον HCl παραλαμβάνεται κατόπιν διὰ διαλύσεως αὐτοῦ εἰς ἀπεσταγμένον ὕδωρ, λαμβανομένου διαλύματος λίαν πυκνοῦ (μέχρις 21°—22° Μπωμέ).

**183. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ὑδροχλωρίον εἶναι ἀέριον ἄχρουν μὲ ὀσμὴν δηκτικὴν καὶ γεῦσιν λίαν ὀξινον. Ἐχει εἰδικὸν βᾶρος  $\epsilon = 36,46 : 29 = 1,25$ , ἤτοι εἶναι ὀλίγον βαρύτερον τοῦ ἀέρος. Εἰς τὸν ἀέρα σχηματίζει πυκνὸν καπνόν, διότι ἡ ὑγρασία τοῦ ἀέρος συμπυκνοῦται εἰς σταγονίδια, ἐντὸς τῶν ὁποίων διαλύεται τὸ ὑδροχλωρίον. Ἡ διαλυτότης τοῦ ὑδροχλωρίου εἰς τὸ ὕδωρ εἶναι τόσον μεγάλη, ὥστε ὑπὸ συνήθη θερμοκρασίαν ἕνας ὄγκος ὕδατος διαλύει 440 ὄγκους ὑδροχλωρίου. Οὕτω, εἰς μίαν φιάλην περιέχουσαν ὑδροχλωρίον τὸ ὕδωρ ἀναπηδᾷ ὑπὸ μορφῆν πίδακος, ὅταν ἐπικοινωνήσῃ μὲ αὐτὴν διὰ σωλῆνος (σχ. 79). Διότι τὸ ὑδροχλωρίον διὰ μέσου τοῦ σωλῆνος διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ, ἀφήνει δὲ τὴν φιάλην κενήν. Τὸ κενὸν τοῦτο καταλαμβάνει τότε τὸ ὕδωρ, ὠθούμενον ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.



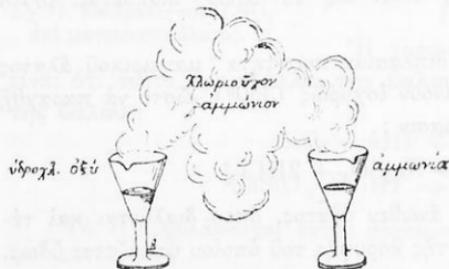
Σχ. 79. Πείραμα διαλυτότητος τοῦ HCl εἰς τὸ ὕδωρ.

Κατὰ τὴν διάλυσιν τοῦ HCl εἰς τὸ ὕδωρ ἀναπτύσσεται καὶ θερμότης. Τοῦτο σημαίνει, ὅτι δὲν πρόκειται περὶ ἀπλῆς διαλύσεως ἀλλὰ περὶ χημικοῦ φαινομένου. Πράγματι εὐρέθη, ὅτι τὸ HCl, ἀντιδρᾷ χημικῶς μὲ τὸ ὕδωρ σχηματιζομένων ἰόντων χλωρίου καὶ ὀξωρίου :



Οὕτω ἐξηγεῖται καὶ τὸ ὅτι ὡς ὀξύ ἐνεργεῖ μόνον τὸ ὕδατικὸν διάλυμα, οὐχὶ ὅμως καὶ τὸ ξηρὸν HCl.

Τὸ ὑδροχλωρίον ὑγροποιεῖται ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν δι' ἰσχυρᾶς πιέσεως. Εἰς τὸ ἐμπόριον ὅμως τὸ ὑδροχλωρίον φέρεται πάντοτε ὑπὸ μορφὴν διαλύματος. Τὸ ὕδατικὸν τοῦτο διάλυμα τοῦ ὑδροχλωρίου καλεῖται εἰδικώτερον



Σχ. 80. Ἐπίδρασις τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ ἀμμωνίας.

ὑδροχλωρικὸν ὀξύ. Ἡ συνήθης πυκνότης τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος τοῦ ἐμπορίου εἶναι 1,19, τὸ τοιοῦτον δὲ ὀξύ ἔχει περιεκτικότητά 300 λίτρων ἀερίου ὑδροχλωρίου εἰς ἓνα χιλιόγραμμα ὀξέος. Εἰς τὸ ἐμπόριον τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ καλεῖται καὶ **σπίρτον**

τοῦ ἄλατος.

**184. Χημικαὶ ιδιότητες.** α) Τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, ὡς καὶ τὸ ἀέριον ὑδροχλωρίον, παρουσιάζει ὑγρασίας, εἶναι ἐν ἀπὸ τὰ ἰσχυρότερα ὀξέα. Οὕτω π.χ. ἐρυθραίνει ζωηρῶς τὸ ἠλιοστρόπιον, ἐνοῦται δὲ καὶ μετὰ τῶν βάσεων παρέχον ἄλατα χλωριούχα :

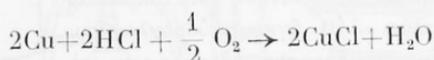


Τὸ ξηρὸν ἀέριον ὑδροχλωρίον, ὡς καὶ τὸ ὑγροποιημένον τοιοῦτον, ἐφ' ὅσον δὲν συνυπάρχει ὑγρασία, δὲν ἐνεργεῖ ὡς ὀξέα.

β) Τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ διαλύει, ὑπὸ ὠρισμένης συνθήκας, ὅλα τὰ μέταλλα, πλὴν τοῦ χρυσοῦ καὶ τοῦ λευκοχρύσου. Καὶ τὰ μὲν ἠλεκτροθετικώτερα τοῦ ὑδρογόνου μέταλλα, ὡς π.χ. τὰ K, Na, Ca, Mg, Zn, Al κλπ. τὰ διαλύει ἐν ψυχρῷ ὑπὸ σύγχρονον ἐκλυσιν ὑδρογόνου :



Τὰ δὲ ὑπόλοιπα μέταλλα, τὰ διαλύει παρουσιάζει ὀξυγόνον καὶ ἰδίως ἐν θερμῷ μὲ σχηματισμὸν ὕδατος :

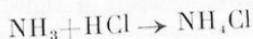


γ) Τὸ HCl μετὰ διαλύματος ἄλατος AgNO<sub>3</sub> παρέχει λευκὸν πηκτωματώδες ἴζημα ἐκ AgCl :



δ) Ἄτμοι ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐρχόμενοι εἰς ἐπαφὴν μὲ ἀτμούς ἀμμωνίας  
Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

(NH<sub>3</sub>) παράγουν πυκνόν καπνόν, λόγω σχηματισμοῦ μορίων τοῦ στερεοῦ σώματος χλωριούχου ἀμμωνίου (NH<sub>4</sub>Cl)



Τοῦτο χρησιμεύει πρὸς ἀνίχνευσιν εἴτε τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, εἴτε τῆς ἀμμωνίας (σχ. 80).

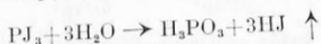
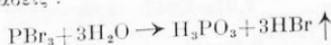
**185. Ἀνίχνευσις.** Τόσον τὸ HCl, ὅσον καὶ τὰ ἄλλα αὐτοῦ ἀνιχνεύονται διὰ προσθήκης διαλύματος AgNO<sub>3</sub> εἰς τὰ ὕδατικά των διαλύματα, ἔτε κατακρημνίζεται λευκὸν πηκτοματώδες ἴζημα ἐκ AgCl.

**186. Χρήσεις.** Τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ χρησιμοποιεῖται εἰς μεγάλα ποσὰ ἐν τῇ βιομηχανίᾳ τῶν χρωμάτων, πρὸς ἐξαγωγήν τῆς κόλλας τῶν ὀστέων, παρασκευῆν τῶν φωσφορικών ἀλάτων, πρὸς καθορισμὸν τοῦ σιδήρου κ.ο.κ. Εἰς τὰ ἐργαστήρια τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ ἀποτελεῖ ἐν ἐκ τῶν προχειροτέρων ἀντιδραστηρίων, χρησιμοποιεῖται δὲ πρὸς παρασκευῆν τῶν ἀερίων ὑδρογόνου, ὑδροθείου, διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος κ.ο.

### Γ) ΥΔΡΟΒΡΩΜΙΟΝ HBr — ΥΔΡΟ-Ι-ΩΔΙΟΝ HI

**188. Γενικά.** Ταῦτα παρασκευάζονται εἰς τὸ ἐργαστήριον δι' ἐπιδράσεως βρομίου ἢ ἰωδίου ἐπὶ ἐρυθροῦ φωσφόρου παρουσίᾳ ὕδατος.

Κατ' ἀρχὰς παράγονται αἱ ἐνώσεις PBr<sub>3</sub> ἢ PI<sub>3</sub>, αὗται δὲ ἐπιδρῶσαι ἐπὶ τοῦ ὕδατος παράγουν HBr ἢ HI κατὰ τὰς ἀντιδράσεις :



Ἡ ἀντίδρασις εἶναι εὐκολωτάτη καὶ γίνεται ἐν ψυχρῷ, τὸ δὲ ἀναπτυσσόμενον ἀέριον HBr ἢ HI συλλέγεται δι' ἐκτοπίσεως ὑδραργύρου.

Τόσον τὸ HBr, ὅσον καὶ τὸ HI εἶναι ἀέρια καὶ ἔχουν ἰδιότητα ἀναλόγου πρὸς τὰς τοῦ HCl, ἀλλ' ἡπιωτέρας. Ὡς ὀξέα ἐνεργοῦν ταῦτα μόνον παρουσίᾳ ὕδατος, ὅπως καὶ τὸ HCl. Ἐξ αὐτῶν τὸ HI ἀποσυντίθεται εὐκόλως εἰς H καὶ I, δι' ὃ καὶ ἐνεργεῖ ὡς ἰσχυρὸν ἀναγωγικὸν σῶμα, χρησιμοποιοῦμενον ὡς τοιοῦτον εὐρύτατα εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημίαν.

**189. Ἀνίχνευσις.** Τὰ ἰόντα (Br<sup>-</sup>) καὶ (I<sup>-</sup>) ἀνιχνεύονται διὰ διαλύματος AgNO<sub>3</sub>, μετὰ τοῦ ὁποίου παράγουν κίτρινον ἴζημα ἐκ AgBr, ἢ AgI. Ἐξ αὐτῶν, ὁ AgBr διαλύεται ὀλίγον εἰς διάλυμα ἀμμωνίας, ἐνῶ ὁ AgI δὲν διαλύεται.

### Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

102. Ἐπὶ 25 gr NaCl καθαρῷ ἐπιδρᾷ περίσσεια διαλύματος H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ παραγομένου ἀερίου ὑπὸ Κ.Σ.

103. Ἐπὶ 20 gr καθαρῷ NaCl ἐπιδρᾷ περίσσεια διαλύματος H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Τὸ παραγόμενον ἀέριον διαβιβάζεται εἰς περίσσειαν διαλύματος AgNO<sub>3</sub>. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ σχηματιζομένου ἴζηματος.

104. Ἐπὶ 30 gr καθαρῷ MnO<sub>2</sub> ἐπιδρᾷ διάλυμα HCl. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ἐκλυομένου ἀερίου ὑπὸ Κ.Σ.

105. Ἐπὶ 50 gr NaI ἐπιδρᾷ ἐν θερμῷ περίσσεια H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> παρουσίᾳ καὶ MnO<sub>2</sub> περιεκτικότητος 75% εἰς MnO<sub>2</sub>. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ χρησιμοποιηθέντος MnO<sub>2</sub>.

106. Διάλυμα H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ἐπιδρᾷ ἐπὶ 30 gr καθαρῷ CaF<sub>2</sub>. Τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον ἀντιδρᾷ μετὰ SiO<sub>2</sub>. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ SiO<sub>2</sub>, πῶς ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

107. 12 gr ἀτμῶν SO<sub>3</sub> ἀντιδρῶν ἐν θερμῷ μετὰ NaCl. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ χλωρίου ὑπὸ Κ.Σ. τὸ ὁποῖον θὰ παρασκευασθῇ.

108. Χλωρίον αντιδρά με ίσον όγκον  $H_2S$ , ότε λαμβάνονται 8 gr θείου. Ζητούνται οι όγκοι των δύο αερίων.

109. Θεικόν όξύ και πυρολουσίτης αντιδρούν με  $MgBr_2$ , ότε λαμβάνονται 20 gr βρωμίου. Ζητείται τό ποσόν του  $MnO_2$  που έλαβε μέρος εις την αντίδρασιν.

110. Ύδωρ έπιδρά επί 8 gr καθαρού  $PJ_3$ , ότε λαμβάνονται 450  $cm^3$   $HJ$  υπό Κ.Σ. Ζητείται τό βάρος του  $PJ_3$  που έλαβε μέρος εις την αντίδρασιν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XV

### ΟΜΑΣ VIB

## ΔΙΣΘΕΝΗ ΑΜΕΤΑΛΛΑ

### ΘΕΙΟΝ—ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ—ΣΕΛΗΝΙΟΝ

#### ΠΙΝΑΞ XV

των φρυσικων σταθερων των στοιχειων της ομάδος του θείου.

Ίδιότητες	Όξυγόνον	Θείον	Σελήνιον	Τελλούριον	Πολώνιον
Άτομικόν βάρος	16	32,066	78,96	127,61	210
Σημ. τήξεως	-218°,4	112°,8—119°	217°	499°,8	254°
Σημ. ζέσεως	-182°,96	444°,6	685°	1390°	962
Πυκνότης (στερ.)	1,426	2,07—1,957	4,86	5,93—6,25	9,5
Διάταξις ηλεκτρονίου σθένους	$2s^2 2p^4$	$3s^2 3p^4$	$4s^2 4p^4$	$5s^2 5p^4$	$6s^2 6p^4$

**190. Γενικά.** Εις την ομάδα των δισθενων αμετάλλων υπάρχουν τό όξυγόνον, τό θείον, τό σελήνιον, τό τελλούριον και τό ραδιενεργόν στοιχείον πολώνιον.

Τά άτομικά βάρη αυτών έχουν κατά σειράν ως έξής :

$$O=16, S=32, Se=79 \quad Te=127,5 \quad \text{και} \quad Po=210$$

Άνάλογον διαβάθμισιν προς τά άτομικά των βάρη ακολουθούν και αι ιδιότητες των στοιχείων αυτών. Μόνον τό όξυγόνον άφίσταται ως προς τάς ιδιότητας από τά λοιπά στοιχεία της ομάδος και δι' αυτό έξετάζεται τούτο ιδιαίτερος.

Αι ιδιότητες των στοιχείων τούτων ως αμετάλλων εξασθενίζουν, καθ' όσον μεταβαίνομεν από του θείου προς τό τελλούριον. Τό τελευταίον τούτο παρουσιάζει και άσθενή τινα χαρακτηριστικά μετάλλου, τό δέ πολώνιον έχει καθάρην χαρακτήρα μετάλλου. Αι μετά του ύδρογόνου ενώσεις :  $H_2S$ ,  $H_2Se$  και  $H_2Te$  είναι άέρια σώματα, ενώ ή αντίστοιχος ένωση  $H_2O$  είναι υγρόν λόγω πολυμερισμού του μορίου του.

## Θ Ε Ι Ο Ν S=32

**191. Προέλευσις.** Τό θείον είναι λίαν διαδεδομένον εις την φύσιν και άπαντα είτε ήνωμένον με διάφορα μέταλλα και με τό ύδρογόνον ως  $H_2S$ , είτε ελεύθερον και ίδια εις τόπους ήφραστειογενείς. Παρ' ήμιν υπάρχει ελεύθερον θείον εις τάς νήσους Θήραν και Μήλον. Τά σπουδαιότερα όμως κοιτάσματα θείου εις τόν κόσμον είναι τά της νήσου Σικελίας και τά της Louisiana εν Άμερικη. Τελευταίως ήρχισεν ή εκμετάλλεσις πλουσίων κοιτασμάτων θείου και εις τόν ισθμόν της Tehnantepec του Μεξικου.

**192. Έξαγωγή.** α) Τό θείον της Σικελίας εύρίσκεται υπό μορφήν θειοχωμάτων, των οποίων ή εις θείον περιεκτικότητα άνέρχεται εις 40% έως 40%.

Τὸ θεῖον τοῦτο ἀποχωρίζεται ἐκ τῶν γαιωδῶν προσμίξεων διὰ τήξεως. Πρὸς τοῦτο τὰ θειοχώματα εἰσάγονται ἐντὸς κιβωτίων μὲ διάτρητα τοιχώματα. Ταῦτα τοποθετοῦνται κατὰ τῶν ἐντὸς κλειστῶν καμίνων, ὅπου θερμαίνονται δι' ὑπερθερμὸν ὕδρατμος, ὅτε τὸ θεῖον τήκεται καὶ ῥεῖ.

2) Ἐν Louisiana τὸ θεῖον ἐμποτίζει πετρώματα ὑπὸ τὸ ἔδαφος. Πρὸς ἐξαγωγήν του διατρύπων τὸ ἔδαφος καὶ εἰσάγουν εἰς αὐτὸ σύστημα ἐκ τεσσάρων ὁμοκέντρων σωλήνων (σχ. 81). Διὰ τῶν ἐξωτερικῶν σωλήνων εἰσάγεται ὕδρατμος θερμοκρασίας 175°, ὅστις τήκει τὸ θεῖον τῶν πετρωμάτων. Διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ σωλήνος εἰσάγεται θερμὸς ἀήρ πίεσεως 40 ἀτμοσφαιρῶν, ὅστις ἀναγκάζει τὸ τετηγμένον θεῖον νὰ ἐξέλθῃ καθαρὸν ὑπὸ μορφὴν ἀφροῦ. Τὸ οὕτω λαμβανόμενον θεῖον δὲν ἔχει ἀνάγκην περαιτέρω καθάρσεως, διότι εἶναι πολὺ καθαρὸν (99,6 %).

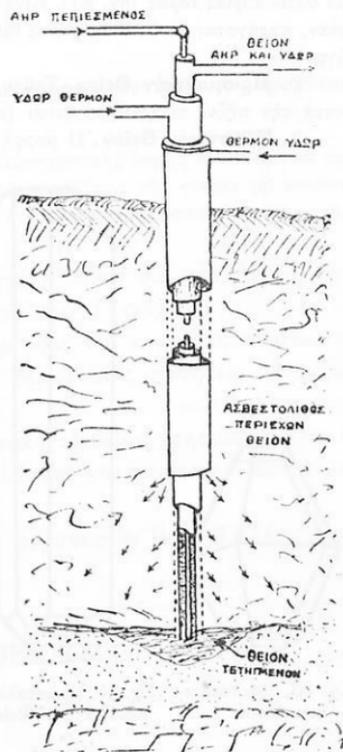
γ) Ἐν Γαλλίᾳ ἤρχισεν ἀπὸ τινος ἡ ἐξαγωγή τοῦ θεῖου ἀπὸ τὸ  $H_2S$ , τὸ ὁποῖον ἀναφυσάται ὁμοῦ μὲ μεθάνιον εἰς θέσιν Lacq.

Τὸ ἐκ τῶν θειοχωμάτων λαμβανόμενον θεῖον εἶναι ἀκάθαρτον, διότι περιέχει 3% ἕως 4% ζένας ὑλας καὶ διὰ τοῦτο ὑποβάλλεται εἰς ἀπόσταξιν ἐντὸς εἰδικῶν ἐγκαταστάσεων (σχ. 82).

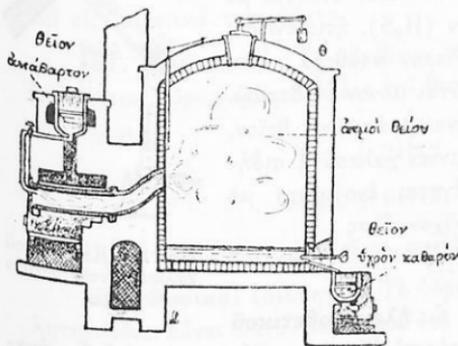
Οἱ ἀτμοὶ τοῦ θεῖου ψύχονται καὶ στερεοποιῦνται ὡς κόκκους εἰς τὰ τοιχώματα τοῦ θαλάμου θ (ἀνόθι θεῖου). Ἐὰν ὁμοῦ ἡ θερμοκρασία ἐντὸς τοῦ θαλάμου ἀνέλθῃ ἄνω τοῦ σημείου τήξεως τοῦ θεῖου, τότε τοῦτο συγκεντροῦται ὡς ὑγρὸν εἰς τὴν βᾶσιν τοῦ θαλάμου καὶ ἐκεῖθεν ὀδηγεῖται ἐντὸς ξυλίνων τύπων, ὅπου στερεοποιεῖται (ραβδόμορφον θεῖον).

**193. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ θεῖον εἶναι σῶμα στερεόν, χρώματος κιτρινοῦ, χωρὶς γεῦσιν καὶ χωρὶς ὀσμῆν. Ἔχει πυκνότητα 2 καὶ εἶναι ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Διαλύεται ὁμοῦ κατὰ τι εἰς τὸ βενζόλιον καὶ τὸ χλωροφόρμιον, ἐν ἀφθονίᾳ δὲ εἰς τὸν θειοῦχον ἀνθρακὰ ( $CS_2$ ).

Τὸ θεῖον εἶναι στοιχεῖον ἀλλότρο-



Σχ. 81. Ἐξαγωγή τοῦ θεῖου διὰ τήξεως, αὐτοῦ ἐντὸς τοῦ πετρώματος, ὅπου περιέχεται.



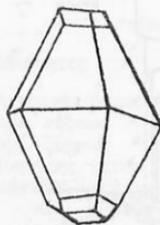
Σχ. 82. Ἀπόσταξις τοῦ θεῖου.

πον, αἱ κυριώτεραι δὲ ἀλλότροπικαὶ μορφαὶ αὐτοῦ εἶναι :

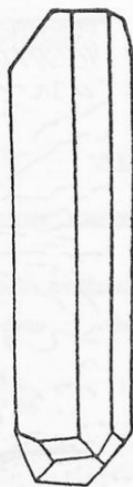
1) **Όκταεδρικόν Θεϊόν.** Τούτο αποτελείται από κρυστάλλους του ρομβικίου συστήματος με δύο κυρίας έδρας (σχ. 83). Είναι ή σταθερωτέρα μορφή του θεϊού υπό την συνήθη θερμοκρασίαν, παράγεται δέ εκ διαλύματος θεϊού εις θειούχον άνθρακα δι' εξατμίσεως του διαλυτικού ύγρου.

2. **Πρισματικόν Θεϊόν.** Τούτο αποτελείται από βελονοειδεις κρυστάλλους, παράγεται δέ κατά την πήξιν τετηγμένου θεϊού (σχ. 84).

3. **Πλαστικόν Θεϊόν.** Η μορφή αυτού του θεϊού παράγεται όταν ρίξωμεν τετηγμένον θεϊόν υπό μορφήν λεπτού νήματος εντός ψυχρού ύδατος. Λαμβάνομεν τότε μίαν μάζαν άμορφον, έλαστικήν, χρώματος κιτρινέρυθρου, ήτις όμοιάζει με τό έλαστικόν κόμμι.



Σχ. 83. Όκταεδρικόν θεϊόν.



Σχ. 84. Κρυστάλλος πρισματικού θεϊού.

4. **Τετηγμένον Θεϊόν.** Τό θεϊόν, τηρόμενον εις 114°, γίνεται ύγρόν κιτρινέρυθρον, διαυγές και ευκίνητον. Έάν θερμάνομεν αυτό εις 160°, καθίσταται καστανόχρου και παχύρρευστον. Εις 220° γίνεται σχεδόν μέλαν, άναστροφομένου δέ του σωλήνος, ύπου περιέχεται, δέν χύνεται. Περί τούς 300° γίνεται πάλιν λεπτόρρευστον σκοτεινού όμως χρώματος και τέλος εις 444° βράζει.

Πλήν των άνωτέρω μορφών υπάρχουν και δύο άμορφοι καταστάσεις του θεϊού, ως και μία κολλοειδής μορφή αυτού.

Όλοι αι άνωτέρω άλλοτροπικαί μορφαί του θεϊού όφείλονται εις διαφοράς συστάσεως του μορίου αυτού εις έκάστην περίπτωσιν. Τούτο, άναλόγως των συνθηκών, έχει την σύστασιν : S<sub>8</sub>, S<sub>6</sub>, S<sub>4</sub> ή S<sub>2</sub>. Εις θερμοκρασίαν άνωτέραν των 1000° ή σύστασις του μορίου του θεϊού τείνει προς την μονατομικήν αυτού μορφήν:



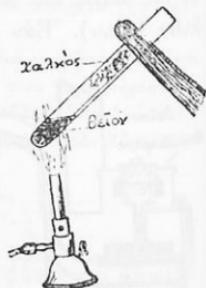
**194. Χημικαί ιδιότητες.** Τό θεϊόν είναι πολύ όλιγώτερον ήλεκτραρνητικόν του όξυγόνου, εναντι δέ αυτού καθώς και εναντι του χλωρίου συμπεριφέρεται ως στοιχείον ήλεκτροθετικόν. Ούτω :

1) Ός ήλεκτραρνητικόν στοιχείον τό θεϊόν ενούται με τό ύδρογόνον μεν δυσχερώς εις ύδρόθειον (H<sub>2</sub>S), ήτις ένωσις είναι ανάλογος προς τό ύδωρ, άλλ' όλιγώτερον σταθερά.

Μετά των μετάλλων δέ τό θεϊόν ενούται μόνον εν θερμώ. Ούτω π.χ. εάν εις δοκιμαστικόν σωλήνα βράσωμεν θεϊόν, υπεράνω δέ του ζέοντος θεϊού έχωμεν ταινίαν χαλκού ή σιδήρου ή ψευδαργύρου, τό μέταλλον αναφλέγεται ενούμενον με τό θεϊόν (σχ. 85). Τό προϊόν είναι θειούχον άλας :



2) Η σπουδαιότερα ιδιότης του θεϊού ως ήλεκτροθετικώ είναι ή ζωηρά χημική συγγένεια αυτού προς τό όξυγόνον. Ούτω π.χ. τό θεϊόν αναφλεγόμενον εις τον άέρα καίεται παρέχον ως προϊόν καύσεως τό διοξειδιον του θεϊού (καπνός του θεϊού):



Σχ. 85. Καύσις του χαλκού εντός άμψών θεϊού.

3) Ένοῦται ἐπίσης ἀπ' εὐθείας μὲ τὰ ἀλογόνα στοιχεῖα σχηματιζομένης σειρᾶς ἐνώσεων, ὡς αἱ :



4) Ἐν θερμῷ ἐνοῦται καὶ μὲ τὰ στοιχεῖα **φωσφόρον, ἀντιμόνιον, ἀρσενικὸν** καὶ **ἄνθρακα**, ὡς π.χ. εἰς τὴν ἔνωσιν :  $\text{CS}_2$ .

**195. Ἀνίχνευσις.** Τὸ θεῖον ἀνιχνεύεται ἐκ τῆς χαρακτηριστικῆς ὁσμῆς τοῦ  $\text{SO}_2$  ποῦ σχηματίζεται κατὰ τὴν καύσιν του. Χημικῶς ἀνιχνεύεται διὰ συντήξεως τῆς οὐσίας μὲ καυστικά ἀλάλια. Σχηματίζεται τότεθειούχος ἔνωσις, ἣ ὑποία μὲ διάλυμα νιτροπρωσσικοῦ νατρίου παρέχει ἐρυθροϊώδη χροιάν.

**Χρήσεις.** Τὸ θεῖον χρησιμοποιεῖται εἰς μεγάλα ποσὰ διὰ τὴν θείωσιν τῶν ἀμπέλων δι' ἧς καταπολεμεῖται ἡ ἀσθένεια ὠίδιον τοῦ Τυκκέρου.

Χρησιμεύει ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν τῆς πυρίτιδος τοῦ κωνηγίου, πυρείων καὶ πυροτεχνημάτων, ὡς καὶ εἰς τὴν ιατρικὴν διὰ δερματικὰς παθήσεις (λειχήνες-ψώρα).

Εἰς τὴν βιομηχανίαν τοῦ ἐλαστικοῦ (καουτσούκ) τὸ θεῖον χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν **θείωσιν** αὐτοῦ. Προσπιθέμενον τὸ θεῖον εἰς τὸ ἐλαστικὸν τροποποιεῖ καὶ βελτιώνει τὰς ἐλαστικὰς αὐτοῦ ιδιότητες.

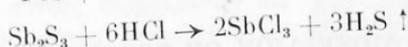
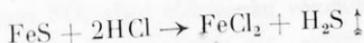
Μέγιστα ποσὰ θείου χρησιμοποιοῦνται πρὸς παρασκευὴν θεικοῦ ὀξέος, θειωδῶν ἀλάτων, θειούχου ἄνθρακος κ.ἄ.

## ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ

### I. ΥΔΡΟΘΕΙΟΝ $\text{H}_2\text{S}$ = 34.

**196. Προέλευσις.** Τὸ ὑδρόθειον εὐρίσκεται μεταξὺ τῶν ἀερίων ποῦ ἐξέρχονται εἰς τὰ ἠφαίστεια. Ἀναδίδεται ἐπίσης εἰς βόθρους, ὑπὸ νόμους καὶ ἄλλους χώρους, ὅπου γίνονται σήψεις λευκωματούχων οὐσιῶν, διότι ἀποτελεῖ προϊόν τῆς σήψεως τοῦ λευκώματος. Ἡ χαρακτηριστικὴ δυσσομία τῶν ἀποσυνθετιμένων ὠν ὑφείλεται εἰς τὸ ὑδρόθειον. Τὸ ὑδρόθειον ἐλεύθερον ἢ ὑπὸ μορφήν ἀλάτων αὐτοῦ ἀπαντᾷ καὶ εἰς ἱαματικά τινα ὕδατα.

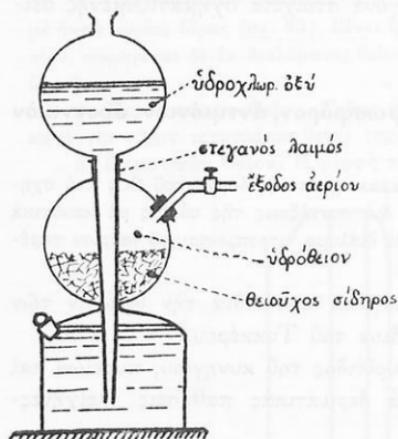
**197. Παρασκευὴ.** Τὸ ὑδρόθειον παρασκευάζεται μόνον εἰς τὰ ἐργαστήρια δι' ἐπιδράσεως ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ θειούχου σιδήρου ἢ θειούχου ἀντιμονίου ἐν ψυχρῷ, ἥτοι :



Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται συνήθως ἡ συσκευὴ τοῦ Kipp (σχ. 86).

**198. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ὑδρόθειον εἶναι ἀέριον ἄχρουν, δύσσομον καὶ δηλητηριῶδες. Εἶναι ὀλίγον βαρύτερον τοῦ ἀέρος, διότι ἔχει εἰδ. βάρος  $\epsilon = 34/29 = 1,2$ . Εἶναι σχετικῶς εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, εἰς ὄγκος τοῦ ὁποίου διαλύει ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν 3 ὄγκους ὑδροθείου.

**199. Χημικαὶ ιδιότητες.** 1) Τὸ ὑδρόθειον, ὡς ἀποτελούμενον ἀπὸ καύσιμα στοιχεῖα, καίεται, ἂν τὸ ἀναφλέξωμεν εἰς τὸν ἀέρα :



Σχ. 86. Συσκευή του Kipp.



Έναντι δὲ ὀξυγονούχων σωμάτων ἐνεργεῖ ὡς ἰσχυρὸν ἀναγωγικὸν μέσον.

2) Ὑπὸ τοῦ χλωρίου ἀποσυντίθεται τὸ ὑδροθειον εἰς θεῖον καὶ ὑδρογόνον, τὸ ὁποῖον ἐνοῦται μὲ τὸ χλωρίον :

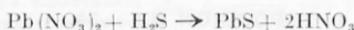


3) Τὸ ὑδροθειον ἔχει χαρακτηῖρα ἀσθενεῖς ὀξέος. Οὕτω χρωματίζει ἀσθενῶς ἐρυθρὸν τὸ βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου, μετὰ τῶν βάσεων δὲ παρέχει ἄλατα ὄξινα ἢ οὐδέτερα, ἀναλόγως τοῦ ποσοῦ τῆς βάσεως, ἦτοι :



Αἱ ἀντιδράσεις αὗται εἶναι ἀμφίδρομοι, ὥπως δεικνύουν τὰ βέλη, διότι τὰ διαλύματα τῶν ἁλῶν  $\text{NaHS}$  καὶ  $\text{Na}_2\text{S}$  ὑδρολύονται ἰσχυρῶς ὑπὸ τοῦ ὕδατος.

4) Ἐν θερμῷ κυρίως, τὸ ὑδροθειον ἐνοῦται μὲ τὰ περισσώτερα ἐκ τῶν μετάλλων πρὸς σχηματισμὸν θειούχων ἁλῶν. Ἰδιαιτέραν σημασίαν διὰ τὴν Ἀναλυτικὴν Χημείαν ἔχει ἡ ἐπίδρασις τοῦ ὑδροθείου ἐπὶ τῶν ἐν διαλύσει ἁλῶν τῶν διαφόρων μετάλλων, καθ' ἣν σχηματίζονται θειούχα ἄλατα τῶν μετάλλων τούτων, ὡς π.χ.



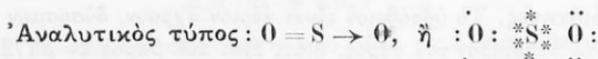
Ἐκ τῶν οὕτω σχηματιζομένων θειούχων ἁλῶν ἄλλα μὲν εἶναι διαλυτὰ εἰς τὸ ὕδωρ, ἄλλα εἶναι διαλυτὰ εἰς ὠρισμένα ἀντιδραστήρια καὶ ἄλλα εἶναι ἐξόχως δυσδιάλυτα. Διὰ τοῦ τρόπου αὐτοῦ ἐπιτυγχάνεται ὁ ἀποχωρισμὸς τῶν διαφόρων μετάλλων ποὺ περιέχει ἓνα διάλυμα καὶ περαιτέρω ὁ προσδιορισμὸς ἐνὸς ἐκάστου ἐξ αὐτῶν.

**200. Ἀνίχνευσις** Τὸ  $\text{H}_2\text{S}$  ἀνιχνεύεται διὰ τῆς ἐπίδρασέως του ἐπὶ διαλύματος ἁλῶτος τοῦ μολύβδου, μετὰ τοῦ ὁποίου σχηματίζει μέλαν ἴζημα ἐκ  $\text{PbS}$ .

**201. Χρήσεις.** Τὸ ὑδροθειον χρησιμοποιεῖται κυρίως εἰς τὴν Ἀναλυτικὴν Χημείαν διὰ τὴν ἀνάλυσιν τῶν μετάλλων, ἢ καὶ δι' ἄλλων σκοπῶν.

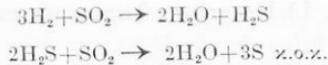
Ὑπὸ μορφήν δὲ ἱαματικῶν ὑδάτων, περιεχόντων μικρὰν ποσότητα ὑδροθείου, χρησιμοποιεῖται ὡς θεραπευτικὸν μέσον.

## II. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΟΥ ΤΘΕΙΟΥ : $\text{SO}_2 = 64$



**202. Προέλευσις.** Τὸ διοξείδιον τοῦ θείου εὐρίσκεται εἰς τὰ ἀέρια τῶν ἡφαιστειῶν καὶ ἐκεῖ ὅπου γίνονται καύσεις θείου ἢ θειούχων ἐνώσεων, διότι εἶναι προϊόν τῆς καύσεως τοῦ θείου.





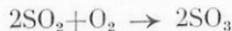
Είς τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ  $\text{SO}_2$  ἐνεργεῖ ὡς **μέσον ὀξειδωτικόν**.

2) Τὸ  $\text{SO}_2$  ἐνεργεῖ ἐπίσης καὶ ὡς **ἀναγωγικὸν σώμα** ἔναντι διαφόρων ὀξειδωτικῶν μέσων, τὰ ὅποια τοῦτο ἀνάγει ὀξειδούμενον εἰς  $\text{SO}_3$  ἢ καὶ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

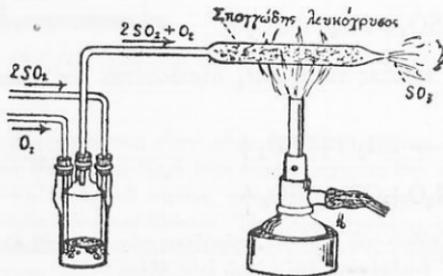
Οὕτω π.χ. ὑπὸ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος ὀξειδοῦται εἰς θεικὸν ὀξύ :



3) Μίγμα  $\text{SO}_2$  καὶ ἀέρος, ἐὰν διέλθῃ διὰ μέσου σπογγώδους λευκοχρύσου, θερμοκρασίας  $400^\circ$ , παρέχει  $\text{SO}_3$  (σχ. 88).



4) Λόγω τῶν ἀναγωγικῶν του ιδιοτήτων τὸ  $\text{SO}_2$  λευκαίνει νήματα, ψάθας καὶ ἄλλας φυτικές ὕλας ἐπιδρών ἐπὶ τῶν χρωστικῶν οὐσιῶν αὐτῶν ἀναγωγικῶς, ἦτοι κατὰ τρόπον ἀντίστροφον τῆς ἐπιδράσεως τοῦ γλωρίου.



Σχ. 88. Ὄξειδωσις τοῦ  $\text{SO}_2$  εἰς  $\text{SO}_3$  διὰ καταλυτικῆς ἐνεργείας σπογγώδους λευκοχρύσου.

5) Τὸ  $\text{SO}_2$  εἶναι ἀνυδρίτης τοῦ ἀσθενοῦς θειώδους ὀξέος  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , τὸ ὅποιον μόνον ὑπὸ τὴν μορφήν ἀραιῶν διαλυμάτων, ἢ ὑπὸ τὴν μορφήν διαφόρων ἀλάτων εἶναι γνωστὸν :



$\text{SO}_2$  ἐρυθραίνει τὸ κυανοῦν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου.

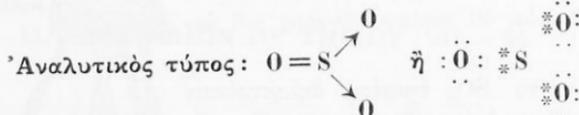
Οὕτω π.χ. τὸ ὕδατικὸν διάλυμα τοῦ

**206. Ἀνίχνευσις.** Τὸ  $\text{SO}_2$  ἀνιχνεύεται ἐκ τῆς χαρακτηριστικῆς του ὁσμῆς καθὼς καὶ ἐκ τῆς ιδιότητός του νὰ ἀποχρωματίζῃ διαφόρους χρωστικὰς οὐσίας.

**207. Χρήσεις.** Τὸ διοξειδίον τοῦ θείου, ἐλεύθερον ἢ ὑπὸ μορφήν τῶν ἀλάτων αὐτοῦ χρησιμεύει εἰς τὴν ζυμοτεχνίαν ὡς ἀβλαβὲς ἀντισηπτικόν. Χρησιμεύει ἐπίσης πρὸς λεύκανσιν νημάτων, πτερῶν, ἀχρῶν, σπόγγων, κλπ., πρὸς ἀπολύμανσιν αἰθουσῶν, ὑπονόμων κλπ., καθὼς καὶ ὡς μέσον ψύξεως εἰς ἠλεκτρικὰ ψυγεῖα.

Μέγιστα ποσὰ  $\text{SO}_2$ , χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ θειικοῦ ὀξέος.

### III. ΤΡΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ : $\text{SO}_3 = 80$



**208. Παρασκευὴ.** Τὸ τριοξειδίον τοῦ θείου παρασκευάζεται κατὰ πολλοὺς τρόπους, σπουδαιότεροι τῶν ὁπίων εἶναι :

1) Διὰ πυρώσεως θειικοῦ τρισθενοῦς σιδήρου :



Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

2) Έκ τού θειικού ὀξέος διὰ θερμάνσεως αὐτοῦ μετ' πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου, τὸ ὑποῖον ἀποσπᾶ τὸ ὕδωρ, μετατρέπομενον εἰς φωσφορικὸν ὀξύ :



3) Προχείρως δυνάμεθα νὰ λάβωμεν  $\text{SO}_3$  εἰς τὸ ἐργαστήριον δι' ἡπίας θερμάνσεως πυροθεικοῦ ὀξέως ( $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ) :



4) Βιομηχανικῶς τὸ  $\text{SO}_3$  παρασκευάζεται δι' ὀξειδώσεως τοῦ  $\text{SO}_2$  ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος, ἥτις ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς καταλυτικῆς ἐπιδράσεως σπογγώδους λευκοχρύσου εἰς  $400^\circ$  (μέθοδος δι' ἐπαφῆς). Τελευταίως τείνει νὰ γενικευθῆ ὡς καταλύτης οὐχὶ σπογγώδης λευκοχρύσου, ἀλλὰ τὸ ὀξειδίου τοῦ βαναδίου ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ) κατανεμημένον εἰς πόρους πορώδους πορσελάνης.

**209. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Ὑπὸ συνήθῃ θερμοκρασίαν τὸ τριοξειδίον τοῦ θείου εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, πυκνότητος 2 περίπου. Ἀτμίζει ἰσχυρῶς εἰς τὸν ἀέρα, ζεεὶ δὲ εἰς  $47^\circ$  καὶ πήγνυται εἰς  $16^\circ,8$ .

Πλὴν τῆς ἀνωτέρω ὑπάρχει καὶ ἄλλη μορφή τριοξειδίου τοῦ θείου τριπλασίου μοριακοῦ βάρους ( $\text{SO}_3$ )<sub>3</sub>, ἥτις εἶναι στερεὰ ἀποτελουμένη ἀπὸ βελονοειδεῖς κρυστάλλους καὶ τήκεται εἰς  $32^\circ,5$ . Ἀμφότερα αἱ μορφαὶ ὅμως ἔχουν τὰς αὐτὰς χημικὰς ιδιότητας. Τελευταίως εὐρέθη καὶ τρίτη μορφή μετ' τύπον ( $\text{SO}_3$ )<sub>n</sub>, ἥτις τήκεται εἰς  $62^\circ,2$ .

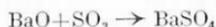
**210. Χημικαὶ ιδιότητες.** Ἡ σπουδαιότερα χημικὴ ιδιότης τοῦ τριοξειδίου τοῦ θείου εἶναι τὸ ὅτι τὸ σῶμα τοῦτο ἀποτελεῖ ἀνυδρίτην τοῦ θειικοῦ ὀξέος, ἥτοι :



Ἡ ἐνωσις τοῦ τριοξειδίου τοῦ θείου μετ' τὸ ὕδωρ γίνεται μετ' τόσῃν ὀρμῇν, ὥστε ἐὰν ἐπιστάξωμεν ὀλίγον ὕδωρ εἰς τριοξειδίον τοῦ θείου, παράγεται ἐκρηξις συνοδουμένη καὶ ὑπὸ φωτεινοῦ φαινομένου.

Τὸ  $\text{SO}_3$  ἀπανθρακώνει τὰς ὀργανικὰς οὐσίας, ὡς π.χ. τὸ σάκχαρον, ὥστε νὰ ἀποσπᾶται ἐξ αὐτῶν ὑδρογόνον καὶ ὀξυγόνον διὰ νὰ σχηματίσῃ μετ' αὐτῶν ὕδωρ.

Ὡς ἀνυδρίτης τοῦ θειικοῦ ὀξέος τὸ  $\text{SO}_3$  ἐνοῦται παρουσίᾳ ὑγρασίας μετ' βάσεις ἢ μετ' ὀξειδια μετ' ἄλλων παραγομένου θειικοῦ ἁλατος, ὡς π.χ.



**211. Χρήσεις.** Τὸ τριοξειδίον τοῦ θείου χρησιμοποιεῖται κυρίως πρὸς παρασκευὴν τοῦ θειικοῦ ὀξέος, καθὼς καὶ εἰς ὀργανικὰς συνθέσεις.

**212. Ὁξέα τοῦ θείου.** Τὸ θεῖον σχηματίζει τὰ κατωτέρω ὀξυγονόχη ὀξέα, τὰ περισσότερα τῶν ὁποίων ἀπαντοῦν μόνον ὑπὸ μορφήν ἁλάτων.

Θειοξυλικὸν ὀξύ	$\text{H}_2\text{SO}_2$	Εὐρίσκεται ὑπὸ μορφήν ἁλατος
Θειῶδες ὀξύ	$\text{H}_2\text{SO}_3$	» ὡς ἅλας καὶ ἀραιὸν διάλυμα
Διδειῶδες ὀξύ	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_5$	» » »
Διθειονικὸν ὀξύ	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$	» » »
Θειικὸν ὀξύ	$\text{H}_2\text{SO}_4$	σημ. τήξ. $10^\circ,5$
Πυροθεικὸν ὀξύ	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$	σημ. τήξ. $35^\circ$
Θειοθεικὸν ὀξύ	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$	Εὐρίσκεται ὡς ἅλας
Θειονικὸν ὀξύ	$\text{H}_2\text{S} \times \text{O}_6$ ( $\times=2-5$ )	Εὐρίσκεται ὡς ἅλας καὶ διάλυμα.



τικῆς ἐνεργείας τοῦ σπογγώδους λευκοχρόσου, ὅστις εἶναι λεπτότατα διαμερισμέ-  
νος ἐπὶ τοῦ ἀμιάντου διὰ τὴν παρουσίαν μεγάλην ἐπιφάνειαν, τὸ  $\text{SO}_2$  ἐνοῦται μὲ τὸ  
ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος καὶ γίνεται  $\text{SO}_3$ . Τοῦτο ἐξερχόμενον κάτωθεν ὑπὸ μορφὴν ἀτμῶν  
διοχετεύεται εἰς δοχεῖα περιέχοντα θεικὸν ὀξύ, ὅπου διαλύεται. Τὸ διάλυμα τοῦτο  
ἀραιούται κατόπιν δι' ἀναλόγου ὕδατος, ὥστε νὰ λάβῃ τὴν ἐπιθυμητὴν πυκνότητα :

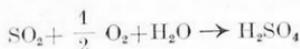


Ἐντὺς σπογγώδους λευκοχρόσου, χρησιμοποιεῖται τελευταίως ὡς καταλύτης  
τὸ ὀξειδιον τοῦ βαναδίου ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ), ὡς εἶδομεν. Διὰ τῆς καταλυτικῆς μεθόδου παρα-  
σκευάζεται θεικὸν ὀξύ οἰασδήποτε πυκνότητος, μέχρι 100 %. Τὰ 80 % περίπου τῆς  
παγκοσμίου παραγωγῆς τοῦ θεικοῦ ὀξέος γίνονται διὰ τῆς μεθόδου ταύτης.

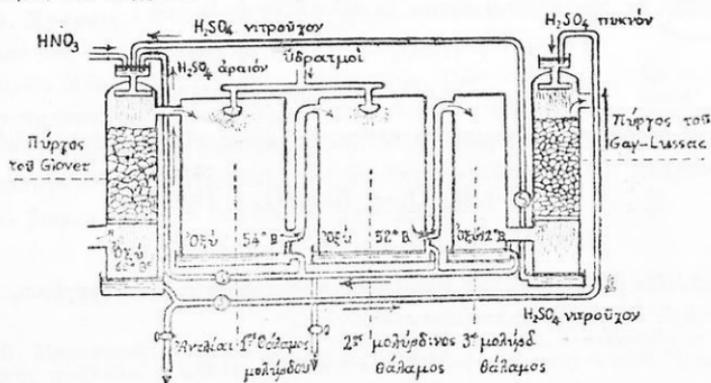
2) Διὰ τῆς μεθόδου τῶν μολυβδίνων θαλάμων. Ἡ μέθοδος αὕτη εἶναι  
παλαιότερα τῆς προηγουμένης καὶ παρέχει θεικὸν ὀξύ ἀραιὸν καὶ οὐχὶ τελείως κα-  
θαρόν, κατάλληλον μόνον διὰ τὴν βιομηχανίαν τῶν χημικῶν λιπασμάτων. Ὡς κα-  
ταλύται ἐνταῦθα χρησιμοποιοῦνται τὰ ὀξειδια τοῦ ἀζώτου.

Τὸ  $\text{SO}_2$ , ἀφ' ἂν ἀμιχθῇ μὲ ἀέρα, διέρχεται διὰ τοῦ πύργου τοῦ Glover (σχ. 90). Ἐκεῖ πα-  
ραλαμβάνει τὰ ὀξειδια τοῦ ἀζώτου, τὰ ὅποια περιέχονται ἐν διαλύσει εἰς θεικὸν ὀξύ πίπτου ἐκ  
τῆς κορυφῆς τοῦ πύργου ὑπὸ μορφὴν λεπτῆς βροχῆς. Ἐκεῖθεν διοχετεύεται διὰ σειρᾶς τριῶν με-  
γάλων θαλάμων ἐπενδεδυμένων ἐσωτερικῶς διὰ πλακῶν μολύβδου, ὥστε νὰ μὴ προσβάλλονται  
ὑπὸ τοῦ παραγομένου θεικοῦ ὀξέος.

Ἐντὸς τῶν μολυβδίνων θαλάμων τὸ μίγμα τοῦ  $\text{SO}_2$  καὶ τοῦ ἀέρος ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μὲ ὀ-  
δρατιμούς. Τότε ὑπὸ τὴν καταλυτικὴν ἐπίδρασιν τῶν ὀξειδιῶν τοῦ ἀζώτου τὸ  $\text{SO}_2$  ὀξειδούται εἰς  
 $\text{SO}_3$ , τὸ ὅποιον παρουσιάζει τὸν ὕδρατμῶν μετατρέπεται εἰς θεικὸν ὀξύ :



Τὰ ἀέρια, ποὺ ἐξέρχονται διὰ τοῦ τρίτου θαλάμου, διαβιβάζονται διὰ τοῦ πύργου τοῦ Gay-



Σχ. 90. Βιομηχανικὴ παρασκευὴ τοῦ θεικοῦ ὀξέος διὰ τῆς μεθόδου  
τῶν μολυβδίνων θαλάμων

Lussac, ὅπου ἀφίηνον τὰ παρασυρθέντα ὀξειδια τοῦ ἀζώτου. Ταῦτα διαλύονται εἰς πυκνὸν θεικὸν  
ὀξύ, τὸ ὅποιον πίπτει ἐκ τῆς ὀροφῆς ὑπὸ μορφὴν λεπτῆς βροχῆς. Τὸ ὀξύ τοῦτο, ἐμπλουτιζόμενον  
μὲ ὀξειδια τοῦ ἀζώτου, μεταφέρεται δι' ἀντλιῶν ἐκ τῆς βάσεως τοῦ πύργου Gay-Lussac εἰς τὴν  
κορυφὴν τοῦ πύργου Glover, εἰς τὸν ὅποιον τὰ ὀξειδια τοῦ ἀζώτου παραλαμβάνονται πρὸς νέαν χρῆ-  
σιν.

Τὸ θεικὸν ὀξύ, ποὺ παράγεται διὰ τῆς μεθόδου τῶν μολυβδίνων θαλάμων, δὲν

δύναται νὰ ὑπερβῆ τὴν πυκνότητα τῶν 77 %. Διότι ὑπὸ μεγαλυτέραν πυκνότητα προσβάλλεται ὁ μόλυβδος. Ἐπὶ πλέον, τὸ ὀξὺ τοῦτο περιέχει καὶ ξένας ὕλας (μόλυβδον, ἀρσενικόν, σίδηρον κ. ἄ.), ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὸ ὀξὺ τῆς καταλυτικῆς μεθόδου, τὸ ὁποῖον εἶναι πολὺ καθαρόν.

Τελευταίως, ἀντὶ τῶν ὀγκωδῶν μολυβδίνων θαλάμων, χρησιμοποιοῦν κυλινδρικές συσκευὰς μὲ ὀξύμαχον ἐπένδυσιν, αἱ ὁποῖαι περιέχουν γόμωσιν ἐκ σωματιδίων μεγάλης ἐπιφανείας καὶ αἱ ὁποῖαι καλοῦνται διεθνῶς «πύργου». Αἱ ἀντιδράσεις ἐντὸς τῶν πύργων εἶναι αἱ αὐταί, ὅπως καὶ εἰς τοὺς μολυβδίνους θαλάμους, ἡ ἀπόδοσις ὅμως εἶναι μεγαλυτέρα, δι' ὃ καὶ τὰ συστήματα τῶν πύργων ἐκλήθησαν «ἐντατικά συστήματα».

**216. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ καθαρὸν θεικὸν ὀξὺ εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, ἐλαϊῶδες, χωρὶς ὀσμὴν καὶ ἔχει πυκνότητα 1,84. Εἰς 270° ἀρχίζει νὰ ἀποβάλλῃ SO<sub>3</sub>. Τοῦτο συνεχίζεται μέχρις ὅτου προκύψῃ ὀξὺ περιεκτικότητος 98,3 % τὸ ὁποῖον ζέει πλέον κανονικῶς εἰς 338°. Τὸ ἄνυδρον δηλ. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> δὲν ὑφίσταται ὑπὸ μορφὴν ἀτμῶν.

Τὰ ἀραιότερα διαλύματα ἀποβάλλουν κατ' ἀρχὰς ὕδωρ κατὰ τὴν θέρμανσιν καὶ ὅταν ἡ συμπύκνωσις φθάσῃ τὰ 98,3 %, τὸ διάλυμα τοῦτο ζέει σταθερῶς πάλιν εἰς 338 % (μῖγμα ἄζεοτροπικόν). Πήγνυται εἰς 0° ὑπὸ μορφὴν κρυστάλλων, οἱ ὁποῖοι ὅμως τήκονται εἰς 10°,5.

Εἶναι ἐξόχως ὑδρόφιλον καὶ μετὰ τοῦ ὕδατος ἀναμιγνύεται εἰς πᾶσαν ἀναλογίαν ὑπὸ σύγχρονον ἔκλυσιν θερμότητος. Τὰ ἀραιὰ ὕδατικά διαλύματα αὐτοῦ ἔχουν γεῦσιν λίαν ὀξινον. Τὸ πυκνὸν ὅμως ὀξὺ προκαλεῖ βαθέα ἐγκαύματα καὶ λαμβανόμενον ἐσωτερικῶς ἐνεργεῖ ὡς ἰσχυρότατον δηλητήριον.

**217. Χημικαὶ ιδιότητες.** 1) Τὸ θεικὸν ὀξὺ εἶναι ἰσχυρὸν ὀξὺ, ἀλλ' ἀσθενέστερον τῶν HCl καὶ HNO<sub>3</sub>. Ἀντέχει ὅμως εἰς ὑψηλὰς σχετικῶς θερμοκρασίας, δι' ὃ καὶ ἐκτοπίζει ἐκ τῶν ἀλάτων αὐτῶν τὰ ἄλλα ὀξέα ἐν θερμῷ :



2) Μετὰ τῶν βάσεων σχηματίζει ἄλατα εἴτε ὀξίνα, εἴτε οὐδέτερα, διότι εἶναι ὀξὺ διβασικόν :



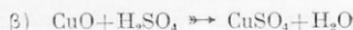
3) Ἐπὶ τῶν μετάλλων, ποὺ εἶναι ἠλεκτροθετικώτερα τοῦ ὕδρογόνου, τὸ θεικὸν ὀξὺ ἐπιδρᾷ ἐν ψυχρῷ ἐκλυομένου ὕδρογόνου :



Ἐπὶ τῶν λοιπῶν μετάλλων, πλὴν τοῦ χρυσοῦ καὶ τοῦ λευκοχρύσου, τὰ ὁποῖα δὲν προσβάλλει, τὸ θεικὸν ὀξὺ δρᾷ μόνον ἐν θερμῷ, ὑφιστάμενον συγχρόνως ἀναγωγῆν, ὅπως π.χ. εἰς τὴν περίπτωσιν τοῦ χαλκοῦ :



Ἄναλυτικώτερον, ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις παριστᾷται ὡς ἐξῆς :



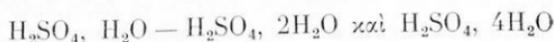
Ἐνταῦθα δηλ. τὸθεικὸν ὀξύδρᾶ πρῶτον ὀξειδωτικῶς ἐπὶ τοῦ μετάλλου, ἀναγόμενον τὸ ὕδρον εἰς διοξειδίον τοῦ θείου καὶ ὕδωρ.

Ἐν συνεχείᾳ τὸ παραγόμενον μεταλλικὸν ὀξείδιον διαλύεται ὑπὸ τοῦ ἐν περισσεΐᾳ θεικοῦ ὀξέος παραγομένου θεικοῦ ἁλατος καὶ ὕδατος.

4) Τὸ  $H_2SO_4$  ἐνεργεῖ ὡς σῶμα ὀξειδωτικόν. Τοῦτο φαίνεται εἰς τὴν ἀνωτέρω ἀντίδρασιν, ὅπου τοῦτο ἀνάγεται ὑπὸ τοῦ χαλκοῦ, καθάρωτερον δὲ κατὰ τὴν ὑπ' αὐτοῦ ὀξειδῶσιν ἀμετάλλου, ὡς π.χ. τοῦ S εἰς  $SO_2$ , τοῦ C εἰς  $CO_2$  κ.ο.κ.



5) Μετὰ τοῦ ὕδατος τὸθεικὸν ὀξύ σχηματίζει τρεῖς ὑδρίδας, ἧτοι :



Κατὰ τὸν σχηματισμὸν τῶν ὑδριτῶν τούτων ἐκλύεται τόση θερμότης, ὥστε ἂν ρίψωμεν ὀλίγον ὕδωρ εἰς πυκνὸν θεικὸν ὀξύ, μέρος τοῦ ὕδατος δύναται νὰ ἐξατμισθῇ ἀποτόμως καὶ νὰ προκαλέσῃ ἔκρηξιν (πείραμα ἐπικίνδυνον). Διὰ τοῦτο, τὸθεικὸν ὀξύ ἀραιοῦται διὰ προσθήκης αὐτοῦ ἐντὸς τῆς ἀναγκαιούσης ποσότητος ὕδατος καὶ ὑπὸ συνεχῆ ἀνάδευσιν.

6) Λόγω τῆς μεγάλης ὑδροφιλίας του τὸθεικὸν ὀξύ ἀπανθρακώνει καὶ καταστρέφει τὰς ὀργανικὰς οὐσίας, ὡς ἡ κυτταρίνη καὶ τὸ σάκχαρον, διὰ νὰ ἀποσπάσῃ ἐξ αὐτῶν τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ ὀξυγόνον ὑπὸ τὴν ἀναλογίαν τοῦ ὕδατος (σχ. 91).

218. Ἀνίχνευσις. Τὸ  $H_2SO_4$ , καθὼς καὶ τὰ θεικὰ ἅλατα, ἀνιχνεύονται διὰ διαλύματος  $BaCl_2$ , μετὰ τοῦ ὁποῦ σχηματίζουν χαρακτηριστικὸν λευκὸν ἱζημα, ἀδιάλυτον εἰς  $HCl$ , ἢ εἰς  $HNO_3$ .

219. Χρήσεις. Τὸθεικὸν ὀξύ χρησιμοποιεῖται εἰς μέγιστα ποσὰ διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν χημικῶν λιπασμάτων, τῶν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν, τεχνητῶν ἰνῶν, χρωστικῶν ὑλῶν κ.ἄ.

Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν τῶν ἄλλων ὀξέων, τοῦ αἰθέρος καὶ πλείστον ἄλλων ὑλῶν, πρὸς πλήρωσιν τῶν συσσωρευτῶν (μπαταριῶν), ὡς ἀφυδατικὸν μέσον κ.ο.κ. Ἐλάχισται εἶναι αἱ χημικαὶ βιομηχανίαι, αἱ ὁποῖαι δὲν χρησιμοποιοῦν τὸθεικὸν ὀξύ.



Σχ. 91. Ἀπανθράκωσις σακχάρου ὑπὸ τοῦ  $H_2SO_4$ .

## VI. ΠΥΡΘΕΙΚΟΝ ΟΞΥ ἢ ΑΤΜΙΖΟΝ ΘΕΙΚΟΝ ΟΞΥ: $H_2S_2O_7$

220. Παρασκευὴ. Τὸ πυρθεϊκόν, ἢ καπνίζον θεικὸν ὀξύ, παρασκευάζεται εὐκόλως διὰ τὴν προσθήκης τριξειδίου τοῦ θείου ἐντὸς τῆς ἀναλογούσης ποσότητος θεικοῦ ὀξέος



221. Ἰδιότητες καὶ χρήσεις. Τοῦτο εἶναι ὑγρὸν πυκνότερον, τὸ ὁποῖον ἀτμίζει εἰς τὸν ἀέρα λόγῳ τοῦ ὅτι ἐκπέμπει ἀτμοὺς τριξειδίου τοῦ θείου. Καθαρὸν  $H_2S_2O_7$  εἶναι στερεὸν τηκόμενον εἰς  $35^\circ$ . Τὸ εἰς τὸ ἐμπόριον φερόμενον πυρθεϊκὸν ὀξύ δὲν ἔχει σαφῶς καθωρισμένην σύστασιν, ἀλλ' ἀποτελεῖται ἀπὸ διάλυμα  $SO_3$  ἐντὸς θεικοῦ ὀξέος ὑπὸ ποικίλῃ ἀναλογίᾳ.

Τὸ πυρθεϊκὸν ὀξύ ἔχει ἐντονωτέρας τὰς ιδιότητας τοῦ θεικοῦ ὀξέος καὶ ἰδίᾳ ὡς πρὸς τὴν ὑδροφιλίαν. Εἶναι γινώστα ἅλατα αὐτοῦ, καλούμενα πυρθεϊκὰ, ὡς π.χ. τὸ πυρθεϊκὸν νάτριον ( $Na_2S_2O_7$ ) κ.ἄ.

Τὸ ὀξύ τοῦτο χρησιμοποιεῖται ἐκεῖ ὅπου ἀπαιτεῖται πυκνὸν θεικὸν ὀξύ καὶ ἰδίχ εἰς τὴν Ὀργανικὴν Χημείαν.

### ΣΕΛΗΝΙΟΝ : Se=79.

**222. Γενικά.** Τὸ σελήνιον συνοδεύει συνήθως τὸ θεῖον εἰς τὰ διάφορα ὄρυκτά αὐτοῦ. Τὸ σπουδαιότερον μεταλλεύμα αὐτοῦ εἶναι ὁ **ζοργίτης**, ὅστις εἶναι σεληνιοῦχος ἔνωσις χαλκοῦ καὶ περιέχει 30 % περίπου σελήνιον.

Βιομηχανικῶς ἐξάγεται τὸ σελήνιον ἀπὸ τὴν ἰλὸν τῶν μολυβδίνων θαλάμων, ὅπου παράγεται τὸ θεικὸν ὀξύ. Διότι τὸ Se συνυπάρχει μετὰ τοῦ θείου εἰς τὸν σιδηροπυρίτην καὶ παρασιρόμενον ὡς  $\text{SeO}_2$  κατὰ τὴν καύσιν αὐτοῦ καταπίπτει εἰς τὸν πυθμένα τῶν μολυβδίνων θαλάμων.

Ὅπως τὸ θεῖον, οὕτω καὶ τὸ σελήνιον, δύναται νὰ λάβῃ διαφόρους ἄλλοτροπικὰς μορφάς, ἤτοι ἄμορφον σελήνιον, ἄνθη σεληνίου καὶ κρυσταλλικὸν σελήνιον. Ἐξ αὐτῶν ἡ κρυσταλλικὴ μορφή, ἣτις καλεῖται καὶ **μεταλλικὸν σελήνιον**, παρουσιάζει τὴν ἐξῆς ἀξιοσημείωτον ιδιότητα : Εἰς μὲν τὸ σκότος ἔχει πολὺ μικρὰν ἀγωγιμότητα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ὅταν ὅμως φωτίζεται, γίνεται καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τόσον καλύτερος, ὅσον ἐντονώτερον εἶναι τὸ φῶς ποῦ προσπίπτει ἐπ' αὐτοῦ.

Ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως τὸ σελήνιον ὁμοιάζει μὲ τὸ θεῖον : Θερμαίνόμενον εἰς τὸν ἀέρα καίεται, ἐνοῦται δὲ καὶ μὲ τὰ ἀλογόνα στοιχεῖα. Τὸ ὀξειδίου τοῦ σεληνίου εἶναι ἀνυδρίτης τοῦ σεληνιῶδους ὀξέος ( $\text{H}_2\text{SeO}_3$ ). Πυρούμενον μὲ νιτρικὰ ἄλατα παρέχει ἄλατα σεληνικὰ ἀνάλογα πρὸς τὰ θεικὰ, ὡς π.χ. τὸ σεληνικὸν κάλιον ( $\text{K}_2\text{SeO}_4$ ) κ.ο.κ.

Ἡ κυρία χρῆσις τοῦ σεληνίου γίνεται εἰς τὴν τηλεφωτογραφίαν, τὴν φωτομετρίαν κλπ. στηριζομένη εἰς τὴν μεταβλητὴν ἀγωγιμότητα αὐτοῦ ἀναλόγως τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτισμοῦ ποῦ δέχεται.

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ

111. Πόσος ὄγκος  $\text{H}_2\text{S}$  παράγεται δι' ἐπίδρασεως  $\text{HCl}$  ἐπὶ 50 gr θειούχου σιδήρου περιέχοντος καὶ 25 % ξένας ὕλας ;

112. Ἐπὶ ὕδροθειοῦ ἐπιδρᾷ ὕστος ὄγκος χλωρίου, ὅτε λαμβάνεται 4,8 gr κιτρινῆς κόνεως. Ζητεῖται ὁ ὄγκος ἐνὸς ἐκάστου ἐκ τῶν ἀερίων.

113. Διὰ διαλύματος  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  διαβιάζομεν  $\text{H}_2\text{S}$ , τὸ δὲ λαμβανόμενον ἴζημα, ξηραίνόμενον, ζυγίζει 2,8 gr. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ  $\text{H}_2\text{S}$  ποῦ ἔλαβεν μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

114. Καίονται τελείως 50 gr σιδηροπυρίτου περιέχοντος καὶ 15 % ξένας ὕλας. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ παραχθέντος  $\text{SO}_2$ .

115. Ἐπὶ μεταλλικοῦ χαλκοῦ ἐπιδρᾷ πυκνὸν  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ὅτε λαμβάνονται 5 l ἀερίου. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ  $\text{Cu}$  ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

116. Ἐπὶ διαλύματος ἄλατος  $\text{NaHSO}_3$  ἐπιδρᾷ  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , ὅτε λαμβάνονται 2,24 l ἀερίου. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

117. Περύσσεια  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ἐπιδρᾷ ἐν θερμῷ ἐπὶ 12 gr πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου. Ζητοῦνται τὰ ποσὰ τοῦ  $\text{HPO}_3$  καὶ τοῦ  $\text{SO}_3$  ποῦ θὰ παραχθοῦν.

118. 2,4 gr ἄνθρακος ἀντιδρᾷ ἐν θερμῷ μὲ πυκνὸν  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Ζητοῦνται οἱ ὄγκοι τῶν παραχθεμένων ἀερίων

119. Ὑδρόθειον ἀντιδρᾷ μὲ ἀνάλογον ποσότητα  $\text{SO}_2$  ὅτε λαμβάνονται 12 gr θείου. Ζητοῦνται οἱ ὄγκοι ἐνὸς ἐκάστου τῶν δύο ἀερίων ποῦ ἔλαβον μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

120. Διὰ πυρῶσεως  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  λαμβάνονται 650  $\text{cm}^3$   $\text{SO}_3$  θερμοκρασίας  $50^\circ\text{C}$  καὶ πίεσεως 760 mm Hg. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ θεικοῦ σιδήρου ποῦ ὑπέστη ἀποσύνθεσιν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XVI

## ΟΜΑΣ VB

## ΤΡΙΣΘΕΝΗ ΑΜΕΤΑΛΛΑ

ΑΖΩΤΟΝ — ΑΗΡ — ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ — ΦΩΣΦΟΡΟΣ — ΑΡΣΕΝΙΚΟΝ  
ANTIMONION - ΒΙΣΜΟΥΘΙΟΝ

## ΠΙΝΑΞ XVI

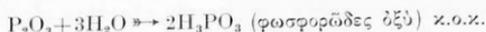
τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν τρισθενῶν ἀμετάλλων.

	Ἄζωτον	Φωσφόρος	Ἄρσενικόν	Ἀντιμόνιον	Βισμουθιον
Χρῶμα στερεοῦ	Λευκόν	Λευκοίτρινον	Τεφρόν	Ἀργυρόλευκον	Ἐρυθρόλευκον
Ἀτομικὸν βᾶρος	14,008	30,975	74,91	121,76	209
Πυκνότης στερεοῦ	1,026 (-252°,5)	1,83	5,73	6,68	9,8
Σημεῖον τήξεως	-209°,9	44°,1	814° (36 ἀτμ.)	630°	271°
Σημεῖον ζέσεως	-195°,8	287°	615° (ἐξάχν.)	1440°	1420°
Διάταξις ἠλεκτρονίων σθένους	2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>	4s <sup>2</sup> 4p <sup>3</sup>	5s <sup>2</sup> 5p <sup>3</sup>	6s <sup>2</sup> 6p <sup>3</sup>

**223. Γενικά.** Τὰ ἀμέταλλα τῆς ομάδος αὐτῆς εἶναι ὅλα τρισθενῆ μὲν ἔναντι τοῦ ὑδρογόνου, τρισθενῆ δέ, ἢ πεντασθενῆ, ἔναντι τοῦ ὀξυγόνου.

Αἱ μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ἐνώσεις αὐτῶν NH<sub>3</sub>, PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub> κλπ. εἶναι ἀέρια.

Τὰ ὀξειδια αὐτῶν στοιχείων ὡς τρισθενῶν εἶναι ἀνυδρίται ὀξέων, τὰ ὅποια χαρακτηρίζονται μὲ τὴν κατάληξιν -ῶδες:



Τὰ ὀξειδια τῶν στοιχείων αὐτῶν ὡς πεντασθενῶν εἶναι ἀνυδρίται ὀξέων, τὰ ὅποια χαρακτηρίζονται μὲ τὴν κατάληξιν -ικόν:



Τὰ στοιχεῖα ἀρσενικὸν καὶ ἀντιμόνιον παρουσιάζουν ὑπὸ ὠριμένης συνθήκας καὶ ιδιότητας μετὰλλου, ἴσθι στοιχείου ἠλεκτροθετικοῦ. Τὸ δὲ βισμουθιον εἶναι σχεδὸν ἐξ ὀλοκλήρου μεταλλικόν.

**ΑΖΩΤΟΝ N = 14,008 Μοριακὸν βᾶρος N<sub>2</sub> = 28**

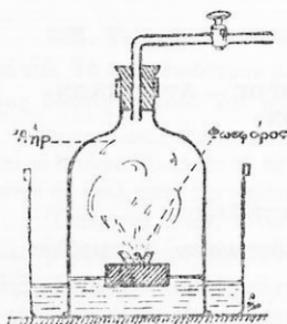
**224. Προέλευσις.** Τὸ ἄζωτον εὐρίσκεται ἐλεύθερον εἰς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, τοῦ ὁποίου ἀποτελεῖ τὰ 78 % τοῦ ὄγκου. Ἠνωμένον εὐρίσκεται εἰς τὰ νιτρικὰ καὶ ἀμμωνιακὰ ἄλατα, εἶναι δὲ ἀπαραίτητον στοιχεῖον τοῦ λευκώματος.

**225. Παρασκευὴ.** Α) Εἰς τὸ ἐργαστήριον. 1) Ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος δι' ἀπομακρύνσεως τοῦ ὀξυγόνου.

Πρὸς τοῦτο εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος βαθεῖας λεκανῆς τοποθετοῦμεν φελλὸν καὶ ἐπ' αὐτοῦ θέτομεν χωνευτήριον ἐκ πορσελάνης περιέχον τεμάχιον φωσφόρου. Καλύπτομεν τὸν φελλὸν δι' ὑαλίνου κώδωνος ἀνοικτοῦ ἐκ τῶν ἄνω καὶ ἀναφλέγομεν τὸν φωσφόρον εἰσάγοντες ἄνωθεν διάπυρον σύρμα. Κατόπιν πωματίζομεν τὸν κώδωνα διὰ πύματος φέροντος σωλῆνα μὲ στρόφιγγα. (σχ. 92).

Μετ' ὀλίγον ὁ φωσφόρος σβέννυται ἐλλείψει ὀξυγόνου, ὃ δὲ παραχθεὶς πυκνὸς καπνὸς διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ὁ ἀήρ τοῦ κώδωνος διανοχίζεται. Παρατηροῦμεν τώρα, ὅτι τὸ ὕδωρ ἔχει ἀνέλθει

έντός του κώδωνος και καταλαμβάνει τὸ 1/5ον τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρος, ἤτοι ἔχει καταλάβει τὸν ὄγκον ποὺ κατεῖχε τὸ ὀξυγόνο. Ὁ ἀήρ ποὺ ἔχει ἀπομείνει εἰς τὸν κώδωνα καὶ κατέχει τὰ



Σχ. 92. Παρασκευὴ ἄζωτου ἐκ τοῦ ἀτμ. ἀέρος.

4/5 περίπου τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου, ἀποτελεῖται σχεδὸν ἐξ ὀλοκλήρου ἀπὸ ἄζωτον. Διὰ νὰ συλλέξωμεν τὸ ἄζωτον αὐτό, ρίπτομεν πολὺ ὕδωρ εἰς τὴν λεκάνην, ὥστε τοῦτο ἀνερχόμενον νὰ ἐκτοπίσῃ τὸ ἄζωτον τοῦ κώδωνος, τὸ ὅποσον διοχετεύομεν κάτωθεν ἀνεστραμμένων κυλίνδρων πλήρων ὕδατος ἀνοίγοντες τὴν στρόφιγγα. Διὰ τοῦ πειράματος αὐτοῦ ἀποδεικνύεται συγχρόνως καὶ ἡ κατ' ὄγκον ἀναλογία τῶν κυρίων συστατικῶν τοῦ ἀέρος, ἤτοι : 4/5 περίπου τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρος εἶναι ἄζωτον καὶ 1/5 αὐτοῦ εἶναι ὀξυγόνο.

Τὸ κατὰ τὴν ἀνωτέρω μέθοδον λαμβανόμενον ἄζωτον δὲν εἶναι καθαρὸν, διότι περιέχει καὶ τὰ ὑπόλοιπα στοιχεῖα τοῦ ἀέρος, ἤτοι CO<sub>2</sub>, εὐγενῆ ἀέρια κλπ.

2) Διὰ θερμάνσεως μίγματος ἐκ πυκνῶν διαλυμάτων νιτρῶδους νατρίου (NaNO<sub>2</sub>) καὶ θειικοῦ ἀμμωνίου (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> :



Τὸ οὕτω παραγόμενον νιτρῶδες ἀμμώνιον ἀποσυντίθεται περαιτέρω εἰς ἄζωτον καὶ ὕδωρ.



Τὸ ἄζωτον ποὺ λαμβάνεται κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην εἶναι πολὺ καθαρὸν, συλλέγεται δὲ δι' ἐκτοπίσεως ὕδατος.

Β) **Εἰς τὴν βιομηχανίαν :** Κατ' ἀρχὰς ὑγροποιοῦν τὸν ἀέρα εἰς θερμοκρασίαν -195° περίπου καὶ ὑπὸ πίεσιν 30 ἀτμοσφαιρῶν. Ἐκ τοῦ ὑγροποιημένου αὐτοῦ ἀέρος λαμβάνεται κατόπιν τὸ ἄζωτον διὰ κλασματικῆς ἀποστάξεως.

**226. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ἄζωτον εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον καὶ ἄγευστον. Εἰς τὸ ὕδωρ διαλύεται πολὺ ὀλίγον (2 τοῖς χιλίοις περίπου κατ' ὄγκον). Ἐχει σχετικὴν πυκνότητα  $28/29 = 0,972$ , ἤτοι εἶναι κατὰ τι ἐλαφρότερον τοῦ ἀέρος. Ὑγροποιεῖται δυσκόλως, διότι ἡ κρίσιμος θερμοκρασία του εἶναι -145°,1, τὸ ὑγρὸν δὲ ἄζωτον ζεεῖ εἰς -195°,8.

**227. Χημικαὶ ιδιότητες.** 1) Σώματα ἀνημμένα, ἐὰν εἰσαχθοῦν ἐντὸς ἄζωτου, σβήνουν. Τὸ ἄζωτον δηλ. δὲν συντηρεῖ τὴν καύσιν τῶν σωμάτων, οὐδὲ ἀναφλέγεται τὸ ἴδιον.

Τὰ ζῶα, ἐὰν παραμείνουν ἐπὶ πολὺ ἐντὸς ἄζωτου, ἀποθνήσκουν. Αὐτὸς εἶναι ὁ λόγος διὰ τὸν ὅποσον τὸ ἀέριον τοῦτο ὀνομάσθη **ἄζωτον**. Ὁ θάνατος τῶν ζώων ἐντὸς αὐτοῦ δὲν προέρχεται ἐκ δηλητηριάσεως, ἀλλ' ἀπὸ ἐλλείψιν ὀξυγόνου.

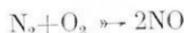
Γενικῶς, τὸ ἄζωτον ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, εἶναι στοιχεῖον ἀδρανές. Μόνον μὲ ἔντονα μέσα ἀποκτᾷ τοῦτο δραστηριότητα καὶ ἐνοῦται μετ' ἄλλων στοιχείων, ἤτοι :

2) Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ὑπὸ πίεσιν καὶ παρουσίᾳ καταλύτου τὸ ἄζωτον ἐνοῦται μὲ τὸ ὕδρογόνο εἰς ἀμμωνίαν :



Ἡ μέθοδος αὕτη χρησιμοποιεῖται βιομηχανικῶς πρὸς συνθετικὴν παρασκευὴν τῆς ἀμμωνίας.

3) Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἠλεκτρικῶν σπινθέρων τὸ ἄζωτον ἐνοῦται καὶ μὲ τὸ ὀξυγόνον :



Καὶ ἡ μέθοδος αὕτη χρησιμοποιεῖται βιομηχανικῶς πρὸς συνθετικὴν παρασκευὴν τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος.

4) Ὑπὸ ὀρισμένης συνθήκας ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μὲ τὰ στοιχεῖα C, Si, Ca, Al κ.ἄ. καὶ σχηματίζει μετ' αὐτῶν ἐνώσεις, αἱ ὁποῖαι καλοῦνται **νιτρίδια**.



Αἱ ἐνώσεις αὗται ἀποσυντίθενται ὑπὸ τοῦ ὕδατος καὶ παρέχουν ἀμμωνίαν :



5) Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τὸ ἄζωτον ἐνοῦται καὶ μὲ τὸ ἀνθρακασβέστιον ( $\text{CaC}_2$ ) πρὸς **κυαναμίδην τοῦ ἀσβεστίου** ( $\text{CaCN}_2$ ), ἥτις χρησιμοποιεῖται ὡς ἄζωτοῦχον λίπασμα.

**228. Ἀνίχνευσις.** Ἀνιχνεύεται δι' ἀπορροφήσεως αὐτοῦ ὑπὸ μίγματος Ca καὶ Mg, εἰς 600°, ὅτε σχηματίζονται τὰ ἀντίστοιχα νιτρίδια ( $\text{Ca}_3\text{N}_2$  καὶ  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ). Ταῦτα ἐν συνεχείᾳ μετὰ τοῦ ὕδατος ἀποδίδουν ἀμμωνίαν ἀναγνωριζομένην διὰ τῆς χαρακτηριστικῆς τῆς ὀσμῆς.

**229. Χρήσεις.** Τὸ ἄζωτον χρησιμοποιεῖται βιομηχανικῶς διὰ τὴν συνθετικὴν παρασκευὴν τῆς ἀμμωνίας καὶ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, παρασκευὴν λιπασμάτων (κυαναμίδη τοῦ ἀσβεστίου κλπ.) κ.ο.κ.

Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς δημιουργίαν ἀδρανῶς ἀτμοσφαιρας, ὡς π.χ. εἰς ἠλεκτρικῶς λαμπτήρας, κλιβάνους, κλπ.

**230. Ἀνακύκλωσις τοῦ ἄζωτου ἐν τῇ φύσει.** Ὅρισμένοι μικροοργανισμοὶ τοῦ ἐδάφους

καὶ ἰδίᾳ τὰ καλούμενα **νιτρογόνα**

**βακτηρία** (*Rhizobium*), τὰ ὁποῖα

ζοῦν εἰς τὰς ρίζας τῶν ψυχανθῶν,

ἔχουν τὴν ἰκανότητα νὰ δεσμεύουν

τὸ ἀτμοσφαιρικὸν ἄζωτον (σχ. 93).

Οἱ μικροοργανισμοὶ οὗτοι μετατρέ-

πουν τὸ ἄζωτον εἰς νιτρικὰ ἄλατα

ἐνοῦντες αὐτὸ μὲ τὸ ὀξυγόνον τοῦ

ἀέρος καὶ μὲ διάφορα στοιχεῖα τοῦ

ἐδάφους. Τὰ οὕτω παραγόμενα νι-

τρικὰ ἄλατα εἶναι εὐδιάλυτα εἰς τὸ

ὕδωρ καὶ διαλυόμενα εἰς αὐτὸ παρα-

λαμβάνονται ὑπὸ τῶν ριζῶν τῶν

φυτῶν. Σημειωτέον, ὅτι τοῦτο χρη-

σιμοποιεῖται ἤδη πρὸς αὐξήσιν τῆς

ἀποδόσεως τῶν ἀγρῶν εἰς ψυχανθῆ

φυτὰ. Πρὸς τοῦτο, ὀλίγον πρὸ τῆς

σπορᾶς ἐμβαπτίζουσι τοὺς σπόρους τῶν ψυχανθῶν ἐντὸς ὕδατος, ὅπου ἔχουν ἀρκίωσει εἰδικὴν κλι-

σέριον νιτρογόνου βακτηρίων. Παρατηρεῖται οὕτω αὐξήσις τῆς ἀποδόσεως κατὰ 50% περίπου.

Ἐν ἄλλο μέρει τοῦ ἀτμοσφαιρικῶν ἄζωτου ἐνοῦται μὲ τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος κατὰ τὰς δια-

φόρους ἠλεκτρικὰς ἐκκενώσεις, ὡς π.χ. αἱ ἀστραπαὶ, σχηματιζομένων ὀξειδίων τοῦ ἄζωτου. Ταῦ-

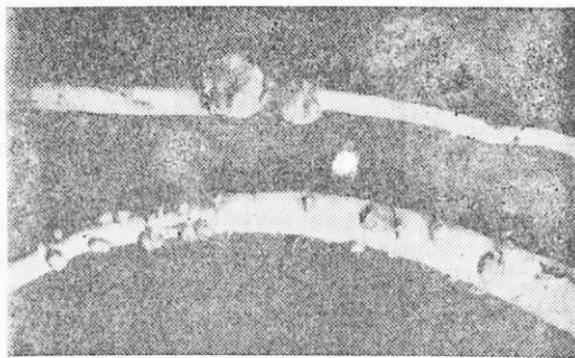
τα διὰ τοῦ ὕδατος τῆς βροχῆς καταλήγουσι εἰς τὸ ἔδαφος ὑπὸ μορφήν νιτρώδους, ἢ νιτρικοῦ ὀξέος,

ἐκεῖ δὲ μετατρέπονται εἰς ἀντίστοιχα ἄλατα, τὰ ὁποῖα λαμβάνονται ὑπὸ τῶν φυτῶν.

Τὰ φυτὰ ἐξ ἄλλου μετατρέπουν τὸ ὑπὸ τῶν ριζῶν αὐτῶν παραλαμβάνόμενα ἄλατα τοῦ ἄζω-

του εἰς ἄζωτοῦχος ὀργανικὰς ἐνώσεις καὶ ἰδίᾳ εἰς λευκώματα (πρωτεΐνας). Διὰ τῶν φυτοφάγων

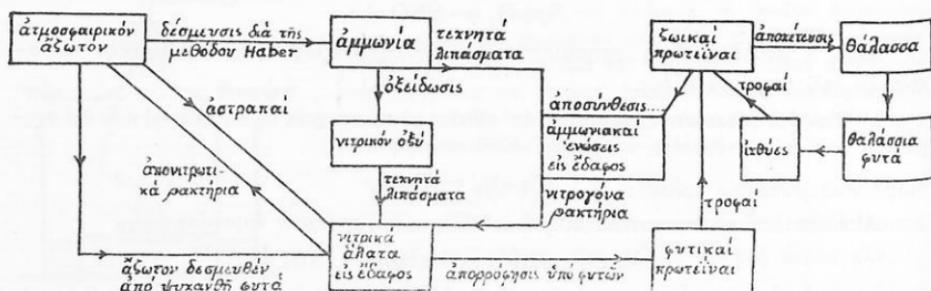
ζῴων τὰ λευκώματα εἰσέρχονται καὶ εἰς τὰ σώματα τῶν σαρκοφάγων ζῴων. Οὕτω διὰ τῶν ἀνω-



Σχ. 93. Φυμάτια ἐπὶ ρίζης ψυχανθοῦς ὀφειλόμενα εἰς ἀποικίαν τοῦ νιτρογόνου βακτηρίου *Rhizobium*.

τέρω μικροοργανισμῶν καὶ τῶν ἠλεκτρικῶν ἐκκενώσεων ἐπιτυγχάνεται ἡ εἴσοδος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀζώτου εἰς τὰ σώματα τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν, μοιλονότι τὸ στοιχεῖον τοῦτο εἶναι ἀδρανές ὑπὸ τὰς συνθήκας.

Ἡ ἀναλογία ὅμως τοῦ ἀζώτου ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ δὲν ἐλαττοῦται μὲ τὴν πάροδον τοῦ χρό-



Σχ. 94. Παραστατικὸν διάγραμμα τῆς ἀνακυκλώσεως τοῦ ἀζώτου.

νου. Διότι μὲ τὸν θάνατον τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν ἐπακολουθεῖ ἡ σήψις τοῦ σώματος αὐτῶν ἥτις ἐλευθερώνει τὸ ἀζώτον τῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν καὶ ἐπαναφέρει αὐτὸ εἰς τὴν ἀτμοσφαιραν. Κατὰ τὴν σήψιν αὐτὴν αἱ λευκοματώδεις οὐσίαι ἀποσυντίθενται καὶ παρέχουν ἐνώσεις τοῦ ἀμμωνίου. Αἱ τελευταῖαι αὐταὶ διὰ τῆς ἐνεργείας τῶν ἀπονιτρωτικῶν καλούμενων βακτηριδίων ἀποσυντίθενται καὶ παρέχουν ἐλεύθερον ἀζώτον (σχ. 94).

## ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΑΗΡ

**231. Γενικά.** Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ εἶναι τὸ ἀεριοῦδες περίβλημα τῆς Γῆς. Εἶναι μῆγμα διαφόρων ἀερίων χωρὶς ὁσμὴν καὶ γεῦσιν, ἄχρουν εἰς μικρὸν πάχος καὶ ὑποκύανον εἰς μέγα πάχος. Ἡ πυκνότης του ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ εἶναι  $1/773$  καὶ λαμβάνεται ὡς μονὰς διὰ τὰς σχετικὰς πυκνότητας τῶν ἄλλων ἀερίων. Ἐνα λίτρον ἀέρος ὑπὸ θερμοκρασίαν  $0^\circ$  καὶ πίεσιν  $760\text{mm}$  ὑδραργυρικῆς στήλης ζυγίζει  $1,293$  γραμμάρια.

**232. Ὁ ἀήρ εἶναι μῆγμα.** Ὁ ἀήρ εἶναι μῆγμα ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου κυρίως, οὐχὶ δὲ χημικῆ ἐνώσις αὐτῶν. Τοῦτο ἀποδεικνύεται ἐκ τῶν ἐξῆς :

1) Ἡ ἀναλογία τῶν δύο ἀερίων εἰς αὐτὸν δὲν εἶναι ὀρισμένη, οὐδὲ σύμφωνος πρὸς τὸν νόμον τῶν ὄγκων.

2) Ὁ διαλελυμένος εἰς τὸ ὕδωρ ἀήρ ἔχει διάφορον ἀναλογίαν ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου, ἥτοι  $35\%$  ὀξυγόνου καὶ  $65\%$  ἀζώτου.

3) Ὁ ὑγροποιημένος ἀήρ κατὰ τὸν βρασμὸν αὐτοῦ παρέχει πρῶτον τὸ ἀζώτον καὶ κατόπιν τὸ ὀξυγόνον. Ἐὰν οὗτος ἦτο χημικῆ ἐνώσις, ἔπρεπε νὰ ἀποσπάξεται αὐτούσιος.

4) Αἱ ἰδιότητες τοῦ ἀζώτου καὶ τοῦ ὀξυγόνου ἐξακολουθοῦν νὰ ὑπάρχουν καὶ εἰς τὸν ἀέρα, ἐνῶ ἂν ἐπρόκειτο περὶ χημικῆς ἐνώσεως αὐτῶν θὰ ἐνεφανίζοντο ἐντελῶς νέαι ἰδιότητες.

**233. Σύνθεσις τοῦ ἀέρος.** Ἀκριβεῖς ἀναλύσεις τοῦ ἀέρος ἐκ διαφόρων περιοχῶν τῆς Γῆς παρὰ τὸ ἔδαφος ἀπέδειξαν, ὅτι ἡ σύστασις αὐτοῦ εἶναι παντοῦ ἡ αὐτή, ἥτοι :

Συστατικά	Ἀναλογία κατ' ὄγκον	Ἀναλογία κατὰ βάρους
Ἄζωτον	78,03 %	75,51 %
Ὄξυγόνον	20,99 %	23,15 %
Εὐγενῆ ἀέρια	0,95 %	1,3 %
Διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός	0,03 %	0,04 %

Τὰ εὐγενῆ ἀέρια εἶναι : Τὸ ἥλιον, τὸ νέον, τὸ ἀργόν, τὸ κρυπτόν, καὶ τὸ ξέον. Ταῦτα ἐκλήθησαν εὐγενῆ, ἢ ἀδρανῆ, διότι ἔχουν σθένος μηδὲν καὶ δὲν ἐνοῦνται μετὰ ἄλλα στοιχεῖα, οὐδὲ μεταξύ τῶν.

Ὁ ἀήρ περιέχει ἐπίσης καὶ μεταβλητὸν ποσὸν ὕδατιμῶν, κονιορτοῦ καὶ διαφόρων μικροοργανισμῶν, ἀναλόγως τῆς περιοχῆς. Οὕτω π.χ. ὁ ἀήρ τῶν μεγάλων πόλεων ἔχει μεγαλύτεραν ἀναλογίαν κονιορτοῦ καὶ μικροοργανισμῶν ἀπὸ τὸν ἀέρα τῆς ἐξοχῆς. Ἐκ τῶν μικροοργανισμῶν ἄλλοι εἶναι ἀκίνδunami, ἄλλοι προκαλοῦν διαφόρους ζυμώσεις (ὀξίνισις τοῦ οἴνου κλπ.) καὶ ἄλλοι εἶναι παθογόνοι, προκαλοῦντες διαφόρους ἀσθενείας (φυματίωσις, διφθερίτις κλπ.).

Εἰς τὰ ὑψηλότερα στρώματα ἢ σύστασις τοῦ ἀέρος εἶναι διάφορος. Οὕτω π.χ. ὑπολογίζεται, ὅτι ἂνω τῶν 100 χιλιομέτρων ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ὕδρογόνου.

**234. Ὑγιεινὴ ἀποψις τοῦ ἀέρος.** Αἱ ἡλιακὰ ἀκτίνες φονεύουσι τοὺς μικροοργανισμοὺς καὶ καθιστοῦν τὸν ἀέρα ἀβλαβῆ. Τὸν ἀντίον, ὁ ἀήρ τῶν κλειστῶν καὶ σκοτεινῶν χώρων εἶναι ἐπικίνδυνος. Εἰς τοὺς κλειστοὺς χώρους, ὅπου παραμένουν πολλοὶ ἄνθρωποι, ὁ ἀήρ καθίσταται σὺν τῷ χρόνῳ ἀνθυγιεινός. Τὸ ὀξυγόνον τοῦ βαθμηδὸν ἐλαττοῦται, αὐξανομένου ἀντιστοίχως τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακός. Συγχρόνως ἐμφανίζονται εἰς τὸν ἀέρα καὶ διάφοροι δύσομοι ἀναθυμιάσεις προσερχόμεναι ἐκ τῆς ἐκπνοῆς τῶν πνευμόνων καὶ τῆς διαπνοῆς τοῦ δέρματος, αὐξάνεται δὲ καὶ ἡ περιεκτικότης εἰς ὕδατιμούς. Ὅλα αὐτὰ προκαλοῦν αἰσθητὰ δυσφορίας, δυσκολίαν εἰς τὴν ἀναπνοήν, κεφαλαλγίαν καὶ τάσιν πρὸς λιποθυμίαν. Διὰ τοῦτο οἱ κλειστοὶ χώροι πρέπει νὰ ἀερίζονται καλῶς.

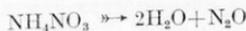
## ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

### Ι. ΟΞΕΙΔΙΑ

**235. Γενικά.** Τὸ ἄζωτον σχηματίζει μετὰ τοῦ ὀξυγόνου πολλὰς ἐνώσεις ἧτοι :

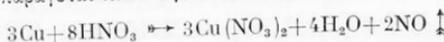
$N_2O$	ὑποξείδιον	τοῦ ἄζώτου
$NO$	ὀξείδιον	» »
$N_2O_3$	τριὸξείδιον	» »
$NO_2$	ὑπεροξείδιον	» »
$N_2O_5$	πεντοξείδιον	» »

α) Τὸ ὑποξείδιον  $N_2O$  παρασκευάζεται δι' ἡπίας θερμάνσεως νιτρικοῦ ἀμμωνίου.



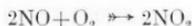
Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἄοσμον, γεύσεως ὑπογλυκαζούσης. Εἰσπνεόμενον προκαλεῖ ἀνάσθησιν, ἧτις κατὰ τὴν ἀρύπνισιν συνοδεύεται ὑπὸ νευρικοῦ γέλωτος, δι' ὃ καὶ ὀνομάσθη **ἱλαρυντικὸν ἀέριον**.

Τὸ ὀξείδιον  $NO$  παράγεται κατὰ τὴν διάλυσιν μετάλλων εἰς νιτρικὸν ὀξύ :



Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, ἐλάχιστα διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ. Χαρακτηριστικὸν γνώρισμα αὐτοῦ εἶ-

ναί ὅτι, μόλις ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν ἀέρα, ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου καὶ παρέχει ἐρυθρὸν ὑπεροξειδίου :



Ἡ ιδιότης του αὐτῆ χρησιμοποιεῖται καὶ πρὸς ἀνίχνευσίν του.

γ) Τὸ **τριοξειδίου**  $\text{N}_2\text{O}_3$  εἰς χαμηλὴν θερμοκρασίαν εἶναι ὑγρὸν κρυστῶν, εἰς τὴν συνήθη δὲ θερμοκρασίαν ἀποσπντίθεται εὐκόλως. Εἶναι ἀνυδρίτης τοῦ νιτρῶδους ὀξέος :

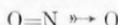


Παρασκευάζεται δι' ἀναγωγῆς τοῦ συνήθους νιτρικοῦ ὀξέος ὑπὸ ἀμύλου, ἢ συνηθέστερον ὑπὸ τριοξειδίου τοῦ ἀρσενικοῦ ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ).

δ) Τὸ **ὑπεροξειδίου**  $\text{NO}_2$  παρασκευάζεται διὰ πυρώσεως νιτρικοῦ μολύβδου :



Ὁ ἀναλυτικὸς τύπος τοῦ μορίου τοῦ  $\text{NO}_2$  εἶναι :



Εἶναι ὑγρὸν πορτοκαλίχρουν, τὸ ὁποῖον ζέει εἰς  $22^\circ$  μεταβαλλόμενον εἰς πνιγερὸς καὶ ἐπικινδύνους εἰς τὴν ἀναπνοὴν ἀτμούς, ποὺ καλοῦνται **νιτρῶδεις ἀτμοί**. Μετὰ τοῦ ὕδατος ἐνοῦται καὶ παρέχει νιτρῶδες ὀξὺ καὶ νιτρικόν :



Εἰς θερμοκρασίαν κάτω τῶν  $30^\circ$  τὸ μόριον αὐτοῦ ἀναπαοκρίνεται εἰς τὸν τύπον  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

ε) Τὸ **πεντοξειδίου**  $\text{N}_2\text{O}_5$  εἶναι ἀνυδρίτης τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, ἐκ τοῦ ὁποῖου καὶ παρασκευάζεται δι' ἀποσπάσεως ἐνὸς μορίου ὕδατος διὰ τῆς ἐνεργείας πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου :



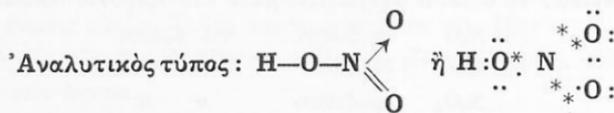
Εἶναι σῶμα κρυσταλλικὸν τηρόμενον εἰς  $30^\circ$ .

### ΠΙΝΑΞ XVII

#### ΤῶΝ ΦΥΣΙΚῶΝ ΣΤΑΘΕΡῶΝ ΤῶΝ ΟΞΕΙΔΙῶΝ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ

	$\text{N}_2\text{O}$	NO	$\text{N}_2\text{O}_3$	$\text{N}_2\text{O}_4$	$\text{N}_2\text{O}_5$
Μοριακὸν βάρος	44	30	76	92	108
Σημ. τήξεως ( $^\circ\text{C}$ )	$-102^\circ,4$	$-163^\circ,6$	$-102^\circ,0$	$-9^\circ,3$	$+30^\circ$ (ἀποσ.)
Σημ. ζέσεως ( $^\circ\text{C}$ )	$-88^\circ,5$	$-151^\circ,8$	$+3^\circ,5$ (ἀποσ.)	$+21^\circ,3$ (ἀποσ.)	$+47^\circ$ (ἀποσ.)
Χρῶμα στερεοῦ	ἄχρουν	ἄχρουν	ὑποκόκκινον	ἄχρουν	ἄχρουν

### II. ΝΙΤΡΙΚΟΝ ΟΞΥ : $\text{HNO}_3 = 63$



**236. Προέλευσις.** Ἐλεύθερον νιτρικὸν ὀξὺ δὲν ὑπάρχει ἐν τῇ φύσει. Ἄλατα ἕως αὐτοῦ ἀπαντοῦν ἀφθόνως καὶ ἰδίᾳ ἐκεῖ ὅπου παράγονται ζυμώσεις ἀζωτοῦχων ὀργανικῶν οὐσιῶν. Ἐν ἀπὸ τὰ σπουδαιότερα ἄλατα εἶναι τὸ **νίτρον τῆς Χιλῆς**, τὸ ὁποῖον εἶναι ὀρυκτὸν περ. ἔχον 1 % ἕως 40 % νιτρικοῦ νατρίου ( $\text{NaNO}_3$ ).

**237. Παρασκευὴ. Α'.** Εἰς τὰ **Χημεῖα**. Εἰς τὸ ἐργαστήριον τὸ νιτρικὸν ὀξὺ παρασκευάζεται δι' ἐπιδράσεως θεικοῦ ὀξέος ἐπὶ νιτρικοῦ νατρίου, ἢ νιτρικοῦ καλίου, ἐν θερμῷ. Ἡ ἀντίδρασις γίνεται εἰς δύο φάσεις, ἤτοι :

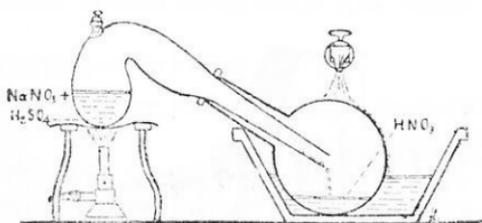


Τὸ θεικὸν ὄξύ, ὡς ὀλιγώτερον πτητικόν, ἐκδιώκει ἐν θερμῷ τὸ νιτρικὸν ὄξύ ἐκ τοῦ ἀλατός του. Τὸ ὑπὸ μορφὴν ἀτμῶν ἐκλυόμενον νιτρικὸν ὄξύ ὑγροποιεῖται διὰ ψύξεως ἐντὸς φιάλης (σχ. 95).

**Β'. Εἰς τὴν βιομηχανίαν.** 1) Ἡ βιομηχανία παρασκευάζει τὸ νιτρικὸν ὄξύ κατὰ τὴν ἀνωτέρω μέθοδον ἐντὸς μεγάλων χυτοσιδηρῶν κεράτων. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην παρασκευάζεται πυκνὸν νιτρικὸν ὄξύ περιεκτικότητος 99 %. Πρὸς παρασκευὴν ἀνύδρου νιτρικοῦ ὄξεος ἀποστάζουν αὐτὸ εἰς τὸ κενὸν παρουσίᾳ  $P_2O_5$ .

2) Κατὰ νεωτέραν μέθοδον παρασκευάζουν συνθετικῶς τὸ νιτρικὸν ὄξύ. Πρὸς τοῦτο διαγετεύουν ἀέρα διὰ μεγίστων ἠλεκτρικῶν σπινθήρων, οἱ ὅποιοι παράγονται ἐντὸς εἰδικῆς συσκευῆς ὑπὸ ρεύματος 600 Amperes

καὶ 3500 Volts, ἔχουν δὲ σχῆμα κυκλικὸν ἐπιτυγχανόμενον ὑπὸ ἰσχυροῦ ἠλεκτρομαγνήτου (σχ. 96). Μέρους τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀζώτου ἐνοῦται τότε μὲ τὸ ὀξυγόνον καὶ παράγει ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου ( $NO_2$ ). Ὁ ἀὴρ διέρχεται κατόπιν διὰ μέσου ὕδατος, τὸ ὅποιον πίπτει ὑπὸ μορφὴν λεπτῆς βροχῆς ἐντὸς πύργου πεπληρωμένου μὲ κόκκ. Ἐκεῖ τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου ἐνοῦται μὲ τὸ ὕδωρ καὶ παρέχει μίγμα ἐκ νιτρικοῦ καὶ νιτρώδους ὄξεος :



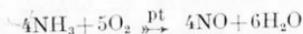
Σχ. 95. Παρασκευὴ τοῦ  $HNO_3$ .



Τὸ νιτρώδες ὄξύ ὀξειδοῦται εὐκόλως περαιτέρω εἰς νιτρικὸν ὄξύ διὰ καταναλώσεως μόνον ἠλεκτρικῆς ἐνεργείας.

Τὸ οὕτω λαμβανόμενον νιτρικὸν ὄξύ ἔχει περιεκτικότητά 50 % ἕως 70 % καὶ ὑποβάλλεται περαιτέρω εἰς ἀφυδάτωσιν καὶ συμπύκνωσιν.

3) Τελευταίως ἀναπτύσσεται ἀλατωδῶς καὶ μία νέα μέθοδος βιομηχανικῆς παρασκευῆς νιτρικοῦ ὄξεος διὰ καταλυτικῆς ὀξειδώσεως ἀμμωνίας παρασκευαζομένης συνθετικῶς (μέθοδος Ostwald) :



**238. Φυσικαὶ ἰδιότητες.** Αἱ φυσικαὶ ἰδιότητες τοῦ νιτρικοῦ ὄξεος ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς περιεκτικότητος αὐτοῦ εἰς ὕδωρ, διότι τοῦτο σχηματίζει διαφόρους ὑδρίδας.

Τὸ ἄνυδρον νιτρικὸν ὄξύ ἀναποκρινόμενον εἰς τὸν τύπον  $HNO_3$  εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν, ἀλλ' ὅταν ἐκτεθῆ εἰς τὸ φῶς χρωματίζεται κίτρινον, διότι ἀποβάλλει ἐρυθρὸν ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου ( $NO_2$ ), ἀποσυντιθέμενον ἐν μέρει εἰς τὸ ἀέριον τοῦτο καὶ εἰς ὕδωρ. Τὸ ἄνυδρον ὄξύ ἔχει πυκνότητα 1,54 εἰς 0° καὶ ζεεῖ εἰς 83°.

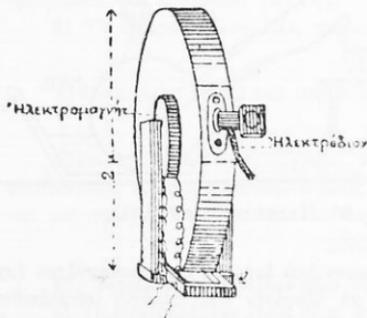
Εἰς τὸ ἐμπόριον φέρεται καὶ ἄνυδρον νιτρικὸν ὄξύ, τὸ ὅποιον περιέχει ἐν διαλύσει  $N_2O_4$ . Τοῦτο καλεῖται **ἀτμίζον** νιτρικὸν ὄξύ.

Τὸ κοινὸν νιτρικὸν ὄξύ τοῦ ἐμπορίου περιέχει χημικῶς ἠνωμένον ὕδωρ (ὑδρίτης) καὶ ἀναποκρίνεται εἰς τὸν τύπον  $2HNO_3, 3H_2O$ . Τοῦτο εἶναι ὑγρὸν ἄχρουν,

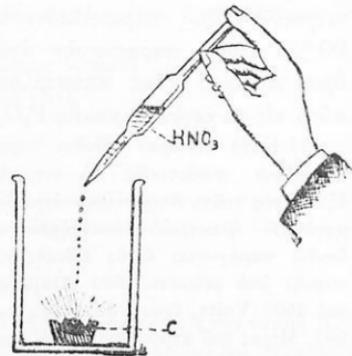
πυκνότητος 1,42 καὶ ζέει εἰς 121<sup>ο</sup>,9. Εἰς τὸ ἔνυδρον τοῦτο νιτρικὸν ὀξύ μεταπίπτει βαθμηδὸν καὶ τὸ ἄνυδρον διὰ τοῦ βρασμοῦ.

**239. Χημικαὶ ιδιότητες.** Αἱ κύρια χημικαὶ ιδιότητες τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος εἶναι αἰ ἐξῆς τρεῖς :

1) Εἶναι ὑπὸ μορφήν πυκνῶν διαλυμάτων δραστήριον ὀξειδωτικὸν αἰ-



Σχ. 96. Συνθετικὴ παρασκευὴ τοῦ HNO<sub>3</sub> διὰ τῆς μεθόδου Byrkeland καὶ Eyde.



Σχ. 97. Ζωηρὰ καύσις τοῦ ἄνθρακος διὰ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος.

μα. Οὕτω π.χ. α) Ἐὰν εἰς δοκιμαστικὸν σωλῆνα θερμάνωμεν κόνιν θείου μὲ νιτρικὸν ὀξύ, τὸ θεῖον ἐξαφανίζεται βαθμηδὸν καὶ μετατρέπεται εἰς θεικὸν ὀξύ :



β) Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτὸς ἀποσυντίθεται ἐν μέρει εἰς N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, ὀξυγόνον καὶ ὕδωρ :



Διὰ τοῦτο τὸ νιτρικὸν ὀξύ φυλάσσεται εἰς ὑαλῖνας φιάλας σκοτεινοῦ χρώματος.

γ) Ἐὰν ρίψωμεν κατὰ σταγόνας πυκνὸν νιτρικὸν ὀξύ ἐπὶ διαπύρου ἄνθρακος, οὗτος ἐξακολουθεῖ νὰ καίεται ζωηρῶς διὰ τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὅποῖον παρέχει εἰς αὐτὸν τὸ νιτρικὸν ὀξύ (σχ. 97).



δ) Ὁρισμένα ὀργανικὰ οὐσίαι, ὡς π.χ. τὸ τερεβινθέλαιον (νέφτι) ἐρχόμενα εἰς ἐπαφήν μὲ ἄνυδρον νιτρικὸν ὀξύ ἀναφλέγονται.

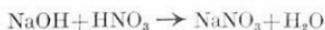
ε) Ὁρισμένα μέταλλα, ὡς τὸ Cr καὶ ὁ Fe, προσβαλλόμενα ὑπὸ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, καλύπτονται ὑπὸ στρώματος ὀξειδίου, τὸ ὅποῖον ἐμποδίζει τὴν περαιτέρω προσβολήν. Τοῦτο χαρακτηρίζεται ὡς «παθητικὴ κατάστασις» τοῦ μετάλλου.

2) Δύναται νὰ δράσῃ ἐπὶ ὀρισμένων ὀργανικῶν οὐσιῶν καὶ νὰ εἰσαγάγῃ εἰς τὸ μόριον αὐτῶν τὴν ρίζαν NO<sub>2</sub> (νίτρωσις τῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν). Οὕτω π.χ. τὸ βενζόλιον μετατρέπεται εἰς νιτροβενζόλιον. Ἡ κυτταρίνη καὶ ἡ γλυκερίνη ἐνούμενα μὲ τὸ νιτρικὸν ὀξύ μετατρέπονται εἰς σώματα ἐξόχως ἐκρηκτικὰ, ὡς εἶναι ἡ ἄκαπνος πυρίτις καὶ ἡ δυναμίτις.

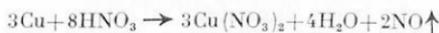
3) Εἶναι πολὺ ἰσχυρὸν μονοβασικὸν ὀξύ : Οὕτω π.χ.

α) Χρωματίζει ζωηρώς έρυθρόν τὸ κυανοῦν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου.

β) Μετὰ τῶν βάσεων παρέχει ἄλατα καλούμενα νιτρικὰ ἄλατα, τὰ ὁποῖα εἶναι εὐκρυστάλλωτα, ὡς π.χ.



γ) Διαλύει τὰ περισσότερα ἐκ τῶν μετάλλων, τὰ ὁποῖα προηγουμένως ὀξειδοῦνται ὑπ' αὐτοῦ. Οὕτω, ἀντὶ τῆς ἐκλύσεως ὑδρογόνου κατὰ τὴν διάλυσιν μετάλλου ὑπὸ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, παράγει ὕδωρ ἐκλυομένου ὀξειδίου τοῦ ἀζώτου.



**240. Ἀνίχνευσις.** Τὸ  $\text{HNO}_3$  ἀνιχνεύεται διὰ διαλύματος βρουκίνης εἰς  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , μετὰ τοῦ ὁποῖου παρέχει ἐρυθρὰν χρωσιν.

**241. Χρήσεις.** Μέγιστα ποσὰ νιτρικοῦ ὀξέος χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν. Τὸ νιτρικὸν ὀξὺ χρησιμοποιεῖται ἐπίσης διὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ θεικοῦ ὀξέος κατὰ τὴν μέθοδον τῶν μολυβδίνων θιλάμων, διὰ τὴν χάραξιν τοῦ χαλκοῦ (χαλκογραφία), διὰ τὴν κιτρίνην βαφὴν ἐρίων, μετάξις, πτεροῶν κλπ.

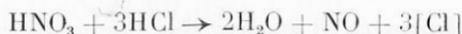
Ἄλατα τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος χρησιμοποιοῦνται πρὸς λίπανσιν τῶν ἀγρῶν.

Εἰς τὸ ἐμπόριον τὸ νιτρικὸν ὀξὺ ὀνομάζεται κοινῶς **ἄκουα φόρτε** (aqua forte).

### ΒΑΣΙΛΙΚΟΝ ΥΔΩΡ

**242. Γενικά.** Τὸ βασιλικὸν ὕδωρ εἶναι μίγμα πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος (1 ὄγκου) καὶ πυκνοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος (3 ἢ 4 ὄγκων). Ἔλαβε αὐτὸ τὸ ὄνομα, διότι διαλύει τὸν χρυσόν, ὅστις λέγεται καὶ βασιλεὺς τῶν μετάλλων.

Ἡ διάλυσις τοῦ χρυσοῦ καθὼς καὶ τοῦ λευκοχρῶσου ὑπὸ τοῦ βασιλικοῦ ὕδατος ὑφείλεται εἰς τὴν ὀξειδωτικὴν ἐνέργειαν τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος ἐπὶ τοῦ ὑδροχλωρίου. Τὸ ὑδρογόνον τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ὀξειδοῦται εἰς ὕδωρ, τὸ δὲ χλώριον αὐτοῦ ἐλευθεροῦται ὑπὸ μορφὴν ἀτόμων (ἐν τῷ γενῶσθαι) :



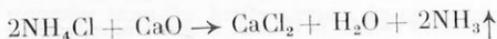
Τὸ χλώριον τοῦτο ἔχον ζωηροτέραν δραστηριότητα ὡς εὐρισκόμενον ἐν τῷ γενῶσθαι διαλύει τὸ εὐγενὲς μέταλλον ἐνούμενον μετ' αὐτοῦ εἰς χλωριοῦχον χρυσόν ( $\text{AuCl}_3$ ), ἢ χλωριοῦχον λευκόχρυσον ( $\text{PtCl}_4$ ). Τὰ χλωριοῦχα αὐτὰ ἄλατα τῶν εὐγενῶν μετάλλων εἶναι εὐδιάλυτα εἰς τὸ ὕδωρ καὶ οὕτω τὰ μέταλλα ἐξαφανίζονται βαθμηδὸν διαλυόμενα εἰς τὸν βασιλικὸν ὕδωρ.

### III. ΑΜΜΩΝΙΑ : $\text{NH}_3 = 17$

**243. Προέλευσις.** Ἡ ἀμμωνία εὐρίσκεται εἰς τὸν ἀέρα, ἐκεῖ ὅπου γίνονται σήψεις ἀζωτούχων ὀργανικῶν οὐσιῶν καὶ ἰδίως οὐρῶν. Ἡ χαρακτηριστικὴ δυσσομία τῶν οὐρητηρίων ὑφείλεται εἰς τὴν ἀμμωνίαν. Τὰ ὕδατα τῆς ἐκπλύσεως τοῦ φωταερίου περιέχουν ἐν διαλύσει ἀμμωνίαν, ἢ καὶ ἄλατα αὐτῆς.

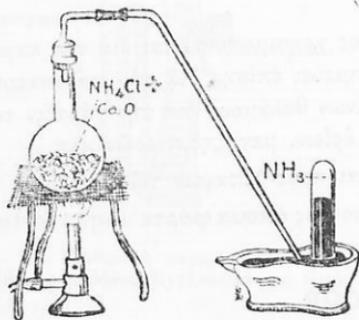
**244. Παρασκευὴ.** Α) **Εἰς τὸ ἐργαστήριον.** Ἡ συνθεστέρα μέθοδος παρασκευῆς τῆς ἀμμωνίας εἰς τὸ ἐργαστήριον εἶναι δι' ἐπιδράσεως μιᾶς βάσεως ἐπὶ

άμμωνιακού άλατος, όποτε εκδιώκεται ή άμμωνία εκ του άλατος αυτής. Άντι βάσειως χρησιμοποιούν συνήθως τον ανυδρίτην τής βάσειως  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , ήτοι το όξειδιον του άσβεστίου  $\text{CaO}$  (κοινή άσβεστος). Ός άμμωνιακόν δέ άλας τό χλωριούχον άμμώνιον (νισαντήρι) :



Άναμινύοντες π.χ. έντός ιδίου κόνιν άσβεστού με χλωριούχον άμμώνιον, αισθανόμεθα άμέσως τήν ύσμην άμμωνίας.

Διά να συλλέξωμεν τήν άμμωνίαν, θέτομεν τό μίγμα εις σφαιρικήν φιάλην



Σχ. 98. Παρασκευή τής άμμωνίας.

καί θερμαίνωμεν ελαφρώς (σχ. 98). Τήν έξερχομένην άμμωνίαν διοχετεύομεν προηγουμένως διά κυλίνδρου περιέχοντος άσβεστον, ύνα δεσμεύσωμεν τούς παρασυρομένους ύδρατμούς καί συλλέγωμεν δι' έκτοπίσεως ύδραργύρου, διότι εις τό ύδωρ ή άμμωνία είναι έξόχως εύδιάλυτος.

**B). Βιομηχανικώς.** Μεγάλα ποσά άμμωνίας έξάγονται από τά ύδατα τής έκπλύσεως του φωταερίου, όπου ή άμμωνία περιέχεται κυρίως ύπό μορφήν άνθρακικού άμμωνίου  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .

Υπάρχουν όμως καί έγκαταστάσεις συνθετικής παρασκευής άμμωνίας δι' άπίεθειάς ένώσεως του άζώτου με τό ύδρογόνο, με τήν βοήθειαν καταλύτου εις θερμοκρασίαν 500° έως 600° καί πίεσιν 200 έως 1000 άτμοσφαιρών. (μέθοδος Haber). Κατά νεωτέρην μέθοδον καί με καταλύτην σιδηροκυανιούχον άργίλιον, ή σύνθεσις τής άμμωνίας έπιτυγχάνεται ύπό πίεσιν 100 μόνον άτμοσφαιρών καί θερμοκρασίαν 400°.

**245. Φυσικά ιδιότητες.** Η άμμωνία είναι άέριον άχρον με ύσμην λίαν διαπεραστικήν καί άποπνικτικήν προκαλούσαν δάκρυα. Έχει ειδικόν βάρος  $\epsilon=17/29=0,59$ , ήτοι είναι ελαφρότερα του άέρος. Υγροποιείται δι' άπλής πίεσεως, διότι ή κρίσιμος θερμοκρασία τής είναι 131°. Η ύγρα δέ άμμωνία έξατμιζόμενη προκαλεί έντονον ψύξιν εις τό περιβάλλον τής (-33°,5) καί διά τουτο χρησιμοποιείται εις τήν παραγωγήν του πάγου.

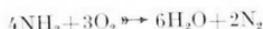
Η σπουδαιότερα ιδιότης τής άμμωνίας είναι ή μεγίστη διαλυτότης αυτής εις τό ύδωρ.

Ένας όγκος ύδατος εις 0° διαλύει 1176 όγκους άμμωνίας, τό δέ διάλυμα είναι ελαφρότερον ίσου όγκου ύδατος. Η διαλυτότης ελαττούται αύξανόμενης τής θερμοκρασίας, εις δέ τούς 70° αποβάλλεται όλον τό άέριον.

Η μεγάλη αυτή διαλυτότης τής άμμωνίας δεικνύεται διά πειράματος αναλόγου προς τό του ύδροχλωρίου. Εύθως μόλις θραύσωμεν τό άχρον του σωλήνος τής φιάλης, ήτις περιέχει άμμωνίαν, τό ύδωρ διαλύει πάραυτα αυτήν καί, έπεδ ή δημιουργείται κενόν, εισομαζ εις τήν φιάλην ύπό μορφήν πίδακος (σχ. 99).

**246. Χημικαί ιδιότητες.** 1) Ἡ ἀμμωνία δὲν εἶναι πολὺ σταθερὰ ἔνωσις καὶ δύναται νὰ ἀποσυντεθῇ ἐν ὑψηλῇ θερμοκρασίᾳ εἰς ἄζωτον καὶ ὑδρογόνον.

2) Τὸ χλωρίον ἀποσπᾷ τὰ ὑδρογόνα τῆς ἀμμωνίας, ὑπὸ ὠρισμένης δὲ συνθήκης ἡ ἀμμωνία δύναται καὶ νὰ καῖ, ὅποτε παράγεται ὕδωρ καὶ ἐλευθεροῦται τὸ ἄζωτον :

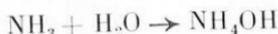


3) Λόγω τῆς εὐκολίας, μεθ' ἧς παρέχει ἐν θερμῷ τὰ ὑδρογόνα τῆς ἡ ἀμμωνία, ἐνεργεῖ αὕτη καὶ ὡς σῶμα ἀναγωγικόν, ἀφαιροῦσα τὸ ὀξυγόνον ἀπὸ διάφορα ὀξειδία :



Οἱ φανοποιοὶ χρησιμοποιοῦν πρὸς τοῦτο τὸ ἄλας τῆς ἀμμωνίας  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

4) Ἡ σπουδαιότερα ὅμως χημικὴ ιδιότης τῆς ἀμμωνίας εἶναι, ὅτι τὸ ὕδατικόν διάλυμα αὐτῆς εἶναι βᾶσις καὶ καλεῖται **καυστικὴ ἀμμωνία**, ἢ ὕδροξείδιον τοῦ ἀμμωνίου :

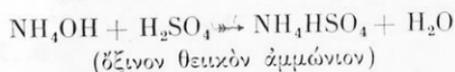


Οὕτω ἡ ρίζα  $-\text{NH}_2$ , ἥτις καλεῖται **ἀμμώνιον**, ἐνεργεῖ ὡς ἄτομον μονοσθενοῦς μετάλλου καὶ δὴ τῆς ομάδος τῶν μετάλλων νατρίου καὶ καλίου. Πράγματι, εἰς τὸ ὕδατικόν διάλυμα τῆς ἀμμωνίας ἀπεδείχθη καὶ ἡ ὑπαρξίς τοῦ ὑδρίτου  $2\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , ὅστις ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ἔνωσιν  $(\text{NH}_4)_2\text{O}$ , (ὀξείδιον τοῦ ἀμμωνίου) ἀνάλογον πρὸς τὰ ὀξειδία  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  κ.ο.κ.

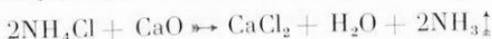
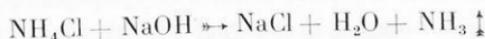
Ἡ **καυστικὴ ἀμμωνία**,  $\text{NH}_4\text{OH}$  ὡς βᾶσις, παρέχει τὰς ἐξῆς ἀντιδράσεις

α) Ἐπαναφέρει τὸ κυανῶν χρῶμα εἰς τὸ βᾶμμα τοῦ ἡλιοτροπίου, τὸ ὅποιον ἔγινε ἐρυθρὸν ὑπὸ ὀξέως.

β) Μετὰ τῶν ὀξέων σχηματίζει ἄλατα, τὰ ὅποια καλοῦνται **ἀμμωνιακά**, ἢ **ἄλατα τοῦ ἀμμωνίου** :



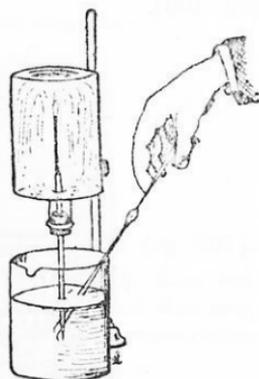
γ) Ἐκ τῶν ἀλάτων τοῦ ἀμμωνίου ἡ ἀμμωνία ἐκδιώκεται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν βάσεων, ἢ καὶ ἀνυδρίτου βάσεων :



Ἄρα, ἡ **καυστικὴ ἀμμωνία**, εἶναι **πολὺ ἀσθενὴς βᾶσις**.

5) Τὸ μῦρον τῆς ἀμμωνίας δύναται νὰ ἐνοθῇ διὰ συνδέσμων δεσμικότητος μετὰ διάφορα κεραιωμένα μέρη ἄλλων οὐστῶν. Παράγονται οὕτω συνθετώτερα μέρη, ὡς π.χ.  $(\text{AgCl}, 2\text{NH}_3)$ ,  $(\text{PCl}_3, 5\text{NH}_3)$  κ.ο.κ.

4) Ἡ ἀμμωνία ἐμφανίζει ἐπίσης καὶ ιδιότητες ἀσθε εστάτου ὀξέως. Οὕτω π.χ. διὰ διαγετούσθως ρεύματος  $\text{NH}_3$  ὑπεράνω νατρίου ἢ καλίου ἐν θερμῷ ἐκλύεται ὑδρογόνον, τὸ ὅποιον ἀντικαθίσταται ὑπὸ τοῦ μετάλλου :



Σχ. 99. Διαλυτότης τῆς ἀμμωνίας εἰς τὸ ὕδωρ.



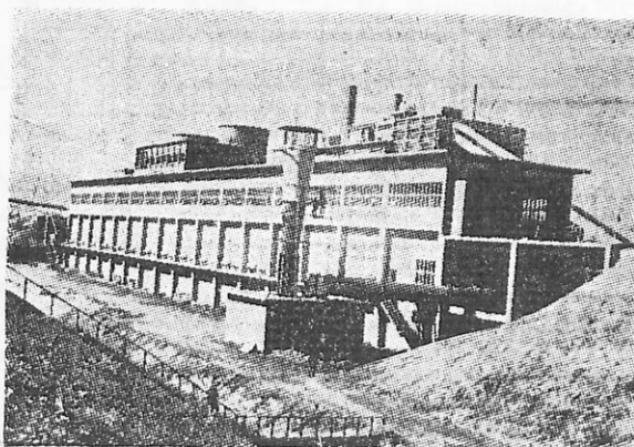
**247. Ἀνίχνευσις.** Ἡ ἀμμωνία ἀνιχνεύεται ἐκ τῆς χαρακτηριστικῆς τῆς ὀσμῆς. Ἐπίσης ἐκ τοῦ λευκοῦ νέφους ἐκ  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ποῦ σχηματίζει, ἐὰν ἔλθῃ εἰς ἐπαφήν με ἀέριον  $\text{HCl}$ .

Εἰς τὰ ἐργαστήρια ἀνιχνεύεται κυρίως διὰ τοῦ ἀντιδραστηρίου τοῦ Nessler. Τοῦτο με τὴν ἀμμωνίαν, καθὼς καὶ με τὰ ἄλατα αὐτῆς παρέχει χροιάν, ἢ ἕζημα καστανόχρουν.

**248. Χρήσεις.** Ἡ ἀμμωνία χρησιμοποιεῖται πρὸς παραγωγὴν ψύξεως εἰς παγοποιεῖα, διὰ τὴν παρασκευὴν τῆς σόδας κατὰ τὴν μέθοδον Solvay καὶ διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν ἀμμωνιακῶν ἀλάτων.

Ἡ καυστικὴ ἀμμωνία χρησιμοποιεῖται ὡς ἀσθενῆς βάσις εἰς τὰ χημεία, διὰ τὴν ἀφαίρεσιν τῶν κηλίδων ἐκ τῶν ἐνδυμάτων, κατὰ τῶν κεντημάτων τῶν μελισσῶν καὶ ἄλλων ἐντόμων, ὡς ἀναληπτικὸν ἐκ τῆς μέθης κ.ο.κ.

Τὰ μεγαλύτερα ὅμως ποσὰ τῆς ἀμμωνίας χρησιμοποιοῦνται πρὸς παρασκευὴν **ἄζωτούχων χημικῶν λιπασμάτων**, ὡς π.χ. τοῦ  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  κ.ἄ. Τοιοῦτον ἐργοστάσιον παρασκευῆς ἄζωτούχων χημικῶν λιπασμάτων ἤρχισεν ἤδη λευτουροῦν καὶ ἐν Ἑλλάδι εἰς Πτολεμαίδα ὑπὸ τὸν τίτλον «**ἐργοστάσιον ἄζώτου**» (σχ. 100).



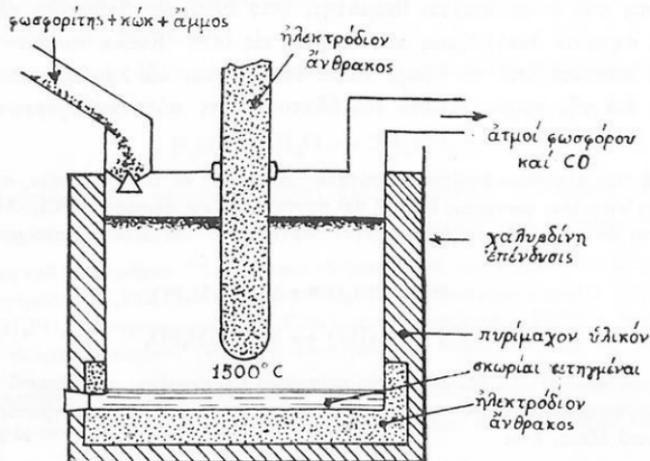
Σχ. 100. Τὸ ἐργοστάσιον ἄζωτούχων λιπασμάτων τῆς Πτολεμαίδας.

### Φ Ω Σ Φ Ο Ρ Ο Σ Ρ = 31

**249. Προέλευσις.** Ὁ φωσφόρος εὑρίσκεται εἰς τὴν φύσιν πάντοτε ἠνωμένος, διότι ἔχει μεγάλην χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὸ ὀξυγόνον. Τὸ κυριώτερον ὄρυκτόν αὐτοῦ εἶναι τὸ φωσφορικὸν ἀσβέστιον, καλούμενον **φωσφορίτης**  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Τοῦτο ἀπαντᾷ κυρίως εἰς Βόρ. Ἀφρικήν.

Ὁ φωσφόρος εὑρίσκεται ἐπίσης καὶ εἰς τὰ σώματα τῶν φυτῶν καὶ τῶν ζῶων, διότι ἀποτελεῖ ἀπαραίτητον συστατικὸν τῶν ὀστέων καὶ τῶν λεκιθινῶν (εἶδος λευκωμάτων.).

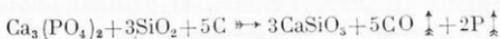
**250. Παρασκευή.** Ὁ φωσφόρος ἐξάγεται μόνον βιομηχανικῶς ἐκ τοῦ φωσφορίτου, ἢ ἐκ τῆς τέφρας τῶν ὀστέων. Πρὸς τοῦτο, θερμίζεται ἰσχυρῶς (1200°) ἐντὸς



Σχ. 101 Παρασκευή φωσφόρου εἰς ἠλεκτρικὴν κάμινον.

ἠλεκτρικῆς καμίνου μίγμα ἐκ φωσφορίτου, λευκῆς ἄμμου καὶ ἄνθρακος (σχ. 101).

Τὸ φωσφορικὸν ὄξύ τοῦ φωσφορίτου ἐκδιώκεται ὑπὸ τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος τῆς ἄμμου ὑπὸ μορφήν ἀνυδρίτου  $P_2O_5$ , ὁ ὁποῖος ἀνάγεται κατόπιν ὑπὸ τοῦ ἄνθρακος. Τὰ παραχόμενα ἀέρια μετὰ τῶν ἀτμῶν τοῦ φωσφόρου διασπείρονται εἰς ὕδωρ, ὅπου ὁ φωσφόρος ψυχόμενος συμπυκνύεται καὶ συλλέγεται εἰς τὸν πυθμένα. Ἡ ἐξίσωσις τῆς ἀντιδράσεως ταύτης εἶναι :



**251. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Ὁ φωσφόρος δύναται νὰ ὑπάρξῃ ὑπὸ πέντε ἀλλοτροπικῆς μορφῆς, ἧτοι : **κίτρινος, ἐρυθρός, πυρόμορφος, ἰώδης καὶ μέλας.** Αἱ μορφαὶ αὗται ὀφείλονται εἰς διάφορον πολυμερισμὸν τοῦ μορίου του. Αἱ συνηθέστεραι ὅμως ἐξ αὐτῶν εἶναι δύο ἧτοι : ὁ **κίτρινος** καὶ ὁ **ἐρυθρός** φωσφόρος.

**252. Κίτρινος φωσφόρος.** Ὁ κίτρινος φωσφόρος εἶναι σῶμα στερεὸν λευκοκίτρινον, μαλακὸν ὡς κηρός, ἔχει δὲ ὁσμήν σκοροδωδὴ καὶ εἶναι δηλητηριώδης. Εἰς τὸ ὕδωρ δὲν διαλύεται καὶ εἶναι βαρύτερος αὐτοῦ, διότι ἔχει πυκνότητα 1,82. Ἐὰν θερμανθῇ τὸ ὕδωρ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου περιέχεται φωσφόρος, οὗτος τήκεται εἰς 44°, 1. Θερμαινόμενος ὁ φωσφόρος ἐν ἀπουσίᾳ ὀξυγόνου, ζέει εἰς 280°. Εἰς τὸ σκότος ἐμφανίζει φωσφορισμὸν καὶ ὅταν ἀκόμη εὑρίσκεται εἰς ἐλάχιστα ἔγχη. Τοῦτο ἀποτελεῖ καὶ μέθοδον ἀνιχνεύσεώς του.

**253. Χημικαὶ ιδιότητες.** 1) Ἡ κυριωτέρα χημικὴ ιδιότης τοῦ φωσφόρου εἶναι ἡ μεγάλη χημικὴ συγγένεια αὐτοῦ πρὸς τὸ ὀξυγόνο. Οὕτω :

α) Θερμαινόμενος εἰς τὸν ἀέρα, μέχρις 60° ἀναφλέγεται καὶ καίεται ζωηρῶς :



β) Ἐὰν ὁ φωσφόρος ἀφεθῆ εἰς τὸν ἀέρα, ὀξειδοῦται ζωηρῶς καὶ λόγῳ τῆς ὀξειδώσεως του λάμπει εἰς τὸ σκότος. Δι' αὐτὸ ἔλαβε καὶ τὸ ὄνομα φωσφόρος.

γ) Ἐὰν παραμείνῃ περισσύτερον εἰς τὸν ἀέρα, αὐταναφλέγεται. Διότι κατὰ τὴν ὀξειδωσίν του ἀναπτύσσεται θερμότης, ἥτις ἀνυψώνει βαθμηδὸν τὴν θερμοκρασίαν εἰς τὸ σημεῖον ἀναφλέξεως αὐτοῦ, ἥτοι εἰς 60°. Ἐνεκὰ τούτου ὁ φωσφόρος φυλάσσεται πάντοτε ὑπὸ τὸ ὕδωρ. Εἶναι ἐπικίνδυνον νὰ λαμβάνεται ὁ φωσφόρος ἀπ' εὐθείας διὰ τῆς χειρὸς ἐξῶθεν τοῦ ὕδατος, διότι αὐταναφλέγεται καὶ προκαλεῖ ἐγκαύματα δυσθεράπευτα.

2) Μετὰ τῶν ἀλογόνων ἐνοῦται ζωηρότατα. Ἀναλόγως δὲ τῶν συνθηκῶν, σχηματίζει ενώσεις ὡς ὁ τριχλωριούχος φωσφόρος  $\text{PCl}_3$  ἢ καὶ πενταχλωριούχος φωσφόρος  $\text{PCl}_5$ . Αἱ ενώσεις αὗται ἀποσυντίθενται ὑπὸ τοῦ ὕδατος παραγομένου ὕδροχλωρίου καὶ τῶν ἀντιστοίχων φωσφορικών ὀξέων :



3) Πυκνὸν νιτρικὸν ὀξύ ὀξειδώνει τὸν φωσφόρον παραγομένου φωσφορικοῦ ὀξέος. Πυκνὸν δὲ καὶ θερμὸν θεικινὸν ὀξύ ὀξειδώνει ἐπίσης τὸν φωσφόρον παραγομένου μίγματος φωσφορώδους καὶ φωσφορικοῦ ὀξέος, ἥτοι :



**254. Ἐρυθρὸς φωσφόρος.** Οὗτος παρασκευάζεται διὰ παρατεταμένης ἐπὶ δύο ἐβδομάδας θερμάνσεως τοῦ κιτρίνου φωσφόρου εἰς 270° ἐντὸς κλειστοῦ χώρου ἐστερημένου ὀξυγόνου.

Ὁ ἐρυθρὸς φωσφόρος εἶναι στερεὸς χρώματος ἐρυθροῦ, εἶναι ἄοσμος καὶ ἔχει πυκνότητα 2,2. Δὲν εἶναι δηλητηριώδης, δὲν φωσφορίζει εἰς τὸ σκότος καὶ ἀναφλέγεται μόνον ἐὰν θερμανθῆ εἰς 260°. Γενικῶς, αἱ χημικαὶ ιδιότητες τοῦ ἐρυθροῦ φωσφόρου εἶναι ἡπιώτεροι ἀπὸ τὰς τοῦ κιτρίνου.

**255. Χρήσεις.** Ὁ φωσφόρος χρησιμοποιεῖται κυρίως ὑπὸ τὴν μορφήν τοῦ ἐρυθροῦ φωσφόρου διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν πυρείων.

**256. Πυρεῖα ἀσφαλείας.** Τὰ πυρεῖα (σπίρτα) ἀσφαλείας, ἢ καὶ Σουηδικὰ καλούμενα, ἔχουν τὴν ἐξῆς σύστασιν :

Ἡ ἐπιφάνεια προστριβῆς ἀποτελεῖται ἐκ μίγματος ἐρυθροῦ φωσφόρου, θειούχου ἀντιμονίου, ἰχθυοκόλλης καὶ κιμωλίας.

Ἡ κεφαλὴ τῶν πυρείων περιέχει μίγμα γλωριικοῦ καλίου, θειούχου ἀντιμονίου, ἰχθυοκόλλης, κόνεως ὑάλου καὶ ὀξειδίων τοῦ σιδήρου, ἢ ψευδαργύρου.

Ἡ ἀναλογία τῶν συστατικῶν τούτων εἶναι διάφορος εἰς τὰ διάφορα εἶδη πυρείων.

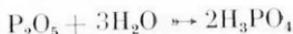
## ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΩΣΦΟΡΟΥ

**257. Φωσφοροῦχος ὕδρογόνον,  $\text{PH}_3$ .** Τοῦτο παράγεται δι' ἐπιδράσεως ἐν θερμῷ φωσφόρου ἐπὶ διαλύματος καυστικοῦ καλίου :

Είναι άερον με όσην σκόρδον, λίαν δηλητηριώδες και λίαν εύκαύλεκτον. Μετά τοῦ ὕδρου-χλωρίου σχηματίζει ένωσην προσθήκης, ἥτις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ χλωριούχον ἀμμώνιον καλεῖται δὲ χλωριούχον φωσφόνιον:  $\text{PH}_4\text{Cl}$ . Ἐξ αὐτοῦ προκύπτει, ὅτι και ὁ φωσφόρος σχηματίζει τὴν ρίζαν φωσφόνιον ( $-\text{PH}_4$ ), ἥτις εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ ἀμμώνιον ( $-\text{NH}_4$ ).

**258. Πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου:**  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Τοῦτο παράγεται κατὰ τὴν καύ-σιν τοῦ φωσφόρου εἰς τὸν ἀέρα.

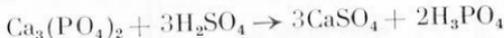
Εἶναι κόνις λευκή, ἐξόχως ὑγροσκοπική, ἥτις έννοῦται χημικῶς μετὸ ὕδωρ παρέχουσα φωσφορικόν ὀξύ:



Τὸ πεντοξείδιον τοῦ φωσφόρου εἶναι δηλ. ἀνυδρίτης τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ κυριώτερον ἐκ τῶν ὀξέων ποῦ σχηματίζει ὁ φωσφόρος.

**259. Ὁξέα τοῦ φωσφόρου.** Ὁ φωσφόρος σχηματίζει τὰ κατωτέρω ὀκτὸ ὀξυγονούχα ὀξέα, ἥτοι: Ὑποφωσφορώδες ( $\text{H}_2\text{PO}_2$ ), μεταφωσφορώδες ( $\text{HPO}_2$ ) πυροφωσφορώδες ( $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_8$ ), ὀρθοφωσφορώδες ( $\text{H}_3\text{PO}_3$ ), ὑποφωσφορικόν ( $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_6$ ), μεταφωσφορικόν ( $\text{HPO}_3$ ), πυροφωσφορικόν ( $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) και τὸ ὀρθοφωσφορικόν ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Τὸ τελευταῖον τοῦτο εἶναι και τὸ σπουδαιότερον.

**Ὁρθοφωσφορικόν ὀξύ ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ). Λιπάσματα.** Τὸ ὀρθοφωσφορικόν ἦ και ἀπλῶς **φωσφορικόν ὀξύ** παρασκευάζεται βιομηχανικῶς δι' ἐπιδράσεως θεικοῦ ὀξέος ἐπὶ φωσφορίτου  $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$ :

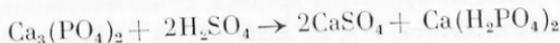


Εἶναι σῶμα ὑγρὸν, σιροπιώδες, ἄχρουν, λίαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Δὲν εἶναι δηλητηριώδες, ἀλλὰ τὸναντίον ἀποτελεῖ ἀπαραίτητον συστατικόν τοῦ σώματος τῶν φυτῶν και τῶν ζῴων ὑπὸ μορφὴν διαφόρων ἐνώσεων αὐτοῦ.

**Ἐκ τῶν ἀλάτων τοῦ φωσφορικοῦ ὀξέος σπουδαιότερα εἶναι:**

α) **Τὸ οὐδέτερον φωσφορικόν νάτριον ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ).** Τοῦτο ἔχει ἀπορροπαν-τικὰς ιδιότητες και χρησιμοποιεῖται ὑπὸ μορφὴν κόνεως (**τρινάλ**) ὡς μέσον καθα-ρισμοῦ διὰ μαγειρικὰ σκεύη, νεροχύτας κ.ἄ.

β) **Τὸ ὀξινον φωσφορικόν ἀσβεστίνον ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ).** Τοῦτο εἶναι εὐδιάλυ-τον εἰς τὸν ὕδωρ και ὡς ἐκ τούτου παραλαμβάνεται εύχερῶς ἐκ τοῦ ἐδάφους ὑπὸ τῶν ριζῶν τῶν φυτῶν. Φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ὡς **λίπασμα** τῶν ἀγρῶν ὑπὸ τὸ ὄνομα **ὑπερφωσφορικῆ ἀσβεστος**. Αὕτη εἶναι μίγμα ὀξίνου φωσφορικοῦ ἀσβεστίου και θεικοῦ ἀσβεστίου, λαμβάνεται δὲ βιομηχανικῶς δι' ἐπιδράσεως θεικοῦ ὀξέος ἐπὶ φωσφορίτου:



Ἡ ὑπερφωσφορικῆ ἀσβεστος ἀποτελεῖ τὸ σπουδαιότερον λίπασμα τῶν ἀγρῶν. Ἐκτὸς ἀπὸ αὐτῆν, εἰς τὸ ἐμπόριον φέρονται και λιπάσματα τὰ ὁποῖα ἐμπλουτίζουν τὸ ἔδαφος μετὰ ἅλατα τοῦ ἀζώτου και τοῦ καλίου. Ὡς **ἀζωτοῦχα** λιπάσματα χρησι-μοποιοῦνται συνήθως τὸ **νίτρον** τῆς Χιλῆς ( $\text{NaNO}_3$ ) και τὸ ἅλας θεικόν ἀμμώνιον  $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ . Ὡς **καλιούχα** λιπάσματα χρησιμοποιοῦνται συνήθως τὰ ἅλατα: θεικόν κάλιον ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) και χλωριούχον κάλιον ( $\text{KCl}$ ).

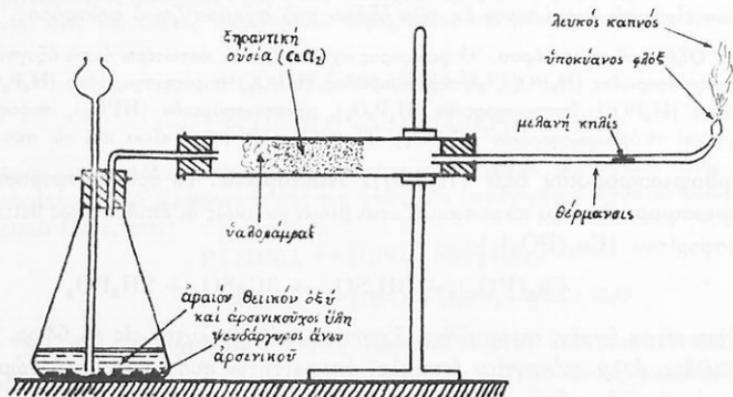
## ΑΡΣΕΝΙΚΟΝ: As = 75

**260. Προέλευσις.** Τὸ ἀρσενικὸν εὐρίσκεται ἐνίοτε ἐλεύθερον ὡς αὐτοφύες. Συνηθέστερον ὅμως ἀπαντᾷ ὡς ἠγωνόμενον μὲ τὸ θεῖον καὶ μὲ διάφορα μέταλλα. Τὸ κυριώτερον ὄρυκτόν αὐτοῦ, ἐκ τοῦ ὁποίου καὶ ἐξάγεται, εἶναι ὁ ἀρσενοπυρίτης (FeAsS).

**261. Παρασκευή.** Τὸ ἀρσενικὸν ἐξάγεται ἐκ τοῦ ἀρσενοπυρίτου, ὅστις πυρούμενος ἀποσυντίθεται εἰς θειοῦχον σίδηρον καὶ ἀρσενικόν :



**262. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ἀρσενικὸν εἶναι σῶμα στερεὸν καὶ ἐμφανίζεται ὑπὸ τρεῖς ἀλλοτροπικὰς μορφάς, ἤτοι ὡς κίτρινον, ὡς ἄμορφον καὶ ὡς κρυσταλ-



Σχ. 102. Συσκευή τοῦ Marsch διὰ τὴν τοξικολογικὴν ἀνίχνευσιν τοῦ ἀρσενικοῦ.

λικόν. Τὸ κρυσταλλικὸν ὁμοιάζει πρὸς μέταλλον, ἔχον χρῶμα τεφρόχρουν καὶ λάμπειν μεταλλικῆν. Ἔχει πυκνότητα 5,73 καὶ πυρούμενον εἰς 400<sup>0</sup> ἐντὸς κέρατος ἐξαχνοῦται χωρὶς νὰ τακῆ. Εἶναι ἰσχυρὸν δηλητήριον ὑφ' ὅλας τὰς μορφάς του.

**263. Χημικαὶ ιδιότητες.** Εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ὀξειδουταὶ ἀλλὰ βραδέως. Πυρούμενον ὅμως ἰσχυρῶς καίεται μὲ φλόγα πρασινωπὴν παρέχον τριοξειδίον (As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), τὸ ὁποῖον ἐπίσης εἶναι ἰσχυρὸν δηλητήριον.

Μετὰ τοῦ γλωρίου ἐνοῦται διὰ φωτεινοῦ φαινομένου καὶ παρέχει τριχλωριούχον ἀρσενικόν (AsCl<sub>3</sub>).

Μετὰ τῶν μετάλλων σχηματίζει κράματα, ἐξ ὧν σπουδαιότερον εἶναι τὸ μετὰ τοῦ μολύβδου περιεκτικότητος 1 % εἰς ἀρσενικόν, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν χόνδρων (σκαγιῶν).

**264. Ἀνίχνευσις τοῦ ἀρσενικοῦ. Μέθοδος Marsch.** Τὸ ἀρσενικὸν καὶ αἱ ἐνώσεις αὐτοῦ, ὅταν εὔρεθον ἐντὸς συσκευῆς ὅπου παράγεται ὑδρογόνον, παρέχουν ἀρσενικοῦχον ὑδρογόνον (AsH<sub>3</sub>). Τοῦτο εἶναι ἀσταθὲς ἀέριον ἀνάλογον πρὸς τὴν ἀμμωνίαν καὶ καλεῖται ἀρσίνη. Ἡ ἀρσίνη πυρομένη ἀποσυντίθεται εἰς ἀρσενικόν καὶ ὑδρογόνον.

Ἡ ιδιότης αὐτῆ τοῦ ἀρσενικοῦ χρησιμοποιεῖται πρὸς τοξικολογικὴν ἀνίχνευσιν αὐτοῦ καὶ τῶν ἐνώσεών του, διότι ὅλα εἶναι ἰσχυρότατα δηλητήρια. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται ἡ συσκευή τοῦ Marsch (σχ. 102).

Ἡ πρὸς ἐξέτασιν οὐσία τίθεται εἰς φιάλην, ὅπου παράγεται τὸ ὑδρογόνου δι' ἐπιδράσεως ὀξέος ἐπὶ ψευδαργύρου. Τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον διαβιβάζεται διὰ σωλήνος, ὅστις περιέχει βάμβακα πρὸς συγκράτησιν τῶν σταγονιδίων ποῦ ἔχουν παρατηρήσῃ. Μετὰ ταῦτα διέρχεται διὰ στενωτέρου σωλήνος, ὅστις πυροῦται ἐξωτερικῶς, κατὰ τὴν ἐξόδον του δὲ ἐκ τοῦ σωλήνος αὐτοῦ ἀναφλέγεται. Ἐπὶ τῆς φλογὸς τοποθετεῖται τὸ κοῖλον μέρος μιᾶς κήψης ἐκ πορσελάης.

Εἰς τὴν περίπτωσιν ὑπάρξεως ἀρσενικοῦ παρατηρεῖται μείωσις κηλὸς τόσο εἰς τὸ ψυχρότερον μέρος τοῦ σωλήνος, ὅσον καὶ ἐπὶ τῆς κήψης. Ἡ μέθοδος αὕτη εἶναι λίαν εὐπαθής.

**265. Χρήσεις τοῦ ἀρσενικοῦ.** Τὸ ἀρσενικὸν χρησιμοποιεῖται ὑπὸ μορφῇν διαφόρων ἐνώσεων αὐτοῦ πρὸς δηλητηρίασιν ποντικῶν ( $As_2O_3$ , καλούμενον καὶ ποντικοφάρμακον), δηλητηρίασιν ἐντόμων (ἀρσενικὸς μολύβδος) κλπ. Ὁργανικὰ ἐνώσεις τοῦ ἀρσενικοῦ ἀποτελοῦν πολὺτιμα φάρμακα, ὡς π.χ. τὸ κακοδουλκὸν νάτριον, τὸ κατὰ τῆς σιφιλίδος φάρμακον 606 κλπ.

### ANTIMONION : Sb = 120

**266. Γενικά.** Τὸ ἀντιμόνιον εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν πάντοτε ἡνωμένον. Ἡ σπουδαιότερα ἔνωσις αὐτοῦ εἶναι τὸ ὀρυκτὸν ἀντιμόνιτης ( $Sb_2S_3$ ), ἐκ τοῦ ὁποῖου καὶ ἐξάγεται διὰ πυρῶσεως καὶ συντήξεως τούτου ἐντὸς ἐιδικῆς καμίου ὀμοῦ μὲ σίδηρον :



Ἀπαντᾷ καὶ αὐτὸ εἰς τρεῖς ἀλλοτροπικὰς μορφάς, ἧτοι ὡς κίτρινον, ὡς ἄμορφον καὶ ὡς κρυσταλλικόν.

Τὸ κρυσταλλικὸν εἶναι σῶμα στερεὸν ἀργυρόλευκον, εὐθραυστον, πυκνότητος 6,68. Τήκεται εἰς  $630^\circ$  καὶ ἂν τὸ ἀναφλέξωμεν, καίεται παρέχον τριοξείδιον τοῦ ἀντιμόνιου  $Sb_2O_3$ .

Αἱ ιδιότητές του ἐν γένει εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς τοῦ ἀρσενικοῦ μὲ μεγαλυτέραν τινα ἀπόκλισιν πρὸς τὰς μεταλλικὰς ιδιότητας. Μετὰ τῶν μετάλλων παρέχει κράματα.

Ἡ κυριώτερα χρῆσις τοῦ ἀντιμόνιου εἶναι ἡ δι' αὐτοῦ παρασκευῆ τοῦ κράματος τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων. Τούτο ἀποτελεῖται ἐκ μολύβδου (50%) ψευδαργύρου (25%) καὶ ἀντιμόνιου (25%).

Κράμα ἀντιμόνιου μὲ μολύβδον εἶναι σκληρόν καὶ ἀπόρροητον ἀπὸ τὸ θεικὸν ὀξύ, χρησιμοποιεῖται δὲ διὰ δοχεῖα, σωλήνας καὶ στρόφιγγας θεικικοῦ ὀξέος κ.ο.κ.

### ΒΙΣΜΟΥΘΙΟΝ Bi = 209

**267. Γενικά.** Τὸ βισμούθιον εἶναι στοιχεῖον σπάνιον. Ἀπαντᾷ τόσον ἐλεύθερον ὅσον καὶ ὑπὸ μορφῇν ἐνώσεων, κυριώτερα τῶν ὁποῖων εἶναι ὁ βισμούθινης ( $Bi_2S_3$ ).

Εἶναι σῶμα στερεόν, χρώματος ἀργυρολευκοῦ μὲ λάψιν μεταλλικὴν καὶ ἔχει πυκνότητα  $d=9,80$ . Τήκεται εἰς  $271^\circ$  καὶ ζεεῖ εἰς  $1420^\circ$ . Κατ' ἐξάίρεσιν πρὸς τὰ ἄλλα στοιχεῖα τῆς αὐτῆς ομάδος, τὸ μέρος τοῦ βισμούθιου ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓν ἄτομον, ὅπως συμβαίνει καὶ διὰ τὰ μέταλλα.

Ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως τὸ βισμούθιον συμπεριφέρεται κυρίως ὡς τρισθενὲς μέταλλον, παρέχον μετὰ τῶν ὀξέων ἄλατα.

Ἐν τούτοις, συμπεριφέρεται καὶ ὡς ἀμέταλλον εἰς τὰς ἐνώσεις του, ὅπου ἐνεργεῖ ὡς πενταθενές. Αἱ ἐνώσεις του ὅμως αὐταὶ εἶναι πολὺ ὀλίγα καὶ ἀσταθεῖς.

Ὁρισμένα κράματα τοῦ βισμούθιου ἔχουν πολὺ χαμηλὸν σημεῖον τήξεως. Οὕτω π.χ. τὸ κράμα τοῦ Wood (Pb 2 μέρη, Sn 1 μέρος, Sb 1 μέρος καὶ Bi 4 μέρη) ἔχει σημεῖον τήξεως  $+71^\circ$ .

Ἐκ τῶν ἀλάτων τοῦ βισμούθιου σπουδαιότερον εἶναι τὸ ὑπονιτρικὸν βισμούθιον  $\text{Bi}(\text{OH})_3$   $\text{NO}_3$ , τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν φαρμακευτικὴν κατὰ τῆς εὐκολιότητος.

## Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

121. Ἐπὶ 7,8 gr Cu ἐπιρρᾷ νιτρικὸν ὀξύ. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ παραχθῆσομένου ἀερίου.

122. Θεικὸν ὀξύ ἐπιρρᾷ ἐν θερμῷ ἐπὶ 18 gr  $\text{NaNO}_3$  καθαροῦ. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ παραχθῆσομένου  $\text{HNO}_3$ .

123. Νιτρικὸν ὀξύ ἐπιρρᾷ ἐν θερμῷ ἐπὶ 6,4 gr κόνεως θείου. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ παραχθῆσομένου  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

124. Ἀσβεστος ἐν περισσειᾷ ἐπιρρᾷ ἐπὶ 25 gr καθαροῦ  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ παραχθῆσομένου ἀερίου.

125. 5 l  $\text{NH}_3$  διαλύονται εἰς ὕδωρ. Ζητεῖται πόσον βάρος  $\text{NH}_4\text{OH}$  ἔχει παραχθῆ.

126. Θεικὸν ὀξύ ἐπιρρᾷ ἐπὶ 50 gr  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Ζητεῖται πόσον ἔξινον φωσφορικὸν ἀσβέστιον θὰ παραχθῆ.

127. Διὰ θερμάνσεως μίγματος πικνῶν διαλυμάτων  $\text{NaNO}_2$  καὶ  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ἐλήφθησαν 450  $\text{cm}^3$  ἀερίου θερμοκρασίας 35° C καὶ πιέσεως 760 mm Hg. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ  $\text{NaNO}_2$  τοῦ ἑλαβε μέρους εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

128. Ἐπὶ μαγνησιονιτρίδιου ( $\text{Mg}_3\text{N}_2$ ) ἐπιρρᾷ ὕδωρ, ὅτε λαμβάνονται 250  $\text{cm}^3$   $\text{NH}_3$  ὑπὸ Κ.Σ. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ νιτρίδιου τοῦ ἑλαβε μέρους εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

129. Διὰ πυρώσεως  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  λαμβάνονται 420  $\text{cm}^3$  ἀερίου θερμοκρασίας 27° C καὶ πιέσεως 760 mmHg. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ νιτρικοῦ μολύβδου τοῦ ὑπέστη ἀποσύνθεσιν.

130. 15 gr  $\text{PCl}_5$  ἀντιδρῶν μὲ ὕδωρ. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ληφθῆσομένου ἀερίου ὑπὸ Κ.Σ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XVII

### ΟΜΑΣ IVB

### ΑΜΕΤΑΛΛΑ ΤΕΤΡΑΣΘΕΝΗ (ΟΜΑΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ)

#### ΑΝΘΡΑΞ—ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ ΜΕ ΟΞΥΓΟΝΟΝ ΠΥΡΙΤΙΟΝ—ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

268. Γενικά. Εἰς τὴν ὁμάδα τοῦ ἀνθρακος ὑπάγονται τὰ στοιχεῖα **ἄνθραξ, πυρίτιον, γερμάνιον, κασσίτερος καὶ μόλυβδος**. Ἐξ αὐτῶν τὰ δύο πρῶτα εἶναι **ἀμέταλλα** καὶ ἔχουν ἠλεκτρονικὴν διάταξιν τῆς ἐξωτάτης στιβάδος των  $2s^2 2p^2$ . Τὰ ὑπόλοιπα ἔχουν ἠλεκτρονικὴν διάταξιν  $3s^2 3p^2$ , ὑπάγονται δὲ εἰς τὰ **μέταλλα**.

Ἀπὸ ἀπόψεως σθένους, ὅλα τὰ στοιχεῖα τῆς ὁμάδος αὐτῆς εἶναι κυρίως **τετρασθενῆ**, διότι εἰς τὴν ἐξωτάτην στιβάδα τῶν ἀτόμων των ἔχουν ἀπὸ 4 ἠλεκτρόνια.

#### I. ΑΝΘΡΑΞ: C = 12

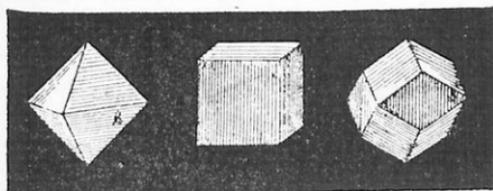
269. Προέλευσις. Ὁ **ἄνθραξ** εἶναι στοιχεῖον λίαν διαδεδομένον εἰς τὴν φύσιν καὶ ἀπαντᾷ τόσον ἐλεύθερος, ὅσον καὶ ἠνωμένος. Ὡς ἐλεύθερος ὁ ἄνθραξ ἀπαντᾷ ὑπὸ δύο κρυσταλλικὰς μορφάς, ἦτοι ὡς **ἀδάμας** καὶ ὡς **γραφίτης**, καθὼς καὶ ὡς **ἄμορφος**.

Ὡς ἠνωμένοι ἀποτελεῖ τὸ κύριον στοιχεῖον τῶν ὀργανικῶν ἐνώσεων, ἐκ τῶν ὁποίων ἀποτελοῦνται τὰ σώματα τῶν φυτῶν καὶ τῶν ζώων. Ἀπαντᾷ ἐπίσης εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ὑπὸ μορφήν διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ( $\text{CO}_2$ ) καὶ εἰς τὸ ἔδαφος ὡς ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον ( $\text{CaCO}_3$ ) κ.λ.π., ὡς συστατικὸν τοῦ πετρελαίου κ.ο.κ.

**170. Ἀλλοτροπικαὶ μορφαὶ τοῦ ἄνθρακος.** Ὁ ἄνθραξ ἀπαντᾷ ὑπὸ δύο κρυσταλλικῆς ἀλλοτροπικῆς μορφῆς, ἤτοι ὡς **ἀδάμας** καὶ ὡς **γραφίτης**. Ἐπὶ πλεόν εὐρίσκεται καὶ ὑπὸ μὴ κρυσταλλικῆν μορφήν ὡς **ἄμορφος ἄνθραξ**. Πρόσφατοι ἐργασίαι ἀπέδειξαν ὅτι καὶ ὁ ἄμορφος ἄνθραξ ἀποτελεῖται ἀπὸ μικροσκοπικῶν σωματίτιν γραφίτου, τὰ ὅποια εἶναι ἀτάκτως προσανατολισμένα ἐντὸς τῆς μάζης αὐτοῦ. Ὁ ἄμορφος ἄνθραξ περιέχει συνήθως καὶ ξένας οὐσίας ἀναλόγως τῆς προελεύσεως. Εἰς αὐτὸν ὑπάγονται οἱ **τεχνητοὶ ἄνθρακες** (ξυλάνθραξ, κῶκ, ζωϊκὸς ἄνθραξ, αἰθάλη) καὶ οἱ **γαιάνθρακες** (ἀνθρακίτης, λιθάνθραξ, λιγνίτης, τύρφη).

## Α Δ Α Μ Α Σ

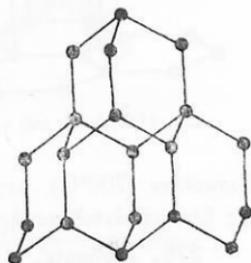
**271. Προέλευσις.** Ὁ ἀδάμας ἐξάγεται ὡς ὄρυκτον εἰς τὰς Ἰνδίας, τὴν Βραζιλίαν καὶ πρὸ πάντων εἰς τὴν Νότιον Ἀφρικήν. Ἐπετεύχθη καὶ ἡ τεχνητὴ παρασκευὴ ἀδαμάντων διὰ τῆς ἠλεκτρικῆς καμίνου (Moissan), ἀλλ' οὗτοι ἔχουν μέγεθος μικροσκοπικόν.



Σχ. 103. Φυσικοὶ ἀδάμαντες ἀκατέργαστοι.

**272. Ἰδιότητες.** Ὁ ἀδάμας κρυσταλλοῦται εἰς ὀκτάεδρα καὶ εἶναι συνήθως ἄχρους καὶ διαφανῆς (σχ. 103). Ἡ διάταξις τῶν ἀτόμων τοῦ ἄνθρακος εἰς τοὺς κρυστάλλους τοῦ ἀδαμάντου παριστᾶται διὰ τοῦ σχήματος 104. Εἶναι ἐξόχως θλα-

στικός, διότι ἔχει δείκτην διαθλάσεως 2,42, ἤτοι διπλάσιον σχεδὸν ἀπὸ τὸν τοῦ ὕδατος. Ἔνεκα τούτου τὸ φῶς ὑφίσταται εὐκόλως ὀλικὴν ἀνάκλασιν ἐντὸς τοῦ ἀδαμάντου καὶ εἰς τὸ φαινόμενον αὐτὸ ὀφείλεται ἡ λαμπρότης του. Ἡ λαμπρότης τοῦ ἀδαμάντου αὐξάνεται περισσότερον, διὰ τοῦ πολλαπλασιασμοῦ τῶν ἐπιφανειῶν του κατόπιν ἐπεξεργασίας (σχ. 105).



Σχ. 104. Δομὴ τοῦ ἀδαμάντου.

Διὰ τὴν ἐκτίμησιν τῶν ἀδαμάντων λαμβάνεται ὡς μονὰς βάρους τὸ **καράτιον** (0,2 γραμμαρίον).

Ὁ ἀδάμας ἔχει τὴν μεγαλύτεραν πυκνότητα ἀπὸ ὅλας τὰς ἀλλοτροπικῆς μορφῆς τοῦ ἄνθρακος, ἤτοι :

	Ἀδάμας	Γραφίτης	Ἄμορφος ἄνθραξ
Πυκνότης	3,52	2,25	1,7

Ὁ ἀδάμας εἶναι τὸ σκληρότερον τῶν σωμάτων κατέχων τὴν κορυφὴν τῆς κλίμακος τῆς σκληρότητος μετὰ βαθμὸν σκληρότητος 10. Χαράσσει ὅλα τὰ σώματα καὶ ὑπ' οὐδενὸς χαράσσεται. Διὰ τοῦτο ἡ ἐπεξεργασία τοῦ ἀδάμαντος γίνεται διὰ τῆς ἰδίας αὐτοῦ κόνεως.

Ὁ ἀδάμας καίεται πυρούμενος εἰς 800° ἐντὸς καθαροῦ ὀξυγόνου, ὁπότε μετατρέπεται εἰς CO<sub>2</sub>.

Τήνεται εἰς 3500° καὶ ζέει εἰς 4200°.

Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ὁ ἀδάμας τείνει νὰ μετατραπῇ εἰς γραφίτην.

Ὁ ἀδάμας εἶναι ἀπρόσβλητος ἀπὸ ὅλα τὰ ἀντιδραστήρια καὶ εἶναι ἀδιάλυτος εἰς ὅλα τὰ διαλυτικὰ ὑγρά. Εἶναι πολὺ κακὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

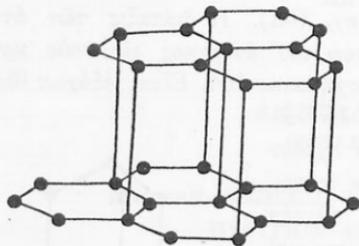
**273. Χρήσεις.** Ὁ ἀδάμας λόγῳ τῆς λαμπρότητος καὶ τῆς μεγίστης σκληρότητος αὐτοῦ χρησιμεύει ὡς πολυτίμιος λίθος. Αἱ ὀλιγώτερον καθαροὶ μορφῆ αὐτοῦ χρησιμοποιοῦνται πρὸς κατασκευὴν ἐργαλείων διὰ τὴν χάραξιν καὶ κοπὴν τῆς ὑάλου καὶ διὰ τὴν διάτρησιν σκληρῶν πετρωμάτων, πρὸς κατασκευὴν συρματοσυρτῶν διὰ πολὺ λεπτὰ σύρματα κ.ο.κ.

## Γ Ρ Α Φ Ι Τ Η Σ

**274. Προέλευσις.** Ὁ γραφίτης ἐξάγεται ὡς ὄρυκτον εἰς Ἀγγλίαν, Γαλλίαν, Ἰσπανίαν, Κεϋλάνην καὶ Σιβηρίαν (Ἰρκούτσκη).

Παρασκευάζεται καὶ τεχνητὸς γραφίτης διὰ πυρώσεως ἀμόρφου ἄνθρακος ἐντὸς ἠλεκτρικῆς καμίνου παρουσίᾳ μικρᾶς ποσότητος ὀξειδίου τοῦ ἀργιλίου, ἢ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου.

**275. Ἰδιότητες.** Εἶναι σῶμα στερεὸν μετὰ χροῶμα τεφρόχρου καὶ ὄψιν ἰνώδη,



Σχ. 106. Δομὴ τοῦ γραφίτου.

ἢ φυλλοειδῆ, διότι εἶναι κρυσταλλικός. Ἡ διάταξις τῶν ἀτόμων τοῦ ἄνθρακος εἰς τοὺς κρυστάλλους τοῦ γραφίτου παριστᾶται διὰ τοῦ σχήματος 106. Ὁ γραφίτης εἶναι μαλακός, ὥστε χαράσσεται διὰ τοῦ ὄνυχος, τριβόμενος δὲ ἐπὶ χάρτου ἀφήνει γραμμὴν. Ἔχει πυκνότητα 1,8 ἕως 2,3 ἀναλόγως τῆς προελεύσεως. Εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Εἶναι ἄτηκτος καὶ ἐξαχνούται εἰς 3500°.

Καίεται μετὰ δυσκολίαν (700°C) μετατρέπόμενος εἰς διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος. Ἀντέχει ἐπίσης εἰς ὅλα τὰ ἀντιδραστήρια ἀλλ' ὀλιγώτερον τοῦ ἀδάμαντος.

**276. Χρήσεις.** Ὁ γραφίτης χρησιμεύει διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν μολυβδοκονδύλων, κατασκευὴν χωνευτηρίων πρὸς τῆξιν μετάλλων, ἐπάλειψιν ἐπιφανείας σιδηρῶν ἀντικειμένων διὰ τὴν προφύλαξιν αὐτῶν ἐκ τῆς σκουρίας κ.ο.κ. Χρησιμεύει ἐπίσης πρὸς ἐλάττωσιν τῆς τριβῆς τῶν μηχανῶν. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται εἴτε αὐτούσιος, εἴτε προστιθέμενος εἰς λιπαντικὰ ἔλαια. Ὡς εὐηλεκτραγωγὸν σῶμα χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν γαλβανοπλαστικὴν πρὸς ἐπιμετάλλωσιν δυσηλεκτραγωγῶν ἀντικειμένων, διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν μεταλλικῶν τύπων μετὰ τοὺς ὁποίους ἐκτυποῦνται οἱ δίσκοι τῶν γραμμοφῶνων κλπ.

## ΑΜΟΡΦΟΣ ΑΝΘΡΑΞ

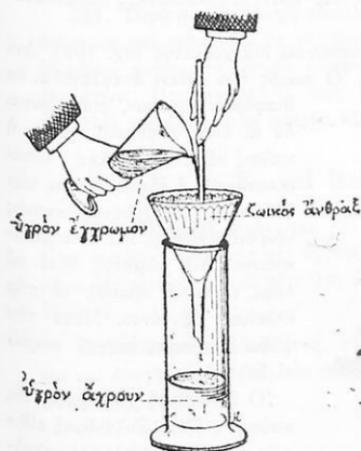
**277. Γενικά.** Ὁ ἄνθραξ εἶναι τὸ κύριον συστατικὸν τοῦ σώματος τῶν ἐμβίων. Ὡς ἐκ τούτου, αἱ ὀργανικαὶ οὐσίαι ἐν γένει, ὅταν ἀποσυντεθοῦν διὰ θερμάνσεως εἰς κλειστὸν χῶρον, ἀφήνουν ὡς ὑπόλειμμα ἄνθρακα ἄμορφον. Ἡ ἀπανθράκωσις τῶν ὀργανικῶν οὐσιῶν δύναται νὰ γίνῃ καὶ ἐν τῇ φύσει διὰ τοῦ χρόνου ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν διαφόρων γεωλογικῶν παραγόντων. Ἀναλόγως τοῦ τρόπου, κατὰ τὸν ὅποιον ἐσχηματίσθησαν αἱ διάφοροι ποικιλίαι τοῦ ἀμόρφου ἄνθρακος διακρίνονται εἰς δύο κατηγορίας, ἧται : εἰς τοὺς **τεχνητούς** καὶ εἰς τοὺς **φυσικοὺς** ἄνθρακας.

### A. ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

**278. Αἰθάλη** (φουῖμο). Ἡ αἰθάλη παράγεται κατὰ τὴν ἀτελεῖ καῦσιν ὀργανικῶν οὐσιῶν πλουσιῶν εἰς ἄνθρακα, ὡς π.χ. ρητίνης, λίπους, ναφθαλίνης κλπ. Αἱ οὐσίαι αὗται καίμεναι ἀναδίδουν μέλανα καπνόν, ὅστις περιέχει ἐν ἀφθονίᾳ ἄκαυστα μόρια ἄνθρακος. Ὁ καπνὸς οὗτος διοχετεύεται εἰς εἰδικοὺς θαλάμους, ὅπου ἀποτίθεται ἡ αἰθάλη, ἧτις συλλέγεται κατόπιν ὡς λεπτοτάτη κόκκιν.

Ἡ αἰθάλη χρησιμεύει διὰ τὴν παρασκευὴν τῆς τυπογραφικῆς μελάνης, τῆς σινικῆς μελάνης, μαύρων βερνικίων κ.λ.π.

**279. Ζωικός ἄνθραξ.** Κατὰ τὴν ἀπανθράκωσιν τῶν ὀστέων ἐν ἀπουσίᾳ ἀέρος λαμβάνεται ἓνα προϊόν, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖται ἐξ ἄνθρακος καὶ ἐκ τῶν ἀνοργάνων



Σχ. 107. Ὁ ζωικός ἄνθραξ ἀποχρωματίζει τὰ ὑγρά.



Σχ. 108. Ἀπανθράκωσις ξύλου.

οὐσιῶν τῶν ὀστέων. Τοῦτο καλεῖται **ζωικός ἄνθραξ**. Ὁ ἄνθραξ οὗτος λόγῳ τοῦ ὅτι εἶναι πορώδης καὶ λεπτότατα διαμερισμένος μεταξὺ τῆς ἀνοργάνου ὕλης ἔχει μεγάλην ἀπορροφητικὴν ἰκανότητα. Οὕτω π.χ. συγκρατεῖ τὰς χρωστικὰς οὐσίας διαφόρων ὑγρῶν, τὰ ὅποια οὕτω ἀποχρωματίζονται. Ὁ ἐρυθρὸς οὖνος ἀναμειγνύμενος μὲ ὀλίγην κόκκιν ζωικοῦ ἄνθρακος καὶ διηθεύμενος κατόπιν ἐξέρχεται ἄχρους (σχ. 107).

Ὁ ζωϊκὸς ἄνθραξ χρησιμοποιεῖται πρὸς ἀπόχρωσιν τοῦ σιροπίου, ἐκ τοῦ ὁποῖου ἐξάγεται τὸ σάκχαρον εἰς τὰ σακχαροποιεῖα. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς συγκράτησιν τῶν δηλητηριωδῶν ἀερίων εἰς τὰς ἀντιασφυζιογόνους προσωπίδας κ.ο.κ.

**280. Ὀπτάνθραξ (κώκ).** Οὗτος παράγεται ὡς δευτερεῦον προῦν εἰς τὰ ἐργοστάσια τοῦ φωταερίου. Ἀπομένει ὡς ὑπόλειμμα τῆς ἀποστάξεως τῶν λιθανθράκων ἐντὸς τῶν κεράτων τῶν ἐργοστασίων παρασκευῆς τοῦ φωταερίου. Χρησιμεῖει ὡς καύσιμος ὕλη, ἰδίᾳ δὲ εἰς τὴν μεταλλουργίαν τοῦ σιδήρου, καθὼς καὶ ὡς πρώτη ὕλη εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν.

**281. Ἄνθραξ τῶν ἀποστακτῆρων.** Εἰς τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματα τῶν κεράτων ἀποστάξεως λιθάνθρακος τῶν ἐργοστασίων φωταερίου ἀποτίθεται ἄνθραξ. Διότι τὰ ἀέρια τῆς ἀποστάξεως ἐρχόμενα εἰς ἐπαφὴν μὲ τὰ διάπυρα τοιχώματα τῶν κεράτων ἀποσυντίθενται καὶ ἀποβάλλουν ἐκεῖ ἄνθρακα. Ὁ ἄνθραξ αὐτὸς εἶναι συμπαγῆς καὶ καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τῆς θερμότητος.

Χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν ἠλεκτροδίων βολταϊκοῦ τόξου καὶ ἠλεκτρολύσεως.

**282. Ξυλάνθραξ.** Ἐὰν θερμαίνωμεν ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλήνος προιονδία ξύλου, ταῦτα βαθμηδὸν ἀπανθρακοῦνται, ἐνῶ συγχρόνως παράγονται ἀέρια καύσιμα, τὰ ὁποῖα δυνάμειθι νὰ συλλέξωμεν, ἢ καὶ νὰ ἀναφλέξωμεν (σχ. 108).

Μὲ ἀνάλογον τρόπον παρασκευάζουν ξυλάνθρακος εἰς τὴν βιομηχανίαν θερμαίνοντες ξύλα ἐντὸς χυτοσιδηρῶν κεράτων. Ὡς καύσιμος ὕλη διὰ τὴν θέρμανσιν χρησιμοποιεῖται τὸ παραγόμενον ἀέριον.

Κατὰ παλαιότεραν μέθοδον, ἥτις χρησιμοποιεῖται ἀκόμη παρ' ἡμῖν, οἱ ξυλάνθρακες παρασκευάζονται ἐντὸς τῶν δασῶν δι' ἀτελοῦς καύσεως τῶν ξύλων.

Τὰ ξύλα διατάσσονται κανονικῶς εἰς σωρὸς καὶ καλύπτονται διὰ χώματος (σχ. 109). Διὰ

να ἐξέρχονται τὰ ἀέρια καύσεως ἀφήνονται ἀνάλογοι ὅπαϊ. Ὁ σωρὸς τῶν ξύλων ἀναφλέγεται ἐκ διαφόρων σημείων, ρυθμίζονται δὲ αἱ ὅπαϊ ἀερισμοῦ, ὥστε ἡ καύσις νὰ εἶναι ἀτελής. Ὅταν συντελεσθῇ ἡ ἐξανθράκωσις τῶν ξύλων, ὁ ἐξερχόμενος καπνὸς γίνεται διαφανὴς καὶ τότε καλύπτονται διὰ χώματος ὅλα αἱ ὅπαϊ, ὥστε νὰ σβεσθῇ τὸ πῦρ ἐλλιπίει ὀξυγόνου. Μετὰ τὴν ψύξιν ἐξάγονται ἐκ τοῦ σωροῦ οἱ ξυλάνθρακες.

Ὁ ξυλάνθραξ χρησιμεῖει ὡς καύσιμος ὕλη. Ξυλάνθραξ εἰδικῶς παρασκευασθεὶς καὶ καλούμενος ἐνεργὸς ἄνθραξ ἔχει ἰδιότητας ἀνάλογους πρὸς τὰς τοῦ ζωϊκοῦ ἄνθρακος καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς μέσον ἀποχρωστικὸν καὶ ἀπορροφητικὸν διαφόρων δυσόσμων, ἢ δηλητηριωδῶν ἀερίων. Εἶδος ξυλάνθρακος χρησιμεῖει διὰ τὴν παρασκευὴν τῆς μαύρης πυρίτιδος τοῦ κυνηγιῶ.

## Β. ΦΥΣΙΚΟΙ ΑΘΡΑΚΕΣ ἢ ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΕΣ

**283. Γενικά.** Οἱ γαιάνθρακες εὐρίσκονται ἐντὸς τοῦ ἐδάφους, ὅπου ἐσχηματίσθησαν δι' ἀπανθράκωσιν διαφόρων φυτῶν καταχωσθέντων ἐκεῖ εἰς παλαιούτατας γεωλογικὰς περιόδους. Ὅσον παλαιότεροι κατὰ τὴν ἡλικίαν εἶναι οἱ γαιάνθρακες, τόσοι περισσότερον ἔχουν ἐξανθρακωθῆ.

**284. Άνθρακίτης.** Ούτος είναι ο παλαιότερος γαιάνθραξ.

Περιέχει 80 % έως 95 % άνθρακα και είναι συμπαγής, μέλας και στιλπνός. Χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμος ύλη εις τὰς θερμάστρας.

**285. Λιθάνθραξ.** Ούτος είναι νεώτερος του άνθρακίτου και πολύ άφρονότερος αὐτοῦ. Περιέχει 75 % έως 80 % άνθρακα και είναι συμπαγής επίσης και στιλπνός. Ἐνίοτε παρουσιάζει ἀποτοπώματα φύλλων ἢ κορμῶν δένδρων, ἐξ ὧν ἀναγνωρίζεται ἡ φύσις τῶν ἐξανθρακωθέντων φυτῶν (σχ. 110).

Οἱ λιθάνθρακες κατατάσσονται εις δύο ομάδας : Τοὺς **παχείς** καὶ τοὺς **ισχνούς** λιθάνθρακες. Οἱ παχείς ἐξογκοῦνται κατὰ τὴν πύρωσιν καὶ παρέχουν άφρονον φλόγα. Οἱ ισχνοὶ εἶναι συμπαγέστεροι καὶ δὲν ἀναπτύσσουν φλόγα κατὰ τὴν καύσιν.

Ὁ λιθάνθραξ, πυρούμενος ἐν ἀπουσίᾳ ἀέρος, ἐκλύει διάφορα ἀέρια (φωταέριον), παρέχει τὴν πίσσιν καὶ ἀφίνει ὡς ὑπόλειμμα τὸ κόκκιν. Καταλληλότεροι πρὸς τοῦτο εἶναι οἱ παχείς λιθάνθρακες.

**286. Λιγνίται.** Οὔτοι εἶναι ἀκόμη νεώτεροι καὶ περιέχουν άνθρακα 60 % έως 70 %. Καίμενοι ἀναδίδουν πυκνὸν καὶ δόσσομον καπνόν. Εἶναι ἀκατάλληλοι διὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ φωταερίου καὶ χρησιμεύουν εἴτε αὐτούσῳ, εἴτε κατόπιν ἐπεξεργασίας (briquettes) ὡς καύσιμος ύλη.

Ἡ Ἑλλὰς στερομένη λιθάνθρακος καὶ ἀθρακίτου ἔχει πολλὰ κοιτάσματα λιγνίτου εις Κόμην, Ἀλιβέριον, Ὠρωπὸν, Μακεδονίαν (Πτολεμαίδα) κλπ.

**287. Τύρφη.** Ἡ Τύρφη εἶναι νεώτατον εἶδος γαιάνθρακος καὶ προκύπτει ἐκ τῆς βραδείας ἀποσυνθέσεως ὑδροβίων φυτῶν, τὰ ὅποια βλαστάνουν κυρίως ἐντὸς τελημάτων. Περιέχει 15 % έως 40 % άνθρακα καὶ ἀποτελεῖ καύσιμον ύλην μικρᾶς ἀξίας.



Σχ. 110. Λιθάνθραξ ἔχων ἀποτόπωμα τοῦ φυτοῦ, ἐξ ὧν προήλθε.

### Κοινὰ ἰδιότητες πάντων τῶν ἀνθράκων

**288. Φυσικαὶ ἰδιότητες.** Ὁ άνθραξ εἶναι στερεὸς καὶ μέλας, πλὴν τοῦ ἀδάμαντος ὅστις εἶναι συνήθως διαφανὴς καὶ άχρῶς. Εἶναι ἀδιάλυτος εἰς ὅλα τὰ διαλυτικὰ μέσα, διαλυόμενος ἐν μέρει εἰς τετηγνὸτα τινὰ μέταλλα, ὡς π.χ. εἰς τετηγμένον σίδηρον. Τήνεται εἰς 3500° καὶ ζεεὶ εἰς 1200°C.

**289. Χημικαὶ ἰδιότητες.** α) Ὁ άνθραξ ἔχει μεγάλην χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὸ ὀξυγόνον καὶ ἀναπλεγόμενος εἰς τὸν ἀέρα ἢ εἰς καθαρὸν ὀξυγόνον καίεται μὲ σύγχρονον ἔκλυσιν μεγάλου ποσοῦ θερμότητος :



Ἡ θερμότης αὕτη ποῦ ἀναπτύσσεται κατὰ τὴν καύσιν τοῦ άνθρακος ἀποτελεῖ τὴν κυριωτέραν πηγὴν ἐνεργείας εἰς τὸν κόσμον.

β) Λόγω τῆς μεγάλης τοῦ χημικῆς συγγένειας πρὸς τὸ ὀξυγόνον ὁ άνθραξ εἶναι ἄριστον ἀναγωγικὸν σώμα. Ὡς τοιούτου χρησιμοποιεῖται, ὡς θὰ ἴδωμεν, ἐν τῇ μεταλλουργίᾳ πρὸς παραγωγὴν μετάλλων ἐκ τῶν ὀξειδίων αὐτῶν.

γ) Ὑπὸ ὀρισμένης συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, παρουσία καὶ καταλύτου, ὁ άνθραξ ἐλύεται καὶ μὲ τὸ ὕδρογόνο. Παράγονται οὕτω ἐνώσεις καλούμεναι **υδρογονάνθρακες**, αἱ ὅποια ἀνήκουν εἰς τὴν Ὄργανικὴν Χημείαν (συνθετικὴ βενζίνη) κ.ά.

δ) Τὸ φθόριον προσβάλλει εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν τὸν άνθρακα, ὅταν εἶναι εἰς λεπτήν κίνην, παρέχει δὲ τὴν ἐνοσίον  $CF_4$ .

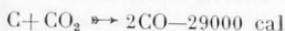
ε) Είς ύψηλὴν θερμοκρασίαν ἐνοῦται καὶ τὸ θεῖον μὲ τὸν ἀνθρακα παρέχον τὴν ἔνωσιν  $CS_2$  (θειοῦχος ἀνθραξ).

στ) Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἠλεκτρικοῦ τόξου ὁ ἀνθραξ ἐνοῦται καὶ μὲ διάφορα μέταλλα, ὡς π.χ. μὲ τὸ ἀσβέστιον εἰς τὴν ἔνωσιν ἀνθρακασβέστιον:  $CaC_2$ .

## II. ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

### A) ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ

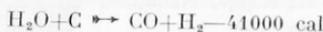
**290. Παρασκευή.** α) Ὁ ἀνθραξ, ὅταν εἶναι διάπυρος, δύναται νὰ προκαλέσῃ ἀναγωγὴν καὶ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος ἀκόμη :



Ἡ ἀντίδρασις εἶναι ἐνδοθερμική, αἱ δὲ ἀναγκαῖαι θερμίδες παρέχονται ὑπὸ τοῦ διαπύρου ἀνθρακος, ὁ ὁποῖος οὕτω ψύχεται ἀντιστοιχῶς.

Τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸ πύραυλον (μαγγάλι), ὅταν ὑπεράνω τῶν ἀνημμένων ἀνθράκων ὑπάρχῃ στρωμα διαπύρων, ἀλλὰ μὴ ἀνημμένων ἀνθράκων. Ἀνάλογον μέθοδον χρησιμοποιοῦν εἰς τὴν βιομηχανίαν πρὸς παρασκευὴν τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.

β) Μῆγμα μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ ὑδρογόνου καλούμενον **ὕδραέριον** παράγεται κατὰ τὴν διοχέτευσιν ὑδρατμῶν διὰ μέσου διαπύρων ἀνθράκων :



Ὅπως ἡ προηγουμένη, οὕτω καὶ ἡ παρούσα ἀντίδρασις εἶναι ἐνδοθερμική.

γ) Προχείρως δυνάμεθα νὰ παρασκευάσωμεν καθαρὸν CO εἰς τὸ ἐργαστήριον δι' ἐπιδράσεως πυκνοῦ  $H_2SO_4$  ἐπὶ μυρμηκικοῦ ὀξέος ( $HCOOH$ ).



Τὸ  $H_2SO_4$  ἐνταῦθα ὡς λίαν ὑδρόφιλον ἀποσπᾷ τὸ παραγόμενον ὕδωρ.

**291. Ἰδιότητες.** Εἶναι ἀέριον ἄχρουν καὶ ἄοσμον, εἰδικοῦ βάρους  $e = 28/29 = 0,967$ . Ὑγροποιεῖται ὑπὸ ἀνάλογον πίεσιν εἰς θερμοκρασίαν χαμηλοτέραν τῶν  $-139,5$ . Ὑγρὸν δὲ CO ζέει εἰς  $-192^{\circ}$ .

Ἀναφλεγόμενον εἰς τὸν ἀέρα καίεται μετὰ φλογὸς κυανῆς μετατρέπόμενον εἰς διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος :



Κατὰ τὴν καύσιν ἀναπτύσσεται σημαντικὴ θερμότης καὶ ὡς ἐκ τούτου τὸ μονοξείδιον τοῦ ἀνθρακος χρησιμοποιεῖται ἐνίοτε ὡς καύσιμος ὕλη διὰ μηχανὰς (μηχανὰι πτωχοῦ ἀερίου).

Τὸ CO ἔχον ἀνάγκην καὶ ἄλλου ὀξυγόνου ἀνάγει εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τὰ ὀξείδια τῶν μετάλλων :



Τῇ ἐνεργείᾳ φωτεινῶν ἀκτίνων τὸ CO ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μὲ τὸ χλώριον παρέχον τὴν ἔνωσιν ὀξυχλωριοῦχον ἀνθρακα, ἢ φωσγένιον :



Ἀπὸ τὴν βαθυτέραν μελετὴν τοῦ μορίου τοῦ CO προκύπτει ὅτι εἰς αὐτὸ τὸ ἄτομον τοῦ ἀνθρακός συνδέεται μὲ τὸ ἄτομον τοῦ ὀξυγόνου διὰ τριπλοῦ δεσμοῦ.

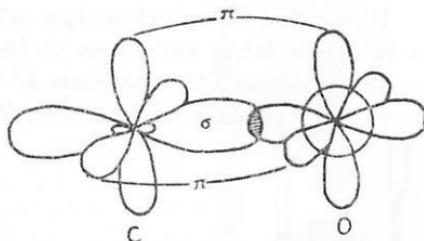


Ἐν εἰς ἐκ τῶν τριῶν δεσμῶν εἶναι σύνδεσμος δεσμικότητος. Γραφικῶς παριστάται τοῦτο διὰ τοῦ σχήματος 111.

**292. Ἀνίχνευσις.** Τὸ CO ἐν μίγματι μετ' ἄλλων ἀερίων ἀνιχνεύεται καὶ προσδιορίζεται ποσοτικῶς διὰ διαβιβάσεως διὰ μέσου διαλύματος  $Cu_2Cl_2$ , ὑπὸ τοῦ ὁποῦν ἀπορροφᾶται.

**293. Χρήσεις.** Τὸ CO ἀποτελοῦν τὸ κύριον συστατικόν τοῦ ὕδραερίου καὶ τοῦ πτωχῶν ἀερίου εὐρίσκει μεγάλας βιομηχανικὰς ἐφαρμογὰς ὡς καύσιμος ὕλη καὶ ὡς ἀναγωγικὸν μέσον εἰς τὴν μεταλλουργίαν.

**294. Τοξικότης.** Τὸ μονοξειδίον τοῦ ἀνθρακός εἶναι ἰσχυρὸν δηλητήριον, ἐπικίνδυνον δὲ καὶ εἰς μικρὰς ἀκόμη δόσεις, διότι ἡ ἐνέργειά του εἶναι παρατεταμένη. Εἰσερχόμενον διὰ τῆς εἰσπνοῆς εἰς τὸ αἷμα ἐνοῦται μετὰ τῆς αἰμοσφαιρίνης τῶν ἐρυθρῶν αἰμοσφαιρίων καὶ σχηματίζει μετ' αὐτῆς ἑνωσιν σταθεράν. Οὕτω τὰ ἐρυθρὰ αἰμοσφαίρια ἀχρηστεύονται, διότι δὲν δύνανται πλέον νὰ προσλάβουν ὀξυγόνον.



Σχ. 111. Σχηματικὴ παράστασις τοῦ ἡλεκτρονικοῦ συνδέσμου εἰς τὸ μόριον τοῦ CO.

**295. Ὑδραέριον.** Τοῦτο εἶναι μίγμα ἴσων μερῶν CO καὶ  $H_2$ , παράγεται δὲ ἐν τῇ βιομηχανίᾳ διὰ διοχετεύσεως ὕδρατμῶν διὰ μέσου διαπύρων ἀνθράκων :



Χρησιμοποιεῖται τόσον ὡς καύσιμος ὕλη, ὅσον καὶ ὡς πρώτη ὕλη διὰ τὴν συνθετικὴν παρασκευὴν διαφόρων ὀργανικῶν ἐνώσεων.

**296. Πτωχὸν ἀέριον.** Τοῦτο καλούμενον καὶ ἀνθρακίον παράγεται διὰ διοχετεύσεως ἀέρος διὰ μέσου στήλης ἀνθρακός, εἰς τὴν βάσιν τῆς ὁποίας οὗτος καίεται. Ὁ ἀήρ διὰ τοῦ ὀξυγόνου του διατηρεῖ τὴν καύσιν τοῦ ἀνθρακός τῆς στήλης παραγομένου κατ' ἄρχὰς  $CO_2$ . Τοῦτο ἀνερχόμενον ἐν τῇ στήλῃ διὰ μέσου στρωμάτων διαπύρου ἀνθρακός ὑφίσταται ἀναγωγὴν καὶ μετατρέπεται εἰς CO :



Οὕτω, τὸ ἐκ τῆς στήλης ἐξερχόμενον ἀέριον περιέχει κυρίως ἄζωτον καί, ἀντὶ ὀξυγόνου, μονοξειδίον τοῦ ἀνθρακός. Τὸ ἀέριον αὐτὸ χάρις εἰς τὸ CO, ποῦ περιέχει, εἶναι καύσιμον καὶ χρησιμοποιεῖται ἐνίοτε ὡς τοιοῦτον. Παρέχει ὅμως μικρὸν ἀριθμὸν θερμίδων καὶ δι' αὐτὸ ἐκλήθη «**πτωχὸν ἀέριον**».

## B) ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΟΣ : $CO_2 = 44$

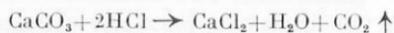
**297. Προέλευσις.** Τὸ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακός, καλούμενον καὶ ἀνθρακικὸν ὀξύ, διότι εἶναι ἀνυδρίτης τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος, εὐρίσκεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν (0,03 %), ἐν διαλύσει εἰς τὰ φυσικὰ ὕδατα, ἐκλύεται δὲ καὶ εἰς τὰ ἠψίαστεια

ὡς καὶ εἰς ὠρισμένας ρωγμὰς τοῦ ἐδάφους, ὡς π.χ. εἰς τὸ σπήλαιον τοῦ κυνὸς ἐν Νεαπόλει τῆς Ἰταλίας καὶ εἰς τὸ Σουσάκιον παρ' ἡμῶν.

**298. Παρασκευὴ.** α) Κατὰ τὴν τελείαν καύσιν τοῦ ἀνθρακος παρουσιάζει ἀφθόνην ὀξυγόνου :



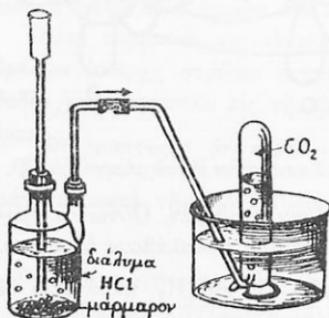
β) Καθαρὸν  $CO_2$  λαμβάνομεν εἰς μικρὰν ποσότητα δι' ἐπιδράσεως ὀξέος ἐπὶ μαρμάρου :



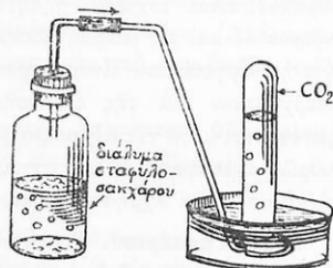
Πρὸς τοῦτο, θέτομεν τὰ τεμάχια τοῦ μαρμάρου ἐντὸς ὑαλίνης φιάλης καὶ χέομεν ἐπ' αὐτῶν ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ (σχ. 112).

Τὸ ἐκλυόμενον  $CO_2$  συλλέγομεν δι' ἐκτοπίσεως ὕδατος.

γ) **Βιομηχανικῶς** λαμβάνεται συνήθως ὡς δευτερεύον προϊόν κατὰ τὴν πα-



Σχ. 112.  
Παρασκευὴ  $CO_2$ .



Σχ. 113. Παρασκευὴ  $CO_2$  διὰ ζυμώσεως χυμοῦ σταφυλῶν.

ρασκευὴν τῆς ἀσβεστοῦ ἢ τῆς μαγνησίας. Ὁ ἀσβεστόλιθος ( $CaCO_3$ ) καὶ ὁ λευκόλιθος ( $MgCO_3$ ) πυρούμενοι εἰς εἰδικὰς καμίνους ἀποσυντίθενται εἰς ὀξείδια τῶν ἀντιστοιχῶν μετάλλων καὶ  $CO_2$ , ἤτοι :



Τὸ ἀναπτυσσόμενον  $CO_2$  συλλέγεται καὶ ὑγροποιεῖται διὰ πίεσεως ἐντὸς χαλυβδίνων φιαλῶν (ὀβίδες μὲ  $CO_2$ ).

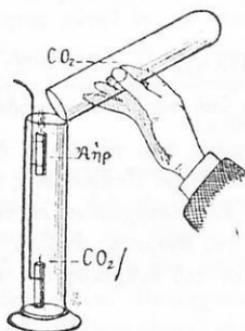
δ) Κατὰ τὴν οἰνοπνευματικὴν ζύμωσιν τῶν σακχαρούχων χυμῶν ἀναπτύσσεται  $CO_2$ , τὸ ὁποῖον δυνάμεθα νὰ συλλέξωμεν (σχ. 113).

**299. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Εἶναι ἀέριον ἄχρουν, γύσεως ὑποζίνου καὶ ἀναφυκτικῆς. Εἶναι ὀλίγον βαρύτερον τοῦ ἀέρος, διότι ἔχει εἰδικὸν βάρους  $= 44/29 = 1,52$ . Ὡς ἐκ τούτου δύνανται νὰ μεταγγισθῇ ἀπὸ δοχείου εἰς δοχεῖον, ὅπως καὶ τὰ ὑγρά. Τοῦτο δυνάμεθα νὰ διαπιστώσωμεν, ἐὰν θέσωμεν ἐντὸς κυλίνδρου δύο κηρία ἀνημμένα, τὸ ἐν ὑπεράνω τοῦ ἄλλου καὶ χύσωμεν ἐντὸς αὐτοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Τοῦτο κατερχόμενον εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου προκαλεῖ τὴν σβῆσιν τοῦ χαμηλοτέρου κηρίου, ἐνῶ τὸ ὑπεράνω αὐτοῦ κηρίον ἐξακολουθεῖ νὰ καίεται (σχ. 114).

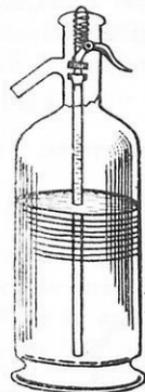
Οἱ κατερχόμενοι εἰς ὑπογείους οἰνατοθήκας πρέπει νὰ φέρουν μαζί των καὶ ἕνα λύχνον ἀνημμένο, διὰ νὰ ἐλέγχουν ἐὰν ὁ ἀήρ τοῦ υπογείου εἶναι κατάλληλος πρὸς ἀναπνοήν, ἢ πλήρης διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Ἐὰν ὁ λύχνος κατὰ τὴν κάθοδον σβεσθῇ καὶ δὲν ἀνάπτῃ οὔτε τὸ πυρεῖον, τότε πρέπει νὰ ἀπομακρυνθῇ ἀμέσως ὁ κατερχόμενος καὶ νὰ ἀερίσῃ καλῶς τὸ ὑπόγειον.

Τὸ  $\text{CO}_2$  διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ. Ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν εἰς ὄγκος ὕδατος διαλύει ἴσον ὄγκον  $\text{CO}_2$ . Αὐξανομένης τῆς πίεσεως αὐξάνεται ἀντιστοίχως καὶ ὁ ὄγκος τοῦ διαλυομένου ἀερίου. Οὕτω π.χ. τὸ ὕδωρ Seltz περιέχει ἐν διαλύσει ὑπὸ πίεσιν 4 ἀτμοσφαιρῶν τετραπλάσιον ὄγκον  $\text{CO}_2$  (σχ. 115).

Τὸ  $\text{CO}_2$  ὑγροποιεῖται εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ὑπὸ πίεσιν 50 ἀτμοσφαιρῶν καὶ ὡς τοιοῦτον φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ἐντὸς χαλυβδίνων φιαλῶν. Ἐὰν ἀρήσωμεν νὰ ἐξατμισθῇ ἀποτόμως



Σχ. 114. Τὸ  $\text{CO}_2$  εἶναι βαρύτερον τοῦ ἀέρος.



Σχ. 115. Φιάλη ὕδατος Seltz.

ὑγρὸν διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, παράγεται ἔντονος ψύξις, ὥστε ἓνα μέρος αὐτοῦ στερεοποιεῖται ὑπὸ μορφῆν χιόνος. Ἡ χιών τοῦ  $\text{CO}_2$  ἐξατμιζομένη ἔχει θερμοκρασίαν  $-85^\circ$  (ξηρὸς πάγος).

**300. Χημικαὶ ἰδιότητες.** α) Τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος εἶναι ἀνυδρίτης ὀξέος, διότι τὸ διάλυμά του εἰς τὸ ὕδωρ ἐρυθραίνει τὸ κυανοῦν βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου :

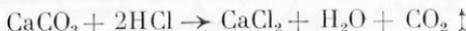


Τὸ ὀξύ αὐτὸ καλεῖται **ἀνθρακικὸν ὀξύ**.

β) Τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ εἶναι διβασικὸν καὶ παρέχει μετὰ τῶν βάσεων ἄλατα ὀξινὰ καὶ οὐδέτερα :



γ) Τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ εἶναι λίαν ἀσθενές. Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν συνήθων ὀξέων ἐκδιώκεται ἐκ τῶν ἀλάτων αὐτοῦ.



δ) Κατὰ τὴν ἀνωτέρω ἀντίδρασιν ἐκλύεται ἀέριον  $\text{CO}_2$ . Τὸ ἐλευθερούμενον δηλ. ὀξύ διασπᾶται αὐτομάτως εἰς  $\text{H}_2\text{O}$  καὶ  $\text{CO}_2$  :



Οὕτω, τὸ ἐλεύθερον ἀνθρακικὸν ὀξύ ἀνταποκρινόμενον εἰς τὸν τύπον  $\text{H}_2\text{CO}_3$  δὲν δύναται νὰ ὑπάρξῃ. Μόνον ἀραιὰ διαλύματα αὐτοῦ ἐντὸς ὕδατος ὑπάρχουν. Εἰς χαμηλὴν θερμοκρασίαν καὶ ὑπὸ πίεσιν κατωρθώθη νὰ ληφθοῦν κρύσταλλοι τοῦ ὕδριτου :  $\text{CO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

ε) Δικυγές διάλυμα καυστικῆς ἀσβέστου (ἀσβέστιον ὕδωρ) γίνεται θολόν, ὅταν

δι' αὐτοῦ διέλθη διοξειδίων τοῦ ἄνθρακος, διότι σχηματίζεται τότε ἀδιάλυτον ἄνθρακικὸν ἀσβέστιον :



Ἡ ἀντίδρασις χρησιμεύει συνήθως διὰ τὴν ἀνίχνευσιν τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος.

στ) Ἐάν εἰς τὸ ἀνωτέρω θολὸν ὑγρὸν ἐξακολουθήσωμεν τὴν διαχέτευσιν τοῦ  $\text{CO}_2$ , ἐπέρχεται διαχύσις αὐτοῦ, διότι μὲ τὴν περίσσειαν τοῦ  $\text{CO}_2$  τὸ ἀδιάλυτον  $\text{CaCO}_3$  μετατρέπεται εἰς εὐδιάλυτον ὄξινον ἄλας :

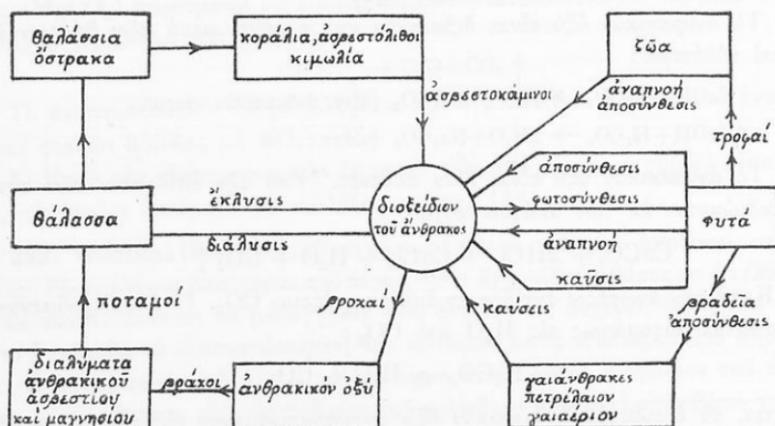


Οὕτω ἐξηγεῖται ἡ διάλυσις τῶν ἀσβεστολίθων ὑπὸ τῶν φυσικῶν ὑδάτων.

**301. Φυσιολογικὴ ἐνέργεια.** Ὅταν ὁ ἀήρ περιέχῃ ἄνω τῶν 25 % διοξειδίων τοῦ ἄνθρακος, τότε εἶναι ἀκατάλληλος διὰ τὴν ἀναπνοὴν καὶ εἰσπνεόμενος προκαλεῖ τὸν ἐξ ἀσφυξίας θάνατον. Τοῦτο δὲ διότι ὁ τοιοῦτος ἀήρ εἰσερχόμενος εἰς τοὺς πνεύμονας δὲν δύναται νὰ προσλάβῃ καὶ νέον διοξειδίων τοῦ ἄνθρακος ἀπὸ τὸ αἷμα καὶ ἀνταλλάξῃ αὐτὸ μὲ τὸ ὄξυγόνον. Ὅθεν, τὸ διοξειδίων τοῦ ἄνθρακος δὲν εἶναι μὲν δηλητηριῶδες, ἀλλ' εἶναι ἀσφυκτικόν.

**302. Τὸ διοξειδίων τοῦ ἄνθρακος τῆς ἀτμοσφαιρας.** Εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν εἰσέρχεται διαρκῶς διοξειδίων τοῦ ἄνθρακος τὸ ὅποιον προέρχεται :

- α) Ἐκ τῆς καύσεως ἀπὸ τὸν κόσμον τῶν διαφόρων ἄνθρακώδων ὑλῶν.
  - β) Ἐκ τῆς ἀναπνοῆς τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν.
  - γ) Ἐκ τῶν ἠφαιστείων καὶ τῶν διαφόρων ρωγμῶν τοῦ ἐδάφους, ὅπου ἀναφυσᾶται τὸ ἀέριον τοῦτο.
  - δ) Ἐκ τῶν οἰνοπνευματικῶν ζυμώσεων ἐν γένει.
  - ε) Ἐκ τῶν ἀσβεστοκαμίνων ἐν γένει κ.ο.κ.
- Ἐν τούτοις, ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀέρος εἰς  $\text{CO}_2$  παραμένει σταθερὰ εἰς τὴν ἀνα-



Σχ. 116. Ὁ κύκλος τοῦ ἄνθρακος ἐν τῇ φύσει.

λογίαν τῶν 0,03 %. Τοῦτο ἐξηγεῖται, διότι τὰ φυτὰ χρησιμοποιοῦν τὸ  $\text{CO}_2$  πρὸς θρέψιν καὶ τὸ παραλαμβάνουν κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἡμέρας διὰ τῶν πράσινων

αυτῶν μερῶν (ἀφομοίωσις). Ἐξ ἄλλου, τὸ ὕδωρ τῆς βρογχῆς διαλύει καὶ παρασύρει πρὸς τὸ ἔδαφος μέρος τοῦ  $\text{CO}_2$  τῆς τρισοφαίρας. Ἐξ αὐτοῦ ἓνα ποσοστὸν δεσμεύεται, διότι μὲ τὰ στοιχεῖα τοῦ ἐδάφους σχηματίζει ἀνθρακικὰ ἄλατα.

Τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ἀπορροφᾷ ἐπίσης ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας, ἢ ἐκλύει εἰς αὐτὴν  $\text{CO}_2$ , ἀναλόγως τῶν συνθηκῶν καὶ οὕτω φαίνεται ὅτι ἐνεργεῖ ὡς ρυθμιστὴς τῆς περιεκτικότητος αὐτοῦ ἐν τῷ ἀέρι (σχ. 116).

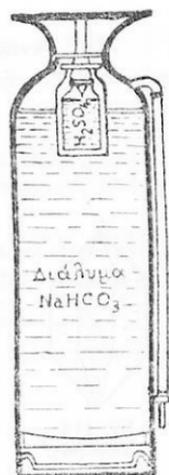
**303. Ἀνίχνευσις.** Τὸ  $\text{CO}_2$  ἀνιχνεύεται διὰ διαβιβάσεως αὐτοῦ εἰς ἀβέστιον ὕδωρ, ὑπὸ τε ἐμφανίζεται θλόωμα λόγῳ κατακρημνίσεως ἀδιάλυτου ἄλατος  $\text{CaCO}_3$ :



**304. Χρήσεις τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος.** Τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν ἀεριοῦχων ποτῶν, ὡς αἱ λεμονάδες, τοῦ ὕδατος Seltz, διὰ τὴν πίεσιν καὶ διοχέτευσιν τοῦ ζύθου, εἰς τὸν ὁποῖον δίδει καὶ τὴν εὐφραντικὴν αὐτοῦ γεῦσιν κ.λ.π. Βιομηχανικῶς χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βιομηχανίαν τοῦ σακχάρου, τὴν παρασκευὴν τῆς σόδας κ.λ.π.

Τὸ διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος χρησιμεύει ἐπίσης ὡς μέσον διὰ τὴν κατάψεσιν τῶν πυρκαϊῶν (σχ. 117).

Τέλος, τὸ στερεὸν  $\text{CO}_2$  ὑπὸ τὸ ὄνομα **ξηρὸς πάγος** χρησιμοποιεῖται ὡς ἐντονον ψυκτικὸν μέσον, ἀκόμη δὲ καὶ διὰ τὴν πρόκλησιν τεχνητῆς βρογχῆς διασκορπιζόμενον δι' ἀεροπλάνου ἐντὸς νέφους.



Σχ. 117. Φορητὸς πυροσβεστήρ μὲ  $\text{CO}_2$ .

### III'. ΠΥΡΙΤΙΟΝ $\text{SI} = 28$

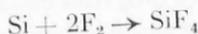
**305. Προέλευσις.** Τὸ πυρίτιον εὑρίσκεται ἀφθονον καὶ λίαν διαδεδομένον εἰς τὴν φύσιν, ἀλλ' ἀπαντᾷ πάντοτε ἠνωμένον καὶ οὐχὶ ἐλεύθερον. Σπουδαιότερα ὄρυκτὰ τοῦ πυρίτιου εἶναι τὸ **ὄξειδιον αὐτοῦ ( $\text{SiO}_2$ )**, ἡ **ἄργιλος**, ὁ **ἄστριος**, ὁ **μαρμαρυγίας** καὶ ὁ **ἀμίαντος**.

**306. Παρασκευὴ.** Τὸ πυρίτιον παρασκευάζεται δι' ἀναγωγῆς τοῦ ὄξειδιου τοῦ ὑπὸ μαγνησίου εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν:



**307. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ πυρίτιον ἀπαντᾷ ὑπὸ δύο ἄλλοτροπικὰς μορφαί, ἦτοι: α) **Ἀμορφον πυρίτιον.** Τοῦτο εἶναι κόμης καστανόχρους πυκνότητος 2,35. β) **Κρυσταλλικὸν πυρίτιον.** Τοῦτο κρυσταλλοῦται εἰς δικτάεδρα καὶ ἔχει χροῶμα μολυβδόχρου μὲ λάμψιν μεταλλικὴν, εἶναι δὲ σκληρότερον τῆς ὕλης. Ἐχει πυκνότητα 2,42 καὶ τήκεται εἰς 1420°, ἐξαχνούμενον ἐν τῷ μεταξὺ ἀφθόνως.

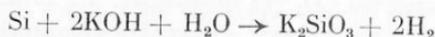
**308. Χημικαὶ ιδιότητες.** α) Προσβάλλεται ἐν ψυχρῷ μόνον ὑπὸ τοῦ φθορίου:



Τὰ λοιπὰ ἀλογόνα προσβάλλουν τὸ πυρίτιον ἐν θερμῷ μόνον.

β) Πυρούμενον ἐν ἀέρι ἐξάχνουται καὶ εἰς  $\text{SiO}_2$ .

γ) Ἐν θερμῷ ἐνοῦται καὶ μετὰ τῶν καυστικῶν ἀλκαλιῶν παρέχον πυριτικά ἄλατα :



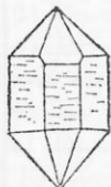
δ) Εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἠλεκτρικοῦ τόξου ἐνοῦται καὶ μὲ τὸν ἄνθρακα εἰς ἀνθρακοπυρίτιον (SiC), τὸ ὁποῖον εἶναι σῶμα σκληρότατον καλούμενον καὶ Carborundum.

**309. Χρήσεις.** Τὸ πυρίτιον χρησιμοποιεῖται κυρίως ὑπὸ μορφήν κράματος μὲ σίδηρον (σιδηροπυρίτιον). Τοῦτο εἶναι λίαν ἀνθεκτικὸν εἰς τὰ ὀξέα, δι' ὃ καὶ κατασκευάζουν ἐξ αὐτοῦ ἀποστακτῆρας ὀξέων κ.λ.π.

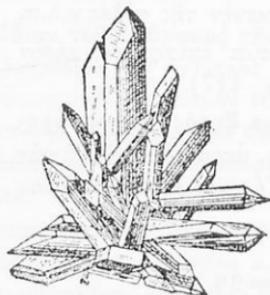
#### IV. ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ

##### A) ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΝ ΤΟΥ ΠΥΡΙΤΙΟΥ SiO<sub>2</sub>

**310. Γενικά.** Τὸ διοξειδίου τοῦ πυριτίου εἶναι ἐν ἀπὸ τὰ πλέον διαδεδομένα σώματα τῆς γῆς. Εἶναι σῶμα **πολύμορφον** καὶ ἀπαντᾷ ὑπὸ διαφόρους μορφάς:



Σχ. 118.  
Χαλαζίας.



Σχ. 119.  
Ὅρεα κρύσταλλος.

Ἡ ἄμμος, οἱ χάλικες, αἱ μυλόπετραι, ὁ πυρίτης λίθος (στουρνάρωπετρα) κ.ἄ. εἶναι διοξειδίου τοῦ πυριτίου ἀναμεμιγμένον μὲ ὀξειδίου τοῦ ἀργιλίου καὶ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου.

Κρυσταλλικὴ μορφή τοῦ διοξειδίου τοῦ πυριτίου εἶναι ὁ **χαλαζίας**, ὅστις κρυσταλλοῦται ὑπὸ μορφήν ἐξαγωνικῶν πρισμάτων (σχ. 118).

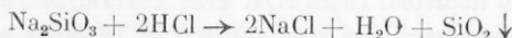
Καθαρωτάτη καὶ διαφανῆς μορφή τοῦ χαλαζίου καλεῖται ὄρεα κρύσταλλος (σχ. 119).

Συνηθέστερον οἱ κρύσταλλοι τοῦ χαλαζίου εἶναι ἀδιαφανεῖς καὶ γαλακτόχροοι. Ἐγχρωμοὶ δὲ καὶ διαφανεῖς μορφαὶ τοῦ χαλαζίου ἀποτελοῦν πολυτίμους λίθους, ὡς π.χ. ὁ **ἀμέθυστος** (ἰόχρους) κ.ἄ.

Τὸ SiO<sub>2</sub> ἀπαντᾷ ἀκόμη καὶ ὡς ἄμορφον, ὡς π.χ. ὁ **ἀγάτης**, ὁ **ἴασις** κ.ἄ.

Τέλος, τὸ διοξειδίου τοῦ πυριτίου εὐρίσκεται καὶ διαλελυμένον εἰς ἕχγη ἐντὸς τῶν φυσικῶν ὑδάτων καὶ δι' αὐτῶν εἰσέρχεται εἰς τὰ σώματα τῶν φυτῶν.

Εἰς τὸ ἐργαστήριον παρασκευάζομεν τὸ SiO<sub>2</sub> δι' ἐπιδράσεως HCl ἐπὶ πυριτικοῦ νατρίου :



**311. Πολυμορφισμός.** Τὸ φαινόμενον, κατὰ τὸ ὅποιον ἓνα σύνθετον σῶμα, ὡς π.χ. τὸ SiO<sub>2</sub> ἀπαντᾷ ὑπὸ δύο ἢ περισσοτέρας μορφάς, καλεῖται **πολυμορφισμός**. Τὰ τοιαῦτα σώματα καλοῦνται **πολύμορφα** σώματα.

**312. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ SiO<sub>2</sub> εἶναι σῶμα πολὺ σκληρόν, ὥστε χαράσσει εὐκόλως τὴν ὑάλον, ἔχει δὲ πυκνότητα 2,6. Εἶναι λίαν δύστηκτον καὶ ὅταν ταχῆ λαμβάνει σύστασι κολλώδη. Δυνάμεθα τότε νὰ σύρωμεν ἐξ αὐτοῦ νήματα καὶ νὰ κατασκευάσωμεν σωλῆνας καὶ ἄλλα εἶδη ἀνελαστικῶν. Τὰ κρυσταλλικὰ πρισμάτια εἶναι διαφανῆ

ώς ύάλινα, πλεονεκτούν όμως των υάλινων, διότι : α) Είναι λίαν δύσπηκτα και β) Δύνονται να ψυχθούν άποτόμως, ως π.χ. να βυθισθούν διάπυρα εντός ψυχροῦ ὕδατος, χωρὶς νά θραυσθοῦν. Τοῦτο ὀφείλεται εἰς τὴν πολὺ μικρὰν τιμὴν τοῦ συντελεστοῦ διαστολῆς τοῦ χαλαζίου, ὅστις εἶναι τὸ 1)20 περίπου τοῦ τῆς ὕαλου.

**313. Χημικαὶ ιδιότητες.** α) Τὸ  $\text{SiO}_2$  εἶναι ἀνυδρίτης τοῦ πυριτικοῦ ὀξέος καὶ ὡς ἐκ τούτου ἐκδιώκει τὸ  $\text{CO}_2$  ἐκ τῶν ἀνθρακικῶν ἀλάτων, ὅταν πυρωθῇ μετ' αὐτῶν, σχηματιζομένων πυριτικῶν ἀλάτων :



β) Τὸ  $\text{SiO}_2$  εἶναι ἀπρόσβλητον ὑπὸ τῶν διαφόρων ἀντιδραστηρίων πλὴν τοῦ ὕδροφθορίου, ὑπὸ τοῦ ὁποίου προσβάλλεται :



γ) Θερμινόμενον μετ' ἀνθρακος ἐντός ἠλεκτρικῆς καμίνου εἰς 2000° κατ' ἀρχὰς μὲν ἀνάγεται εἰς ἐλεύθερον πυρίτιον παρκαγομένου μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος :



Τὸ ἐλευθερούμενον δὲ πυρίτιον ἐνοῦται περαιτέρω μὲ τὸν ἐν περισσεῖα εὐρισκόμενον ἀνθρακα καὶ σχηματίζει τὸ ἀνθρακοπυρίτιον  $\text{SiC}$ . Τοῦτο εἶναι σῶμα σκληρότατον καὶ χρησιμοποιεῖται ἀντὶ τῆς σμύριδος ὑπὸ τὸ ὄνομα Carborundum (1).

**314. Χρήσεις.** Ἡ ὀρεία κρύσταλλος χρησιμεύει διὰ τὴν κατασκευὴν ὀργάνων, συσκευῶν χημείας ἀνθεκτικῶν εἰς τὸ πῦρ, λαμπτήρων δι' ὑπεριώδεις ἀκτῖνας κλπ.

Εἶδη τινὰ ἐγχρώμου χαλαζίου χρησιμοποιοῦνται ὡς κοσμητικοὶ λίθοι.

Ἡ πυριτικὴ ἄμμος χρησιμεύει εἰς τὴν παρασκευὴν τῆς ὕαλου καὶ εἰς τὴν οἰκοδομικὴν κ.ο.κ.

## B) ΥΑΛΟΣ — ΠΥΡΙΤΙΚΑ ΟΞΕΑ

**315. Ὑαλος.** Ἡ ὕαλος εἶναι ὁμοιογενὲς μίγμα πυριτικοῦ νατρίου ἢ καλίου μὲ διάφορα πυριτικά ἄλατα, ἤτοι τοῦ ἀσβεστίου, τοῦ μολύβδου, ἢ τοῦ ψευδαργύρου.

Ὅταν ἡ ὕαλος εἶναι τετηγμένη καὶ ψύχεται, γίνεται κατ' ἀρχὰς πυκνόρρευτος, ἔπειτα δὲ ἰξώδης, πλαστικὴ καὶ τέλος λαμβάνουσα ὅλας τὰς ἐνδιαμέσους μορφάς, στερεοποιεῖται.

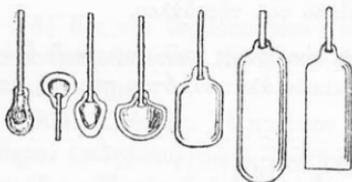
Τὸ μέγα διάστημα τῆς θερμοκρασίας, κατὰ τὴν ὁποίαν ἡ ὕαλος παραμένει ἰξώδης καὶ πλαστικὴ, ἐπιτρέπει νὰ τὴν ἐπεξεργασθῶμεν καὶ νὰ δώσωμεν εἰς αὐτὴν ποικίλας μορφάς. Ἡ ἐπεξεργασία γίνεται συνήθως μὲ τὴν βοήθειαν μακροῦ σιδηροῦ σωλήνος (πίπα).

Τὸ ἄκρον τοῦ σωλήνος αὐτοῦ βυθίζεται ἐντός τῆς καμίνου καὶ παραλαμβάνει μίαν ποσότητα τετηγμένης ὕαλου. Κατόπιν ἀπὸ τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ σωλήνος ὁ ὕαλουεργὸς φυσᾷ διὰ τοῦ στόματος καὶ σχηματίζει οὕτω φουσαλίδα. Διὰ καταλλήλων κινήσεων τοῦ σωλήνος, ἢ καὶ μὲ τὴν βοήθειαν

(1) Ἀκόμη σκληρότερα τούτου πλησιάζοντα τὴν σκληρότητα τοῦ ἀδάμαντος εἶναι τὰ : ἀνθρακοβολφράμιον καὶ ἀνθρακοτιτάνιον. Ταῦτα παρασκευάζονται τεχνικῶς καὶ χρησιμοποιοῦνται ἀντὶ τοῦ ἀραιβοῦ ἀδάμαντος.

διαφόρων τύπων (καλουπίων) δίδεται εις τὴν φυσαλίδα τὸ ἐπιθυμητὸν σχῆμα. Κατ' ἀνάλογον τρόπον γίνονται καὶ οἱ ὑαλοπίνακες τῶν παραθύρων (σχ. 120).

Αἱ κρυστάλλοι τῶν προθηκῶν χίνονται ἐπὶ ὀριζοντίῳ τραπέζῳ καὶ κυλινδρῶνται (σχ. 121).

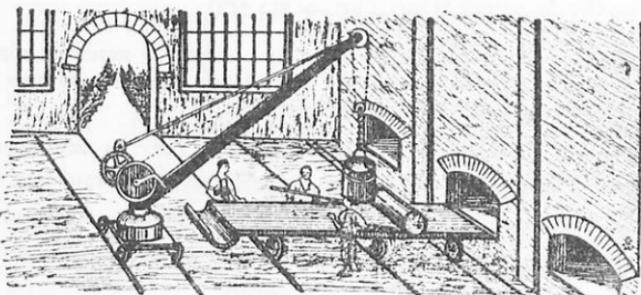


Σχ. 120. Αἱ διάφοροι φάσεις τῆς διαμορφώσεως τῆς φυσαλίδος πρὸς κατασκευὴν ὑαλοπινάκων.

Ἐπιπλέον ὑπὸ μορφὴν λεπτοτάτων ἰνῶν χρησιμοποιεῖται τελευταίως πρὸς κατασκευὴν νημάτων καὶ ὑφασμάτων. Ταῦτα χρησιμοποιοῦνται δι' εἰδικούς σκοπούς, διότι εἶναι ἀκίονα καὶ μονωτικὰ τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

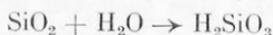
**316. Πυριτικά ὀξέα.** Τὸ  $\text{SiO}_2$  εἶναι ἀνυδρίτης σειρᾶς ὀξέων, τὰ ὅποια δὲν ὑπάρχουν ἐν ἐλευθέρῳ καταστάσει, ἀλλὰ μόνον ὑπὸ μορφὴν ἀλάτων. Οὕτω π.χ.

α) Ἐνούμενον μὲ δύο μόρια ὕδατος παρέχει τὸ κανονικὸν πυριτικὸν ὀξύ, τοῦ τύπου  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ :



Σχ. 121. Κατασκευὴ κρυστάλλων.

β) Ἐνούμενον μὲ ἓνα μόριον ὕδατος παρέχει τὸ μεταπυριτικὸν ὀξύ, τὰ ἅλατα τοῦ ὁποίου εἶναι καὶ τὰ συνηθέστερα καλούμενα πυριτικά ἅλατα:



Μίγματα τοιοῦτων πυριτικῶν ἀλάτων εἶναι, ὡς εἶδομεν, αἱ ὑαλοί.

#### Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

131. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ  $\text{CO}$  ποῦ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀναγωγὴν 25 gr  $\text{CuO}$ .

132. Ὑδροχλωρικὸν ὀξύ ἐν περισσειᾷ ἐπιδρᾷ ἐπὶ ἀββεστολίθου βάρους 50 gr καὶ περιεκτικότητος 80% εἰς  $\text{CaCO}_3$ . Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ παραχθησομένου  $\text{CO}_2$ .

133. Δύο τόννοι καθαρῷ ἀββεστολίθῳ πυρούμενοι μετατρέπονται εἰς ἀββεστοί. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τῆς ἀββεστοῦ καὶ τοῦ  $\text{CO}_2$  ποῦ θὰ παραχθῶν.

134. Διὰ μέσου ἀββεστοῦ ὕδατος διαβιβάζεται  $\text{CO}_2$ . Τὸ λαμβανόμενον ἴζημα ἀπὸ ξηρωθῆ ζυγίζει 2,4 gr. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τῆς καυστικῆς ἀββεστοῦ ποῦ ὑπῆρχεν εἰς τὸ διάλυμα.

135. Διάλυμα  $\text{KOH}$  ἐπιδρᾷ ἐν θερμῷ ἐπὶ 2 gr πυριτίου. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου ποῦ θὰ παραχθῆ.

136. Μία ποσότης  $\text{CO}$  καίεται, τὸ δὲ προϊόν τῆς καύσεως διοχετεύεται διὰ μέσου ἀββεστοῦ ὕδατος. Τὸ ληφθὲν ἴζημα ζυγίζει ξηρὸν 2 gr. Ζητεῖται ὁ ὄγκος ὑπὸ  $\text{K}_2\text{S}$  τοῦ  $\text{CO}$  ποῦ ὑπέστη καύσιν.

137.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ἀνάγεται ἐν θερμῷ ὑπὸ  $\text{CO}$ , ὅτε λαμβάνονται 2,5 gr καθαρῷ σιδήρῳ. Ζητεῖται ὁ ὄγκος ὑπὸ  $\text{K}_2\text{S}$  τοῦ  $\text{CO}$  ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀναγωγὴν.

138. Ἴσοι ὄγκοι  $\text{CO}$  καὶ  $\text{Cl}_2$  ἀντιδρῶν εἰς τὸ φῶς, ὅτε λαμβάνονται 2,5 gr ὕγρου. Ζητοῦνται οἱ ὄγκοι ἐνὸς ἐκάστου τῶν δύο ἀερίων.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

139. 2 λίτρα  $\text{CO}_2$  ἔχοντος θερμοκρασίαν  $20^\circ \text{C}$  καὶ πίεσιν 750 mmHg διοχετεύονται διὰ μέσου διαγωγῆς ἀσβεστίου ὕδατος. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ ἰζήματος, τὸ ὅποιον πρέπει νὰ ληφθῇ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XVIIII

## ΟΜΑΣ Ο

## ΤΑ ΑΔΡΑΝΗ ἢ ΕΥΓΕΝΗ ΑΕΡΙΑ

## ΠΙΝΑΞ XVIII

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν εὐγενῶν αερίων

Όνομα	Συμβόλιον	Ἄτομ. Ἄριθ.	Ἄτομικόν βάρος	Διατάξις ἠλεκτρονίων	Ποσότης gr H	Σ. ζέσεως	Ἀναλογία εἰς τὸν αἶρα ο/ο
Ἡλίον	He	2	4,003	2	0,1785	$-268^{\circ},98$	0,00047
Νέον	Ne	10	20,18	2,8	0,9002	$-246^{\circ},03$	0,00161
Ἀργόν	Ar	18	39,144	2,8,8	1,7809	$-187^{\circ},87$	0,9325
Κρυπτόν	Kr	36	83,9	2,8,18,8	3,7080	$-152^{\circ},9$	0,000108
Ξέον	Xe	54	130,2	2,8,18,18,8	5,8510	$-107^{\circ},4$	0,000008
Ραδόνιον	Rn	86	222	2,8,18,32,18,8	9,7500	$-65^{\circ}$	—

**317. Γενικά.** Ἄδρανή ἢ καὶ εὐγενῆ αέρια καλοῦνται τὰ στοιχεῖα: **Ἡλίον, νέον, ἀργόν, κρυπτόν, ξέον καὶ ραδόνιον.** Τὰ ἄτομα τῶν στοιχείων αὐτῶν δὲν ἐνοῦνται μὲ ἄτομα ἄλλων στοιχείων, οὐδὲ καὶ μεταξύ τῶν πρὸς σχηματισμὸν χημικῶν ἐνώσεων, ἢ διατομικῶν μορίων. Οὕτω, τὰ αέρια αὐτὰ ἀποτελοῦνται ἀπὸ μεμονωμένα ἄτομα.

Ἐν τούτοις, φαίνεται ὅτι τὰ στοιχεῖα αὐτὰ δὲν εἶναι ἀπολύτως **ἀδρανή.** Διότι τελευταίως ἐπετεύχθη ἡ παρασκευὴ ὀρισμένων οὐσιῶν, αἱ ὅποια δύνανται νὰ θεωρηθῶν ὡς χημικὰ ἐνώσεις αὐτῶν, ὡς π.χ.  $\text{HeH}^+$ ,  $\text{Pt}_3 \text{He}$ ,  $\text{HgHe}_{10}$ ,  $\text{Xe}(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})_2$ ,  $\text{Ar}[\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2]_3$  κ.ἄ.

Ἡ ἔλλειψις χημικῆς συγγενείας εἰς τὰ στοιχεῖα τὰ ὅσα ὀφείλεται εἰς τὴν μεγάλην σταθερότητα τῆς ἠλεκτρονικῆς δομῆς τῶν ἀτόμων τῶν. Διότι αἱ περιφερειακὰ στιβάδες τῶν ἠλεκτρονίων τῶν ἀτόμων εἰς ὅλα τὰ στοιχεῖα εἶναι συμπληρωμένοι, ἦτοι δύο μὲν εἰς τὸ ἥλιον, ἀπὸ 8 δὲ εἰς τὰ λοιπὰ στοιχεῖα (σ.χ. 22).

Τὰ ἀδρανή αέρια λαμβάνονται ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος δι' ὑγροποιήσεως αὐτοῦ καὶ κλασματικῆς ἀποστάξεως κατόπιν.

**318. Ἡλίον (He).** Τοῦτο εὑρίσκεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ὑπὸ πολὺ μικρὰν ἀναλογίαν. Πρὶν ἀνευρεθῆ ἐπὶ τῆς Γῆς, ἀνεκαλύφθη τὸ 1868 εἰς τὸν ἥλιον διὰ παρατηρήσεως τῶν ἀντιστοίχων ραβδώσεων τοῦ φάσματος τοῦ ἡλιακοῦ φωτός. Τὸ ἥλιον ἀπαιτᾶ ἐπίσης καὶ εἰς ὄρυκτά τοῦ οὐρανοῦ, καθὼς καὶ εἰς φυσικὰ αέρια ἐξερχόμενα εἰς μερικά μέρη τῆς Γῆς ἕως 2%, ὡς π.χ. τοῦ Τέξας καὶ τοῦ Καναδῆ, ἀπὸ ὅπου καὶ ἐξάγεται.

Χρησιμοποιεῖται κυρίως πρὸς πλήρωσιν ἀεροστάτων, διότι εἶναι πολὺ ἐλαφρότερον τοῦ αέρος ὡς ἔχον εἰδ. βάρος  $\epsilon = 4/29$ . Ἐν μίγματι μὲ ὀξυγόνον χρησιμοποιεῖται καὶ διὰ τῆς ἀετοσύνης τῶν δυτῶν πρὸς ἀποφυγὴν δυστυχημάτων τοῦ ὀφειλομένου εἰς τὸ αἶμα τοῦ διαλυμένου εἰς τὸ αἷμα κατὰ τὴν ὑψηλὴν πίεσιν ὑπὸ τὸ ὕδωρ.

**319. Νέον.** Τοῦτο εὑρίσκεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ὑπὸ ἀναλογία 0,0016%. Χρησιμοποιεῖται εἰς τοὺς σωληνας τῶν φωτεινῶν ἐπιγραφῶν, ὅπου παρέχει λαμπρὸν ἐρυθρὸν φῶς.

**320. Ἀργόν.** Τοῦτο ἀποτελεῖ ζῆ 1% περίπου τῆς ἀτμοσφαιρας. Χρησιμοποιεῖται πρὸς πλήρωσιν τῶν συνήθων ἠλεκτρικῶν λαμπτήρων, διότι παρεμποδίζει τὴν ἐξάτμισιν τοῦ διαπύρου νήματος καὶ οὕτω ἐπιτρέπει ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν αὐτοῦ καὶ συνεπῶς λευκότερον καὶ ἐντονώτερον φῶς.

**321. Κρυπτόν — Ξέον — Ραδόνιον.** Τὸ κρυπτόν καὶ τὸ ξέον, εὑρισκόμενα ὑπὸ πολὺ μικρὰν ἀναλογίαν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, δὲν ἔχουν πρὸς τὸ παρὸν σημαντικὰς ἐφαρμογὰς.

Τὸ ραδόνιον, παραγόμενον συνεχῶς ὑπὸ τοῦ ραδίου, χρησιμοποιεῖται ἐναντίον τοῦ καρκίνου, διότι εἶναι στοιχεῖον ἰσοδυναμίου.

## ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟΝ

# Μ Ε Τ Α Λ Λ Α

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΧΙΧ

### ΓΕΝΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

**322. Διάκρισις τῶν μετάλλων ἀπὸ τὰ ἀμέταλλα.** Τὰ μέταλλα εἶναι στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα διαφέρουν ἀπὸ τὰ ἀμέταλλα τόσον ἀπὸ φυσικῆς, ὅσον καὶ ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως, ἤτοι :

α) Ἐκ φυσικῆς ἀπόψεως. Τὰ μέταλλα σπλιβούμενα ἔχουν ἰδιάζουσαν λάμψιν, ἥτις καλεῖται λάμψις μεταλλικῆ. Εἶναι καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἤλεκτρισμοῦ, εἶναι εὐκαμπτα καὶ δύνανται νὰ μετατραποῦν εἰς ἐλάσματα καὶ σύρματα.

β) Ἐκ χημικῆς ἀπόψεως. 1) Τὰ μέταλλα παρέχουν ὀξειδία, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀνυδρίται βάσειων. 2) Δύνανται νὰ ἀντικαταστήσουν τὸ ὑδρογόνον τῶν ὀξέων καὶ νὰ δώσουν ἄλατα.

3) Εἶναι στοιχεῖα ἠλεκτροθετικά, διότι κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν τῶν ἀλάτων αὐτῶν ἀποτίθενται εἰς τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτρόδιον, ὑπὸ τοῦ ὁποίου ἔλκονται τὰ θετικῶς φορτισμένα ἰόντα των.

Ἡ διάκρισις τῶν στοιχείων εἰς μέταλλα καὶ ἀμέταλλα εἶναι μὲν χρήσιμος διὰ τὴν εὐκολωτέραν μελέτην αὐτῶν, δὲν εἶναι ὅμως καὶ ἀπόλυτος. Τὸ ἀντιμόνιον π.χ. κατατάσσεται εἰς τὴν ὁμάδα τοῦ ἀζώτου, ἐνῶ ἔχει καὶ μεταλλικὰς ιδιότητας. Ἐξ ἄλλου, τὰ μέταλλα τιτάνιον, ζιρκόνιον καὶ κασσίτερος ἔχουν πολλὰς ὁμοιότητας μὲ τὸ πυρίτιον καὶ τὸν ἄνθρακα.

**323. Μεταλλουργία.** Τὰ μέταλλα σπανίως ἀπαντοῦν ὑπὸ καθαρὰν κατάστασιν (π.χ. λευκόχρυσος, χρυσὸς κ.ἄ.). Εἰς τὰς πλείστας ἐκ τῶν περιπτώσεων εὐρίσκονται ὑπὸ μορφήν ὀξειδίων, ἢ ἀλάτων ἀναμειγμένων μὲ γαιώδεις προσμίξεις, ἤτοι ὑπὸ μορφήν μεταλλευμάτων.

Τὸ σύνολον τῶν ἐργασιῶν, διὰ τῶν ὁποίων ἐπιτυγχάνεται ἡ ἐξαγωγή τοῦ καθαρῶν μετάλλου ἐκ τοῦ μεταλλεύματος αὐτοῦ, καλεῖται μεταλλουργία. Ἡ μεταλλουργία περιλαμβάνει τὰ ἐξῆς δύο στάδια :

1. Ἐμπλουτισμὸν τοῦ μεταλλεύματος. Οὗτος ἐπιτυγχάνεται συνήθως διὰ μηχανικῆς κατεργασίας τοῦ μεταλλεύματος, κατὰ τὴν ὁποίαν αἱ γαιώδεις προσμίξεις ἀπομακρύνονται ἐξ αὐτοῦ καὶ παρασύρονται ὑπὸ ὕδατος.

2. Χημικὴν κατεργασίαν. Τὸ ἐμπλουτισθὲν μέταλλευμα ὑποβάλλεται εἰς χημικὴν κατεργασίαν, διὰ τῆς ὁποίας τὸ καθαρὸν μέταλλον ἀποχωρίζεται ἐκ τῶν λοιπῶν στοιχείων μὲ τὰ ὁποῖα ἦτο ἠνωμένον.

Αἱ κυριώτεροι μέθοδοι τῆς χημικῆς κατεργασίας τῶν μεταλλευμάτων εἶναι :

Α) Ἡ ἀναγωγή : Αὕτη ἐπιτυγχάνεται εἴτε δι' ἄνθρακος, εἴτε δι' ἀργιλίου ἐντὸς εἰδικῶν καμίνων. Εἰς ἀναγωγήν ὑποβάλλονται συνήθως τὰ μεταλλεύματα, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὀξειδία τῶν μετάλλων, τὰ ὁποῖα εἶναι καὶ τὰ περισσώτερα.

Β) **Ήλεκτρόλυσις.** Κατ' αὐτὴν ἠλεκτρολύονται συνήθως τήγματα ἀλάτων ἢ καὶ ὑδροξειδίων τῶν μετάλλων. Ὁρισμένα δὲ μέταλλα, ὡς π.χ. ὁ χαλκός, λαμβάνονται εἰς καθαρὰν κατάστασιν δι' ἠλεκτρολύσεως ὑδατικῶν διαλυμάτων ἀλάτων αὐτῶν.

Γ) **Καταβύθισις.** Αὕτη ἀφορᾷ μερικὰς περιπτώσεις, κατὰ τὰς ὁποίας λαμβάνεται καθαρὸν μέταλλον ἐκ διαλύματος ἄλατος αὐτοῦ διὰ προσθήκης εἰς τὸ διάλυμα ἠλεκτροθετικωτέρου μετάλλου. Οὕτω π.χ. ψευδάργυρος εἰσαγόμενος εἰς ὑδατικὸν διάλυμα  $\text{CuSO}_4$  ἀντικαθιστᾷ εἰς αὐτὸ τὸν χαλκόν, ὅστις καταπίπτει ὑπὸ καθαρῶν μορφῆν.

Λεπτομερεῖαι ἐπὶ τῶν διαφόρων περιπτώσεων τῆς μεταλλουργίας θέλομεν συναντήσαι κατὰ τὴν ἐξέτασιν ἐνὸς ἐκάστου μετάλλου.

**324. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὰ μέταλλα εἶναι ὅλα στερεά, πλὴν τοῦ ὑδραργύρου, ὅστις ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν εἶναι ὑγρός. Εἶναι ὅλα ἀδιαφανῆ καὶ ἔχουν κατὰ κανόνα χρώματα μεταξὺ τοῦ ἀργυρολεῦκου καὶ τοῦ τεφροῦ, ἐξαιρέσει τοῦ χαλκοῦ καὶ τοῦ χρυσοῦ. Εἶναι ὅλα βαρύτερα τοῦ ὕδατος, πλὴν τοῦ νατρίου, τοῦ καλίου καὶ τοῦ λιθίου, τὰ ὁποῖα εἶναι ἐλαφρότερα καὶ ἐπιπλέουν εἰς αὐτό. Διὰ τῆς θερμάνσεως ὅλα τὰ μέταλλα τήκονται καὶ ζέουν.

**325. Ἀγωγιμότης.** Τὰ μέταλλα χρησιμεύουν διὰ τὴν κατασκευὴν λεβήτων καὶ διαφόρων μαγειρικῶν σκευῶν. Μεταλλικὰ ἐπίσης εἶναι τὰ σύρματα, διὰ τῶν ὁποίων διωχεύεται ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια. Διὰ τοῦτο εἶναι ἐνδιαφέρον νὰ γνωρίζωμεν τὴν θερμικὴν καὶ τὴν ἠλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα ἐκάστου μετάλλου.

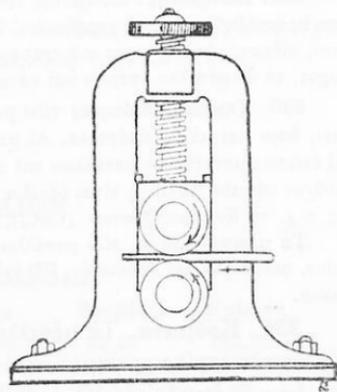
Ἡ θερμικὴ καὶ ἡ ἠλεκτρικὴ ἀγωγιμότης συμβαδίζουν. Οὕτω ἓνα μέταλλον, τὸ ὅποιον εἶναι πολὺ καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, εἶναι καὶ πολὺ καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τὸ ἀγωγιμότερον πάντων τῶν μετάλλων εἶναι ὁ ἄργυρος, μετ' αὐτὸν δὲ ἔρχεται ὁ χαλκός. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ 100 τὴν ἠλεκτρικὴν ἀγωγιμότητα τοῦ ἄργυρου, ἡ ἀγωγιμότης τῶν ἄλλων μετάλλων εἶναι :

Χαλκοῦ	74	Ψευδαργύρου	24
Χρυσοῦ	53	Σιδήρου	12
Ἀργιλίου	42	Μολύβδου	8

**326. Ἐλατόν.** Ἐλατόν καλεῖται ἡ ιδιότης τῶν μετάλλων, καθ' ἣν ταῦτα σφουροκοπούμενα, ἢ διερχόμενα διὰ τοῦ ἐλάστρου, μετατρέπονται εἰς ἐλάσματα.

Τὸ ἐλαστρὸν ἀποτελεῖται ἐκ δύο παραλλήλων κυλίνδρων, οἱ ὅποιοι περιστρέφονται ἀντιθέτως ὁ εἰς πρὸς τὸν ἄλλον (σχ. 122). Μεταξὺ τῶν κυλίνδρων ὑπάρχει σχισμὴ μεταβλητοῦ πάχους, διὰ τῆς ὁποίας ἐξαναγκάζεται νὰ διέλθῃ μία μεταλλικὴ πλάξ, ἵνα ἐξέλθῃ λεπτότερα. Ἐὰν ἡ πλάξ διέλθῃ διαδοχικῶς διὰ μέσου συνεχῶς λεπτυνομένου σχισμοῦ τοῦ ἐλάστρου, θὰ γίνῃ εἰς τὸ τέλος λεπτότατον φύλλον.

Ὁ χρυσὸς εἶναι τὸ πλέον ἐλατόν ἐκ τῶν μετάλλων. Δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς τὸσον λεπτὰ φύλλα, ὥστε 2500 ἐξ αὐτῶν τιθέμενα τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου νὰ δίδουν πάχος ἐνὸς χιλιοστομέτρου. Τὰ φύλλα αὐτὰ προστριβόμενα μετατρέπονται εἰς λεπτὴν κόνιν (κόνις χρυσοῦ). Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον παρασκευάζονται καὶ αἱ κόνεις τοῦ ἀργιλίου, τοῦ βροῦντζου κλπ., αἱ ὁποῖαι χρησιμεύουν εἰς τὴν διακοσμητικὴν.

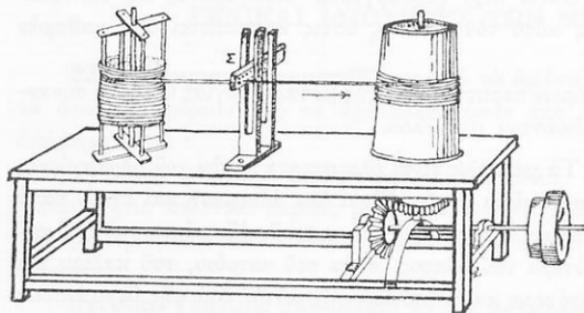


Σχ. 122. Ἐλαστρὸν ἐργαστηρίου.

εθραυστα. Έπιανακτοῦν ὁμοίως τὰς ἀρχικὰς τῶν ιδιότητας, ἐὰν θερμαθοῦν καταλλήλως. Διὰ τοῦτο ἐπεξεργάζονται συνήθως τὰ μέταλλα ἐν θερμῷ, ἢ τὰ ἀναθερμαίνουσι, ὡς αἰεὶ καθίστανται εὐθραυστα ἐκ τῶν ἐπαλειψημένων διδδῶν ἐν ψυχρῷ διὰ τοῦ ἐλάστρου.

**327. Ὀλκιμον.** Ὀλκιμον εἶναι ἡ ιδιότης τῶν μετάλλων, καθ' ἣν ταῦτα δύναται νὰ στρωθῶν διὰ στενωτέρας ὀπῆς καὶ νὰ μετατραποῦν βεβληθῶν εἰς σύρματα.

Πρὸς τοῦτο, τὸ μέταλλον διέρχεται καθ' ἀρχὰς διὰ καταλλήλου ἐλάστρου, οἱ κύλινδροι τοῦ



Σχ. 123. Τράπεζα κατασκευῆς σύρματος.

ὁποῖου φέρουσι ἀλλανκώσεις, ὥστε νὰ λάβῃ σχῆμα λεπτῆς ράβδου. Ἐκάστη ράβδος, ἀφοῦ λεπτοῦσθῃ εἰς τὸ ἄκρον τῆς, διέρχεται διὰ τοῦ λεπτοῦ μέρους αὐτῆς διὰ μέσου ὀπῆς ἐνὸς ὄργανου, τὸ ὁποῖον καλεῖται **συρματοσύρτης**. Ἐλκωμένη τότε ἰσχυρῶς ἐκ τοῦ λεπτοῦ τῆς ἄκρου ἐξακαυχάζεται νὰ διέλθῃ ὑλόκληρος διὰ τῆς ὀπῆς λαμβάνουσα τὸ πάχος αὐτῆς, ὅποτε γίνεται λεπτότερα καὶ μακροτέρα κατὰ τὸ μῆκος. Ἡ ἐλξίς γίνεται διὰ πε-

ριστροφόμενου κυλίνδρου, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου περιτυλίσσεται τὸ ἐκ τῆς ὀπῆς τοῦ συρματοσύρτου ἐξερχόμενον σύρμα (σχ. 123).

Ἡ ἐργασία ἐπιαναλαμβάνεται πολλάκις διὰ σειρᾶς ὀπῶν μὲ μικροτέραν διαρκῶς διάμετρον, ὥστε τελικῶς λαμβάνεται σύρμα τοῦ ἐπιθυμητοῦ πάχους μὲ ἀνάλογον μῆκος.

Ἡ πλῆξ τοῦ συρματοσύρτου (τραφιλία) εἶναι χαλυβδίνη, αἱ δὲ ὀπῆς αὐτῆς εἶναι κοιναὶ.

**328. Ἀνθεκτικότης.** Ἀνθεκτικότης τῶν μετάλλων εἶναι ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποία παρουσιάζουν ταῦτα εἰς τὴν θραύσιν. Αὕτη μετρεῖται συνήθως διὰ τοῦ φορτίου, τὸ ὁποῖον ἀπαιτεῖται, ἵνα θραυσθῇ ἓνα σύρμα μὲ ἐμβαδὸν τομῆς ἐνὸς τετραγωνικοῦ χιλιστοῦ. Οὕτω π.χ. τοιοῦτον σύρμα ἐκ καθαροῦ σιδήρου θραύεται, ἐὰν ἐξαρθήσωμεν ἐξ αὐτοῦ βάρος 64 χιλιγράμμων. Ὁμοιον σύρμα ἐκ χαλκοῦ θραύεται μὲ 41 χιλιγράμματα, τοῦ δὲ μολύβδου μὲ 2,4 μόνον χιλιγράμματα. Ἄρα ἡ ἀνθεκτικότης τοῦ σιδήρου εἶναι 64, τοῦ χαλκοῦ 41, τοῦ μολύβδου 2,4 κ.ο.κ.

**329. Σκληρότης.** Σκληρότης εἶναι ἡ ἀντίστασις, τὴν ὁποία παρουσιάζουν τὰ μέταλλα, ὅταν προσπαθοῦμεν νὰ τὰ χαράξωμεν. Τὸ χρώμιον π.χ. χαράσσει τὴν ὕαλον, ἐνῶ τὰ μέταλλα νικέλιον, σίδηρος, ψευδάργυρος κ.ἄ. χαράσσονται ὑπὸ τῆς ὕαλον. Ὁ μάλυβδος χαράσσεται ὑπὸ τοῦ ὕαλον, τὰ δὲ μέταλλα νάτριον καὶ κάλιον εἶναι μαλακὰ ὅπως ὁ κηρός.

**330. Χημικαὶ ιδιότητες τῶν μετάλλων.** Τὰ μέταλλα δύναται νὰ ἐνωθοῦν τόσον μεταξύ των, ὅσον καὶ μὲ τὰ ἀμέταλλα. Αἱ μεταξύ τῶν μετάλλων ἐνώσεις καλοῦνται γενικῶς **κράματα**. Αἱ ἐνώσεις μεταξύ τῶν μετάλλων καὶ τῶν ἀμετάλλων ἀποτελοῦν διάφορα ἄλατα, ὡς π.χ. τὸ χλωριούχον νάτριον  $\text{NaCl}$ , ἢ εἶναι ὀξειδια ( $\text{CaO}$ ). Σπανιώτερον δύναται νὰ εἶναι καὶ ἄλλα σώματα, ὡς π.χ. τὸ ἀνθρακασβέστιον ( $\text{CaC}_2$ ), τὸ ὑδρογонуχον ἀσβέστιον ( $\text{CaH}_2$ ) κ.λ.π.

Τὰ περισσότερα ἐκ τῶν μετάλλων ἐνοῦνται ἀπ' εὐθείας μὲ τὰ ἀμέταλλα φθόριον, χλώριον, θεῖον, φωσφόρον καὶ ἀρσενικόν. Ἐλάχιστα ὁμοίως ἐξ αὐτῶν ἐνοῦνται μὲ τὸ ἄζωτον καὶ μὲ τὸν ἄνθρακα.

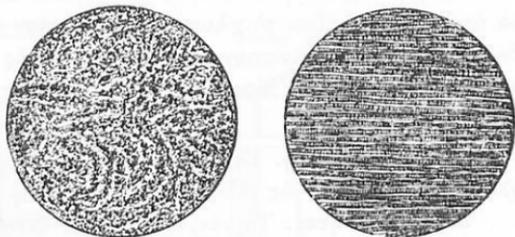
**331. Κράματα.** Τὰ μέταλλα, καθὼς εἶδομεν, ἔχουν πολυτίμους ιδιότητες, γάρεις εἰς τὰς ὁποίας χρησιμοποιοῦνται ταῦτα διὰ τὴν κατασκευὴν ποικιλοτάτων ἀντικειμένων ἢ ἐργαλείων. Ὁ ἀριθμὸς ὁμοίως τῶν μετάλλων εἶναι περιορισμένος, οἱ δὲ κατασκευασταὶ ἐπιζητοῦν διαρκῶς νέας ιδιότητας. Αἱ νέαι αὗται ιδιότητες ἐπετεύχθησαν διὰ τῆς ἀναμίξεως τετηγμένων μετάλλων. Παράγονται οὕτω χημικαὶ ἐνώσεις μεταξύ τῶν μετάλλων, αἱ ὁποῖαι διαλύονται εἰς τὸ ἐν περισσεῖα μέταλλον. Τὰ οὕτω προκύπτοντα ~~χημικὰ ἐκ τῶν μετάλλων~~ **κράματα** εἰς τὴν ἑκπαιδευτικὴν Πολιτικὴν

Τὰ κράματα εἶναι συνήθως σκληρότερα τῶν μετάλλων, ἐκ τῶν ὁποίων προκύπτουν. Εἶναι δὲ πάντοτε εὐτμητότερα τοῦ δυστηχτοτέρου μετάλλου, ποὺ περιέχεται ἐντὸς αὐτῶν. Ἐνίστε τὸ σημεῖον τήξεως πέπτει πολὺ κάτω καὶ τοῦ σημείου τήξεως τοῦ εὐκτητοτέρου ἐκ τῶν συστατικῶν ἐνὸς κράματος. Οὕτως π.χ. τὸ κράμα Darcey (βισμούθιον 8 μ., μόλυβδος 5 μ. καὶ κασσίτερος 3 μ.) τήκεται εἰς 94<sup>ο</sup>,5 ἐνῶ τὸ εὐκτητότερον ἐκ τῶν συστατικῶν του, ὁ κασσίτερος, ἔχει σημεῖον τήξεως 233<sup>ο</sup>. Ἐπίσης τὸ κράμα μὲ Na 22 % καὶ K 78 % εἶναι ὑγρὸν ποὺ πήγνυται εἰς -12,06 C, ἐνῶ τὸ εὐτηχτότερον ἐκ τῶν δύο μετάλλων, τὸ K, ἔχει σημ. τήξεως 63<sup>ο</sup>C.

Γενικῶς, αἱ ιδιότητες τῶν μετάλλων ὑπὸ μορφῆν κραμάτων μεταβάλλονται ἐπ' ἄπειρον καὶ κατὰ βούλησιν διὰ τῆς ἀλλαγῆς τῶν ἀναλογιῶν, τῆς προσθήκης ἄλλου μετάλλου κ.ο.κ.

Ἐνίστε εἰς τὰ κράματα λαμβάνουν μέρος καὶ ἀμέταλλα στοιχεῖα, ἀλλ' ὑπὸ μικρὰν ἀναλογίαν. Οὕτω π.χ. ὁ χάλυψ (ἀτσάλι) εἶναι κράμα σιδήρου (99 %) καὶ ἄνθρακος (1 %).

Τὰ μέταλλα, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται σήμερον ὑπὸ καθαρὰν μορφῆν, εἶναι πολὺ ὀλίγα, ὡς π.χ. ὁ σίδηρος, ὁ ψευδάργυρος, ὁ χαλκός, ὁ ὑδράργυρος κλπ. Τὰ περισσότερα μέταλλα ἔχουν ἀνάγκην τροποποιήσεως τῶν ιδιοτήτων των διὰ τῆς μετατροπῆς αὐτῶν εἰς κράματα. Οὕτω π.χ. τὸ ἀργίλιον ὡς κράμα (ντουραλουμίνιον) ἀποκτᾷ ἀνθεκτικότητα ἄνω τῶν 40, ἐνῶ τὸ καθαρὸν μέταλλον ἔχει ἀνθεκτικότητα μόνον 12.



Σχ. 124. Μικροφωτογραφία χάλυβος.

Τὰ κράματα τῶν διαφόρων μετάλλων μὲ τὸν ὑδράργυρον καλοῦνται εἰδικότερον **ἀμαλγάματα**.

Διὰ τὴν λεπτομερεστέραν μελέτην τῆς ὑφῆς τῶν κραμάτων ἀποβαίνει πολὺτιμος ἡ μικροσκοπικὴ ἐξέτασις αὐτῶν. Οὕτω π.χ. ὁ ἐπεξεργασμένος χάλυψ ἔχει ὑφῆν ἰνώδη, ἐνῶ ὁ ἀνεπεξεργαστος ἔχει μορφῆν κοκκώδη (σχ. 124).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XX

### ΟΜΑΣ ΙΑ

#### ἢ ΟΜΑΣ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΩΝ

##### ΠΙΝΑΞ XIX

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν Ἀλκαλίων

Ἰδιότης	Λίθιον	Νάτριον	Κάλιον	Ρουβίδιον	Καίσιον
Ἄτομ. βάρος	6,940	22,997	39,400	85,48	132,91
» ἀριθμὸς	3	11	19	37	55
Διάτ. ἠλεκτρονίου	2s <sup>1</sup>	3s <sup>1</sup>	4s <sup>1</sup>	5s <sup>1</sup>	6s <sup>1</sup>
Πυκνότης (20 <sup>ο</sup> )	0,534	0,67	0,86	1,53	1,90
Σημ. τήξεως	180 <sup>ο</sup>	97 <sup>ο</sup> ,6	63 <sup>ο</sup> ,5	39 <sup>ο</sup>	28 <sup>ο</sup> ,5
» ζέσεως	1336 <sup>ο</sup>	877 <sup>ο</sup> ,5	759 <sup>ο</sup>	696 <sup>ο</sup>	670 <sup>ο</sup>

**332. Γενικά.** Είς την ομάδα των αλκαλίων υπάγονται τὰ μέταλλα : Λίθιον, Νάτριον, Κάλιον, Ρουβίδιον, καὶ Καίσιον, ὡς καὶ τὸ σπανιώτατον στοιχεῖον Φράγκιον (Fr).

Τὰ μέταλλα αὐτὰ εἶναι ὅλα μονοσθενῆ καὶ πολὺ ἐλαφρά. Ὁξειδῶνται εὐκολώτατα εἰς τὸν ἀέρα καὶ ἀποσυνθέτουν τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ σχηματίζοντα ὕδροξειδία, τὰ ὅποια εἶναι αἱ ἰσχυρότεροι τῶν βάσεων.

Εἰς τὰ ἀλκάλια υπάγεται καὶ ἡ ρίζα ἀμμωνίων ( $-\text{NH}_4$ ), τῆς ὁποίας τὰ ἄλατα ἠμοιάζουν πρὸς τὰ ἄλατα τῶν μετάλλων τῆς ομάδος αὐτῆς.

Ὅλα αὐτὰ τὰ στοιχεῖα χαρακτηρίζονται ἀπὸ τὸ ὅτι ὁ ἐξωτερικὸς φλοιὸς τῶν ἀτόμων των περιέχει ἓνα μόνον ἠλεκτρόνιον. Τοῦτο συγκαταρούμενον χαλαρῶς ὑπὸ τοῦ πυρῆνος λόγῳ τῆς ἀποστάσεώς του ἐξ αὐτοῦ, παραχωρεῖται εὐκόλως εἰς ἄτομα ἄλλων στοιχείων, ὡς π.χ. τοῦ χλωρίου, πρὸς συμπλήρωσιν τῆς ἑξατάδος των. Οὕτω ἐξηγεῖται ἀπ' ἐνὸς μὲν ἡ ζωηρὰ χημικὴ συγγένεια, τὴν ὁποίαν ἐμφανίζουν τὰ μέταλλα τῆς ομάδος τῶν αλκαλίων ἔναντι τῶν ἀμετάλλων, ἀφ' ἑτέρου δὲ τὸ ὅτι ταῦτα εἶναι ὅλα μονοσθενῆ. Ἡ χημικὴ δραστηριότης τῶν μετάλλων τούτων αὐξάνεται μετὰ τοῦ ἀτομικοῦ βάρους, ἤτοι ἀπὸ τοῦ λιθίου πρὸς τὸ καίσιον.

#### NATPION Na=23

**333. Προέλευσις.** Τὸ νάτριον ἀπαντᾷ μόνον ὑπὸ μορφὴν ἐνώσεων λόγῳ τῆς μεγάλης χημικῆς συγγενείας πρὸς τὸ ὀξυγόνον καὶ τὰ ἄλλα ἀμέταλλα. Τὰ κυριώτερα ὄρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι τὸ **χλωριούχον νάτριον** εὐρισκόμενον εἴτε ὡς ὄρυκτόν, εἴτε ἐν διαλύσει εἰς τὸ θαλάσσιον ὕδωρ τὸ **νίτρον τῆς Χιλιῆς** ἀποτελούμενον κυρίως ἀπὸ νιτρικὸν νάτριον καὶ ἡ τέφρα τῶν θαλασσίων φυτῶν, ἥτις περιέχει ἀνθρακικὸν νάτριον.

**334. Παρασκευή.** Τὸ νάτριον ἐξάγεται κυρίως δι' ἠλεκτρολύσεως τετηγότος χλωριούχου νατρίου, ὡς εἶδομεν διὰ τὸ χλώριον (σχ. 73).

**335. Ἰδιότητες.** Τὸ νάτριον εἶναι μέταλλον μαλακὸν ὡς ὁ κηρός. Εἶναι ἐλαφρότερον τοῦ ὕδατος, διότι ἔχει πυκνότητα 0,67 καὶ τήκεται εἰς 97°,6.

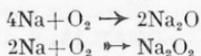
Μὲ τὸν ὑδράργυρον σχηματίζει ἀμάλγαμα (334), μὲ πολλὰ δὲ ἄλλα μέταλλα σχηματίζει κράματα. Κράμα νατρίου (22%) καὶ καλλίου (78%) εἶναι ὑγρὸν μὲ σημεῖον τήξεως ( $-120^{\circ},6$ ).

Πρόσφατος ἐπιφάνεια τοῦ νατρίου ἔχει ὠραίαν λάμψιν μὲ χρῶμα ἀργυρόλευκον, ἀλλ' ἀμαυροῦται ταχέως εἰς τὸν ἀέρα λόγῳ ὀξειδώσεως.

Διὰ τὴν διατηρητῆν ἀναλλοίωτον, φυλάσσεται ἐντός πετρελαίου.

Γενικῶς, τὸ νάτριον εἶναι στοιχεῖον λίαν ἠλεκτροθετικὸν καὶ παρουσιάζει μεγάλην χημικὴν δραστηριότητα. Αἱ σπουδαιότεραι ἀντιδράσεις αὐτοῦ εἶναι :

α) Θερμαινόμενον εἰς τὸν ἀέρα καίεται καὶ σχηματίζει μίγμα ὀξειδίου καὶ ὑπεροξειδίου :



β) Ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μὲ τὰ στοιχεῖα : ἀλογόνα, θεῖον καὶ φωσφόρον, καθὼς καὶ μὲ τὸ ὕδρογόνο εἰς 300°C :



γ) Ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ μετατρέπόμενον εἰς καυστικὸν νάτρον :



δ) Εἶναι σῶμα ἀναγωγικὸν καὶ ἀνάγει ὀξειδία, καθὼς καὶ ἀλογονίδια μετάλλων ἐν θερμῷ :



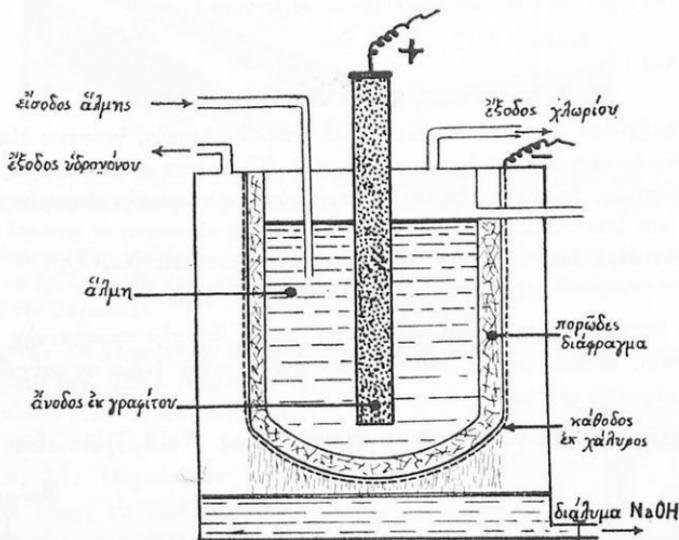
**336. Ἀνίχνευσις.** Τὸ νάτριον ἀνιχνεύεται φασματοσκοπικῶς ἐκ τῶν δύο χαρακτηριστικῶν κίτρινων γραμμῶν τοῦ φάσματός του. Τὰ ἄλατά του χρωματίζουν **κιτρίνην** τὴν φλόγα τοῦ λύχνου (Bunsen).

**337. Χρήσεις.** Τὸ νάτριον χρησιμοποιεῖται συνήθως ὡς ἀναγωγικὸν μέσον εἰς τὰ χημεῖα. Τελευταίως χρησιμοποιεῖται βιομηχανικῶς εἰς ὅλον ἐν ἀξανομένην κλίμακα πρὸς παρασκευὴν βαφῶν, τετρααιθυλιούχου μολύβδου, ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου, κυανούχου νατρίου, καθὼς καὶ εἰς τὴν κατασκευὴν λυχνιῶν με ἀτμούς νατρίου. Ὑγρὸν νάτριον χρησιμοποιεῖται ὡς ψυκτικὸν μέσον εἰς πυρηνικοὺς ἀντιδραστήρας λόγῳ τῆς μεγάλης εἰδ. θερμότητος καὶ τῆς ἀζωγυμότητος αὐτοῦ.

### ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ

**338. Ὑπεροξείδιον τοῦ Νατρίου ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ).** Τὸ νάτριον σχηματίζει μετὰ τοῦ ὀξυγόνου δύο ὀξειδια, ἦτοι : Τὸ ὀξείδιον ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) καὶ τὸ ὑπεροξείδιον ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ). Ἐξ αὐτῶν σπουδαιότερον εἶναι τὸ ὑπεροξείδιον  $\text{Na}_2\text{O}_2$ .

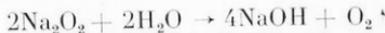
Τὸ ὑπεροξείδιον τοῦ νατρίου παρασκευάζεται διὰ πυρῶσεως τοῦ νατρίου ζεῖς



Σχ. 125. Ἡλεκτρολυτικὴ παρασκευὴ τοῦ NaOH.

500° ἐντὸς ρεύματος καθαρῷ ὀξυγόνου. Εἰς τὸ ἐμπόριον φέρεται μετὰ τὸ ὄνομα **ὀξύλιθος** ἀναμεμιγμένον μετὰ μικρὰν ποσότητα  $\text{CuSO}_4$ .

Εἶναι κόνις ὑποκιτρινή, ἥτις ἐνοῦται ζωηρῶς μετὰ τὸ ὕδωρ ὑπὸ σύγχρονον ἐκλύσιν ὀξυγόνου :



Εἰς τὴν ιδιότητά του αὐτὴν ὀφείλεται καὶ ἡ χρῆσις τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου ἦτοι : α) διὰ τὴν πρόχειρον παρασκευὴν τοῦ ὀξυγόνου ὑπὸ τῶν φαρμακοποιῶν κυρίως καὶ β) διὰ τὴν ἐξυγίανσιν τοῦ ἀέρος κλειστῶν χώρων (ὑποβρυχίων), διότι μετὰ τὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος σχηματίζει καυστικὸν νάτριον καὶ ἐκλύει ὀξυγόνο, ἐνῶ συγχρόνως δεσμεύει καὶ τὸ κατὰ τὴν ἀναπνοὴν τῶν ἀνθρώπων τοῦ κλειστοῦ χώρου ἐκλυόμενον διοξείδιον τοῦ ἀνθρακος.



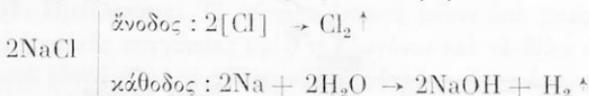
Χρησιμοποιείται επίσης και ως έντονον οξειδωτικόν μέσον, καθώς και ως λευκαντικόν τοιοῦτον χάρις εἰς τὸ ὀξυγόνον ποῦ ἐκλύει εὐκόλως.

**339. Ὑδροξείδιον τοῦ νατρίου, ἢ καυστικὸν νάτρον :**  $\text{NaOH}$ . Τοῦτο καλεῖται ἐπίσης **καυστικὴ σόδα**, παρασκευάζεται δὲ βιομηχανικῶς δι' ἐπιδράσεως ἐσβεσμένης ἀσβέστου ἐπὶ ἀνθρακικοῦ νατρίου.



Τελευταίως τείνει νὰ γενικευθῇ ἡ **ἠλεκτρολυτικὴ** μέθοδος παρασκευῆς τοῦ καυστικοῦ νάτρον (σ.χ. 125). Διότι αὕτη παρέχει τὸ γλῶριον ὡς δευτερεύον προϊόν, τοῦ ὑποίου ὅμως ὑπάρχει μεγάλη ζήτησις εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν.

Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην ἠλεκτρολύεται πυκνὸν ὕδατικὸν διάλυμα γλωριούχου νατρίου ( $\text{NaCl}$ ). Τὸ εἰς τὴν **κάθodon** ἐλευθερούμενον τότε νάτρον, ἀντιδρᾷ μὲ τὸ ὕδωρ καὶ παρέχει  $\text{NaOH}$  ἐλευθερουμένου ὑδρογόνου :



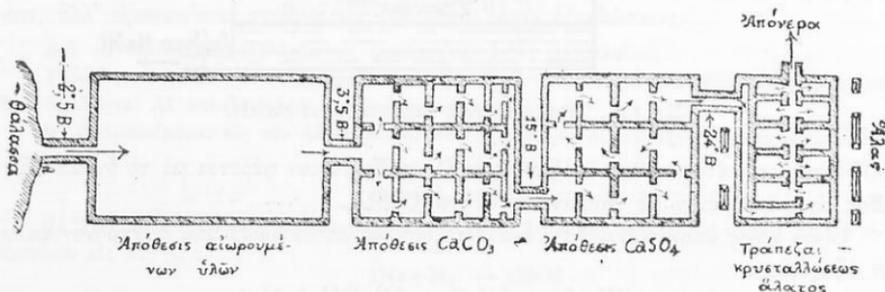
Τὸ ὑδροξείδιον τοῦ νατρίου εἶναι σῶμα στερεόν, λευκόν, γέυσεως λίαν καυστικῆς (καυστικὸν νάτρον) καὶ ἔχει πυκνότητα 2. Εἶναι λίαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ὑγροσκοπικόν. Διαλύεται ἐπίσης εἰς τὸ οἶνόπνευμα καὶ τὴν γλυκερίνην. Τήκεται εἰς  $318,04$  καὶ ζέει εἰς  $1390^\circ$ .

Εἰς τὸν ἀέρα ἐνοῦται μὲ τὸ  $\text{CO}_2$  μετατρέπομενον εἰς  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  :



Εἶναι ἰσχυροτάτη βᾶσις καὶ χρησιμεύει κυρίως διὰ τὴν παρασκευὴν τῶν κοινῶν σαπῶνων, καθώς και εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν (νῆματα ραιγιόν, ταινίαι κινηματογράφου, χαρτοπολτὸς κ.ο.κ.).

**340. Χλωριούχον νάτρον ἢ μαγειρικὸν ἄλας.**  $\text{NaCl}$ . Τοῦτο εἶναι λίαν δια-



Σ.χ. 126. Σχεδιάγραμμα ἄλυκῆς.

δεδομένον εἰς τὴν φύσιν καὶ εὕρισκεται εἴτε ὡς ὀρυκτὸν εἰς ἐκτεταμένα στρώματα διαφόρων ἀλατωρυχείων (Στασφόρτη, Γαλικία, Ἰσπανία), εἴτε ἐν διαλύσει ἐντὸς τοῦ θαλασσίου ὕδατος, ἐντὸς λιμνῶν τινῶν, ἢ καὶ ἐντὸς ἀμυρῶν πηγῶν.

Ἐξάγεται εἴτε ἐκ τῶν ἀλατωρυχείων, εἴτε ἐκ τοῦ θαλασσίου ὕδατος δι' ἐξατμίσεως αὐτοῦ εἰς τὰς ἄλυκας (σ.χ. 126).

Ἐκαστον λίτρον θαλασσίου ὕδατος περιέχει ἐν διαλύσει κατὰ μέσον ὄρον 25 γραμ. NaCl καὶ 2,5 γραμ. διαφόρων ἄλλων ἀλάτων. Ἡ ἐξάτμισις τοῦ θαλασσίου ὕδατος εἰς τὰς ἀλυκὰς ἐπι-  
τυγχάνεται διὰ τῆς ἡλιακῆς θερμότητος καὶ διὰ τοῦ ἀνέμου.

Τὸ ὕδωρ ἐντὸς τῆς ἀλυκῆς κυκλοφορεῖ βραδέως καὶ διέρχεται διαδοχικῶς διὰ τῶν διαφόρων

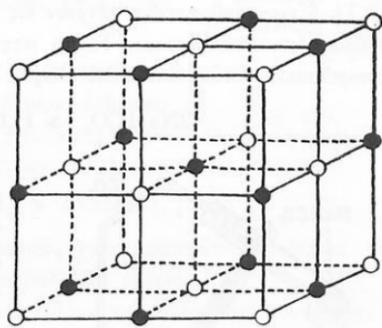


Σχ. 127. Συλλογὴ ἁλατος εἰς τὴν ἀλυκὴν.

διαμερισμάτων αὐτῆς, ὅπου συμπυκνῶνται βραθιμῶν καὶ ἐναποθέτει κατ' ἀρχὰς τὰς ἐν αἰωρήσει  
ξένης οὐσίας. Ἐπειτα ἐναποθέτει τὰ δυσδιάλυτα ἅλατα (ἀσβεστόλιθον καὶ γύψον) καὶ τέλος  
ἐντὸς ἀβαθῶν λεκανῶν τὸ μαγειρικὸν ἅλας.

Τὸ ἀποτιθέμενον ἅλας συλλέγεται κατὰ σωροὺς διὰ τὴν στραγγισθῆναι (σχ. 127) καὶ ἐκεῖθεν ἀπο-  
στέλλεται εἰς τὸ ἐμπόριον. Τὸ ἅλας τῆς πρώτης κρυσταλλώσεως εἶναι καθαρῶτερον καὶ χρησι-  
μοποιεῖται εἰς τὴν μαγειρικὴν.

**Ἰδιότητες.** Τὸ χλωριούχον νάτριον εἶναι σῶμα στερεόν, λευκόν, κρυσταλλού-  
μενον εἰς κύβους (σχ. 128). Μεμονωμένοι  
κρύσταλλοι αὐτοῦ εἶναι ἄχρσοι καὶ διαφρα-  
νεῖς. Ἐχει γεῦσιν ἀλμυράν, ἢ πυκνότης  
του δὲ εἶναι 2,1. Πυροῦμενον κροστεῖ,  
διότι περιέχει ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐξάτμιζό-  
μενον θραύει τοὺς κρυστάλλους. Τήκεται  
εἰς 800° καὶ ζέει εἰς 1420°C. Διαλύεται  
εἰς τὸ ὕδωρ, τὸ δὲ ἀκάθαρτον ἅλας εἶναι  
καὶ ὑγροσκοπικόν. Ἡ διαλυτότης του εἰς  
τὸ ὕδωρ μεταβάλλεται πολὺ ὀλίγον διὰ  
τῆς θερμάνσεως. Οὕτω, ἓνα λίτρον ὕδατος  
διαλύει 360 γραμμάρια ἁλατος εἰς 18°  
καὶ 404 γραμμ. εἰς 100°.



Σχ. 128. Ἡ δομὴ τοῦ κρυστάλλου τοῦ  
χλωριούχου νατρίου.

**Χρήσεις.** Τὸ NaCl εἶναι τὸ σπουδαι-  
ότερον ἐκ τῶν ἀλάτων τοῦ νατρίου καὶ χρησιμεύει πρὸς ἄρτυσιν τῶν τροφῶν, ὡς  
ἀντισηπτικὸν πρὸς διατήρησιν τροφίμων (ιχθύων, κρέατος, λαχανικῶν κ.λ.π.) πρὸς  
παρασκευὴν τοῦ νατρίου, τοῦ χλωρίου, τοῦ ὑδροχλωρίου, τῆς σόδας, τῶν σαπῶ-  
νων, ὡς ψυκτικὸν μέσον ἐν μίγματι μὲ πάγον κ.ο.κ.

**341. Ἀνθρακικὸν νάτριον** (κ. σόδα) :  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Τοῦτο ἐξήγητο ἄλλοτε ἐκ  
τῆς τέφρας τῶν θαλασσίων φυτῶν. Τώρα παρασκευάζεται βιομηχανικῶς εἰς μέγι-  
στα ποσὰ κατὰ τὰς ἐξῆς μεθόδους :

α) **Κατὰ τὴν μέθοδον Leblanc.** Ἀυτὴ εἶναι ἡ παλαιότερα μέθοδος καὶ συνίσταται εἰς τὸ ἐξῆς :

Τὸ γλωριούχον νάτριον μετατρέπεται κατ' ἀρχὰς εἰς θεικὸν νάτριον δι' ἐπιδράσεως θεικοῦ ὀξέος ἐν θερμῷ :



Τὸ οὕτω παραγόμενον οὐδέτερον θεικὸν νάτριον θερμαίνεται ἐντὸς καμίνου ἰμοῦ με' ἄνθρακα καὶ κόνιν ἀσβεστολίθου ( $\text{CaCO}_3$ ). Κατ' ἀρχὰς ὁ ἄνθραξ ἀνάγει τὸ θεικὸν νάτριον εἰς θειούχον νάτριον :



Τὸ παραχθὲν θειούχον νάτριον ἐνεργεῖ περαιτέρω ἐπὶ τοῦ ἀσβεστολίθου, ὅποτε γίνεται μεταξὺ αὐτῶν ἀλλαγὴ μετάλλων :



Τὸ παραχθὲν ἀνθρακικὸν νάτριον ἀποχωρίζεται ἐκ τοῦ θειούχου ἀσβεστίου διὰ διαλύσεως εἰς ὕδωρ, διηθήσεως καὶ κρυστάλλωσεως ἐπιτοξανομένης δι' ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος.

Τὸ  $\text{CaS}$  ὡς ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ ἀποχωρίζεται κατὰ τὴν διήθησιν. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην παράγεται ὡς δευτερεῶν προϊόν καὶ τὸ ὕδρογλωρικὸν ὀξύ.

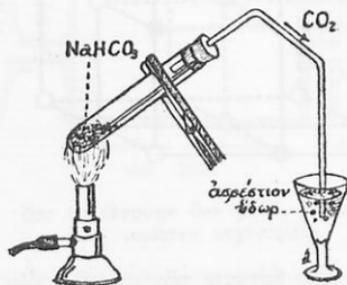
β) **Κατὰ τὴν μέθοδον Solvay.** Εἰς κεκορεσμένον διάλυμα  $\text{NaCl}$  διοχετεύεται ἀμμωνία καὶ μετ' αὐτὴν διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος. Κατ' ἀρχὰς τὸ διάλυμα τῆς ἀμμωνίας ἐνούται μετ' τὸ  $\text{CO}_2$  παραγομένου ὀξίνου ἀνθρακικοῦ ἀμμωνίου :



Τὸ τελευταῖον τοῦτο ἐνεργεῖ κατόπιν ἐπὶ τοῦ γλωριούχου νατρίου καὶ ἀνταλλάσσει τὸ ἀμμώνιον διὰ τοῦ νατρίου :



Τὸ ὀξίνον ἀνθρακικὸν νάτριον ὡς δυσδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ καταπίπτει εἰς τὸν πυθμένα, ὅπου συλλέγεται. Τοῦτο μετατρέπεται εἰς οὐδέτερον ἀνθρακικὸν νάτριον διὰ πυρώσεως, ὅποτε ἐκλύεται  $\text{CO}_2$  :



Σχ. 129. Ἀποσύνθεσις τοῦ  $\text{NaHCO}_3$  διὰ πυρώσεως.

Πράγματι, ἐὰν πυρώσωμεν ὀξίνον ἀνθρακικὸν νάτριον ἐντὸς δοκιμαστικοῦ σωλήγος, τοῦτο μεταπίπτει εἰς οὐδέτερον ἄλας, ἐνῶ ἐκλύεται συγχρόνως  $\text{CO}_2$ , τὸ ὁποῖον θολώνει τὸ ἀσβέστιον ὕδωρ (σχ. 129).

Τὸ κατὰ τὴν ἐξίσωσιν (3) ἀναπτυσσόμενον  $\text{CO}_2$  χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ ὀξίνου ἀνθρακικοῦ ἀμμωνίου ὡς ἐν τῇ ἐξίσωσει (1).

Ἐξ ἄλλου, τὸ γλωριούχον ἀμμώνιον, ποῦ λαμβάνεται κατὰ τὴν ἐξίσωσιν (2), ἀποδίδει ἐκ νέου τὴν ἀμμωνίαν, ἥτις χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἐξίσωσιν (1), δι' ἐπιδράσεως ἀσβέστου :



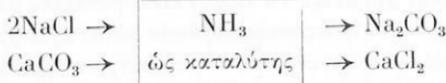
Τὸ ἄλας, ἡ ἄσβεστος καὶ τὸ ὕδωρ ἀναγίνονται ἀπὸ τὸν ἄνθρακα καὶ τὸν ἀσβεστολίθου :

ἡ ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ ἴνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Ἐὰν συγκρίνωμεν μεταξύ των τὰς ἀνωτέρω πέντε χημικὰς ἐξισώσεις, παρατηροῦμεν ὅτι αἱ οὐσαί :  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  καὶ  $\text{CaO}$  ἀποτελοῦν ἐνδιάμεσα προϊόντα. Διότι ὑπάρχουν τόσον εἰς τὰ πρῶτα μέλη, ὅσον καὶ εἰς τὰ δευτέρω μέλη τῶν ἐξισώσεων τούτων. Αἱ πρῶται ὕλαι εἰς τὴν μέθοδον καύτην εἶναι τὸ  $\text{NaCl}$  καὶ τὸ  $\text{CaCO}_3$  (ἀσβεστόλιθος), τὰ ὅποια ὑπάρχουν μόνον εἰς τὰ πρῶτα μέλη τῶν ἐξισώσεων (2) καὶ (5). Τὰ δὲ παραγόμενα τελικὰ προϊόντα εἶναι τὸ  $\text{CaCl}_2$  καὶ τὸ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , τὰ ὅποια ὑπάρχουν μόνον εἰς τὰ δευτέρω μέλη τῶν ἐξισώσεων (3) καὶ (4). Ἡ ἀμμιωνία δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς καταλύτης, ἦτοι :

**Ἐργοστάσιον**

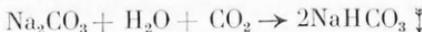


γ) Τελευταίως ἤρχισε νὰ λαμβάνη μεγάλην ἀνάπτυξιν καὶ ἠλεκτρολυτικὴ μέθοδος παρασκευῆς τῆς σόδας. Κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν δηλ. πυκνοῦ διαλύματος  $\text{NaCl}$ , τὸ εἰς τὴν κάθοδον λαμβανόμενον  $\text{NaOH}$  μετατρέπεται εἰς  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  διὰ διοχετεύσεως  $\text{CO}_2$  :



**Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ σιδέτερον ἀνθρακικὸν νάτριον, ἢ κοινῶς **σόδα**, εἶναι κόνις λευκὴ εὐδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ. Κατὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ ὕδατος τὸ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  κατακρημνίζεται ὑπὸ μορφήν κρυστάλλων, οἱ ὅποιοι περιέχουν 10 μόρια ὕδατος εἰς κάθε μόριον ἄλατος ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Τὸ κρυσταλλικὸν τοῦτο ὕδωρ ἐξατμίζεται βαθμηδὸν εἰς τὸν ἀέρα καὶ οἱ κρύσταλλοι τῆς σόδας ἀποσπῶνται, ἦτοι μεταπίπτουν εἰς κόνιν.

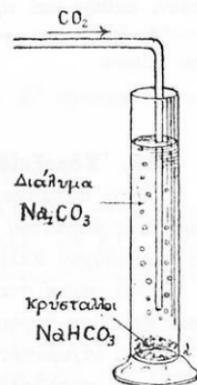
**Χημικαὶ ιδιότητες.** α) Ἐὰν διοχετεύσωμεν  $\text{CO}_2$  εἰς διάλυμα  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , τοῦτο μετατρέπεται εἰς ὄξινον ἀνθρακικὸν νάτριον, τὸ ὅποϊον εἶναι δυσδιάλυτον καὶ καταπίπτει ὑπὸ μορφήν λευκῆς κόνεως εἰς τὸν πυθμένα (σχ. 130).



Τὸ  $\text{NaHCO}_3$ , καλούμενον καὶ **σόδα ποτοῦ**, χρησιμοποιεῖται συνήθως ἐναντίον τῶν ἐνοχλήσεων τοῦ στομάχου ἐξ ὑπερβολικῶν ὀξέων.

Τὸ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ὡς ἄλας τοῦ ἀσθενεστάτου ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἀποσυντίθεται ὑπὸ πάντων σχεδὸν τῶν ὀξέων ὑπὸ σύγχρονον ἐκκλυσιν  $\text{CO}_2$ . Οὕτω, ἐὰν χύσωμεν ἐπὶ σόδας χυμὸν λεμονίου, παράγεται ἀφρός.

**Χρήσεις.** Ἡ σόδα χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ σαπωνοποιεῖα πρὸς εὐθνήν παρασκευὴν τοῦ καυστικοῦ νάτρου, εἰς τὰ ὑαλοουργεῖα, εἰς τὴν πλύσιν τῶν ὑφασμάτων, πρὸς παρασκευὴν χρωστικῶν ὑλῶν καὶ φαρμακευτικῶν προϊόντων κλπ.



Σχ. 130.  
Παρασκευὴ  $\text{NaHCO}_3$ .

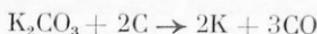
**ΚΑΛΙΟΝ : K = 39**

**342. Προέλευσις.** Τὸ κάλιον εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν πάντοτε ἡνωμένον. Τὰ κυριώτερα ὀρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι ὁ **σολβίνης** ( $\text{KCl}$ ), ὁ **καρναλίτης** ( $\text{KCl}$ ,  $\text{Mg}$

$\text{Cl}_2$ ,  $6\text{H}_2\text{O}$ ) και τὸ νίτρον τῶν Ἰνδιῶν ( $\text{KNO}_3$ ). Ἡ τέφρα τῶν χερσαίων φυτῶν περιέχει μεγάλην ποσότητα ἀνθρακικοῦ καλίου ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ).

**343. Παρασκευή.** Τὸ κάλιον ἐξάγεται κυρίως δι' ἠλεκτρολύσεως τετηκτός καυστικῆς κάλεως ( $\text{KOH}$ ), ἢ τετηκτός  $\text{KCl}$ , ὅπως καὶ τὸ νάτριον.

Κατὰ παλαιότεραν μέθοδον ἐξάγεται καὶ δι' ἀναγωγῆς τοῦ ἀνθρακικοῦ καλίου ὑπὸ ἀνθρακος εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν :



**344. Ἰδιότητες καὶ χρήσεις.** Τὸ κάλιον εἶναι μέταλλον μαλακόν, πυκνότητος 0,865 καὶ τήκεται εἰς  $63^{\circ},5$ . Πρόσφατος ἐπιφάνεια αὐτοῦ ἔχει χροῖμα ἀργυρόλευκον.

Ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως ἐνεργεῖ ὅπως καὶ τὸ νάτριον, ἀλλ' εἶναι δραστικώτερον ἐκείνου. Οὕτω π.χ. κατὰ τὴν ὑπὸ τοῦ καλίου ἀποσύνθεσιν τοῦ ὕδατος τὸ ἀναπτυσσόμενον ὑδρογόνον αὐταναφλέγεται.

Φυλάσσεται ἐντὸς πετρελαίου καὶ χρησιμεύει κυρίως ὡς ἰσχυρὸν ἀναγωγικὸν μέσον, καθὼς καὶ πρὸς κατασκευὴν φωτοηλεκτρικῶν κυψελῶν.

Ἀνιχνεύεται φασματοσκοπικῶς: Τὰ ἄλατά του χροματίζουν ἰώδη τὴν φλόγα τοῦ λύχνου Bunsen.

## ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΚΑΛΙΟΥ

**345. Ὑδροξειδίου τοῦ καλίου, ἢ καυστικὸν κάλι :**  $\text{KOH}$ .

Τοῦτο παρασκευάζεται ὅπως καὶ τὸ καυστικὸν νάτριον, ἦτοι δι' ἐπιδράσεως καυστικῆς ἀσβέστου ἐπὶ ἀνθρακικοῦ καλίου, ἢ δι' ἠλεκτρολύσεως πυκνοῦ διαλύματος χλωριούχου καλίου.

Εἶναι σῶμα στερεόν, λευκόν, γύσεως λίαν καυστικῆς, λίαν εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ καὶ λίαν ὑγροσκοπικόν. Τήκεται εἰς  $360^{\circ},5\text{C}$ .

Εἶναι ἰσχυροτάτη βάση, ἰσχυροτέρα ἀκόμη καὶ τοῦ καυστικοῦ νάτρου. Τὰ διαλύματά του προσβάλλουν βραδέως τὴν ὕαλον.

Χρησιμεύει εἰς τὴν παρασκευὴν ρευστῶν σαπῶνων, εἰς τὴν ἱατρικὴν ὡς καυτήριον καὶ εἰς τὰ χημεῖα ὡς βάση. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης εἰς τὴν πλήρωσιν ἠλεκτρικῶν συσσωρευτῶν διὰ νικελίου, εἰς τὴν γαλβανοπλαστικὴν, παρασκευὴν μερσεριμμένου βάμβακος κ.ο.κ.

**346. Ἀνθρακικὸν κάλιον, ἢ ποτάσσα :**  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Τοῦτο ἀποτελεῖ τὸ κύριον συστατικὸν τῆς τέφρας τῶν φυτῶν, ἐκ τῆς ὑποίας καὶ ἐξάγεται. Πρὸς τοῦτο ἡ τέφρα ἐγκυλίσκεται δι' ὀλίγου θερμοῦ ὕδατος, δι' ἐξατμίσεως δὲ τοῦ διαλύματος τούτου λαμβάνεται ἡ ἀκάθαρτος ποτάσσα τοῦ ἐμπορίου, ἥτις περιέχει 70%  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Διὰ νὰ καθαρισθῇ αὕτη, διαπυροῦται καὶ κατόπιν διαλύεται ἐκ νέου εἰς ὀλίγον ψυχρὸν ὕδωρ. Τὸ διάλυμα ἐξατμιζόμενον παρέχει τὸ καθαρὸν ἀνθρακικὸν κάλιον τοῦ ἐμπορίου.

Βιομηχανικῶς λαμβάνεται ἐπίσης καὶ διὰ διουχετεύσεως  $\text{CO}_2$  εἰς διάλυμα  $\text{KOH}$  :



Ἰδιότητες. Εἶναι κόνις λευκή, λίαν εὐδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἔχει γεῦσιν ἐλαφρῶς καυστικὴν. Τὸ ὕδατικὸν διάλυμα αὐτῆς παρέχει ἀντίδρασιν βασικὴν, διότι εἶναι ἄλας ἀσθενεστάτου ὀξέος μὲ ἰσχυροτάτην βάση.

Χρήσεις. Ἡ ποτάσσα χρησιμεύει διὰ τὴν παρασκευὴν ρευστῶν σαπῶνων, παρασκευὴν ὑάλων καλῆς ποιότητος, πρὸς πλύσιν βαρελίων, ὑφασμάτων κλπ.

**347. Νιτρικὸν κάλιον.**  $\text{KNO}_3$ . Τοῦτο καλεῖται κινῶδες «νίτρον» καὶ ἐξανθίζεται ἐκ τοῦ Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

εδάφους θερμῶν χωρῶν, ὡς ἡ Αἴγυπτος καὶ αἱ Ἰνδία, κατὰ τὴν ξηρατῖα, ἥτις ἀκολουθεῖ τὴν περίοδον τῶν βροχῶν.

Παρασκευάζεται συνήθως ἐκ τοῦ νιτρικοῦ νατρίου τῆς Χιλῆς δι' ἐπιδράσεως χλωριούχου καλίου ὑπὸ μορφήν πυκνῶν διαλυμάτων :



Δι' ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος ἀποχωρίζεται τὸ σχετικῶς διαδιάλυτον χλωριούχον νάτριον ὑπὸ μορφήν κρυστάλλων.

**Ἰδιότητες.** Τὸ νιτρικὸν κάλιον εἶναι ἄλλας λευκῶν κρυσταλλικῶν, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ γεύσεως ὑφαλήμυρου.

Εἶναι δραστήριον ὀξειδωτικόν. Ὁ ἀνθραξ, τὸ θεῖον κλπ., ἐὰν ἀναμιχθῶν μὲ νιτρικὸν κάλιον καὶ κατόπιν ἀναφλεγῶν, καίονται ὅπως θὰ ἐκείοντο εἰς καθαρὸν ὀξυγόνον.

**Χρήσεις.** Χρησιμεύει κυρίως εἰς τὴν παρασκευὴν τῆς μακρῆς πυρίτιδος τοῦ κυνηγίου.

**348. Ἡ μαύρη πυρίτις,** γίνεται ὡς ἐξῆς : Κρυσταλλοῦν ἰδιαίτερας εἰδικῶν ζυλάνθρακα, θεῖον καὶ νιτρικὸν κάλιον. Τὰς κόνεις αὐτὰς ἀναμιγνύουσι κατόπιν εἰς ἀναλογία : 12,5 ἀνθρακα 12,5 θεῖον καὶ 75  $\text{KNO}_3$ . Τὸ μίγμα δυναρκίεται, ζυμῶται καὶ πλάθεται κατόπιν εἰς ὁμοιογενῆ μάζαν. Θραύουσι αὐτὴν εἰς μικροὺς κόκκους, οἱ ὅποιοι κοσκινιζόμενοι χωρίζονται κατὰ μεγέθη καὶ ἀποτελοῦν τὴν πυρίτιδα.

Διὰ τὰ μὴ προσλαμβάνουν ὑγρασίαν οἱ κόκκοι τῆς πυρίτιδος, ἐπαλείφονται μὲ λεπτοτάτην κόνιν γραφίτου.

Τὸ νιτρικὸν κάλιον χρησιμεύει ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν πυροτεχνημάτων καὶ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος.

**349. Χλωρικὸν κάλιον :**  $\text{KClO}_3$ . Τοῦτο παρασκευάζεται δι' ἠλεκτρολύσεως διαλύματος  $\text{KCl}$  ὑπὸ καταλλήλους συνθήκας :



**Ἰδιότητες.** Εἶναι σῶμα λευκῶν κρυσταλλούμενον εἰς φύλλα καὶ τήκεται εἰς  $360^\circ$ . Εἰς τὸ ὕδωρ διαλύεται κυρίως ἐν θερμῷ. Μεταπίπτει εὐκόλως εἰς  $\text{KCl}$  παρέχον τὸ ὀξυγόνον αὐτοῦ εἰς εὐοξειδωτά σώματα καὶ ἰδίως εἰς ὀργανικὰς οὐσίας, μετὰ τῶν ὁποίων σχηματίζει συνήθως μίγματα ἐκρηκτικὰ.

**Χρήσεις.** Τὸ χλωρικὸν κάλιον χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ χημεῖα πρὸς παρασκευὴν τοῦ ὀξυγόνου, εἰς τὴν φαρμακευτικὴν ὡς ἀντισηπτικὸν τῆς κοιλότητος τοῦ στόματος, πρὸς παρασκευὴν τοῦ μίγματος τῆς κεφαλῆς τῶν πυρεθίων ἀσφαλείας καὶ εἰς τὴν πυροτεχνουργίαν πρὸς παρασκευὴν τῶν βεγγαλικῶν φῶτων κλπ.

**350. Ὑπερμαγγανικὸν κάλιον :**  $\text{KMnO}_4$ . Τοῦτο παρασκευάζεται διὰ συντήξεως πυρολουσίτου ( $\text{MnO}_2$ ) μὲ  $\text{KOH}$  παρουσίᾳ ὀξειδωτικοῦ σώματος, ὡς π.χ.  $\text{KClO}_3$ .

Εἶναι σῶμα στερεόν, κρυσταλλούμενον ὑπὸ μορφήν βελονῶν χρώματος ἰώδους. Εἰς τὸ ὕδωρ εἶναι ἄλλογον διαλυτὸν (5% περίπου).

Ἡ κυριώτερα ἰδιότης τοῦ ὑπερμαγγανικοῦ καλίου εἶναι, ὅτι τοῦτο ἐνεργεῖ ὡς ἔντονον ὀξειδωτικὸν μέσον, δι' ὃ καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς ἀντισηπτικόν, καθὼς καὶ εἰς τὴν Ἀναλυτικὴν Χημείαν.

**351. Χρωμικὸν κάλιον :**  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ . **Διχρωμικὸν κάλιον :**  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Διὰ προσθήκης ἀνυδρίτου τοῦ χρωμικοῦ ὀξέος ( $\text{CrO}_3$ ) εἰς διάλυμα  $\text{KOH}$  λαμβάνεται εἴτε τὸ ἄλλας **χρωμικὸν κάλιον** ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) εἴτε τὸ ἄλλας **διχρωμικὸν κάλιον** ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ), ἀναλόγως τῆς ποσότητος τοῦ χρησιμοποιουμένου ἀνυδρίτου :



Τὸ μὲν χρωμικὸν κάλιον  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  εἶναι στερεόν, κρυσταλλικόν, χρώματος κιτρίνου, διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ.

Τὸ δὲ διχρωμικὸν κάλιον  $K_2Cr_2O_7$  εἶναι στερεόν, κρυσταλλικόν, χρώματος πορτοκαλλερύθρου διαλυτὸν εἰς τὸ ὕδωρ.

Ἀμφότερα εἶναι σώματα λίαν ὀξειδωτικά.

Ἐξ αὐτῶν εὐρεῖαν ἐφαρμογὴν εὐρίσκει τὸ διχρωμικὸν κάλιον εἰς τὴν βυρσοδεψίαν, τὴν ταυτογραφίαν, τὴν πλήρωσιν ἠλεκτρικῶν στοιχείων Grenet κ.ο.κ.

## Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

140. Δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ ὀξυλίθου λαμβάνονται 3,8 l ὀξυγόνου. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ  $Na_2O_2$ , τὸ ὅποιον ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

141. Πυροῦνται 15 gr  $NaHCO_3$  μέχρι μετατροπῆς αὐτοῦ εἰς  $Na_2CO_3$ . Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου τὸ ὅποιον θὰ παραχθῆ.

142. Κατὰ τὴν ἠλεκτρολύσιν διαλύματος  $KCl$  παράγονται 25 gr  $KClO_3$ . Ζητοῦνται τὰ ποσὰ τοῦ  $Cl_2$  καὶ τοῦ  $KOH$  ποῦ ἔλαβον μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

143. Ζητεῖται πόσος ὄγκος  $CO_2$  πρέπει νὰ διοχετευθῆ διὰ μέσου διαλύματος  $KOH$ , ὥστε νὰ ληφθοῦν 250 gr  $K_2CO_3$ .

144. Ζητεῖται πόσος ὄγκος  $CO_2$  πρέπει νὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ διαλύματος ἀμμωνίας, ὥστε νὰ λάβωμεν 50 gr  $NH_4HCO_3$ .

145. Κατὰ τὴν ἐπίδρασιν  $H_2SO_4$  ἐπὶ  $NaCl$  ἐν θερμῷ ἐλήφθησαν 380  $cm^3$  ἀερίου θερμοκρασίας  $57^\circ C$  καὶ πίεσεως 760 mmHg. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ  $NaCl$  ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

146. Διὰ μέσου διαλύματος  $KOH$  διοχετεύονται 250  $cm^3$   $CO_2$  ἔχοντος θερμοκρασίαν  $30^\circ C$  καὶ πίεσιν 750 mmHg. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ παραχθέντος  $K_2CO_3$ .

147. Ἀναμιγνύονται πυκνὰ διαλύματα  $NaNO_3$  καὶ  $KCl$ , ὅτε κατακρημνίζονται 12 gr  $NaCl$  ζυγισθέντος ξηροῦ. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ παραχθέντος  $KNO_3$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XXI

### ΟΜΑΣ IB

### ἢ ΟΜΑΣ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ

#### ΠΙΝΑΞ XX

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν μετάλλων τῆς ομάδος τοῦ Χαλκοῦ

Ἰδιότητες	Χαλκός	Ἄργυρος	Χρυσός
Ἄτομικὸν βάρος	66,57	107,88	197,2
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	29	47	79
Διάταξις ἠλεκτρον. σθένους	$3d^{10}4s^1$	$4d^{10}5s^1$	$5d^{10}6s^1$
Πυκνότης ( $20^\circ$ )	8,9	10,5	19,3
Σημεῖον τήξεως	$1083^\circ$	$960^\circ,5$	$1062^\circ$
Σημεῖον ζέσεως	$2310^\circ$	$1950^\circ$	$2600^\circ$
Ἐνώσεις μὲ χλώριον	$CuCl$ $CuCl_2$	$AgCl$	$AuCl$ , $AuCl_3$

**352. Γενικά.** Τὰ μέταλλα τῆς ομάδος αὐτῆς ὡς ἔχοντα ἀπὸ ἓν ἠλεκτρόνιον εἰς τὴν ἐξωτάτην ὑποστιβάδα τῶν ἀτόμων των εἶναι κυρίως μονοθενῆ. Εἰς ὀρισμένας ὁμοῦς ἐνώσεις των λαμβάνουν μέρος καὶ ἀπὸ ἓν, ἢ καὶ δύο ἠλεκτρόνια τῆς προτελευταίας (d) ὑποστιβάδος, δι' ὃ καὶ ἐνεργεζοῦν τότε ὡς διθενῆ ( $CuCl_2$ ) εἴτε ὡς τρισθενῆ ( $AuCl_3$ ). Ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου, μόνον ὁ χαλκὸς ὀξειδοῦται ὀλίγον, ἐνῶ ὁ ἄργυρος καὶ ὁ χρυσὸς εἶναι ἀνοξειδωτα.

Χαρακτηριστικὴ ἰδιότης τῶν μετάλλων αὐτῶν εἶναι ὅτι σχηματίζουν εὐκόλως σύμπλοκα ἰόντα, ὡς π.χ.  $[Cu(CN)_2]^-$ ,  $[Ag(CN)_2]^-$ ,  $[Au(CN)_2]^-$ , ἢ καὶ κατιόντα:  $[Cu(NH_3)_4]^{++}$ ,  $[Ag(NH_3)_2]^+$  κ.ο.κ.

## I. ΧΑΛΚΟΣ : Cu = 63,6

**353. Προέλευσις.** Ὁ χαλκός ἀπαντᾷ καὶ αὐτοφυῆς. Διὰ τοῦτο ἐγένετο γνωστός εἰς τὸν ἄνθρωπον ἀπὸ τῶν ἀρχαιστάτων χρόνων (ἐποχὴ τοῦ χαλκοῦ).

Τὰ σπουδαιότερα ἐκ τῶν ὀρυκτῶν τοῦ χαλκοῦ εἶναι : Ὁ **χαλκοπυρίτης** (Cu FeS), ὁ **χαλκολαμπρίτης** (Cu<sub>2</sub>S), ὁ **κυπρίτης** (Cu<sub>2</sub>O), ὁ **μαλαχίτης** [CuCO<sub>3</sub>, Cu(OH)<sub>2</sub>], ὁ **ἄζουρίτης** [2CuCO<sub>3</sub>, Cu(OH)<sub>2</sub>].

**354. Μεταλλουργία.** Ὁ τρόπος ἐξαγωγῆς τοῦ χαλκοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μεταλλεύματος, ἦτοι :

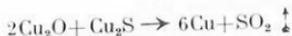
α) Ὁ κυπρίτης (Cu<sub>2</sub>O) καὶ ὁ ἀνθρακικός χαλκός, ἔταν δὲν περιέχουν προσμίξεις, ἀνάγονται ὑπὸ ἀνθρακος.

β) Τὸ κυριώτερον ὅμως μέταλλευμα, ἐκ τοῦ ὁποῦ ἐξάγεται ὁ χαλκός, εἶναι ὁ **χαλκοπυρίτης**. Οὗτος περιέχει καὶ σίδηρον, δι' ἃ καὶ ἡ μεταλλουργία του εἶναι πολύπλοκος, ἔχουσα ἐν γενικαῖς γραμμαῖς ὡς ἑξῆς :

Τὸ μέταλλευμα ἀναμιγνύμενον μὲ ὀλίγην ἄμμων (SiO<sub>2</sub>) ὑποβάλλεται εἰς ἐλαφρῶν φρύξιν (πύρωσιν παρυσία ἀέρος). Κατ' αὐτὴν ὁ σίδηρος ὀξειδούμενος μετατρέπεται εἰς ὀξειδίου (FeO) Τοῦτο ἐν συνεχείᾳ ἐνοῦται μὲ τὸ SiO<sub>2</sub> κατὰ τὴν ἐξίσωσιν :



Τὸ παραγόμενον πυριτικὸν ἄλας τοῦ σιδήρου ἀποτελεῖ ἓνα εἶδος σκωρίας καὶ ἀνερχόμενον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἀποχωρίζεται εὐκόλως. Ὁ ἀπομένων θεουχοῦ χαλκός (Cu<sub>2</sub>S) ὑποβάλλεται κατόπιν εἰς μερικὴν ὀξειδωσιν, ὥστε τὰ 2)3 αὐτοῦ νὰ μετατραποῦν εἰς Cu<sub>2</sub>O. Τότε ἀποκλειόμενον τοῦ ἀέρος συνεχίζεται ἡ πύρωσις, ὅποτε τὰ σώματα Cu<sub>2</sub>S καὶ Cu<sub>2</sub>O ἀντιδρῶν ἀμοιβαίως ἐλευθερωμένοι τοῦ χαλκοῦ :



Ὁ οὗτω λαμβανόμενος χαλκός περιέχει 5 ἕως 10 % ξένας προσμίξεις, καθορίζεται δὲ περαιτέρω δι' ὀξειδώσεως, ἕτε ὀξειδοῦνται πρὸ αὐτοῦ αἱ ξένοι ὕλοι.

Τελείως καθαρὸς χαλκός (99,99%) λαμβάνεται δι' ἤλεκτρολύσεως τοῦ ὡς ἄνω ἀκαθάρτου χαλκοῦ. Κατ' αὐτὴν ὁ ἀκάθαρτος χαλκός χρησιμοποιεῖται ὡς ἀνοδος. Ὡς κάθοδος χρησιμοποιεῖται πλάξ ἐκ καθαρῦ χαλκοῦ, ὡς ἤλεκτρολύτης δὲ διάλυμα θεικοῦ χαλκοῦ (CuSO<sub>4</sub>). Διὰ τῆς ἤλεκτρολύσεως ὁ θεικὸς χαλκός μεταφέρεται ἐκ τῆς ἀνόδου εἰς τὴν κάθοδον, ἐνῶ αἱ ἀκαθαρσίαι καταπίπτουν εἰς τὸν πυθμένα τῆς συσκευῆς.

**355. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Ὁ χαλκός εἶναι μέταλλον ἐρυθρόν, ἔχει πυκνότητα 8,9, τήκεται εἰς 1083<sup>ο</sup> καὶ ζέει εἰς 2310<sup>ο</sup>. Εἶναι λίαν ἐλατὸς καὶ ὀκλιμος, μετὰ δὲ τὸν ἄργυρον εἶναι ὁ καλύτερος ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἤλεκτρισμοῦ.

**356. Χημικαὶ ιδιότητες.** α) Ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ εἰς ξηρὰν ἀτμόσφαιραν ὁ χαλκός δὲν προσβάλλεται. Παρυσία ὅμως ὕδατιμῶν καὶ CO<sub>2</sub> ὀξειδοῦται καὶ σχηματίζει πράσινον βασικὸν ἀνθρακικὸν χαλκόν (χαλκάνθη).

β) Πυρούμενος εἰς τὸν ἀέρα ὁ χαλκός ὀξειδοῦται σχηματιζομένου ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ (CuO).

γ) Ἐν θερμῷ ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μὲ πολλὰ στοιχεῖα, ὡς π.χ. τὸ γλῶριον, ἰώδιον, θεῖον κλπ.

δ) Ἐκ τῶν ὀξέων μόνον τὸ νιτρικὸν ὀξύ διαλύει εὐκόλως τὸν χαλκόν. Τὸ θεικὸν ὀξύ τὸν διαλύει μόνον ἐν θερμῷ, τὸ δὲ ὕδροχλωρικὸν μόνον ἐφ' ὅσον περιέχη καὶ ὀλίγον νιτρικόν :



ε) "Όλα τὰ ὀξέα, ἀκόμη καὶ τὰ ἀσθενέστερα, προσβάλλουν βραδέως τὸν χαλκὸν διὰ τῆς παρουσίας τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος. Οὕτω, τὸ ὄξος καὶ τὰ ὀξέα τῶν τροφίμων προσβάλλουν βραδέως τὰ χάλκινα δοχεῖα καὶ σχηματίζουν ἅλατα, τὰ ὁποῖα εἶναι δηλητηριώδη. Διὰ τοῦτο δὲν πρέπει νὰ ἀφηνωμεν, ὅπως παραμένουν ἐπὶ μακρὸν τροφίμα εἰς ἐπαφήν μετὰ τοῦ χαλκοῦ. Νὰ φροντίζωμεν δέ, ὅπως τὰ χάλκινα σκευῆ εἶναι καλῶς ἐπικασσιτερωμένα (γανωμένα).

**359. Ἀνίχνευσις.** Τὰ ἅλατα τοῦ  $\text{Cu}^{++}$  ἀνιχνεύονται ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ κυανοῦ συμπλόκου ἰόντος  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{++}$  διὰ προσθήκης ἀμμωνίας ἐν περισσειᾷ.

**358. Χρήσεις.** Λόγω τῆς μεγάλης ἀγωγιμότητός του ὁ χαλκὸς χρησιμεύει πρὸς κατασκευὴν μαγειρικῶν σκευῶν, ἀμβύκων, ἠλεκτροφόρων συρμάτων κλπ. Εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν εὐρίσκουν ἐπίσης καὶ τὰ διάφορα κράματα τοῦ χαλκοῦ.

**359. Κράματα τοῦ χαλκοῦ.** Ὁ χαλκὸς παρέχει πλεῖστα κράματα, ἐκ τῶν ὁποίων σπουδαιότερα εἶναι :

α) Οἱ **ὄρειχαλκοι**. Οὗτοι εἶναι κράματα χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου, περιέχουν δὲ ἐνίοτε καὶ ὀλίγον κασσίτερον ἢ μάλυβδον. Ἐχουν χρῶμα χρυσοκίτρινον, εἶναι ἐλαφρότεροι καὶ ἐλαστικώτεροι τοῦ χαλκοῦ, σκληρότεροι αὐτοῦ καὶ ἀντέχουν περισσότερο εἰς τὴν ὀξειδῶσιν. Χύνονται καλῶς εἰς τύπους καὶ λιμᾶνται καλῶς, εἶναι δὲ εὐθνήτεροι τοῦ χαλκοῦ. Ἐξ αὐτῶν κατασκευάζονται ὄργανα φυσικῆς, θυρολαβαί, ἠλεκτρικὰ εἶδη κ.ο.κ.

β) Οἱ **βροῦντζοι**. Οὗτοι εἶναι κράματα χαλκοῦ καὶ κασσίτερου, περιέχοντες ἐνίοτε καὶ ὀλίγον ψευδάργυρον. Εἶναι λίαν εὐχρητοὶ καὶ χρησιμεύουν πρὸς κατασκευὴν κωδῶνων, ἀγαλμάτων, νομισμάτων κλπ.

Οἱ βροῦντζοι δι' ἀργιλίου, ἀντὶ κασσίτερου, ἔχουν χρῶμα ὅμοιον μὲ τὸ τοῦ χρυσοῦ, ὠραίαν λάμπην καὶ ἀντέχουν εἰς τὴν ὀξειδῶσιν. Δι' αὐτῶν κατασκευάζονται ἀπομιμήσεις χρυσοῦν ἀντικειμένων, κάτοπτρα προβολέων κ.ο.κ.

γ) **Νεάργυροι**. (Argentan, Maillechort). Οὗτοι εἶναι ὄρειχαλκοι περιέχοντες καὶ νικέλιον. Ἐχουν χρῶμα ἀργυρόχρου καὶ ἀντέχουν εἰς τὴν ὀξειδῶσιν.

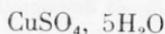
Χρησιμοποιοῦνται πρὸς κατασκευὴν κομψοτεχνημάτων, τὰ ὁποῖα συνήθως ἐπαργυροῦνται κατόπιν.

Ἐπειδὴ ἔχουν μεγάλην ἠλεκτρικὴν ἀντίστασιν, χρησιμοποιοῦνται πρὸς κατασκευὴν ἀντιστάσεων ἐν τῇ ἠλεκτροτεχνίᾳ.

## Θ Ε Ι Ι Κ Ο Σ Χ Α Λ Κ Ο Σ : $\text{CuSO}_4$

**360. Παρασκευῆ.** Ὁ θεικὸς χαλκὸς (κ. γαλαζόπετρα) λαμβάνεται βιομηχανικῶς :

α) Διὰ πυρώσεως χαλκοπυρίτου εἰς τὸν ἀέρα, ὅποτε ὁ θειοῦχος χαλκὸς ὀξειδοῦται εἰς θεικὸν χαλκόν. Τὸ προῖον παραλαμβάνεται δι' ὕδατος, εἰς τὸ ὁποῖον διαλύεται ὁ παραχθεὶς θεικὸς χαλκός. Δι' ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος κρυσταλλοῦται ὁ ἐν διαλύσει θεικὸς χαλκός μετὰ 5 μορίων ὕδατος σχηματιζομένων μεγάλων κυανῶν κρυστάλλων (σχ. 131):



β) Παλαιὰ τεμάχια χαλκοῦ διυγραίνονται, ἀναμιγνύονται μὲ κόνιν θείου καὶ



## II. ΑΡΓΥΡΟΣ : Ag = 108

**363. Προέλευσις.** Ὁ ἄργυρος εὐρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ἐνίοτε μὲν ἐλεύθερος, συνηθέστερον δὲ ἠνωμένως. Τὰ σπουδαιότερα ὄρυκτά αὐτοῦ εἶναι : Ὁ **ἀργυρίτης** ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ), ὁ **ἐρυθραργυρίτης** ( $3 \text{Ag}_2\text{S}, \text{Sb}_2\text{S}_3$ ) καὶ ὁ **κεραργυρίτης** ( $\text{AgCl}$ ). Ἐκ μεταλλεύσιμος ποσότης ἀργύρου εὐρίσκεται, καθὼς εἶδομεν, εἰς τὸν γαληνίτην, ἐνίοτε δὲ καὶ εἰς τὸν χαλκοπυρίτην.

**364. Μεταλλουργία.** Ὁ τρόπος ἐξαγωγῆς τοῦ ἀργύρου εἶναι πολὺπλοκος καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ μεταλλεύματος. Ἐν γενικαῖς δὲ γραμμαῖς ἔχει ὡς ἑξῆς :

α) **Μέθοδος διὰ κυπελλάσεως.** Ὁ ἀργυροῦχος μόλυβδος τοῦ γαληνίτου ἐμπλουτίζεται κατ' ἀρχὰς εἰς ἄργυρον καὶ κατόπιν ὑποβάλλεται εἰς ὀξειδωτικὴν τῆξιν ἐντὸς εἰδικῶν καμίνων. Ὁ μὲν μόλυβδος μετατρέπεται οὕτω εἰς λιθάργυρον ( $\text{PbO}$ ), ὁ δὲ ἄργυρος, ὡς ἀνοξειδωτός, ἐλευθεροῦται καὶ συγκεντροῦται τετηγμένος εἰς τὴν βᾶσιν τῆς καμίνου.

β) **Μέθοδος διὰ καθιζήσεως.** Τὸ μέταλλωμα τοῦ ἀργύρου μετατρέπεται πρῶτον εἰς χλωριούχον ( $\text{AgCl}$ ), ἢ κυανοῦχον ἄργυρον ( $\text{AgCN}$ ). Εἰς διαλύματα τῶν ἐνώσεων αὐτῶν προστίθεται κατόπιν ψευδάργυρος, ὅστις εἶναι μέταλλον πολὺ ἠλεκτροθετικὸν καὶ ἀντικαθιστᾷ τὸν ἄργυρον εἰς τὰς ἐνώσεις αὐτοῦ, ἀφήνων αὐτὸν ἐλεύθερον.

Χημικῶς καθαρὸς ἄργυρος λαμβάνεται δι' ἠλεκτρολύσεως διαλυμάτων τῶν ἀλάτων αὐτοῦ.

**365. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Ὁ ἄργυρος εἶναι τὸ λευκώτερον τῶν μετάλλων καὶ ὁ καλλίτερος ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Εἶναι μαλακώτερος τοῦ χαλκοῦ καὶ σκληρότερος τοῦ χρυσοῦ, εὐήχης καὶ λίαν ἐλατὸς καὶ ὀκλιμος. Ἔχει πυκνότητα 10,5 τήκεται εἰς  $960^{\circ},5$  καὶ ζέει εἰς  $1050^{\circ}$ . Τετηγμένος δύναται νὰ ἀπορροφήσῃ μέχρι 22 φορὰς τοῦ ἰδίου του ὄγκου ὀξυγόνον, τὸ ὅποιον ἀποβάλλεται κατὰ τὴν πῆξιν συμπαρασύρον σταγονίδια ἀργύρου.

**366. Χημικαὶ ιδιότητες.** η) Εἰς τὸν ἀέρα ὁ ἄργυρος δὲν ὀξειδοῦται καὶ παραμένει ἀναλλοίωτος.

β) Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἀργύρου μελανοῦται, ὅταν ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μὲ ὑδρόθειον εἰς τὴν συνθήκη θερμοκρασίαν. Τοῦτο δέ, διότι σχηματίζεται ἐπ' αὐτῆς θειούχος ἄργυρος ( $\text{Ag}_2\text{S}$ ) ὅστις ἔχει χρῶμα μαῦρον.

γ) Ἐκ τῶν ὀξέων μόνον τὸ νιτρικὸν ὀξύ διαλύει εὐκόλως τὸν ἄργυρον :



**367. Ἀνίχνευσις.** Εἰς τὰ διαλύματα τῶν ἀλάτων τοῦ ὀ ἀργύρου ἀνιχνεύεται διὰ προσθήκης ἀραιῦ  $\text{HCl}$ , ἢ χλωριούχου ἁλατος. Σχηματίζεται τότε τυρῶδες, λευκὸν ἴζημα ἐκ  $\text{AgCl}$  διαλυτὸν εἰς ἀμμωνίαν.

**368 Χρήσεις.** Ὁ ἄργυρος χρησιμοποιεῖται πρὸς κοπὴν νομισμάτων, πρὸς κατασκευὴν διαφόρων σκευῶν καὶ κοσμημάτων, κατασκευὴν συσκευῶν διὰ Χημείαν, δι' ἐπαργυρώσεις κ.ο.κ.

ὑπὸ μορφήν κράματος μὲ  $\text{Cu}$  καὶ  $\text{Zn}$  χρησιμοποιεῖται ὡς ἰσχυρὸν μέσον συγκολλήσεως με-

τάλλου. Χρησιμοποιείται επίσης πρὸς κατασκευὴν συσσωρευτῶν Ἀργύρου—Ψευδαργύρου καὶ εἰς ηλεκτρικὰς ἐπαφὰς ἐν τῇ ηλεκτροτεχνίᾳ.

ὑπὸ μορφήν κράματος με ἀδάμιον καὶ ἴνδιον χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν ρυθμιστικῶν ράβδων εἰς τοὺς πυρηνικοὺς ἀντιδραστήρας.

Τέλος, μέγιστα ποσὰ ἀργύρου χρησιμοποιοῦνται ὑπὸ μορφήν τῶν ἀλάτων αὐτοῦ  $\text{AgBr}$  καὶ  $\text{AgI}$  εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν φωτογραφικῶν φιλμῶν.

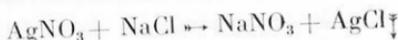
Διὰ τὰ μὴ φθείρεται εὐκόλως, διότι εἶναι μαλακός, τὰ διάφορα ἀργυρᾶ ἀντικείμενα γίνονται οὐχὶ με καθαρὸν ἄργυρον ἀλλὰ με κρᾶμα ἀργύρου καὶ ὀλίγου χαλκοῦ. Ὁ βαθμὸς καθαρότητος τῶν ἀργυρῶν ἀντικειμένων ἐκφράζει τὸ ποσοστὸν ἐπὶ τοῖς χιλίοις τοῦ εἰς αὐτὰ περιεχομένου ἀργύρου. Οὕτω π.χ. ἀντικείμενον ἐξ ἀργύρου με βαθμὸν καθαρότητος 800 περιέχει ἐπὶ χιλίων μερῶν βάρους 800 μ. βάρους ἄργυρον καὶ 200 μ. βάρους χαλκόν. Τὰ ἀργυρᾶ νομίσματα ἔχουν βαθμὸν καθαρότητος 850 ἕως 900.

**369. Νιτρικὸς ἄργυρος :**  $\text{AgNO}_3$ . Τὸ ἄλας αὐτὸ τοῦ ἀργύρου παρασκευάζεται διὰ διαλύσεως τοῦ ἀργύρου εἰς νιτρικὸν ὀξύ καὶ ἐξατμίσεως τοῦ διαλύματος.

Εἶναι ἄλας λευκόν, κρυσταλλικόν, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Τὸ διάλυμά του ἀμαυροῦται, ὅταν ἐκτεθῇ εἰς τὸ φῶς.

Ὁ νιτρικὸς ἄργυρος χρησιμεύει εἰς τὴν καθρεπτοποιίαν, πρὸς ἀνεξίτηλον γραφὴν ἐπὶ τῶν ὑφασμάτων, πρὸς παρασκευὴν τῶν ἀλάτων χλωριούχου καὶ βρωμιούχου ἀργύρου, ἐν μίγματι μετὰ 10%  $\text{KNO}_3$ , ὡς καυτήριον κ.ο.κ.

Εἰς τὰ χημεῖα ὁ νιτρικὸς ἄργυρος χρησιμεύει ὡς ἀντιδραστήριον πρὸς ἀνίχνευσιν τῶν ἰόντων  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  καὶ  $\text{I}^-$ . Διότι ὕδατικὸν διάλυμα  $\text{AgNO}_3$  παρουσιάζει τῶν ἰόντων τούτων παρέχει τυρῶδες ἕζημα ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, ὡς π.χ.

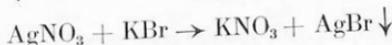


**370. Χλωριούχος ἄργυρος :**  $\text{AgCl}$ . Οὗτος εὐρίσκεται καὶ ὡς ὄρυκτον κεραργυρίτης. Καθαρὸς  $\text{AgCl}$  παρασκευάζεται δι' ἐπιδράσεως  $\text{HCl}$  ἢ  $\text{NaCl}$  ἐπὶ διαλύματος νιτρικοῦ ἀργύρου.

Εἶναι ἄλας λευκόν, τυρῶδες, βαρὺ, ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, εὐδιάλυτον δὲ εἰς διάλυμα ὑποθειώδους νατρίου ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ).

ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτὸς ἀποσυντίθεται καὶ λαμβάνει χρῶμα ἰώδες. Διὰ τοῦτο χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν φωτογραφικὴν πρὸς παρασκευὴν τοῦ εὐαισθητοῦ εἰς τὸ φῶς στρώματος τῶν φωτογραφικῶν πλακῶν.

**371. Βρωμιούχος ἄργυρος :**  $\text{AgBr}$ . Παρασκευάζεται διὰ προσθήκης διαλύματος  $\text{KBr}$  ἐντὸς διαλύματος νιτρικοῦ ἀργύρου :



Εἶναι ἄλας λευκόν ὑποκίτρινον, ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, εὐδιάλυτον δὲ εἰς διάλυμα ὑποθειώδους νατρίου.

Εἶναι εὐπαθὴς εἰς τὸ φῶς καὶ χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν τοῦ εὐπαθοῦς εἰς τὸ φῶς στρώματος τῶν φωτογραφικῶν πλακῶν.

**372. Ἰωδιούχος ἄργυρος :**  $\text{AgI}$ . Εἶναι ὁμοίος με τὸν βρωμιούχον ἄργυρον καὶ χρησιμοποιεῖται ὁμοίως πρὸς παρασκευὴν φωτογραφικῶν πλακῶν.

Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὡς μέσον προκλήσεως τεχνητῆς βρογχίτις. Πρὸς τοῦτο,

λεπτοτάτη κόκκιν AgJ διαχέεται εις ένα νέφος, ὅτε προκαλεῖ ἐκεῖ τὴν συσσωμάτωσιν τῶν μικροσκοπικῶν σταγονιδίων εις χονδρὰς σταγόνας βροχῆς.

**373. Φωτογραφία.** Αὕτη στηρίζεται ἐπὶ τῆς χημικῆς ἐνεργείας τοῦ φωτός ἐπὶ τῶν ἀλάτων τοῦ ἀργύρου. Ἡ εὐαισθησία τῶν ἀλάτων τοῦ ἀργύρου ἐναντι τοῦ φωτός ἀξάνεται κατὰ πολὺ, ὅταν ταῦτα εὐρίσκονται ἀναμειγμένα με ὀργανικὴν τινα οὐσίαν καὶ ἰδίᾳ με ζελατίνη.

Αἱ φωτογραφικαὶ πλάκας ἐπαλείφονται με διάλυμα πηκτῆς (ζελατίνης), τὸ ὅποιον περιέχει λεπτότατα διαμερισμένον ἄλας τοῦ ἀργύρου (ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον AgBr) καὶ κατόπιν στεγνοῦνται. Ἡ ὅλη ἐργασία γίνεται εις τὸ σκότος.

Με τὴν βοήθειαν φωτογραφικῆς μηχανῆς προβάλλεται ἐπὶ τῆς φωτοευπαθοῦς ταύτης πλακῆς τὸ ἀνεστραμμένον εἶδωλον τοῦ πρὸς φωτογράφησιν ἀντικειμένου. Τὰ ἄλλα τοῦ ἀργύρου τῆς πλακῆς ταύτης ὑφίστανται τότε ἀλλοίωσιν, τὸ μέγεθος τῆς ὁποίας εἶναι ἀνάλογον πρὸς τὴν ἔντασιν τοῦ προσπίπτοντος φωτός εις ἕκαστον σημεῖον αὐτῆς. Ἡ ἀλλοίωσις αὕτη εἶναι ἀόρατος (λαυθάνουσα) καὶ αἰσθητοποιεῖται δι' ἐμβαπτίσεως τῆς πλακῆς ἐντὸς καταλλήλου ἀναγωγικοῦ ὑγροῦ (ἐμφάνισις). Μετὰ ταῦτα ἡ πλάξ ἐκπλύνεται δι' ὕδατος καὶ ἐμβαπτίζεται ἐντὸς διαλύματος ὑποθειώδους νατρίου, ὅπου διαλύονται τὰ μὴ ὑπὸ τοῦ φωτός προσβληθέντα ἄλλα τοῦ ἀργύρου. Ἡ πλάξ τότε, ἀφοῦ πλουθῇ ἐκ νέου, δύναται νὰ ἐμφανισθῇ ἀκινδύνως εις τὸ φῶς.

Ἡ οὕτω ληφθεῖσα εἰκὼν εἶναι ἀρνητικὴ, διότι τὰ φωτεινότερα σημεία τοῦ ἀντικειμένου (λευκὰ) προσβάλλουν ἰσχυρότερον τὰ ἄλλα τοῦ ἀργύρου εις τὰς ἀντιστοιχῶς θέσεις τοῦ εἰδώλου, ὅπου ἡ πλάξ γίνεται μαύρη. Διὰ νὰ ληφθῇ ἡ θετικὴ εἰκὼν, τίθεται εὐπαθὴς πλάξ κάτωθεν τῆς διαφανοῦς πλακῆς με τὴν ἀρνητικὴν εἰκὼνα καὶ ἐκτίθενται ἐπὶ τινα χρόνον εις τὸ φῶς. Ἀπὸ τὰ μελανὰ μέρη τῆς ἀρνητικῆς πλακῆς δὲν διέρχεται φῶς καὶ ὡς ἐκ τούτου τὰ ἀντίστοιχα σημεία τῆς θετικῆς πλακῆς δὲν προσβάλλονται καὶ παραμένουν λευκὰ.

### III. Χ Ρ Υ Σ Ο Σ : Au = 196

**374. Προέλευσις.** Ὁ χρυσὸς εὐρίσκεται συνήθως αὐτοφυῆς ὑπὸ μορφήν λεπτῶν κόκκων ἐντὸς χαλαζιακῶν πετρωμάτων, ἢ ἐντὸς ἄμμου τῶν ποταμῶν, ὑπὸ τῶν ὁποίων παρασύρονται τὰ προϊόντα τῆς ἀποσαθρώσεως τούτων πετρωμάτων. Εἰς ἴχνη εὐρίσκεται συνήθως καὶ ἐντὸς τῶν ὀρυκτῶν χαλκοπυρίτου καὶ γαληνίτου.

Χρυσόφοροι χῶραι εἶναι τὸ Τράνσβαλ, ἡ Αὐστραλία, ἡ Καλλιφορνία κ.ἄ. Παρ' ἡμῶν ἡ πεδιάς τῆς Θεσσαλονίκης καὶ ἰδίως ἡ ἄμμος τοῦ Γαλλικοῦ ποταμοῦ περιέχουν πολὺ μικρὰν ποσότητα ψηγγμάτων χρυσοῦ.

**375. Μεταλλουργία.** Ὁ χρυσὸς ἐξάγεται συνήθως δι' ἐκπλύσεως τῆς χρυσοφόρου ἄμμου με ἄφθονον ὕδωρ. Αἱ ἐλαφρότεροι γαιώδεις οὐσίαι παρασύρονται ὑπὸ τοῦ ὕδατος, τὰ δὲ ψήγματα τοῦ χρυσοῦ, ὡς βαρύτερα, καταπίπτουν εις τὸν πυθμένα. Ἐκ τῶν γαιωδῶν προσμίξεων ἀποχωρίζεται ὁ χρυσὸς διὰ διαλύσεως αὐτοῦ ἐντὸς ὕδατικοῦ διαλύματος κυανιοῦχου καλίου, ἢ καὶ χλωριοῦχου ὕδατος, ἢ ἀκόμη καὶ διὰ σχηματισμοῦ ἀμαλγάματος με ὑδράργυρον.

**376. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Ὁ χρυσὸς εἶναι μέταλλον κίτρινον με ὀραίαν λάμψιν, μαλακόν. Ἔχει πυκνότητα 19,3, τήκεται εις 1062° καὶ ζέει εις 2600°. Εἶναι τὸ μᾶλλον ἐλατὸν καὶ τὸ μᾶλλον ὀλικιμον μέταλλον. Δύναται νὰ γίνουσι ἐξ αὐτοῦ φύλλα πάχους 1/25000 τοῦ χιλιοστομέτρου καὶ σύρματα ἐξόχως λεπτά.

**377. Χημικαὶ ιδιότητες.** Εἶναι ἀνοξειδωτος καὶ ἀπρόσβλητος ὑπὸ τῶν πλείστων χημικῶν μέσων. Διαλύεται μόνον εις τὸ βασιλικὸν ὕδωρ, εις τὸ χλωριοῦχον ὕδωρ, εις διάλυμα κυανιοῦχου καλίου καὶ εις τὸν ὑδράργυρον. Οὕτω π.χ. με τὸ χλωριοῦχον ὕδωρ σχηματίζει ἄλας AuCl<sub>3</sub> :



**378. Χρήσεις.** Ἐπειδὴ εἶναι μαλακὸς ὁ χρυσός, χρησιμοποιεῖται συνήθως ὑπὸ μορφὴν κράματος μὲ χάλκον, ἢ καὶ μὲ ἄργυρον. Ἐκ τούτων κράματων κατασκευάζονται νομίσματα, κοσμήματα, καλύμματα ὀρολογίων, καλύμματα ὀδόντων (κορώνας) κλπ. Φύλλα ἐκ καθαρῶν χρυσοῦ χρησιμεύουν δι' ἐπιχρυσώσεως βιβλίων, κατασκευὴ χρυσῶν ἐπιγραφῶν κλπ.

Ἄλατα τοῦ χρυσοῦ, ἢ καὶ τὸ ἀλάγαμα αὐτοῦ, χρησιμεύουν δι' ἐπιχρυσώσεως ἀντικειμένων.

**379. Κράματα τοῦ χρυσοῦ.** Τὰ συνηθέστερα κράματα τοῦ χρυσοῦ γίνονται μὲ χάλκον. Ὁ βαθμὸς καθαρότητος αὐτῶν προσδιορίζεται εἰς **καράτια**. Καράτιον σημαίνει περιεκτικότητος εἰς χρυσὸν ἴση μὲ τὸ 1)240ν τοῦ βάρους τοῦ ὅλου κράματος. Οὕτω π.χ. κράμα 18 καρατίων περιέχει 18 μέρη βάρους χρυσοῦ καὶ 6 μέρη βάρους χάλκον.

Τὰ χρυσᾶ νομίσματα εἶναι συνήθως 22 καρατίων, τὰ δὲ κοσμήματα ἀπὸ 12 ἕως 18 καρατίων.

**380. Τριχλωριῦχος χρυσός.**  $\text{AuCl}_3$ . Οὗτος εἶναι ἡ σπουδαιότερα ἐκ τῶν ἐνώσεων τοῦ χρυσοῦ. Παράσκευάζεται διὰ διαλύσεως τοῦ χρυσοῦ εἰς χλωριούχον ὕδωρ, ἢ εἰς βασιλικὸν ὕδωρ. Εἶναι σῶμα στερεόν, κίτρινον, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Χρησιμεύει δι' ἐπιχρυσώσεως καὶ εἰς τὴν φωτογραφίαν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XXII

### ΟΜΑΣ ΙΙΑ

### ἢ ΟΜΑΣ ΤΩΝ ΑΛΚΑΛΙΚΩΝ ΓΑΙΩΝ

#### ΠΙΝΑΞ XXI

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν μετάλλων τῆς ΙΙΑ ὁμάδος.

Ἰδιότητες	Βηρύλλιον	Μαγνήσιον	Ἀσβέστιον	Στρόνιον	Βάριον	Ράδιον
Ἀτομικὸν βῆρος	9,013	24,32	40,08	87,63	137,36	226
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	4	12	20	38	56	88
Διάτ. ἠλεκτρον. σθένους	2s <sup>2</sup>	3s <sup>2</sup>	4s <sup>2</sup>	5s <sup>2</sup>	6s <sup>2</sup>	7s <sup>2</sup>
Πυκνότης (20°)	1,86	1,75	1,55	2,6	3,6	5
Σημ. τήξεως	1280°	651°	851°	800°	850°	960°
Σημ. ζέσεως	1500°	1107°	1437°	1366°	1537°	1140

**381. Γενικά.** Εἰς τὴν ὁμάδα ΙΙΑ τοῦ περιοδικοῦ συστήματος τῶν στοιχείων ὑπάρχουν τὰ μέταλλα: **Be, Mg, Ca, Sr, Ba**, καθὼς καὶ τὸ **Ra**, τὸ ὁποῖον εἶναι **ραδιενεργόν**.

Τὰ μέταλλα αὐτὰ εἶναι ὅλα **δισθενῆ**, διότι ἔχουν ἀπὸ δύο ἠλεκτρόνια εἰς τὴν ἐξωτερικὴν στιβάδα τῶν ἀτόμων των, εἶναι δὲ καὶ εὐοξειδωτά.

Τὰ ὀξειδιά των ἐνούμενα μετὰ τοῦ ὕδατος παρέχουν βάσεις, αἱ ὁποῖαι εἶναι ἀσθενέστεραι τῶν βάσεων τῶν ἀλκαλίων.

Γενικῶς, τὰ μέταλλα αὐτὰ παρουσιάζουν μεγάλην χημικὴν δραστηριότητα, δύνανται δὲ νὰ ἐνωθοῦν ἀπ' εὐθείας μὲ τὴν οὐρανὴν, ἢ μὲ τὰ ἄλογα S, N, P καὶ C.

Τὰ άνθρακικά των άλατα  $\text{BeCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$  κλπ. είναι όλα άδιάλυτα εις τὸ ὕδωρ. Ἐκτός φυσικῆς ἀπόψεως είναι όλα λευκά, ελαφρά καὶ σχετικῶς άνθρακικά.

Λόγω ὀρισμένων διαφορῶν των εις τὰς χημικὰς των ιδιότητας, ταῦτα ὑποδιαιροῦνται εις δύο ὑπομάδας, ἧτοι :

α) Τὴν ὑπομάδα τῶν Be καὶ Mg, τῶν ὁποίων τὰ θειικά άλατα είναι εὐδιάλυτα εις τὸ ὕδωρ καὶ

β) Τὴν ὑπομάδα τῶν Ca, Sr καὶ Ba, τῶν ὁποίων τὰ θειικά άλατα είναι άδιάλυτα εις τὸ ὕδωρ. Τὰ τελευταία αὐτὰ μέταλλα ἀποτελοῦν ειδικότερον τὴν ὁμάδα τῶν **άλκαλικῶν γαιῶν**.

Ἐτέλος, τὸ ραδιενεργὸν μέταλλον **ράδιον**, εὐρισκόμενον εις ἕγχρη ἐντὸς τῶν ὄρυκτῶν τοῦ οὐραίου, δὲν παρουσιάζει ἐνδιαφέρον ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως καὶ χρησιμοποιεῖται σχεδὸν ἀποκλειστικῶς διὰ τὴν ραδιενέργειάν του.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω μετállων, θέλομεν ἐξετάσει ἐνταῦθα τὰ δύο σπουδαιότερα, ἧτοι τὸ **μαγνήσιον** καὶ τὸ **ασβέστιον**.

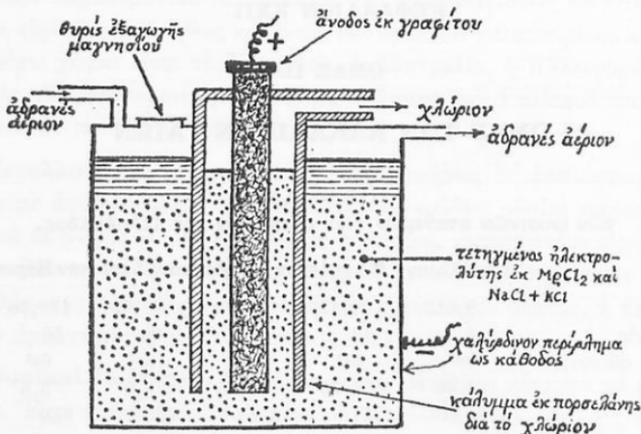
Τὸ **βηρύλλιον** ἤρχισε νὰ χρησιμοποιεῖται μόνον τελευταίως εἴτε αὐτοσίσιον, εἴτε ὑπὸ μορφὴν κράματος με χαλκόν. Κατασκευάζονται ἐξ αὐτοῦ δονητὰ καὶ διάφορα άλλα εξαρτήματα ἡλεκτρικῶν συσκευῶν, ελατήρια πάσης φύσεως κ.ο.κ. Τὰ ἐκ βηρυλλίου ἀντικείμενα είναι ελαφρά, άνθρακικά, ελαστικά, δὲν μαγνητίζονται καὶ δὲν ὀξειδοῦνται.

Ἐξ άλλου, τὰ μέταλλα **στρόντιον** καὶ **βήριον** χρησιμοποιοῦνται, κυρίως ὑπὸ μορφὴν διαφόρων άλάτων, εἴτε δι' ἀναλυτικῶς σκοποῦς, εἴτε πρὸς παρασκευὴν βεγγαλικῶν φώτων καὶ πυροτεχνημάτων. Τὰ άλατα π.χ. τοῦ στρόντιου παρέχουν εις τὰ πυροτεχνήματα ὀραίαν ἐρυθρὰν χρωμαίν, τὰ δὲ άλατα τοῦ βαρίου πρασίην τοιαύτην.

## I. ΜΑΓΝΗΣΙΟΝ: Mg = 24,38

**382. Προέλευσις.** Τὸ μαγνήσιον δὲν εὐρίσκεται ἐλεύθερον εις τὴν φύσιν, ἀλλὰ πάντοτε ἡνωμένον. Τὰ σπουδαιότερα ὄρυκτά αὐτοῦ είναι :

Ὁ μαγνησίτης ἢ λευκόλιθος ( $\text{MgCO}_3$ ) ὁ δολομίτης ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ), ὁ



Σχ. 133. Βιομηχανικὴ παρασκευὴ τοῦ μαγνησίου.

καρναλίτης ( $\text{MgCl}_2$ , KCl) καὶ τὰ πυριτικά ὄρυκτά ὀφειτίτης, τάλικης, στεατίτης κ.ἄ.

**383. Παρασκευὴ.** Τὸ μαγνήσιον παρασκευάζεται ἡλεκτρολυτικῶς δι' ἡλεκτρολύσεως τετηγμένου καρναλίτου (σχ. 133).

**384. Ἰδιότητες.** Είναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, ελαφρὸν με πυκνότητα 1,75 καὶ τήκεται εις 651°.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Εἰς τὸν ξηρὸν ἀέρα καὶ ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν δὲν ἀλλοιοῦται, ἐνῶ εἰς τὸν ὑγρὸν τοιοῦτον μετατρέπεται εἰς ὕδροξειδιον :



Ἐὰν πυρωθῇ εἰς τὸν ἀέρα, ἀναφλέγεται καὶ καίεται ἐκπέμπον ζωηρότατον λευκὸν φῶς, τὸ ὁποῖον εἶναι πλούσιον εἰς ὑπεριώδεις ἀκτῖνας.

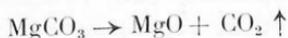
Εἶναι ἄριστον ἀναγωγικὸν σῶμα.

**385. Χρήσεις.** Τὸ μαγνήσιον χρησιμοποιεῖται ὡς ἰσχυρὸν ἀναγωγικὸν μέσον καὶ ἐν τῇ φωτογραφικῇ ἐνίοτε πρὸς λήψιν νυκτερινῶν φωτογραφιδῶν, ἀντὶ τοῦ ἡλεκτρικοῦ φωτὸς flash.

Κράματα τοῦ μαγνησίου με ἀργίλιον κ.ἄ., τὰ ὁποῖα εἶναι σκληρά, λίαν ἀνθεκτικὰ καὶ δύσκαυστα, εὐρίσκουν εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν εἰς ἀεροναυτικὰς κυρίως κατασκευὰς λόγῳ τῆς ἐλαφρότητος αὐτῶν.

### ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ

**386. Ὁξειδιον τοῦ μαγνησίου MgO.** Τοῦτο καλεῖται καὶ **μαγνησία**, παρασκευάζεται δὲ διὰ πυρώσεως ἀνθρακικοῦ μαγνησίου (μαγνησίτου) :



Εἶναι κόνις λευκῆ, ἐλάχιστα διαλυτὴ εἰς τὸ ὕδωρ. Εἶναι λίαν δύστηκτος καὶ χρησιμεύει διὰ τὴν κατασκευὴν πυριμάχων πλίνθων.

Εἰς τὴν ἰατρικὴν χρησιμεύει ὡς ἐλαφρὸν καθαρτικόν, πρὸς ἐξουδετέρωσιν τῶν ὑπερβολικῶν ὀξέων τοῦ στομάχου καὶ ὡς ἀντίδοτον κατὰ τῶν δηλητηριάσεων ἐκ τοῦ ἀρσενικοῦ.

**387. Θεικὸν μαγνήσιον MgSO<sub>4</sub>.** Τοῦτο εἶναι ἄλας εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, ἔχει γεῦσιν πικρὰν καὶ εὐρίσκεται εἰς πολλὰ μεταλλικὰ ὕδατα. Χρησιμοποιοῦνται κυρίως τὰ περιέχοντα αὐτὸ μεταλλικὰ ὕδατα (Janos κ.ἄ.) διὰ παθήσεις τοῦ στομάχου.

**388. Ἀνθρακικὸν μαγνήσιον MgCO<sub>3</sub>.** Τοῦτο ἀποτελεῖ τὸ ὀρυκτὸν **μαγνησίτης** (MgCO<sub>3</sub>), συνυπάρχει δὲ μετὰ τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου εἰς τὸ ὀρυκτὸν **δολομίτης** (CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>).

Μαγνησίτης ἀρίστης ποιότητος ἐξάγεται παρ' ἡμῶν εἰς τὴν Λίμνην τῆς Εὐβοίας, καλεῖται δὲ οὗτος **λευκόλιθος**.

Εἶναι σῶμα στερεόν, λευκόν, ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, διαλυόμενον κατὰ τι εἰς αὐτό, ὅταν περιέχῃ καὶ CO<sub>2</sub>.

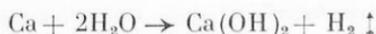
Χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν τῆς μαγνησίας, διοξειδίου τοῦ ἰθρακας καὶ διαφόρων ἀλάτων τοῦ μαγνησίου.

## II. ΑΣΒΕΣΤΙΟΝ: Ca = 40

**389. Προέλευσις.** Τοῦτο ὡς λίαν εὐοξειδωτόν, δὲν εὐρίσκεται ἐλεύθερον εἰς τὴν φύσιν, ἀλλ' ἠνωμένον ὑπὸ μορφήν ἀλάτων, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀφθονώτατα. Τὸ 3,4 % τῆς λιθοσφαιρας ἀποτελεῖται ἀπὸ ἀσβεστίου. Κυριώτερα ὀρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι: Ὁ **ἀσβεστόλιθος** (CaCO<sub>3</sub>), ἡ **γύψος** (CaSO<sub>4</sub>), ὁ **φωσφορίτης** [Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>] καὶ ὁ **ἀργυραδάμας** (CaF<sub>2</sub>). Ἐνώσεις τοῦ ἀσβεστίου εὐρίσκονται ἐπίσης εἰς τὰ ἔστυ, εἰς τὰ κελύφη καὶ **ληφιποῖήθηκε ἀπὸ το Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς**

**390. Παρασκευή.** Τὸ ἀσβέστιον παρασκευάζεται δι' ἠλεκτρολύσεως τετηγμένου χλωριούχου ἀσβεστίου.

**391. Ἰδιότητες καὶ χρήσεις.** Τὸ ἀσβέστιον εἶναι μέταλλον ὑποκίτρινον, πυκνότητος 1,55 καὶ τήκεται εἰς 851°. Εἶναι λίαν εὐοξειδωτον καὶ ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν :

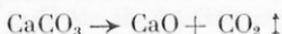


Ὑπὸ τῆς ὑγρασίας τῆς ἀτμοσφαιρας μετατρέπεται εἰς  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , τὸ ὁποῖον ἐν συνεχεῖ μετὰ τὸ  $\text{CO}_2$  γίνεται  $\text{CaCO}_3$ . Διὰ τοῦτο φυλάσσεται ἐντὸς πετρελαίου, ἢ ἐντὸς μεταλλικῶν δοχείων ἐρμητικῶς κλειστῶν, ὥστε νὰ μὴ εὐρίσκειται εἰς ἐπαφήν μετὰ τὸ ὀξυγόνον τοῦ ἀέρος.

Χρησιμοποιεῖται ὡς μέσον ἀναγωγικόν καὶ εἰς τὰ χημεία διὰ πειράματα ἀποσυνθέσεως τοῦ ὕδατος.

### ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

**392. Ὁξείδιον τοῦ ἀσβεστίου :**  $\text{CaO}$ . Τὸ ὀξείδιον τοῦ ἀσβεστίου, ἢ κοινῶς ἄσβεστος παρασκευάζεται δι' ἰσχυρᾶς πυρώσεως (εἰς 1000°) τοῦ ἀσβεστολίθου :



Ἡ πύρωση γίνεται ἐντὸς κοινῶν ἀσβεστοκαμίνων διὰ καύσεως ξύλων ἐπὶ τρία ἡμερόνυχτα περίπου (σχ. 134). Πλὴν αὐτῶν ὅμως ὑπάρχουν καὶ κάμνοι συνεχοῦς λειτουργίας.

**Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ὀξείδιον τοῦ ἀσβεστίου (ἄσβεστος) εἶναι σῶμα στερεόν, λευκόν, πυκνότητος 3,4 καὶ εἶναι λίαν δύστηκτον, τηρόμενον εἰς 2500° περίπου.

**Χημικαὶ ιδιότητες.** Εἶναι ἀνυδρίτης βάσεως καὶ διὰ τοῦτο ἔχει ζωηρὰν χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὸ ὕδωρ. Ἄν ἐπιστάξωμεν ὕδωρ ἐπὶ τεμαχίου ἀσβεστού, αὕτη ἀπορροφᾷ τοῦτο ζωηρῶς ὑπὸ σύγχρονον ἐκλυσιν θερμότητος. Κατὰ τὴν ἀπορ-



Σχ. 134. Κοινὴ ἀσβεστοκάμινος.



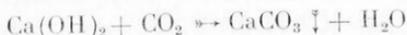
Σχ. 135. Παρασκευὴ ἀσβεστίου ὕδατος.

ρόφησιν τοῦ ὕδατος ἢ ἄσβεστος διογκοῦται καὶ τέλος καταπίπτει εἰς κόνιν, ἣτις εἶναι ὕδροξείδιον τοῦ ἀσβεστίου, ἢ καυστικὴ ἄσβεστος (ἔσβεσμένη ἄσβεστος)



Ἡ ἔσβεσμένη ἄσβεστος εἶναι δυσδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ (2 τοῖς χιλίοις), ἀλλὰ σχηματίζει μετ' αὐτοῦ ἓνα πολτόν, ὅστις ἀραιούμενος δίδει τὸ «γάλα τῆς ἀσβεστος». Ἐὰν τὸ γάλα τῆς ἀσβεστος παραμεινῆ ἡρεμον, ἡ αἰωρουμένη καυστική ἀσβεστος καταπίπτει εἰς τὸν πυθμένα καὶ παρομένει ἄνωθεν διαυγὲς διάλυμα αὐτῆς, τὸ ὁποῖον καλεῖται **ἀσβεστῖον ὕδωρ**. Ταχύτερον δυνάμεθα νὰ λάβωμεν τὸ ἀσβεστῖον ὕδωρ, ἐὰν διηθήσωμεν γάλα ἀσβεστος (σχ. 135).

Τὸ ἀσβεστῖον ὕδωρ περιέχει ἐν διαλύσει καυστικὴν ἄσβεστον καὶ χρησιμεύει διὰ τὴν ἀνίχνευσιν τοῦ  $\text{CO}_2$ , ὑπὸ τοῦ ὁποῖου θολοῦται σχηματιζομένου ἀδιάλυτου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου:



**Χρήσεις.** Τὸ ὀξείδιον τοῦ ἀσβεστίου χρησιμεύει κυρίως διὰ τὴν παρασκευὴν τῆς ἔσβεσμένης ἀσβεστος.

Ἡ ἔσβεσμένη ἄσβεστος ἐξ ἄλλου χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν οἰκοδομικὴν διὰ τὴν παρασκευὴν κονιάματος (λάσπης τῶν οἰκοδομῶν), μετ' ἡν ὁποῖαν συγκολλῶνται οἱ λίθοι τῶν οἰκοδομῶν. Εἰς τὴν βιομηχανίαν ἡ ἔσβεσμένη ἄσβεστος εἶναι ἡ εὐθηνότερα τῶν βάσεων. Οὕτω χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ σαπωνοποιεῖα πρὸς παρασκευὴν τοῦ καυστικοῦ νάτρου ἐκ τῆς σόδας, εἰς τὰ βυρσοδεψεῖα, εἰς τὴν παρασκευὴν τῶν λιπαρῶν ὀξέων, εἰς τὴν βιομηχανίαν τοῦ σακχάρου κ.ο.κ.

Ἡ γεωργία χρησιμοποιοῖ τὴν ἄσβεστον πρὸς λίπανσιν ἀγρῶν πτωχῶν εἰς ἄλλα τὰ ἀσβεστῖου, πρὸς ἀπολύμανσιν τῶν σταύλων καὶ ἄλλων χώρων, διὰ τὴν ἀσβεστῶσιν τῶν δένδρων, διὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ βορδιγαλίου πολτοῦ κλπ.

**393. Κονιάματα.** Ἡ ἔσβεσμένη ἄσβεστος, ὅταν ἀναμιχθῆ μετὰ κατάλληλον ἀναλογικὴν ἄμμου καὶ ὕδατος, δίδει πολτόν ὅστις καλεῖται **κονίαμα** ἢ κοινῶς λάσπη, καὶ χρησιμεύει πρὸς συγκόλλησιν τῶν λίθων τῶν οἰκοδομῶν. Τὸ κονίαμα σκληρύνεται διὰ τοῦ χρόνου, διότι ὑπὸ τῆν ἐπίδρασιν τοῦ  $\text{CO}_2$  τῆς ἀτμοσφαιρῆς τὸ ὕδροξείδιον τοῦ ἀσβεστίου ποῦ περιέχει, μετατρέπεται εἰς στερεὸν καὶ ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ ἀνθρακικὸν ἀσβεστῖον:



Τὸ ὕδωρ ποῦ ἀποβάλλεται κατὰ τὴν ἀντίδρασιν ταύτην καθιστᾷ τὰς νέας οἰκοδομὰς ὑγρὰς καὶ ἀνθυγιεῖας.

**394. Ὑδραυλικαὶ ἄσβεστοι.** Ὅταν ὁ ἀσβεστόλιθος περιέχῃ καὶ ἄργιλον εἰς ἀναλογίαν 6 % ἕως 22 %, τότε οὗτος πυρούμενος παρέχει τὴν λεγομένην **ὕδραυλικὴν ἄσβεστον**. Αὕτη εἶναι ὑποκίτρινος καὶ κατὰ τὴν ἔνωσιν τῆς μετ' ὕδωρ πολὺ ὀλίγον θερμαίνεται. Ἐχει ὅμως τὴν ιδιότητα νὰ σκληρύνεται καὶ ὅταν εὐρίσκεται ἀκόμη ὑπὸ τὸ ὕδωρ. Ὅσον μεγαλυτέρα εἶναι ἡ περιεκτικότης εἰς ἄργιλον, τόσον ταχύτερον γίνεται ἡ σκλήρυνσις. Αἱ ὕδραυλικαὶ ἄσβεστοι χρησιμοποιοῦνται κυρίως δι' ἐργασίας ὑπὸ τὸ ὕδωρ.

**395. Τσιμέντα.** Ὅταν ὁ ἀσβεστόλιθος ἀναμιχθῆ μετ' 25 % ἕως 40 % ἄργιλον καὶ τὸ κοινοποιημένον μίγμα πυρωθῆ ἰσχυρῶς, τότε λαμβάνεται τὸ **τσιμέντον**.

Τὸ τσιμέντον μινυόμενον μετ' ὕδωρ δὲν ἀναπτύσσει θερμότητα. Σχηματίζει τότε ὅμως πολτόν, ὅστις μετὰ πάροδον λεπτῶν, ἢ ὥρων, σκληρύνεται ὡς λίθος.

Ἡ στερεοποίησις τῶν ὑδραυλικῶν ἀσβέστων καὶ τῶν τσιμέντων ἐξηγεῖται ὡς ἐξῆς: Τὰ διὰ τῆς πυρώσεως σχηματισθέντα ὕξειδια τοῦ ἀσβεστίου, τοῦ πυριτίου, καὶ τοῦ ἀργιλίου ἐνοῦνται μὲ τὸ ὕδωρ καὶ σχηματίζουν κρυστάλλους πυριτικοῦ ἀσβεστίου, ἀργιλικοῦ ἀσβεστίου καὶ ὑδραξειδίου τοῦ ἀσβεστίου, οἱ ὁποῖοι συμπλέκονται μεταξύ των εἰς ἓνα στερεὸν σῶμα.

**396. Ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον.**  $\text{CaCO}_3$ . Τὸ ἄλλας τοῦτο τοῦ ἀσβεστίου εἶναι λίαν διαδεδομένον εἰς τὴν φύσιν. Εἶναι σῶμα πολύμορφον καὶ ἀπαντᾷ ὑπὸ ποικίλας μορφάς, ἧτοι:

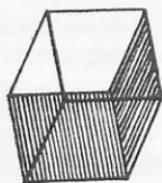
1) ὼς κρυσταλλικόν, τὸ ὁποῖον παρουσιάζει δύο εἶδη κρυστάλλων:

α) Ἀσβεστίτης. (σχ. 136). Καθαρωτάτη μορφή ἀσβεστίτου εἶναι διαφανῆς καὶ ἔχει τὴν ιδιότητα τῆς διπλῆς διαθλάσεως τοῦ φωτός, καλεῖται δὲ **ἰσλανδικὴ κρύσταλλος**.

β) Ἀραγωνίτης (σχ. 137). Οἱ κρύσταλλοι αὐτοῦ εἶναι συνήθως ἡμιδιαφανεῖς καὶ ὑποκίτρινοι.

2) ὼς κρυσταλλοφυεῖς. Τοιοῦτον εἶναι τὸ **μάρμαρον**, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἐκ μικροσκοπικῶν κρυστάλλων, ὅπως εἶναι τὸ **σάκχαρον**.

3) ὼς ἄμορφον. Τοῦτο ἀναλόγως τῆς ὑφῆς του ἀποτελεῖ:



Σχ. 136. Κρύσταλλος ἀσβεστίτου.



Σχ. 137. Κρύσταλλος ἀραγωνίτου.

α) Τὸν **λιθογραφικὸν ἀσβεστόλιθον**, ὅστις εἶναι συμπαγῆς καὶ ἐπιδεικτικῶς λειάνσεως.

β) Τὸν **κοινὸν ἀσβεστόλιθον**, διὰ τοῦ ὁποίου κτίζονται αἱ οἰκοδομαὶ καὶ παρασκευάζεται ἡ ἄσβεστος.

γ) Τὴν **κιμωλίαν**, ἥτις ἐσχηματίσθη ἐκ τῶν σκελετῶν μικροσκοπικῶν ὑδροβίων ζώων καὶ διὰ τοῦτο εἶναι πορώδης καὶ εὐθριπτος.

δ) Τοὺς **σταλακτίτας καὶ σταλαγμίτας** (σχ. 138). Οὗτοι εἶναι στῆλαι ἀσβεστολίθου, αἱ ὁποῖαι σχηματίζονται ἐντὸς σπηλαίων ἐκ τῶν ἀσβεστούχων ὑδάτων, τὰ ὁποῖα στάζουν ἐκ τῆς ὀροφῆς πρὸς τὴν βάσιν.

**Ἰδιότητες καὶ χρήσεις.** Αἱ φυσικαὶ ιδιότητες εἶναι διάφοροι εἰς τὰ διάφορα εἶδη τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου. Εἶναι ὅμως ὅλα στερεά, βαρύτερα τοῦ ὕδατος καὶ σχεδὸν ἀδιάλυτα εἰς αὐτό.

Ὅταν ὅμως τὸ ὕδωρ περιέχῃ ἐν διαλύσει  $\text{CO}_2$ , τότε τοῦτο διαλύει τὸ ἀνθρακικὸν ἀσβέστιον, διότι μετατρέπει αὐτὸ εἰς τὸ σχετικῶς εὐδιάλυτον ἔξινον ἄλλας:



Οὕτω, ὑπὸ τῶν φυσικῶν ὑδάτων διαλύονται οἱ ἀσβεστόλιθοι καὶ παραλαμβάνονται ὑπὸ τῶν ριζῶν τῶν φυτῶν, μέσφ δὲ τῶν φυτῶν παραλαμβάνονται ὑπὸ τῶν ζώων πρὸς σχηματισμὸν τοῦ σώματος αὐτῶν.

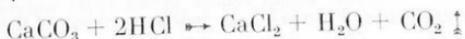
Ἐὰν ἡ ἀνωτέρω διάλυσις παραμείνῃ εἰς τὸν ἀέρα, ἐκφεύγει τὸ  $\text{CO}_2$ , καὶ καταπίπτει ἐξ αὐτῆς ὡς ἀδιάλυτον τὸ σιμύριον ἄλλας:



Ούτω σχηματίζονται οι σταλακτίτες επί τῆς ὀροφῆς καὶ οἱ σταλαγμίται εἰς τὴν βᾶσιν τῶν σπηλαίων (σχ. 138).

Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν οἱ ἀββεστόλιθοι ἀποσυντίθενται, καθὼς εἶδομεν, εἰς ἄββεστον καὶ  $\text{CO}_2$ .

Δι' ἐπιδράσεως ὀξέος οἱ ἀββεστόλιθοι ἀφρίζουν, διότι ἐκλύεται  $\text{CO}_2$  σχηματιζομένου ἁλατος τοῦ ἀββεστίου μετὰ τοῦ ἐπιδρωόντος ὀξέος :



Αἱ χρήσεις τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀββεστίου εἶναι ποικίλαι καὶ ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς μορφῆς αὐτοῦ. Οὔτω π.χ. ἡ ἰσλανδικὴ κρύσταλλος χρησιμεύει δι' ὀπτικά ὄργανα, τὸ μάγμαρον διὰ τὴν κατασκευὴν ἀγαλμάτων καὶ πλείστον ἄλλων ἀντικειμένων, ὁ λιθογραφικὸς ἀββεστόλιθος εἰς τὰ λιθογραφεῖα, ὁ δὲ κοινὸς ἀββεστόλιθος εἰς τὰς οἰκοδομὰς καὶ εἰς τὴν παρασκευὴν τῆς ἀσβέστου.

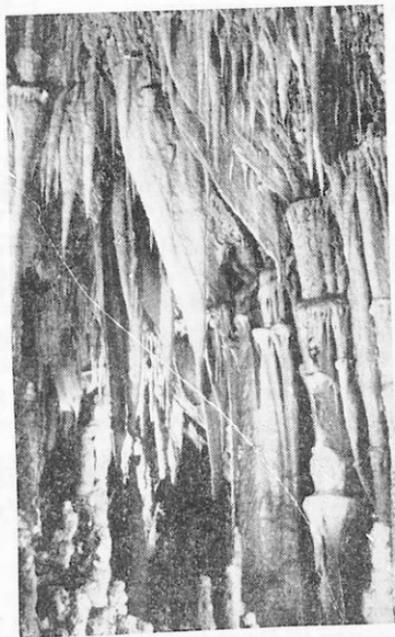
**397. Θεικὸν ἀσβέστιον  $\text{CaSO}_4$ .** Τοῦτο εἶναι ἄφθονον εἰς τὴν γῆν καὶ ἀπαντᾷ ὑπὸ δύο μορφᾶς, ἧται :

Ἐν ἄνυδρον ( $\text{CaSO}_4$ ) καὶ ὡς ἔνυδρον ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ).

Τὸ ἔνυδρον θεικὸν ἀσβέστιον ἀποτελεῖ ὠραίους, μεγάλους, διαφανεῖς κρυστάλλους, οἱ ὅποιοι ἔχουν τὴν μορφήν αἰχμῆς βέλους, εἶναι μαλακοὶ χρυσασόμενοι διὰ τοῦ ὄνυχος καὶ σχίζονται εὐκόλως (σχ. 139).

**Ἰδιότητες.** Τὸ θεικὸν ἀσβέστιον καλούμενον κοινῶς γύψος εἶναι σῶμα στε-

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς



Σχ. 138. Σπήλαιον τοῦ Περᾶματος Ἰωαννίνων με σταλακτίτας καὶ σταλαγμίτας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XXIII

## ΟΜΑΣ ΙΙΒ

## ἢ ΟΜΑΣ ΤΟΥ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ

## ΠΙΝΑΞ XXII

τῶν φρυσικῶν σταθερῶν τῶν μετάλλων τῆς ομάδος τοῦ ψευδαργύρου

Ἰδιότητες	Ψευδάργυρος	Κάδμιον	Υδράργυρος
Ἄτομικόν βάρος	65,38	112,41	200,61
Ἄτομικός ἀριθμός	30	48	80
Διάτ. ἠλεκτρονίων σθένους	4s <sup>2</sup>	5s <sup>2</sup>	6s <sup>2</sup>
Πυκνότης (20°)	7,1	8,6	13,6
Σημεῖον τήξεως	419°	321°	-39°
Σημεῖον ζέσεως	907°	768°	357°

**399. Γενικά.** Τὰ μέταλλα ψευδάργυρος, κάδμιον καὶ υδράργυρος, ὑπαγόμενα εἰς τὴν ομάδα ΙΙΒ τοῦ περιοδικοῦ συστήματος τῶν στοιχείων, διαφέρουν οὐσιωδῶς ἀπὸ τὰ μέταλλα τῆς ΠΑ ομάδος τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν. Τὰ υδροξειδιὰ των π.χ. εἶναι ἐλάχιστα διαλυτὰ εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ἔχουν πολὺ ἀσθενῆ ἀλκαλικὸν χαρακτήρα.

Ἡ χημικὴ τῶν δραστηριότης ἐλαττοῦται σημαντικῶς, καθ' ὅσον αὐξάνεται τὸ ἀτομικὸν τῶν βάρους. Οὕτω π.χ. ὁ υδράργυρος εἰς τὴν σειρὰν ἠλεκτροθετικότητος τῶν στοιχείων (48) περιλαμβάνεται μεταξὺ τοῦ ἀργύρου καὶ τοῦ χαλκοῦ, ἀπὸ ἀπόψεως δὲ χημικῆς συμπεριφορᾶς ὁμοιάζει πρὸς τὸν χαλκόν.

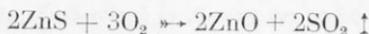
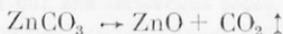
Καὶ τὰ τρία μέταλλα τῆς ομάδος αὐτῆς εἶναι **διοσθενῆ**, διότι ἡ ἐξωτάτη ἠλεκτρονικὴ στιβάς τῶν ἀτόμων τῶν περιέχει ἀπὸ 2 ἠλεκτρόνια. Ἐνίστε ἕμεις ὁ υδράργυρος καὶ σπανιώτερον τὸ κάδμιον ἐνεργῶν καὶ ὡς ἀμέταλλα μονοσθενῆ.

## I. ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ: Zn = 65

**400. Προέλευσις.** Ἐλεύθερος ψευδάργυρος δὲν εὑρίσκεται εἰς τὴν φύσιν. Τὰ κυριώτερα ὄρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι :

Ὁ **σμιθωνίτης** ἢ **καλαμίνα** (ZnCO<sub>3</sub>) καὶ ὁ **σφαλερίτης** (ZnS). Ἀμφότερα ἐξάγονται παρ' ἡμῶν εἰς τὸ Λαύρειον, σμιθωνίτης δὲ μόνον καὶ εἰς τὴν Θάσον.

**401. Μεταλλουργία.** Τὰ ὄρυκτὰ τοῦ ψευδαργύρου πυροῦνται κατ' ἀρχὰς εἰς ρεῦμα ἀέρος καὶ μετατρέπονται εἰς ὀξειδιον :



Τὸ παραχθὲν ὀξειδιον ἀνάγεται δι' ἄνθρακος ἐντὸς εἰδικῶν καμίνων, ὅπου ὁ ἐλευθερούμενος ψευδάργυρος ἀποσάζεται :



Καθαρὸς ψευδάργυρος λαμβάνεται ἠλεκτρολυτικῶς κατὰ πολλὰς μεθόδους.

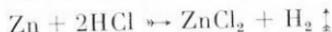
**402. Ἰδιότητες.** Ὁ ψευδάργυρος (κ. σπίγκος) εἶναι μέταλλον λευκὸν ὑποκόκκινον, μὲ κρυσταλλικὴν ὕφην. Εἰς συνήθη θερμοκρασίαν εἶναι εὐθραυστος. Εἰς 100° ἕως 150° γίνεται ἐλατὸς καὶ ὀλιμιμος, εἰς δὲ τοὺς 200° σφυροκοπούμενος κονιοποιεῖται.

Ἐχει πυκνότητα 6,87 ἕως 7,2. Τήχεται εἰς 419,5 καὶ ζεεῖ εἰς 907°.

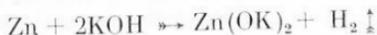
Εἰς τὸν ὑγρὸν ἀέρα προσβάλλεται μόνον ἐπιφανειακῶς σχηματιζομένου λευκοῦ στρώματος ἐκ  $Zn(OH)_2 + ZnCO_3$  :



Εἶναι μέταλλον λίαν ἤλεκτροθετικὸν διαλυόμενον εὐκόλως εἰς τὰ ὀξέα ὑπὸ σύγ-  
χρονον ἐκλύσειν ὑδρογόνου, ἐκδίδωκει δὲ πολλὰ μέταλλα ἐκ τῶν ἀλάτων αὐτῶν :



Διαλύεται ἐπίσης καὶ εἰς τὰς βάσεις ἐκλυομένου ὑδρογόνου :



**403. Χρήσεις.** Ὁ ψευδάργυρος εἶναι μέταλλον χρησιμώτατον : Δι' αὐτοῦ κατασκευάζονται ἐλάσματα διὰ στέγασιν ὑποστέγων (τσιγκι), ἐπαλείφονται σιδη-  
ρὰ ἐλάσματα πρὸς φύλαξιν αὐτῶν ἐκ τῆς ὀξειδώσεως (γαλβανισμένη λαμαρίνα),  
κατασκευάζονται σωλήνες ὑδραυλικῶν ἐγκαταστάσεων, λουτήρες, ὑδροδοχεῖα, ἤλε-  
κτρικὰ στοιχεῖα κ.τ.λ. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης πρὸς παρασκευὴν τῶν μετάλλων  
ἀργύρου καὶ χρυσοῦ. Διότι προστιθέμενος εἰς διαλύματα ἀλάτων τῶν μετάλλων αὐ-  
τῶν ἀντικαθιστᾷ τὸ εὐγενὲς μέταλλον, τὸ ὁποῖον οὕτω ἐλευθεροῦται.

Ὁ ψευδάργυρος ἀποτελεῖ ἐπίσης καὶ συστατικὸν πολλῶν κραμάτων, ὡς π.χ.  
ὁ ὀρείχαλκος (Cu, Zn), ὁ νεάργυρος (Cu, Ni, Zn) κ.ἄ.

#### ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ

**404. Ὁξειδίου τοῦ ψευδαργύρου.**  $ZnO$ . Τοῦτο παρασκευάζεται διὰ πυρώ-  
σεως ἀνθρακικοῦ ψευδαργύρου, ἢ διὰ καύσεως ἀτμῶν ψευδαργύρου εἰς τὸν ἀέρα.

Εἶναι κόνις λευκὴ καὶ ἐλαφρᾶ. Χρησιμοποιεῖται πρὸς παρασκευὴν λευκοῦ καὶ  
ἀναλλοιώτου χρώματος. Διότι τὸ ἐπίσης λευκὸν ἐλαιόχρωμα, ποῦ παρασκευάζεται  
μὲ ἀνθρακικὸν μάλυβδον (στρουπέτσι), μελανοῦται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν ἀναθυμιάσεων  
περιεχουσῶν ὑδρόθειον. Παρασκευάζεται ἐπίσης ἐξ αὐτοῦ καὶ αἰοφαί (τσιγκα-  
λοιφή).

**405. Χλωριούχος ψευδάργυρος :**  $ZnCl_2$ . Παρασκευάζεται διὰ διαλύσεως  
ψευδαργύρου εἰς ὑδροχλωρικὸν ὀξύ.

Εἶναι σῶμα στερεόν, λευκὸν καὶ λίαν ὑγροσκοπικόν, ὥστε ἐνεργεῖ ἐπὶ τῶν ὀργα-  
νικῶν οὐσιῶν ὡς καυτήριον.

Χρησιμεύει πρὸς ἐμπότισιν ξυλίνων δοκῶν, ἵνα μὴ προσβάλλωνται ἐκ σήψεως,  
καὶ εἰς τὴν ἰατρικὴν ὡς καυτήριον.

**406. Θεϊκὸς ψευδάργυρος :**  $ZnSO_4$ . Οὗτος παρασκευάζεται διὰ βραδείας  
ὀξειδώσεως τοῦ σφαλερίτου :



Ἐπίσης, διὰ τῆς διαλύσεως τοῦ ψευδαργύρου εἰς θεϊκὸν ὀξύ :



Εἶναι σῶμα λευκόν, κρυσταλλικόν, εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ.

Χρησιμεύει εις τήν τυπωτικήν τῶν ὑφασμάτων καὶ εις τήν ἰατρικήν ὡς ἀντισηπτικὸν τῶν ὀφθαλμῶν (κολλύριον), ὡς στεγνωτικὸν τῶν ἐλασιχρωμάτων κ.ο.κ.

## II. ΚΑΔΜΙΟΝ : Cd = 112,41

**407. Γενικά.** Τὸ κάδμιον εἶναι μέταλλον λευκόν, εὐκαμπτον, ὀλίγον σκληρότερον τοῦ κ σσιτέρου. Διαλύεται εις τὰ ὀξέα μὲ ἐκλύσειν ὑδρογόνου.

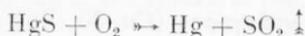
Χρησιμεύει διὰ τήν ἐπικάλυψιν σιδηρῶν σωμάτων καὶ φύλλων ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου, ἔναντι τοῦ ὁποίου πλεονεκτεῖ. Διότι ἐπενδύει ὁμοιομόρφως τὸν σίδηρον καὶ προφυλάττει αὐτὸν καλύπτερον ἔναντι τῶν ἀτμοσφαιρικῶν ἐπιδράσεων.

Τελευταίως τὸ κάδμιον χρησιμευοῦται εὐρύτατα εις τὰς ἀτομικὰς στήλας πρὸς ρύθμισιν τῆς λειτουργίας αὐτῶν, διότι ἀπορροφᾷ τὰ ἐκλύονενα ὑπὸ τοῦ οὐραίου νετρώνα.

## III. ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ : Hg = 200

**Προέλευσις.** Ὁ ὑδράργυρος εὕρεσκειται ἐνίοτε καὶ αὐτοφυῆς, ἀλλὰ τὸ κύριον ὄρυκτον αὐτοῦ εἶναι τὸ **κιννάβαρι** (HgS), ἐκ τοῦ ὁποίου καὶ ἐξάγεται.

**408. Μεταλλουργία.** Ἐξάγεται διὰ φρύξεως τοῦ κινναβάρεως ἐντὸς φλογοβόλων καμίνων, ὅποτε τὸ θεῖον ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος πρὸς SO<sub>2</sub>, ὃ δὲ ἐλευθερούμενος ὑδράργυρος ὑπὸ μορφήν ἀτμῶν, συμπυκνοῦται εις ψυχροὺς χώρους :



Ὁ λαμβανόμενος ὑδράργυρος καθαρίζεται διηθεόμενος διὰ δέρματος καὶ ἀποσταζόμενος ἐν τῷ κενῷ.

**409. Φυσικαὶ ἰδιότητες.** Ὁ ὑδράργυρος εἶναι μέταλλον ὑγρὸν εις τήν συνήθη θερμοκρασίαν. Ἔχει χρῶμα ἀργυρόλευκον καὶ πυκνότητα 13,6. Πήγνυται εις -38<sup>ο</sup>,9 καὶ ζέει εις 357<sup>ο</sup>. Εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν ἀναδίδει ἀτμούς, οἱ ὅποιοι εἶναι δηλητηριώδεις.

**410. Χημικαὶ ἰδιότητες.** α) Ὑπὸ τήν συνήθη θερμοκρασίαν ὁ ὑδράργυρος ὀξειδοῦται βραδέως καὶ ἐπιφανεσιαικῶς ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος, κλυπτόμενος ὑπὸ λεπτοῦ στρώματος ἐξ ὑποξειδίου (Hg<sub>2</sub>O), τὸ ὅποιον ἔχει χρῶμα τεφρόν.

β) Πυρούμενος εις τὸν ἀέρα ὀξειδοῦται ταχέως εις ἐρυθρὸν ὀξείδιον τοῦ ὑδραργύρου (HgO).

γ) Μετὰ τῶν ἀλογόνων ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας εις τήν συνήθη θερμοκρασίαν.

δ) Ἐκ τῶν ὀξέων, μόνον τὸ νιτρικὸν ὀξύ διαλύει εὐκόλως τὸν ὑδράργυρον.

**411. Ἀμαλλάματα.** Τὰ κράματα τοῦ ὑδραργύρου καλοῦνται, καθὼς εἶδομεν, **ἀμαλλάματα**. Τὰ σπουδαιότερα ἐξ αὐτῶν εἶναι τὰ διὰ νατρίου, ἀμμωνίου, κασσιτέρου καὶ χρυσοῦ. Τὸ διὰ νατρίου ἀμάλγαμα χρησιμεύει ὡς ἀναγωγικὸν μέσον, διότι μετὰ τοῦ ὕδατος ἐκλύει ὑδρογόνον (ἐν τῷ γεννᾶσθαι). Τοῦ κασσιτέρου τὸ ἀμάλγαμα χρησιμεύει διὰ τήν κατασκευὴν κατόπτρων, τὰ δὲ τοῦ ἀργύρου καὶ τοῦ χρυσοῦ δι' ἐπαργυρώσεις καὶ ἐπιχρυσώσεις.

**412. Χρήσεις.** Ὁ ὑδράργυρος χρησιμεύει πρὸς κατασκευὴν ὀργάνων φυσικῆς, ὡς π.χ. θερμομέτρων, βαρομέτρων, μανομέτρων, λυχνιῶν ὑδραργύρου κλπ. Χρησι-

αέρι επίσης πρὸς ἐξαγωγήν τοῦ χρυσοῦ καὶ τοῦ λευκοχρύσου, πρὸς παρασκευὴν μαλαγραμάτων, πρὸς παρασκευὴν τῶν ἀλάτων αὐτοῦ καὶ εἰς τὴν ἱατρικὴν δι' ἀλοιφάς·

### ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ

**413. Ὁξειδίου τοῦ ὑδραργύρου :**  $HgO$ . Τοῦτο εἶναι κόνις ἐρυθρὰ καὶ κρυσταλλική, ἢ κίτρινη καὶ ἄμορφος, ἀναλόγως τοῦ τρόπου τῆς παρασκευῆς του. Ὄταν πυρωθῇ εἰς  $400^{\circ}$  ἀποσυντίθεται εἰς ὀξυγόνον καὶ ὑδραργύρον.

Χρησιμοποιεῖται διὰ πειράματα παρασκευῆς ὀξυγόνου καὶ εἰς τὴν ἱατρικὴν δι' ἀλοιφάς.

**414. Ὑποχλωριούχος ὑδραργύρος :**  $Hg_2Cl_2$ . Οὗτος ὀνομάζεται κοινῶς **καλομέλας**, εἶναι δὲ ἄλας κρυσταλλικόν, ἄχρουν, πυκνότης 7,14 (πολὺ βαρὺ), ἀδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ.

Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ἱατρικὴν ὡς καθαρτικὸν ἐναντίον τῶν ἐλμίνθων (κ. λεβίθας).

Εἶναι ἀκίνδυνον εἰς τὸν ὄργανισμόν, ἀλλ' ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν χλωριούχων ἀλκαλίων μετατρέπεται βαθμηδὸν εἰς διχλωριούχον ὑδραργύρον ( $HgCl_2$ ), ὅστις εἶναι λίαν δηλητηριώδης. Τοῦτο δύναται νὰ γίνῃ ἐντὸς τοῦ στομάχου ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ μαγειρικοῦ ἁλατος. Δι' αὐτὸ πρέπει νὰ ἀποφεύγεται ἡ χρῆσις ἀλατισμένων τροφίμων ὀλίγον πρὸ τῆς χρήσεως τοῦ καλομέλανος.

**415. Χλωριούχος ὑδραργύρος :**  $HgCl_2$ . Οὗτος καλεῖται καὶ **ἄχνη ὑδραργύρου**, ἢ **Sublimé**. Εἶναι ἄλας κρυσταλλικόν, ἄχρουν, πυκνότητος 5,4, δυσδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ, εὐδιάλυτον εἰς τὸ οἶόνπνευμα καὶ τὸν αἰθέρα.

Εἶναι ἰσχυρὸν δηλητήριο. Ἀραιὸν ὅμως διάλυμα αὐτοῦ (1)1000) εἶναι ἄριστον ἀντισηπτικόν καὶ χρησιμοποιεῖται ὡς τοιοῦτον δι' ἐξωτερικὴν χρῆσιν καὶ δι' ἀπολυμάνσεις ἐν γένει. Ὡς ἀντιδοτὸν εἰς τὰς ὑπ' αὐτοῦ δηλητηριάσεις χρησιμοποιεῖται λεύκιμα αὐγοῦ (ἀσπράδι).

## ΚΥΦΑΛΑΙΟΝ XXIV

### ΟΜΑΣ IIIA

#### ἢ ΟΜΑΣ ΤΩΝ ΓΑΙΩΝ

### ΑΤΤΙΛΙΟΝ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ ΑΥΤΟΥ

#### ΙΙΗΝΑΞ XXIII

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν μετάλλων τῆς ὁμάδος τῶν γαιῶν

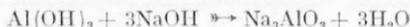
Ἰδιότητες	Βόριον	Ἀργίλιον	Γάλλιον	Ἰνδιον	Θάλλιον
Ἀτομικὸν βάρος	10,81 <sup>o</sup>	26,98	69,72	114,76	204,39
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	5	13	31	49	81
Διάταξις ἠλεκτρονίων ἐξωτερικῆς στιβάδος	2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>	4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup>	5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup>	6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>
Πυκνότης (20 <sup>o</sup> )	2,4	2,702	5,903	7,275	11,85
Σημεῖον τήξεως	2300 <sup>o</sup>	660 <sup>o</sup> ,2	29 <sup>o</sup> , 75	155 <sup>o</sup>	303 <sup>o</sup> ,50
Σημεῖον ζέσεως	2550 <sup>o</sup>	2500 <sup>o</sup>	2000 <sup>o</sup>	1450 <sup>o</sup>	1457 <sup>o</sup>

**416. Γενικά.** Είς την ομάδα των γαιών υπάγονται πλὴν τοῦ βορίου καὶ ἀργιλίου καὶ τὰ σπανιώτατα μέταλλα **γάλλιον, Ἰνδιον καὶ θάλλιον**. Εἰς τὴν αὐτὴν ομάδα (IIIΑ) υπάγονται καὶ δύο μεγάλαί σειραὶ σπανίων ἐπίσης μετάλλων, ἦτοι :

α) Ἡ σειρά τῶν **λανθανιδῶν** μετὰ 15 σπανιώτατα μέταλλα.

β) Ἡ σειρά τῶν **ἀκτινιδῶν** μετὰ 15 ραδιενεργὰ μέταλλα, μεταξὺ τῶν ὁποίων εἶναι τὸ **οὐράνιον**, καθὼς καὶ τὰ στοιχεῖα **Ποσειδώνιον, Πλουτόνιον, Ἀμερίκιον, Κιούριον**, κ.λ.π. τὰ ὅποια παρεσκευάσθησαν τεχνικῶς ἐκ τοῦ οὐρανίου διὰ πυρηνικῆς ἀντιδράσεως ἐπὶ τοῦ ἀτόμου αὐτοῦ.

Τὰ μέταλλα τῆς ομάδος αὐτῆς εἶναι ὅλα **τρισθενῆ**. Τὰ ὕδροξειδιά των εἶναι βάσεις ἀσθενεῖς καὶ ἐνοῦνται μετὰ τῶν ὀξέων εἰς ἕλαια. Ἀπέναντι ἔμως τῶν ἰσχυρῶν βάσεων παρουσιάζουν ἰδιότητος ὀξέος. Οὕτω π.χ. τὸ  $\text{Al}(\text{OH})_3$  παρέχει μετὰ τοῦ καυστικῆς νάτρου τὸ ἕλαιον ἀργιλικῶν νάτρων :



### I. ΒΟΡΙΟΝ : B = 10,81

**417. Προέλευσις.** Ἐλευθερον τὸ βόριον δὲν ὑπάρχει εἰς τὴν φύσιν. Τὸ κυριώτερον ὄρυκτόν αὐτοῦ εἶναι ὁ **βόραξ** ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Ὑπὸ μορφῆν ἐπίσης **βορικοῦ ὀξέος** ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) εὐρίσκεται εἰς ἡφαιστειογενεῖς περιοχὰς καὶ εἰς ἰαματικὰ τινὰ ὕδατα.

**418. Παρασκευὴ καὶ ἰδιότητες.** Τὸ βόριον παρασκευάζεται ἐκ τοῦ ὀξειδίου του δι' ἀναγωγῆς αὐτοῦ ὑπὸ μαγνησίου ἢ νατρίου εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν :



Τὸ βόριον εἶναι κόνις καστανόχρους πυκνότητος 2,4, λίαν δύστηκτον (σ.τ. 2300°). Παρασκευάζεται καὶ κρυσταλλικόν βόριον, τὸ ὁποῖον εἶναι σῶμα σκληρότατον (9-10 βαθμῶν).

Εἰς 700° καίεται ἐν τῷ ἀέρῳ ἢ ὀξυγόνῳ μετατρέπομενον εἰς ὀξειδιον  $\text{B}_2\text{O}_3$ . Ἐν θερμῷ ἐπίσης ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας καὶ μετὰ τὰ στοιχεῖα S, N καὶ C, καθὼς καὶ μετὰ πολλὰ μέταλλα, ὡς τὰ Ca, Mg, Al καὶ Fe.

Δι' ἐπιδράσεως  $\text{HNO}_3$  ἢ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  πυκνῶν τὸ βόριον μετατρέπεται εἰς βορικὸν ὀξύ :



Διαλύεται εἰς τετρήματα καυστικὰ ἀλάλα, σχηματιζομένου βορικοῦ ἁλατος καὶ ἐκλυομένου ὕδρογόνου :



Εἰς ἕλαια αὐτὰς τὰς ἐνώσεως του τὸ βόριον ἐνεργεῖ ὡς τρισθενές. Τὸ βόριον ἔχει καὶ μεταλλικὰς ἰδιότητας. Οὕτω π.χ. ἐκδιώκει τὸ ὕδρογόνον τοῦ HCl σχηματίζον χλωριούχον βόριον :



**419. Ἐνώσεις τοῦ βορίου.** Αἱ σπουδαιότεραι ἐνώσεις τοῦ βορίου εἶναι : Τὸ **βορικὸν ὀξύ** ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) καὶ ὁ **βόραξ** ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ). Ἀμφότερα εὐρίσκονται εἰς τὴν φύσιν καὶ ἰδίως εἰς ἡφαιστειογενεῖς περιοχὰς, ὡς π.χ. εἰς τὴν Τασκάνην καὶ τὰς Λιπαρίους νήσους τῆς Ἰταλίας.

Τὸ **βορικὸν ὀξύ** ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) ἀποτελεῖ λευκὰ κέτσια, λιπώδη τὴν ἀφήν. Διαλύεται εἰς τὸ ὕδωρ κατὰ 4 % περίπου ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ 30 % εἰς 100°.

Χρησιμεύει ὡς ἐλαφρόν καὶ ἀκίνδυνον ἀντισηπτικὸν τῶν ὀφθαλμῶν, τῆς ρινός καὶ τοῦ φάρυγγος, ὡς καὶ πρὸς παρασκευὴν εὐτήκτου ὕαλου μετὰ ὀξειδιον τοῦ μολύβδου (**σμάλτο**).

Ὁ **βόραξ** εἶναι κόνις λευκὴ καὶ χρησιμεύει διὰ τὸ κολλάρισμα τῶν ὑφασμάτων, διὰ τὴν παρασκευὴν τῆς λιθογραφικῆς μελάνης, εἰς τὴν ὑαλουργίαν, ὡς μέσον διατηρήσεως τροφίμων κ.ο.κ.

## II. ΑΡΓΙΛΙΟΝ : Al = 27

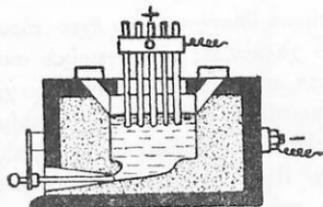
**420. Προέλευσις.** Τὸ ἀργίλιον (κ. ἀλουμίνιον) εἶναι τὸ μᾶλλον διαδεδομένον μέταλλον εἰς τὴν γῆν, ἀπικτᾶ δὲ μόνον ἠνωμένον κατὰ μεγάλας ποσότητος καὶ ὑπὸ πλείστας μορφάς.

Σπουδαιότερα δὲ ὄρυκτὰ τούτου εἶναι ὁ **βωξίτης**, ἡ **συρίρις**, οἱ **μαρμαρυγαί**, ὁ **ἀστριος**, ὁ **κρουλίθος** κ.ἄ. Προϊὸν δὲ ἀποσαθρώσεως ἀστρίων εἶναι ἡ ἀργίλος (ἐνυδρον πυριτικὸν ἀργίλιον), τῆς ὁποίας καθαρωτάτη μορφή εἶναι ὁ **καολίνης**, ἡ δὲ ἀκάθαρτος ἀποτελεῖ τὸν πηλόν.

**421. Μεταλλουργία.** Τὸ ἀργίλιον ἐξάγεται ἐκ τοῦ βωξίτου, ὅστις εἶναι ὕδροξείδιον τοῦ ἀργιλίου μετὰ προσμίξεων ἐξ ὀξειδίων τοῦ σιδήρου καὶ  $\text{SiO}_2$ .

Ὁ βωξίτης κατ' ἀρχὰς ὑποβάλλεται εἰς πολύπλοκον ἐπεξεργασίαν, ὥστε νὰ ἀποχωρισθῇ ἐξ αὐτοῦ τὸ ὀξείδιον τοῦ ἀργιλίου ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Τοῦτο μετὰ τὸν ἀποχωρισμὸν τοῦ ἠλεκτρολύεται ἐντὸς τετηγμένον κρουλίθου ( $\text{AlF}_3$ ,  $3\text{NaF}$ ). Εἰς τὸν πυθμένα τῆς συσκευῆς, ὅστις ἀποτελεῖται ἐξ ἄνθρακος καὶ χρησιμεύει ὡς ἀνηγτικὸν ἠλεκτροδίων, συγκεντροῦται τότε τὸ τετηγμένον ἀργίλιον, τὸ ὁποῖον ἐξάγεται διὰ πλευρικῆς ὀπῆς (σγ. 141).

**422. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Τὸ ἀργίλιον εἶναι μέταλλον λευκόν, ὑποκίανον, εὐηχον καὶ σχετικῶς μαλακόν. Εἶναι λίαν ἐλατὸν καὶ ὀγκιμον. Εἶναι πολὺ καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Εἶναι ἐλαφρότερον τῶν συνήθων μετάλλων ἔχον πυκνότητα 2,7 καὶ τήκεται εἰς  $660^{\circ}$  χυνόμενον καλῶς εἰς τύπους. Ἔχει ὅμως μικρὰν ἀνθεκτικότητα, ἥτοι 12, λιμάρεται δὲ δυσκόλως. Τὰ δύο αὐτὰ μειονεκτήματα διορθοῦνται ὅμως εἰς τὰ κράματα τοῦ ἀργιλίου, ὡς π.χ. τὸ ντουραλουμίνιον, ἔχον ἀνθεκτικότητα 44.



Σγ. 141. Παρασκευή τοῦ ἀργιλίου δι' ἠλεκτρολύσεως.

**423. Χημικαὶ ιδιότητες.** α) Τὸ ἀργίλιον ἔχει μεγάλην χημικὴν συγγένειαν πρὸς τὸ ὀξυγόνον. Ἐν τούτοις, εἰς τὸν ἀέρα παραμένει φαινομενικῶς ἀναλλοίωτον, διότι προσβάλλεται μόνον ἐπιφανειακῶς σχηματιζομένης λεπτοτάτης μεμβράνης ἐξ ὀξειδίου τοῦ ἀργιλίου ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), ἥτις προφυλάσσει τὸ μέταλλον ἀπὸ τὴν περαιτέρω ὀξειδωσιν. Διὰ τὸν λόγον αὐτὸν δὲν καίεται ἕνα φύλλον ἢ σύρμα ἀργιλίου, ὅταν τὸ ρίψωμεν εἰς τὴν πυράν. Τὸ ἐξωτερικὸν στρώμα τοῦ ὀξειδίου συγκερατῆ ὡς σάκκος τὸ τετηγμένον ἐσωτερικῶς μέταλλον καὶ ἐμποδίζει αὐτὸ νὰ καῖ. Κόνις ὅμως ἀργιλίου ριπτομένη εἰς φλόγα φωταερίου ἀναφλέγεται ὡς πυροτέχνημα ἐκπέμπουσα ζωηρότατον φῶς καὶ ἀναπτύσσουσα πολὺ μεγάλην θερμότητα (σγ. 142).

Λόγω τῆς μεγάλης του χημικῆς συγγενείας πρὸς τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἀργίλιον εἶναι ἄριστον ἀναγωγικὸν σῶμα. Τὰ πλείστα τῶν μεταλλικῶν ὀξειδίων ἀνάγονται ἐν θερμῷ εἰς καθαρὰ μέταλλα ὑπὸ τοῦ ἀργιλίου : Οὕτω π.χ. ἀναμιγνύοντες κόνιν ὀξειδίου τοῦ χρωμίου με κόνιν ἀργιλίου καὶ ἀναφλέγοντες τὸ μίγμα ἐντὸς χωνευτηρίου, λαμβάνομεν τὸ μέταλλον χρώμιον τετηγμένον εἰς τὸν πυθμένα (σγ. 143) :

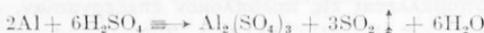


Ἐάν ἀντὶ ὀξειδίου τοῦ χρωμίου χρησιμοποιήσωμεν ὀξείδιον τοῦ σιδήρου, τότε αμβάνομεν τετηγμένον σίδηρον, μὲ τὸν ὁποῖον δυνάμεθα νὰ συγκολλήσωμεν σιδηροδοκοὺς κλπ. Ἡ μέθοδος αὕτη συγκολλήσεως καλεῖται **ἀργιλοθερμαντικὴ** μέθοδος καὶ χρησιμοποιεῖται εἰς πολλὰς περιπτώσεις.

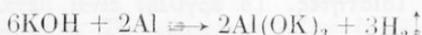
Μίγμα ὀξειδίου τοῦ σιδήρου καὶ κόνεος Al χρησιμοποιεῖται ὑπὸ τὸ ὄνομα **θερμιτῆς** εἰς εὐπρηστικὰς βόμβας.

β) Τὸ θεικὸν καὶ τὸ νιτρικὸν ὀξύ δὲν προσβάλλουν τὸ ἀργίλιον εὐκόλως

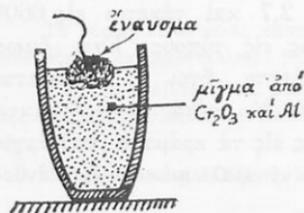
Ἐν θερμῷ ὅμως διαλύεται τόσον εἰς τὸ θεικὸν ὀξύ, ὅτε ἐκλύεται  $\text{SO}_2$ , ὅσον καὶ εἰς τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, ὅτε ἐκλύεται ὑδρογόνον :



γ) Ἐναντὶ τῶν καυστικῶν ἀλκαλιῶν τὸ ἀργίλιον συμπεριφέρεται ὡς στοιχεῖον ἠλεκτραρνητικὸν παρέχον μετ' αὐτῶν ἀργιλικά ἄλατα :



**424. Χρήσεις.** Τὸ ἀργίλιον λόγῳ τῶν πολυτίμων ἰδιοτήτων του ἔχει εὐρυτάτας ἐφαρμογὰς. Οὕτω, τείνει ν' ἀντικαταστήσῃ τὸν χαλκὸν εἰς τὰ μαγειρικὰ σκεύη καὶ τὰ ἠλεκτροφόρα σύρματα. Φύλλα ἀργιλίου χρησιμεύουν πρὸς περιτύλιξιν σοκολάτας, τροφίμων κ.λπ. Κόνις ἀργιλίου χρησιμεύει ὡς χρῶμα εἰς τὴν διακοσμητικὴν. Πρὸς ἀναγωγὴν διαφόρων μεταλλικῶν ὀξειδίων, πρὸς συγκόλλησιν σιδηρῶν τεμαχίων κατὰ τὴν ἀργιλοθερμαντικὴν μέθοδον, χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ἡ κόνις τοῦ ἀργιλίου. Τέλος, τὰ κράματα τοῦ ἀργιλίου χρησιμεύουν διὰ τὴν κατασκευὴν τῶν ἀεροπλάνων καὶ ἐξαρτημάτων διαφόρων ἐπιστημονικῶν ὀργάνων.



Σχ. 143. Ἀναγωγή τοῦ ὀξειδίου τοῦ χρωμίου.

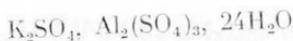


Σχ. 142. Καῦσις κόνεος ἀργιλίου.

## ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΑΡΓΙΛΙΟΥ

**425. Ὁξείδιον τοῦ ἀργιλίου.**  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Τοῦτο εὐρίσκεται συνήθως ἀνάμικτον μὲ διαφόρους ἄλλας οὐσίας : Οὕτω π.χ. ἀναμειγμένον μὲ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  καὶ  $\text{SiO}_2$  ἀποτελεῖ πολυτίμους λίθους, ὡς π.χ. τὸ **καυρούνδιον** (ἄχρουν), τὸ **ρουβίδιον** (ἐρυθρὸν), τὸ **τοπάζιον** (κίτρινον), ὁ **σάφειρος** (κυανοῦς), ὁ **ἀμέθυστος** (κόκκινος) καὶ ὁ **σμάραγδος** (πράσινος). Τὸ ἄμορφον ὀξείδιον τοῦ ἀργιλίου εἶναι κόνις λευκὴ, τηχομένη εἰς 2000° περίπου καὶ χρησιμεύει διὰ τὴν ἐσωτερικὴν ἐπένδυσιν τῶν καμίνων.

**426. Στυπτηρία.** Τὸ θεικὸν ἀργίλιον εἶναι ἄλλας εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ. Ἐάν ἀναμίξωμεν θερμὸν καὶ πυκνὸν διάλυμα θεικοῦ ἀργιλίου μὲ πυκνὸν διάλυμα θεικοῦ καλίου, θὰ λάβωμεν κατὰ τὴν ψύξιν μεγάλους διαφανεῖς κρυστάλλους (σχ. 144). Οἱ κρυστάλλοι οὗτοι ἔχουν τὴν σύστασιν :



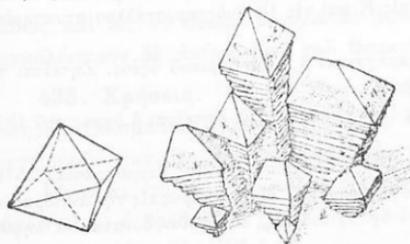
και αποτελούν την κοινή στυπτηρίαν (στύψη).

Ἡ στυπτηρία ἔχει γεῦσιν στυπτικὴν καὶ εἶναι δυσδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ ἐν ψυχρῷ, εὐδιάλυτος ὅμως ἐν θερμῷ. Θερμαινομένη εἰς 100° τήκεται εἰς τὸ ἴδιον αὐτῆς ὕδωρ, τὸ ὅποιον διὰ περαιτέρω θερμάνσεως εξατμίζεται, ὅποτε ἡ στυπτηρία μετατρέπεται εἰς πορώδη μάζαν.

Ἡ στυπτηρία χρησιμεύει εἰς τὴν βυρσοδεψίαν, ὡς πρόσμιγμα εἰς τὴν βαφικὴν, εἰς τὴν χαρτοποιίαν διὰ τὸ κολλήρισμα τοῦ χάρτου, ὡς μέσον διαυγασμοῦ τῶν ἐλαίων κ.λ.π.

Τὸ τρισθενὲς ἄργιλιον εἰς τὸ μέρος τῆς στυπτηρίας δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ ἄλλου τρισθενοῦς μετάλλου (Cr, Fe), τὸ δὲ μονοσθενὲς κάλιον ὑπὸ νατρίου ἢ ἀμμωνίου. Οὕτω δυνάμεθα νὰ λάβωμεν σειρὰν στυπτηριῶν, αἱ ὅποια κρυσταλλοῦνται τὸσον ὁμοίως, ὥστε εἰς ἓνα κρυσταλλὸν δύναται νὰ συνεχισθῇ ἡ κρυστάλλωσις, ἐὰν ριψώμεν αὐτὸν εἰς πυκνὸν διάλυμα, οἰασδήποτε ἄλλης στυπτηρίας.

**427. Κεραμευτική.** Ἡ ἄργιλος ( $Al_2O_3, 2SiO_2, 2H_2O$ ), ἐὰν ἀναμιχθῇ μὲ ὕδωρ, μετατρέπεται εἰς μάζαν εὐπλαστον, ἧτις δύναται νὰ λάβῃ ποικιλότατα σχήματα. Ἡ πλαστικὴ αὕτη ἄργιλος στερεοποιεῖται δι' ἀποξηράνσεως εἰς τὸν ἀέρα, ἀλλὰ καθίσταται ἐκ νέου πλαστικὴ, ὅταν προσλάβῃ ὕδωρ. Ὅταν ὅμως ἡ ἄργιλος πυρωθῇ εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, στερεοποιεῖται τότε μονίμως καὶ δὲν μαλακίενται πλέον ὑπὸ τοῦ ὕδατος. Ἡ πυρωθεῖσα αὕτη ἄργιλος εἶναι σκληρά, εὐθραυστος, πορώδης, κατέχει δὲ κατὰ τι μικρότερον ὄγκον τοῦ ἀρχικοῦ, διότι συστέλλεται κατὰ



Σχ. 144. Κρυσταλλοὶ στυπτηρίας.

τὴν πύρωσιν. Ὅσον ὑψηλότερα εἶναι ἡ θερμοκρασία εἰς τὴν ὁποίαν πυροῦται, τὸσον στερεωτέρα γίνεται ἡ ἄργιλος.

Οὕτω κατασκευάζονται ἐκ τῆς ἄργιλου πλεῖστα εἶδη κεραμευτικῶν προϊόντων, τῶν ὁποίων ἡ ποιότης ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς καθαρότητος τῆς ἄργιλου, ἐκ τῆς ἐπεξεργασίας καὶ ἐκ τῶν συνθηκῶν πυρώσεως. Τὰ εἶδη ταῦτα κατατάσσονται ὡς ἑξῆς :

1) **Εἶδη πορώδη.** Τοιαῦτα εἶναι π.χ. οἱ κέραμοι στεγάσεως οἰκιῶν, οἱ ὑπόπλινθοι (τοῦβλα), τὰ ὑδροδοχεῖα, οἱ πίθοι, διάφοροι σωλῆνες κ.ο.κ. Ταῦτα κατασκευάζονται ἐξ ἀκαθάρτου ἄργιλου, ἔχουν δὲ συνήθως χροῶμα κεραμόχρουν, διότι περιέχουν ὀξειδία τοῦ σιδήρου.

2) **Φαγεντιανὰ εἶδη.** Τοιαῦτα εἶναι τὰ πινάκια (πίατα), οἱ κύαθοι (φλυτζάνια), ὀρισμένα ἀνθοδοχεῖα κ.λ.π. Κατασκευάζονται ἐκ καθαρᾶς ἄργιλου ἢ δὲ πύρωσις τῶν γίνεται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν.

3) **Εἶδη πορσελάνης.** Ταῦτα εἶναι αἱ κάψαι τῶν χημείων καὶ ἄλλα πολύτιμα εἶδη. Κατασκευάζονται ἐκ τῆς καθαρωτάτης μορφῆς τῆς ἄργιλου (καολίνου), ἢ δὲ πύρωσις τῶν γίνεται εἰς πολὺ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ὥστε νὰ ἀρχίσῃ ἡ τήξις αὐτῶν.

Μετὰ τὴν πρώτῃν ἐψησίαν τῶν τὰ εἶδη πορσελάνης ἐμβαπτίζονται εἰς ὕδωρ ἐντὸς τοῦ ὁποίου αἰωροῦνται λεπτότατοι κόκκοι ἀστρίου. Κατόπιν ὑποβάλλονται εἰς

τὴν δευτέραν ἔψησιν, κατὰ τὴν ὁποίαν οἱ κόκκοι τοῦ ἀπτρίου τήκονται καὶ ἐπικαλύπτουν τὸ ἀντικείμενον ὡς διαφανὲς ὑάλωμα.

Καθ' ὅμοιον τρόπον σχηματίζεται τὸ ὑάλωμα καὶ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν φαγεντικῶν εἰδῶν.

Αἱ διακοσμήσεις ἐπὶ τῶν ἀντικειμένων τούτων γίνονται μετὰ τὴν πρώτην ἔψησιν. Αὗται καλυπτόμεναι κατόπιν ὑπὸ τοῦ διαφανοῦς ὑαλώματος προστατεύονται ὑπ' αὐτοῦ καὶ παραμένουν ἀνεξίτηλοι.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

156. 25 gr ψευδαργύρου εἰσάγονται εἰς διάλυμα  $\text{CuSO}_4$ . Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ Cu ποῦ πρόκειται νὰ ἐλευθερωθῇ.

157. Διάλυμα KOH ἐπιδρᾷ ἐπὶ Zn, ὅτε ἐκλύεται ἀέριον 2,4 l. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ Zn, ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

158. Κατὰ τὴν ἀργιλοθερμαντικὴν μέθοδον 500 gr κόπωσης Al ἀντιδρῶν μὲ  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ Cr ποῦ θὰ ἐλευθερωθῇ.

159. Διάλυμα KOH ἐπιδρᾷ ἐπὶ Al, ὅτε ἐκλύονται 3,8 l ἀερίου. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ Al ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

160. Ποία εἶναι ἡ ἑκατοστιαία περιεκτικότης εἰς K καὶ εἰς Cr ἐνὸς κρυστάλλου στυπτηρίας διὰ χρωμίου;

161. Πυκνὸν  $\text{HNO}_3$  ἐπιδρᾷ ἐπὶ βορίου, ὅτε παράγονται 3,2 gr βορικοῦ ὀξέως. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ  $\text{HNO}_3$  ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

162. Πυροῦνται 15 gr σιμισθωνίτου περιέχοντος ξένα; ὕλας 20%. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ  $\text{CO}_2$  ὑπὸ K.C., ὁ ὁποῖος δύναται νὰ ληφθῇ.

163. Δι' ἐπιδράσεως HCl ἐπὶ Zn λαμβάνονται 480  $\text{cm}^3$  ἀερίου ἔχοντος θερμοκρασίαν 25°C καὶ πίεσιν 760mmHg. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ ψευδαργύρου ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

164. 5gr βορίου ἐπιδρῶν ἐπὶ KOH. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ  $\text{H}_2$ , τὸ ὁποῖον δύναται νὰ ληφθῇ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XXV

### ΟΜΑΣ IVB

### ἢ ΟΜΑΣ ΤΟΥ ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΥ

#### ΠΙΝΑΞ XXIV

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν μετάλλων τῆς ομάδος τοῦ κασσίτερου.

Ἰδιότητες	Γερμάνιον	Κασσίτερος	Μόλυβδος
Ἄτομικὸν βάρος	72,60	118,70	207,21
Ἄτομικὸς ἀριθμὸς	32	50	82
Διάταξις ἠλεκτρονίων σθένους	$4s^2 4p^2$	$5s^2 5p^2$	$6s^2 6p^2$
Πυκνότης	5,36	7,29	11,34
Σημεῖον τήξεως	$958^{\circ},5$	231,8	$327^{\circ},43$
Σημεῖον ζέσεως	$2700^{\circ}$	2360 <sup>o</sup>	1755 <sup>o</sup>

428. Γενικά. Εἰς τὴν ομάδα αὐτὴν ὑπάρχονται τὰ μέταλλα γερμάνιον, κασσίτερος καὶ μόλυβδος. Ταῦτα σχηματίζουν δύο σειρὰς ἐνώσεων, ἴτοι ὡς δισθενῆ καὶ ὡς τετρασθενῆ. Εἰς τὰς τετρασθενεῖς ἐνώσεις των παρουσιάζουν ἀναλογίαν πρὸς τὰ ἀμέταλλα ἄνθρακα καὶ πυρίτιον, τὰ ὁποῖα ὑπάρχονται ἐπίσης εἰς τὴν ομάδα IVB τοῦ περιοδικοῦ συστήματος τῶν στοιχείων. Πράγματι, τὰ ὀξειδιὰ τῶν  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{SnO}_2$  καὶ  $\text{PbO}_2$  εἶναι ἀνοδρῆται ὀξέων.

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

### I. ΓΕΡΜΑΝΙΟΝ : Ge = 72,60

429. Γενικά. Τοῦτο εἶναι μέταλλον λευκὸν καὶ χρησιμοποιεῖται τελευταίως πρὸς κατασκευὴν μικρολογικῶν διὰ ραυτῶν καὶ διὰ τῆν τηλεόρασιν κ.λ.π.

### II. ΚΑΣΣΙΤΕΡΟΣ : Sn = 119

430. Προέλευσις. Τὸ κύριον ὄρυκτόν τοῦ κασσιτέρου εἶναι ὁ κασσιτερίτης (SnO<sub>2</sub>), ἐκ τοῦ ὁποίου καὶ ἐξάγεται. Ὁ κασσιτερίτης ἀπαντᾷ εἰς Ἀγγλίαν, Ἰσπανίαν καὶ Ἰνδίας.

431. Μεταλλουργία. Τὸ μέταλλευμα ἐμπλουτίζεται κατ' ἀρχάς, διότι περιέχει μεγάλην ποσότητα γαιωδῶν οὐσιῶν καὶ κατόπιν ἀνάγεται δι' ἀνθρακος.

432. Ἰδιότητες. Ὁ κασσίτερος εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, μαλακόν, εὐκαμπτον, λίαν ἐλατόν, ἀλλ' ὀλίγον ὀλικιμον, διότι ἔχει μικρὰν ἀνθεκτικότητα. Ἔχει πυκνότητα 7,3. Προστριβόμενος διὰ τῶν δακτύλων διαχέει ἐλαφρὰν ὀσμὴν, καμπτόμενος δὲ τρίξει, διότι ἔχει κρυσταλλικὴν ὑφήν. Εἶναι τὸ εὐτρεκτότερον ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων, μὲ σημεῖον τήξεως 232<sup>ο</sup>.

ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν παραμένει σχεδὸν ἀναλλοίωτος εἰς τὸν ἀέρα, καθὼς καὶ εἰς τὸ ὕδωρ. Διαλύεται βραδέως ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, δυσκολώτερον δὲ ἀκόμη ὑπὸ τοῦ θεμικοῦ ὀξέος.

433. Χρήσεις. Ἐπειδὴ εἶναι ἀνοξειδωτος, χρησιμεύει πρὸς ἐπικασσιτέρωσιν σιδηρῶν ἐλασμάτων (λευκοσιδήρος, ἢ κοινῶς τενεκές), πρὸς ἐπικασσιτέρωσιν τῶν μηχανικῶν σκευῶν, πρὸς κατασκευὴν κατόπτρων κ.λ.π.

Γίνονται ἐπίσης καὶ πολλὰ κράματα μὲ τὸν κασσίτερον, σπουδαιότερα δὲ ἐξ αὐτῶν εἶναι ὁ βροῦντζος (Cu, Sn) καὶ τὸ κράμα συγκολλήσεως τῶν μετάλλων ὑπὸ τῶν φανοποιῶν (Sn, Pb).

### III. ΜΟΛΥΒΔΟΣ : Pb = 207

434. Προέλευσις. Τὸ σπουδαιότερον μέταλλευμα τοῦ μολύβδου εἶναι ὁ γαληνίτης (PbS), ὅστις περιέχει συνήθως καὶ ἄργυρον εἰς ἀναλογίαν 0,10% ἕως 0,03%. Γαληνίτης ἐξάγεται παρ' ἡμῶν εἰς τὸ Λαζίου.

Δευτερεύοντα ὄρυκτά τοῦ μολύβδου εἶναι : Ὁ ψιμμυθίτης (PbCO<sub>3</sub>), ὁ ἀγγλεζίτης (PbSO<sub>4</sub>) καὶ ὁ πυρομορφίτης Pb<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.

435. Μεταλλουργία. Ὁ μολύβδος ἐξάγεται συνήθως ἐκ τοῦ γαληνίτου κατὰ διαφόρους τρόπους, ἧτοι :

α) Δι' ἀναγωγῆς τοῦ γαληνίτου ὑπὸ σιδήρου ἐν θερμῷ :



β) Διὰ φρύξεως καὶ πυρώσεως ἐν κλειστῷ, ὅποτε ἓνα μέρος τοῦ PbS ὀξειδῶται εἰς PbSO<sub>4</sub>, ἐκλύεται διοξειδιον τοῦ θείου, ὁ δὲ μολύβδος, ἐλευθεροῦται :



καὶ γ) Δι' ἀναγωγῆς ὑπὸ ἀνθρακος τῶν ὀξειδίων τοῦ μολύβδου, τὰ ὅποια λαμβάνονται διὰ φρύξεως τοῦ γαληνίτου ἢ καὶ ἄλλων ὄρυκτῶν τοῦ μολύβδου.

436. Φυσικαὶ ἰδιότητες. Ὁ μολύβδος εἶναι μέταλλον μαλακόν χαλαρόμε-

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

νον διά τοῦ ὄνυχος καὶ ἀφῆνον γραμμὴν ἐπὶ τοῦ χάρτου. Πρόσφατος ἐπιφάνεια αὐτοῦ ἔχει λάμπιν κυανόλευκον. Εἶναι τὸ ὀλιγώτερον ἀνθεκτικὸν ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων καὶ δὲν δύναται νὰ δώσῃ λεπτὰ σύρματα. Εἶναι ὅμως λίαν ἐλατὸς. Ἔχει πυκνότητα 11,34 τήκεται εἰς 327° καὶ ζέει εἰς 1750°.

**437. Χημικαὶ ιδιότητες.** α) Πρόσφατος ἐπιφάνεια μολύβδου ὀξειδοῦται ταχέως εἰς τὸν ἀέρα σχηματιζομένου λεπτοῦ στρώματος ἐκ μελανοῦ ὑποξειδίου τοῦ μολύβδου ( $Pb_2O$ ), τὸ ὁποῖον προφυλλάσσει τὸ ὑπόλοιπον μέταλλον ἀπὸ τὴν περιτέρω ὀξειδωσίν. Εἰς θερμοκρασίαν ὀλίγον ὑψηλότεραν τοῦ σημείου τήξεώς του ὀξειδοῦται ταχέως εἰς ὀξειδίου ( $PbO$ ).

β) Τὸ ὕδωρ διὰ τοῦ ὀξυγόνου καὶ τῶν ἀλάτων, τὰ ὅποια περιέχει ἐν διαλύσει, προσβάλλει τὸν μολύβδον, ἀλλὰ μόνον ἐπιφανειακῶς, σχηματιζομένων ἀδιαλύτων ἀλάτων τοῦ μολύβδου. Τοῦτο ἔχει σημασίαν ἀπὸ ὑγιεινῆς ἀπόψεως, διότι τὸ διὰ τῶν μολυβδοσωλήνων διερχόμενον ὕδωρ δὲν παραλαμβάνει τὰ δηλητηριώδη ἄλατα τοῦ μολύβδου.

γ) Ἐκ τῶν ὀξέων, τὸ ἀραιὸν θεικὸν ὀξύ προσβάλλει μόνον ἐπιφανειακῶς τὸν μολύβδον, τὸ δὲ ὕδροχλωρικὸν καὶ νιτρικὸν τὸν διαλύουν εὐκόλως.

**438. Χρήσεις.** Ὁ μολύβδος χρησιμεύει πρὸς κατασκευὴν διαφόρων σωλήνων καὶ πλακῶν. Μετ' ὀλίγου ἀρσενικοῦ χρησιμεύει πρὸς κατασκευὴν τῶν χόνδρων (σκαγιῶν). Τὸ μέταλλον τῶν τυπογραφικῶν στοιχείων εἶναι κράμα μολύβδου με ἀντιμόνιον καὶ κασσίτερον. Μολύβδινα πλᾶκες χρησιμεύουν διὰ τὴν κατασκευὴν συσσωρευτῶν (μπατταριῶν) κ.λ.π. Μετὰ τοῦ κασσιτέρου παρέχει τὸ κράμα συγκολλησεως μετάλλων ὑπὸ τῶν φανοποιῶν (καλάϊ).

#### ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΟΛΥΒΔΟΥ

**439. Ὄξειδια.** Ὁ μολύβδος μετὰ τοῦ ὀξυγόνου σχηματίζει διάφορα ὀξειδια, ἦτοι :

α) Τὸ ὑποξείδιον :  $Pb_2O$ . Τοῦτο εἶναι μαύρη κόνις, σχηματίζεται δὲ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ μολύβδου ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος.

β) Τὸ ὀξείδιον :  $PbO$ . Τοῦτο καλεῖται καὶ **λιθάργυρος**. Παρασκευάζεται εἴτε δι' ὀξειδώσεως τετηγμένου μολύβδου εἰς τὸν ἀέρα, εἴτε καὶ διὰ πυρώσεως νιτρικοῦ μολύβδου.

Ἄπαντὰ ὑπὸ δύο μορφάς, ἦτοι : α) ὡς ἄμορφος κόνις κιτρίνη καὶ β) ὡς ἐρυθροκίτρινα λέπια (κρυσταλλικὴ μορφή).

Χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν ὑαλοουργίαν καὶ τὴν ἀγγειοπλαστικὴν, καθὼς καὶ πρὸς παρασκευὴν ἀλοιφῶν, τοῦ ὀξεικοῦ μολύβδου κ.λ.π.

γ) Τὸ **ἐπιτεταρτοξείδιον** :  $Pb_3O_4$ . Τοῦτο καλεῖται κοινῶς **μίνιον**, εἶναι δὲ κόνις πορτοκαλλίχρους. Παρασκευάζεται διὰ παρατεταμένης ὀξειδώσεως τετηγμένου μολύβδου εἰς τὸν ἀέρα ὑπὸ θερμοκρασίαν 440° ἕως 500°.

Τὸ μίνιον χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν ἐλαιοχρωμάτων, σφραγιστοῦ κηροῦ (βουλοκέρι), ἐμπλάστων καὶ εἰς τὴν ὑαλοουργίαν.

δ) Ἐπεροξείδιον :  $PbO_2$ . Τοῦτο παρασκευάζεται δι' ἐπίδράσεως ἀραιοῦ νιτρικοῦ ὀξέος ἐπὶ μίνιον.

Είναι κόκκινος καστανόχρους και έχει έντονους οξειδωτικές ιδιότητες. Χρησιμοποιείται κυρίως δια την κατασκευήν τῶν θετικῶν πλάκῶν τῶν ἠλεκτρικῶν συσσωρευτῶν (μπατταριῶν).

**440. Ἀνθρακικός μόλυβδος :**  $PbCO_3$ . Οὗτος εὑρίσκεται εἰς τὴν φύσιν ὡς ὀρυκτὸν ψιμμυθίτης. Βασικὸς ἀνθρακικὸς μόλυβδος ποικίλης συστάσεως ἀναποκρινομένης περίπου εἰς τὸν τύπον :  $2PbCO_3, Pb(OH)_2$  φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον ὑπὸ τὸ ὄνομα **στουπέτσι** καὶ χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν λευκοῦ ἐλαιοχρώματος. Τὸ διὰ στουπετσίου ἐλαιόχρωμα εἶναι παχὺ καὶ καλύπτει ἄριστα τὰς ἐπιφανείας. Ἔχει ὅμως τὸ μειονέκτημα, ὅτι μελανοῦται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ὕδρουοξείου μετατρέπομενον εἰς μέλανα  $PbS$  καὶ ὅτι εἶναι δηλητηριώδες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XXVI

### ΟΜΑΣ VIA

### ἢ ΟΜΑΣ ΤΟΥ ΧΡΩΜΙΟΥ

#### ΠΙΝΑΞ XXV

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν μετάλλων τῆς ομάδος τοῦ χρωμίου.

Ἰδιότητες	Χρῶμιον	Μολυβδαίνιον	Βολφράμιον
Ἀτομικὸν βᾶρος	52,01	95,95	183,92
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	24	42	74
Διάτ. ἠλεκτρον. σθένος	$3d^5 4s^1$	$4d^5 5s^1$	$5d^4 6s^2$
Ποικνότης ( $20^\circ$ )	7,1	10,4	19,3
Σημεῖον τήξεως	1920 <sup>o</sup>	2620 <sup>o</sup>	3370 <sup>o</sup>
Σημεῖον ζέσεως	2480 <sup>o</sup>	3700 <sup>o</sup>	5900 <sup>o</sup>

**441. Γενικά.** Καὶ τὰ τρία αὐτὰ μέταλλα ἔχουν πολλαπλοῦ σθένος, διότι εἰς τὰς ἐνώσεις των δύνανται νὰ λάβουν μέρος καὶ τὰ 6 ἠλεκτρόνια τῶν δύο τελευταίων ὑποστιβάδων τῶν ἀτόμων των.

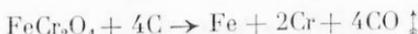
Εἶναι ἀαλλοίωτα εἰς τὸν ἀέρα ὑπὸ τὰς συνήεις συνθήκας, χρησιμοποιοῦνται δὲ εὐρύτατα πρὸς παρασκευὴν **ειδικῶν χαλύβων** (448). Ἰδιαιτέρως τὸ βολφράμιον, λόγῳ τοῦ πολυ ὕψηλοῦ σημείου τήξεως αὐτοῦ, χρησιμοποιεῖται διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ νήματος πυρακτώσεως τῶν ἠλεκτρικῶν λαμπτήρων.

**ΧΡΩΜΙΟΝ Cr = 52,01**

**442. Γενικά.** Τὰ κυριώτερα ὀρυκτὰ τοῦ χρωμίου εἶναι :

Ὁ **κροκοίτης** ( $CrO_4Pb$ ) καὶ ὁ **χρωμίτης ἢ χρωμικός σίδηρος** ( $FeCr_2O_4$ ).

Διὰ τὴν ἐξαγωγήν τοῦ χρωμίου τὰ μεταλλεύματά του μετατρέπονται πρῶτον εἰς οξειδίου ( $Cr_2O_3$ ), τὸ ὁποῖον κατόπιν ἀνάγεται ὑπὸ ἀργιλίου, ἢ ὑπὸ ἀνθρακος εἰς ἠλεκτρικὴν κάμινον :



Ἰδιότητες. Εἶναι μέταλλον κυανόλευκον, πολὺ σκληρόν, ποικνότητος, 7,1. Εἶναι ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

πολύ σπλιπνόν και παραμένει αναλλοίωτον εις τόν αέρα, διότι παρουσιάζει αξιοσημείωτον άντοχήν εις τήν άτμοσφαιρικήν διάβρωσιν.

Διαλύεται εις διαλύματα ύδροχλωρικού και θεικού όξέος, ούχι όμως εις τό νιτρικόν όξύ, ούδδ εις τό βασιλικόν ύδωρ. Βυθίζόμενον εις τά όξέα αυτά λαμβάνει μίαν **παθητικήν κατάστασιν** και παύει πλέον νά διαλύεται ακόμη και εις ζέοντα διαλύματα ύδροχλωρικού και θεικού όξέος.

**Χρήσεις.** Χρησιμοποιεΐται πρὸς παρασκευήν ειδικού γάλυβος, ό όποΐος είναι λίαν σκληρός, άνθεκτικός και άνοξειδωτος. Κράμα χρωμίου και νικελίου χρησιμοποιεΐται πρὸς κατασκευήν ήλεκτρικῶν άντιστάσεων εις ήλεκτρικῆς κουζίνας κ.λ.π.

Τό χρώμιον χρησιμοποιεΐται επίσης ευρύτατα δι' έπιχρωμώσεις μεταλλικῶν άντικειμένων αυτοκινήτων, μοτοποδηλάτων κ.λ.π.

Ευρεΐαν εφαρμογήν ευρίσκουν επίσης αι ένώσεις αὐτοῦ ως π.χ. : Τό **όξειδιον τοῦ χρωμίου** ( $Cr_2O_3$ ) ως σῶμα όξειδωτικόν τῶν ὀργανικῶν ένώσεων. Τό **διχρωμικόν κάλιον** ( $K_2Cr_2O_7$ ), τό όποΐον χρησιμοποιεΐται εις τήν βυρσοδεψίαν, τήν τσιγκογραφίαν, πρὸς παρασκευήν τοῦ ὑγροῦ ήλεκτρικῶν στοιχείων κ.ο.κ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XXVII

### ΟΜΑΣ VIIA

### ἢ ΟΜΑΣ ΤΟΥ ΜΑΓΓΑΝΙΟΥ

#### ΠΙΝΑΞ XXVI

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν μετάλλων τῆς ομάδος τοῦ Μαγγανίου

Ίδιότητες	Μαγγάνιον	Τεχνητίον	Ρήνιον
Άτομικόν βάρος	54,93	(99)	186,31
Άτομικός αριθμός	25	43	75
Διάταξ. ήλεκτρον. σθένους	$3d^5 4s^2$	$4d^5 5s^2$	$5d^5 6s^2$
Σημεΐον τήξεως	1250°	....	3167°
Σημεΐον ζέσεως	2000°	....	....
Πυκνότης (20°)	7,2	....	21,04

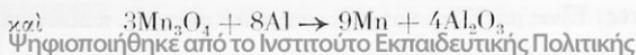
**443. Γενικά.** Εις τήν ομάδα τοῦ μαγγανίου υπάγονται και τά σπάνια μέταλλα **τεχνητίον** και **ρήνιον**. Έξ αὐτῶν τό τεχνητίον είναι ραδιενεργόν.

Εις τὰς ένώσεις των παρουσιάζουν πολλαπλοῦν σθένος, διότι κατ' αὐτάς δύνανται νά λάβουν μέρος και τά 7 ήλεκτρόνια τῶν δύο τελευταίων ὑποστιβάδων τῶν ατόμων των.

#### ΜΑΓΓΑΝΙΟΝ : Mn =

**444. Γενικά :** Τό σπουδαιότερον ὄρυκτόν τοῦ γανίου είναι ό πυρολουσίτης ( $MnO_2$ ).

Έξάγεται εκ τοῦ  $MnO_2$  δι' αναγωγῆς αὐτοῦ ὑπὸ C. έντός ήλεκτρικῆς καμίνου, ἢ κατὰ τήν άργιλοθερμαντικήν μέθοδον :



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

**Ίδιότητες.** Το μαγγάνιον είναι μέταλλον τερπνόν, ὅμοιον με τὸν σίδηρον, πολὺ σκληρὸν καὶ εὐθραυστον. Ἔχει πυκνότητα 7,2, τήκεται εἰς 1250°C καὶ ζέει εἰς 2000°C.

Ἄντιδρᾶ χημικῶς μετὰ τὸ θερμὸν ὕδωρ, διαλύεται δὲ εὐχερῶς εἰς τὰ ἀραιὰ ὀξεῖα ἐκλυομένου ὑδρογόνου :



Ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μετὰ τὰ ἀλογόνα, τὸ οἰθόν, τὸν φωσφόρον, τὸ ἄζωτον, τὸν ἄνθρακα καὶ τὸ πυρίτιον, ἐὰν συνθερμανθῇ μετ' αὐτῶν.

**Χρήσεις.** Χρησιμοποιεῖται κυρίως πρὸς παρασκευὴν τοῦ κράματος μαγγανιογάλυβος, καθὼς καὶ πολλῶν ἄλλων κράματων.

Ἐκ τῶν ἐνώσεων τοῦ μαγγανίου σπουδαιότεραι εἶναι :

α) Τὸ **ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου** :  $\text{MnO}_2$ . Τοῦτο εὑρίσκεται ὡς ὀρυκτὸν, καλούμενον **πυρολουσίτης**. Χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ ὑαλοურγεῖα, ὅπου προστιθέμενον εἰς μικρὰν ποσότητα ἐντὸς τῆς τετηγμένης ὑάλου ἀφαιρεῖ τὸ ὑποπράσινον χρῶμα αὐτῆς καὶ τὴν καθιστᾷ ἄχρουν καὶ διαφανῆ. Ἐντεῦθεν ἔλαβε καὶ τὸ ὄνομα πυρολουσίτης (λοῦει τὸ πῦρ). Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης ὁ πυρολουσίτης εἰς τὰ χημεία ὡς καταλύτης κατὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ ὀξυγόνου ἐκ τοῦ χλωρικοῦ καλίου καὶ ὡς ὀξειδωτικὸν μέσον.

Λίαν σημαντικὰ κοιτάσματα πυρολουσίτου ἀνευρέθησαν τελευταίως ἐν Ἑλλάδι εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ Ὀλύμπου καὶ ἤρχισεν ἤδη ἡ ἐκμετάλλευσίς αὐτῶν.

β) Τὸ **ὑπερμαγγανικὸν κάλιον** :  $\text{KMnO}_4$ . Τοῦτο ἀποτελεῖ μικροὺς βελονοειδεῖς κρυστάλλους χρώματος βαθέως ἰώδους.

Παρασκευάζεται διὰ θερμάνσεως μίγματος ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου καὶ κωστικοῦ καλίου παρῶσα ὀξειδωτικῶν σώματος, ὡς π.χ.  $\text{KClO}_3$ :



Τὸ προϊόν διαλύεται εἰς ὕδωρ καὶ εἰς τὸ διάλυμα διοχετεύεται  $\text{CO}_2$ , ὅτε λαμβάνεται  $\text{KMnO}_4$  ἐν διαλύσει καὶ κατακρημνίζεται  $\text{MnO}_2$ :



Εἶναι ὀλίγον εὐδιάλυτον εἰς τὸ ὕδωρ (5%) καὶ ἔχει ἐντόνους ὀξειδωτικὰς ιδιότητας. Χρησιμοποιεῖται ὡς μέσον ὀξειδωτικὸν εἰς τὰ χημεία καὶ εἰς τὴν ἱατρικὴν ὡς ἀπολυμαντικόν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XXVIII

### ΟΜΑΣ VIII, 1

#### ἢ ΟΜΑΣ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ

##### ΠΙΝΑΞ XXVII

Ίδιότητες	Σίδηρος	Κοβάλτιον	Νικελιον
Ἄτομικὸν βᾶρος	55,85	58,94	58,69
Ἄτομικὸς ἀριθμὸς	26	27	28
Διάταξις ἠλεκτρονίων σθένους	$3d^6 4s^2$	$3d^7 4s^2$	$3d^8 4s^2$
Πυκνότης (20°)	7,86	8,7	8,9
Σημεῖον τήξεως	1535°	1480°	1450°
Σημεῖον ζέσεως	3000°	2900°	2840°

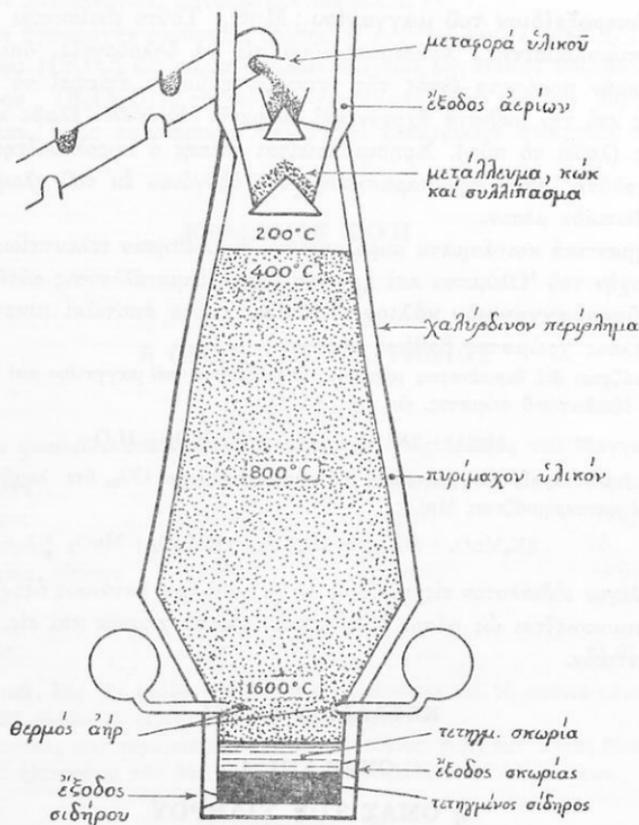
445. Γενικά. Είς την ομάδα του σιδήρου υπάγονται τὰ μέταλλα σίδηρος, κοβάλτιον, καὶ νικέλιον. Ταῦτα εἶναι κυρίως δισθενῆ. Ἐνεργοῦν ὅμως ἐνίοτε καὶ ὡς τρισθενῆ, ὅποτε εἰς τὰς ἐνώσεις των αὐτὰς λαμβάνει μέρος καὶ ἓν ἠλεκτρόνιον τῆς προτελευταίας ὑποστιβάδας (3d).

Τὰ μέταλλα αὐτὰ καὶ ἰδίως ὁ σίδηρος, ἔχουν μαγνητικὰς ιδιότητες, χαρακτηρίζονται δὲ καὶ ὡς σιδηρομαγνητικά.

Ἐκ τῶν μετάλλων αὐτῶν ὁ σίδηρος εἶναι τὸ κατ' ἐξοχὴν βιομηχανικὸν μέταλλον, διότι εἶναι τὸ ἀνεκτικώτερον πάντων, τὸ ἀφθονώτερον καὶ τὸ εὐθνήτερον.

#### ΣΙΔΗΡΟΣ Fe = 56

446. Προέλευσις. Ἐλεύθερος σίδηρος εὐρίσκεται μόνον εἰς μετεωρολίθους. Τὰ συνθέστερα ὄρυκτὰ αὐτοῦ εἶναι Ὁ αἰματίτης ( $Fe_2O_3$ ), ὁ μαγνητίτης  $Fe_3O_4$ , ὁ σιδηρίτης ( $FeCO_3$ ), καὶ ὁ σιδηροπυρίτης ( $FeS_2$ ).



Σχ. 145. Σχεδιάγραμμα ὑψικαμίνου.

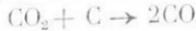
447. Μεταλλουργία. Ἡ ἐξαγωγή τοῦ σιδήρου γίνεται δι' ἀναγωγῆς τοῦ ὀξειδίου αὐτοῦ ὑπὸ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος :



Ἡ ἀναγωγή γίνεται ἐντὸς τῶν λεγομένων ὑψικαμίνων, τῶν ὁποίων τὸ ὕψος φθάνει τὰ 38 μέτρα (σχ. 145 καὶ 146).

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Ἐκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

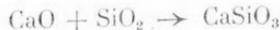
Ἐκ τῆς κορυφῆς τῆς ὑψικαμίνου ρίπτονται ἐντὸς αὐτῆς ἐναλλάξ στρώματα ἄνθρακος (κὼκ) καὶ μεταλλεύματος. Ὁ ἄνθραξ ἀναφλέγεται κάτωθεν καὶ διατηρεῖται εἰς τὴν καῦσιν δι' ἐμφυσήσεως θερμοῦ ἀέρος (800°). Τὸ ἐκ τῆς καύσεως τοῦ ἄνθρακος παραγόμενον CO<sub>2</sub> συναντᾷ κατὰ τὴν ἀνοδὸν του διάπυρα στρώματα ἄνθρακος, ὑπὸ τῶν ὁποίων ἀνάγεται εἰς μονοξείδιον.



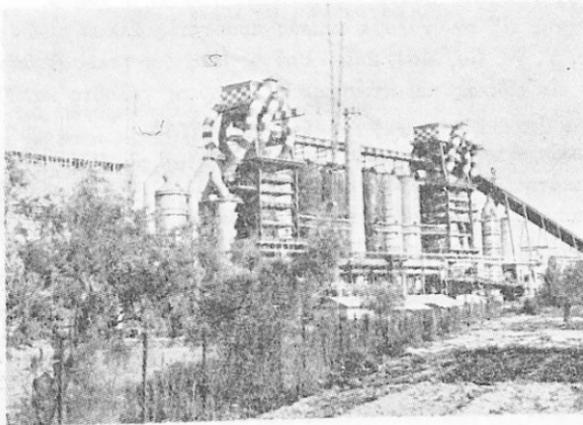
Τὸ οὕτω προκύπτον CO διεισδύει διὰ μέσου διαπύρου ὀξειδίου τοῦ σιδήρου καὶ ἀνάγει αὐτὸ εἰς σίδηρον :



Ὁ ἐλευθερούμενος σίδηρος εἶναι ρευστὸς λόγῳ τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας ἐντὸς τῆς καμίνου καὶ ρεεὶ χαμηλότερον. Διερχόμενος διὰ μέσου διαπύρου ἄνθρακος διαλύει μέρος αὐτοῦ καὶ σχηματίζει ἓν εἶδος εὐτήκτου κράματος, τὸ ὁποῖον καλεῖται **χυτοσίδηρος**, ὅστις συγκεντροῦται εἰς τὴν βᾶσιν τῆς καμίνου. Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ τετηγμένου αὐτοῦ χυτοσιδήρου ἐπιπλέουν αἱ λεγόμενα **σκωρία**. Αὗται προέρχονται ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν πυριτικῶν προσμίξεων τοῦ σιδηροῦχου μεταλλεύματος μετὰ καταλλήλων **συλλιπασμάτων**, ἧτοι οὐσιῶν μετὰ τῶν ὁποίων τὸ SiO<sub>2</sub> σχηματίζει εὐτήκτον ὕαλον. Ὡς συλλίπασμα προστίθεται συνήθως ἀσβεστόλιθος. Οὗτος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς ὑψικαμίνου γίνεται CaO, τὸ ὁποῖον ἐνοῦται κατόπιν μετὰ τὸ SiO<sub>2</sub> σχηματιζομένου εὐτήκτου ἄλατος CaSiO<sub>3</sub> :



Ἡ λειτουργία τῆς ὑψικαμίνου εἶναι συνεχῆς, ὁ δὲ συλλεγόμενος εἰς τὴν βᾶσιν αὐτῆς χυτοσίδηρος ἐξάγεται διὰ καταλλήλων ὀπῶν κατὰ συχνὰ διαλείμματα. Αἱ



Σχ. 146. Συγκρότημα δύο Ἑλληνικῶν ὑψικαμίνων παρὰ τὴν Ἐλευσίαν.

ἐπιπλέουσαι σκωρία ἐξάγονται δι' ἰδιαιτέρων ὀπῶν. Ἡδη λειτουργεῖ καὶ ἐν Ἐλλάδι ἐγκατάστασις ὑψικαμίνου παρὰ τὴν Ἐλευσίαν.

**448. Εἶδη σιδήρου.** Ἀναλόγως τῆς περιεκτικότητος τοῦ σιδήρου εἰς ἄνθρακα, μεταβάλλονται αἱ ιδιότητες αὐτοῦ καὶ ὡς ἐκ τούτου διακρίνομεν τὰ ἑξῆς εἶδη σιδήρου :

1) **Χυτοσίδηρος**. (μαντέμι). Ούτος περιέχει άνθρακα 2 % έως 5 %, ως και άλλα τινά ξένα σώματα (π.χ. μαγγάνιον, πυρίτιον, φωσφόρον). Είναι σκληρός και εύθραυστος, συγκολλᾶται δυσκόλως και δὲν εἶναι ἐλατός. Εἶναι ὅμως εὐτηκτος (1200°) και εὐχυτος και χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν διαφόρων χυτῶν ἀντικειμένων.

2) **Ἐλατός σίδηρος**. Οὔτος περιέχει κάτω τῶν 2 % άνθρακα και διακρίνεται εἰς δύο εἶδη :

α) **Σφυρήλατος ἢ μαλακός σίδηρος**. Οὔτος περιέχει άνθρακα ὀλιγώτερον τῶν 0,4 % και εἶναι μετρίως σκληρός, λίαν ἐλατός και ὀλιμιμος. Ἔχει πυκνότητα 7,85, τήκεται εἰς 1600°, τὰ δὲ πυρακτωμένα τεμάχια αὐτοῦ συγκολλῶνται καλῶς διὰ σφυρηλατήσεως. Ἐλκισται ὑπὸ τοῦ μαγνήτου, ἀλλὰ δὲν διατηρεῖ τὸν μαγνητισμόν του. Ὅταν πυρακτωθῇ και βυθισθῇ διάπυρος ἐντὸς ψυχροῦ ὕδατος, δὲν γίνεται σκληρότερος. Χρησιμεῖται πρὸς κατασκευὴν καρφίων, ἀλύσεων, γεωργικῶν ἐργαλείων κ.λ.π.

β) **Χάλυψ** (ἀτσάλι). Οὔτος περιέχει άνθρακα εἰς ἀναλογία 1,35 % έως 0,4 % ἢ και ὀλιγώτερον ἀκόμη (0,1 %), ἐφ' ὅσον περιέχῃ και ἄλλα μέταλλα.

Εἶναι εὐτηκτότερος (1400°), σκληρότερος και ἀνθεκτικώτερος τοῦ σφυρηλάτου σιδήρου. Εἶναι περισσότερο ἐλατός, ἀλλ' ὀλιγώτερον ὀλιμιμος ἐκείνου. Μαγνητίζεται δυσκολώτερον, ἀλλ' ἀπαξ μαγνητισθεὶς διατηρεῖ μονίμως τὸν μαγνητισμόν του.

Ὅταν πυρακτωθῇ και βυθισθῇ διάπυρος εἰς ψυχρὸν ὕδωρ, ἢ ἔλαιον, καθίσταται λίαν σκληρός και ἐλαστικός. Τοῦτο καλεῖται **«βαφή»** τοῦ χάλυβος. Ὅσον περισσότερο ἀπότομος εἶναι ἡ ψῦξις αὐτοῦ κατὰ τὴν βαφήν και ὅσον μεγαλύτερα ἡ διαφορὰ τῆς θερμοκρασίας, τόσο σκληρότερος γίνεται ὁ χάλυψ.

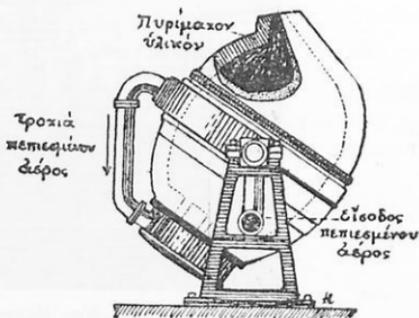
Διὰ προσθήκης εἰς τὸν χάλυβα μικρᾶς ποσότητος ἄλλων τινῶν μετάλλων (ὡς π.χ. Mn, Ni, Cr, V, W, Co, Mo), ἀποκτᾶ οὔτος νέας ιδιότητας, αἱ ὁποῖαι τὸν καθιστοῦν χρήσιμον εἰς εἰδικὰς περιπτώσεις. Οἱ τοιοῦτοι χάλυβες καλοῦνται **εἰδικοί χάλυβες** και εὐρίσκουν σήμερον εὐρυτάτην ἐφαρμογήν.

Λόγω τῆς σκληρότητός του και τῆς μεγάλης ἀνθεκτικότητος ὁ χάλυψ χρησιμοποιεῖται πρὸς κατασκευὴν κοπτερῶν ἐργαλείων, ἐλατηρίων, θωράκων, πυροβόλων ὕπλων, λεβήτων μὲ ἀνθεκτικὰ τοιχώματα κ.ο.κ.

449. **Στρόμβος ἢ ἄπιον τοῦ Bessemer**. Ὁ ἐλατός σίδηρος παρασκευάζεται ἐκ τοῦ χυτοσιδήρου δι' ἀφαιρέσεως ἐξ αὐτοῦ τοῦ πλεονάζοντος άνθρακος.

Ἡ ἀφαιρέσις τοῦ άνθρακος ἐκ τοῦ χυτοσιδήρου γίνεται διὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος. Πρὸς τοῦτο, ὁ τετηγμένος χυτοσίδηρος εἰσάγεται ἐντὸς μεγάλων περιστρεφόμενων ἐστιῶν (σχ. 147).

Αὗται λόγῳ τοῦ σχήματός των ὀνομάζονται στρόμβοι, ἢ ἄπια. Διὰ καταλλήλων ὀπῶν ἐμφυσᾶται κάτωθεν ἰσχυρὸν ρεῦμα ἀέρος, διὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ὁποῖου



Σχ. 147. Ἄπιον τοῦ Bessemer.

καίονται ὁ ἄνθραξ καὶ αἱ ξένοι προσμίξεις (Si, P κλπ.). Ἡ καύσις αὐτῶν διαρκεῖ 15' ἕως 25' λεπτά, ἡ δὲ ἀναπτυσσομένη ἐκ τῆς καύσεως θερμότης ὑψώνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σιδήρου τόσον, ὥστε νὰ διατηρῆται ἐν τετραεῖχ καταστάσει καὶ ὁ δυστηχτότερος ἐλατὸς σιδήρος. Μετὰ τὸ τέλος τῆς ἀντιδράσεως προστίθεται ἡ κατάλληλος ποσότης ἄνθρακος ὑπὸ μορφήν πλουσίου εἰς ἄνθρακα χυτοσιδήρου καὶ τὸ τῆγμα γίνεται εἰς τύπους.

**450. Ἰδιότητες τοῦ σιδήρου.** Ὡς χημικῶς καθαρὸς ὁ σιδήρος λαμβάνεται μόνον εἰς τὰ χημεῖα ἐκ τῶν ἐνώσεων αὐτοῦ. Εἶναι μέταλλον ἐλατόν, λίαν ὀλιμιον, πυκνότητος 7,86. Τήχεται εἰς 1535° καὶ ζέει εἰς 3000°C. Εἶναι τὸ περισσότερον μαγγνητικὸν μέταλλον.

Ἐντὸς ξηρᾶς ἀτμοσφαιρας ὁ σιδήρος παραμένει ἀναλλοίωτος εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Εἰς τὴν συνήθη ὁμοίως ἀτμόσφαιραν, ἥτις περιέχει ὑδρατμούς καὶ CO<sub>2</sub>, ὁ σιδήρος καλύπτεται ὑπὸ στρώματος πορώδους **σκωρίας**, ἥτις ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ὑδροξειδίου τοῦ σιδήρου. 2Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3H<sub>2</sub>O. Ἡ σκωρία δὲν προσφυλάσσει τὸ κάτωθεν αὐτῆς μέταλλον ἀπὸ τὴν περικιτέρω ὀξειδωσιν.

Εἰς 150° C εἰς τὸν ἀέρα, ὁ σιδήρος καλύπτεται ὑπὸ ὀξειδίου Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ ἐντὸς καθαροῦ ὀξυγόνου καίεται. Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν ἀντιδρᾷ καὶ με τοὺς ὑδρατμούς ὅτε ἐλευθεροῦται ὑδρογόνον (ἀντιδρασις ἀμφίδρομος) :



Ἐν θερμῷ ἐνοῦται ἀπ' εὐθείας μετὰ τὸ χλωρίον, τὸ θεῖον καὶ τὸν φωσφόρον, οὐχὶ ὁμοίως καὶ μετὰ τὸ ἄζωτον. Ἐνοῦται ἐπίσης μετὰ τὸν ἄνθρακα σχηματιζομένου καρβιδίου Fe<sub>3</sub>C, τὸ ὅποιον εὐρίσκεται καὶ εἰς τὸν χάλυβα καὶ συντελεῖ οὐσιωδῶς εἰς τὴν σκληρότητα αὐτοῦ.

Ὁ σιδήρος διαλύεται εἰς τὰ ἀραιὰ ὀξέα ὑδροχλωρικὸν καὶ θεικὸν σχηματιζομένον ἀλάτων τοῦ δισθενοῦς σιδήρου :



Διαλύεται ἐπίσης εἰς ἀραιὸν νιτρικὸν ὀξύ, ἐνῶ ὑπὸ τοῦ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος λαμβάνει παθητικὴν κατάστασιν.

Τὰ ἄλατα τοῦ σιδήρου ἀποτελοῦν δύο σειράς, ἦτοι :

- α) Ἄλατα τοῦ δισθενοῦς σιδήρου ( ὡς π.χ. FeCl<sub>2</sub>, FeCO<sub>3</sub>, FeSO<sub>4</sub> κ.ἄ.) καὶ
- β) Ἄλατα τοῦ τρισθενοῦς σιδήρου (ὡς π.χ. FeCl<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> κ.ο.κ.

### ΕΝΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ

**451. Θεικὸς σιδήρος.** FeSO<sub>4</sub>. Οὗτος εἶναι ἄλας τοῦ δισθενοῦς σιδήρου, καλεῖται δὲ καὶ θεικὸν ὑποξείδιον τοῦ σιδήρου, ἢ κοινῶς **καραμπογιά**. Εἶναι εὐδιάλυτος εἰς τὸ ὕδωρ καὶ δι' ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος κρυσταλλοῦται μετὰ 7 μόρια ὕδατος ὑπὸ μορφήν μεγάλων πρασίνων κρυστάλλων γεύσεως στυπτικῆς. Ὁ χημικὸς τύπος τῶν κρυστάλλων αὐτῶν εἶναι FeSO<sub>4</sub>, 7H<sub>2</sub>O.

Ἡ **καραμπογιά** χρησιμεύει εἰς τὴν βαφικὴν, εἰς τὴν βυροδεψίαν, εἰς τὴν χημικὴν βιομηχανίαν καὶ πρὸς παρασκευὴν τῆς κυανοκυρίου μελάνης γραφῆς.

**Ἄλλαι ἐνώσεις.** Ἐκ τῶν ἄλλων ἐνώσεων τοῦ σιδήρου σπουδαιότεραι εἶναι :

α) Ὁ **τριχλωριούχος σιδήρος**. FeCl<sub>3</sub>. Οὗτος εἶναι ἄλας τοῦ τρισθενοῦς σιδήρου μετὰ τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, χρησιμοποιεῖται δὲ ὡς καυτήριον καὶ ὡς αἰμοστατικὸν εἰς τὴν ἰατρικὴν.

β) Τὸ **κίτρινον σιδηροκυανιοῦχον κάλιον**. K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> καὶ

γ) Τὸ ἔρυθρόν σιδηροκυανιοῦχον κάλιον.  $K_3Fe(CN)_6$ . Εἰς τὰς ἐνώσεις αὐτὰς ὁ σίδηρος ἐμφανίζεται μὲ ἰδιότητος ἀμετάλλου. Τὰ ἄλατα αὐτὰ χρησιμεύουν πρὸς παρασκευὴν τοῦ ὑδροκυανίου (HCN), ἐνὸς κυανοῦ χρώματος, τὸ ὅποιον καλεῖται κυανοῦν τοῦ Βερολίνου κ.ο.κ.

#### ΚΟΒΑΛΤΙΟΝ: Co = 58,94

**452. Γενικά.** Τὸ κοβάλτιον ἀπαντᾷ κατὰ τὸ πλεῖστον ὁμοῦ μὲ τὸ νικέλιον εἰς διάφορα ὄρυκτά. Τὸ σχετικῶς καθαρότερον ὄρυκτόν τοῦ κοβαλτίου εἶναι ὁ **σμαλτίνης** ( $CoAs_2$ ), ὅστις περιέχει περίπου 10% κοβάλτιον.

Ἐξάγεται ἀπὸ τὰ ὄρυκτά του κατὰ τρόπον πολὺπλοκον, διότι συνυπάρχει πάντοτε καὶ νικέλιον, ἀπὸ τὸ ὅποιον πρέπει ν' ἀποχωρισθῇ.

Εἶναι μέταλλον λευκόν, πολὺ σκληρόν, πυκνότητος 8,7 καὶ ἔχει σημεῖον τήξεως 1480°. Ἔχει τὰς μαγνητικὰς ἰδιότητας τοῦ σιδήρου (σιδηρομαγνητικόν).

Ἀπὸ χημικῆς ἀπόψεως ὁμοιάζει μὲ τὸν σίδηρον, διότι σχηματίζει ἐνώσεις εἴτε ὡς δισθενές, ἀνταποκρινομένης εἰς τὸ ὀξειδίου  $CoO$ , εἴτε ὡς τρισθενές ἀνταποκρινομένης εἰς τὸ ὀξειδίου  $Co_2O_3$ . Ἐν τούτοις, σχηματίζει ἐλίστε καὶ ἐνώσεις ὡς στοιχεῖον τετρασθενές ἀνταποκρινομένης πρὸς τὸ ἀσταθές ὑπεροξειδίου  $CoO_2$  ὡς π.χ.  $MgCoO_3$ .

Ἡ σπουδαιότερα ὁμοῦ χημικῆ ἰδιότης τοῦ κοβαλτίου, ἣτις ἀποτελεῖ καὶ χαρακτηριστικὸν γνώρισμα αὐτοῦ, εἶναι ὅτι τὸ τρισθενές κοβάλτιον ἔχει ἰδιαιτέραν τινὰ τάσιν νὰ σχηματίζῃ πολὺπλοκα ἄλατα καὶ ἰδίᾳ μετὰ τῆς ἀμμωνίας (κοβαλταμίνας) καὶ μετὰ κυανιοῦχων ἁλάτων (κοβαλτοκυανίδια). Οὕτω π.χ. εἶναι γνωστά σήμερον περισσώτεροι τῶν 2000 κοβαλταμιῶν.

Τὴν τάσιν αὐτὴν παρατηροῦμεν ἐν μέρει καὶ εἰς τὸν σίδηρον, ἀλλ' εἰς πολὺ μικροτέραν κλίμακα.

Τὸ μέταλλον κοβάλτιον χρησιμοποιοῦται κυρίως ἐν τῇ γαλβανοπλαστικῇ δι' ἐπικοβαλιώσεις μεταλλικῶν ἀντικειμένων ἀντὶ ἐπινικελώσεως αὐτῶν, διότι πλεονεκτεῖ τοῦ νικελίου. Τὸ ὀξειδίου τοῦ δισθενούς κοβαλτίου ( $CoO$ ) χρησιμοποιοῦται πρὸς παρασκευὴν λίαν σταθερῶν χρωστικῶν ὕλων διὰ τὴν ὑαλοργάνου καὶ τὴν κεραμεικῆν.

#### ΝΙΚΕΛΙΟΝ Ni = 58,69

**453. Γενικά.** Τὰ σπουδαιότερα ὄρυκτά τοῦ νικελίου εἶναι ὁ **νικελίνης** ( $NiAs$ ) καὶ ὁ **πυροτίνης** (μῦγμα θειούχων ἁλάτων νικελίου, γαλκοῦ καὶ σιδήρου), ἐκ τῶν ὁποίων καὶ ἐξάγεται.

Τὸ νικέλιον εἶναι μέταλλον βαρὺ, διότι ἔχει πυκνότητα 8,9 ἔχει δὲ χροῶμα ἀργυρόλευκον. Εἶναι σκληρόν, ἐλατόν, ὄλικιμον, δύστηκτον καὶ ἀναλλοίωτον εἰς τὸν ἀέρα ὑπὸ συνήθη θερμοκρασίαν. Τήκεται εἰς 1450°C. Ὑπὸ τοῦ μαγνήτου ἔλκεται, ἀλλ' ἀσθενέστερον τοῦ σιδήρου.

Διαλύεται δυσκόλως εἰς ἀραιὸν ὑδροχλωρικόν καὶ ἀραιὸν θεικόν ὀξύ, εὐκόλως δὲ εἰς ἀραιὸν νιτρικόν ὀξύ. Εἰς τὸ πυκνὸν νιτρικόν ὀξύ λαμβάνει τὴν παθητικὴν κατάστασιν.

Ὑπὸ τῶν καυστικῶν ἀλκαλιῶν δὲν προσβάλλεται.

Χρησιμεύει δι' ἐπινικελώσεις, πρὸς κατασκευὴν διαφόρων ἐργαλείων καὶ ἀντικειμένων πολυτελείας, πρὸς παρασκευὴν εἰδικοῦ χάλυβος λίαν ἀνθεκτικοῦ (νικελιοχάλυψ), παρασκευὴν διαφόρων κραμάτων, ὡς τὸ τῶν κεραμάτων (Cu, Ni), τοῦ κράματος Maillechort (Ni, Zn, Cu) κ.λ.π.

Σιδηρονικελιοῦχον μετάλλευμα καλῆς ποιότητος ὑπάρχει παρ' ἡμῶν εἰς Λάρυμναν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XXIX

ΟΜΑΔΕΣ VIII, 2 και 3

## ΟΜΑΣ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΧΡΥΣΟΥ

## ΠΙΝΑΞ XXVIII

τῶν φυσικῶν σταθερῶν τῶν μετάλλων τῆς ὁμάδος τοῦ λευκοχρύσου :

Ἰδιότητες	Ρουθίνιον	Ρόδιον	Παλλάδιον	Ὄσμιν	Ἰρίδιον	Λευκόχρ.
Ἀτομικὸν βάρος	101,7	102,91	106,7	190,2	193,1	105,23
Ἀτομικὸς ἀριθμὸς	44	45	46	76	77	78
Διάτ. ἠλεκτρον. σθέν.	4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>	4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup>	4d <sup>10</sup>	5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	5d <sup>9</sup>	5d <sup>6</sup> 6s <sup>1</sup>
Πυκνότης	12,2	12,4	11,9	22,5	22,4	21,4
Σημεῖον τήξεως	2500°	1970°	1560°	2700°	2450°	1770°
Σημεῖον ζέσεως	4900°	4500°	3980°	5500°	5300°	4530°

454. Γενικά. Εἰς τὴν ὁμάδα τοῦ λευκοχρύσου υπάγονται τὰ μέταλλα : ρουθίνιον, ρόδιον, παλλάδιον, ὄσμιν, ἰρίδιον καὶ λευκόχρυσος.

Εἰς τὰς ενώσεις τῶν τῶν μέταλλα αὐτὰ παρουσιάζουν ποικιλίαν σθένους, διότι εἰς αὐτὰς λαμβάνουν μέρος καὶ ἠλεκτρόνια τῆς προτελευταίας ὑποστιβάδος. Ἐξ αὐτῶν μάλιστα τὸ ρουθίνιον καὶ τὸ ὄσμιν ἐμφανίζονται ἐνίστα καὶ ὡς ὀκτασθενῆ ( $RuO_4$ ,  $OsF_8$ ). Ἐχουν ἐπίσης ὅλα τὴν τάσιν νὰ σχηματίζουν συμπλοκα ἰόντα.

Γενικῶς, τὰ μέταλλα αὐτὰ παρουσιάζουν μικρὰν χημικὴν δραστηριότητα καὶ ἐλευθεροῦνται εὐκόλως ἐκ τῶν ενώσεών των. Ὡς ἐλευθερὰ δὲ παραμένουν ἀναλλοίωτα ὑπὸ τὰς συνήθεις συνθήκας, δι' ἃ καὶ χαρακτηρίζονται ὡς μέταλλα εὐγενῆ, ὁμοῦ με τὸν χρυσὸν καὶ τὸν ἄργυρον.

Τὸ σπουδαιότερον ἐκ τῶν μετάλλων αὐτῶν εἶναι ὁ λευκόχρυσος.

## ΛΕΥΚΟΧΡΥΣΟΣ Ρι = 195,23

455. Προέλευσις. Ὁ λευκόχρυσος (κ. πλατίνη) εὐρίσκεται αὐτοφυῆς εἰς ἄμ-



Σχ. 148. Ὁ Ἀλχημιστής. Οἱ ἀλχημιστὰ ἐπιδιώκοντες κατὰ τὸν Μεσαίωνα νὰ παρασκευάσουν χρυσὸν ἐξ ἄλλων εὐτελέων μετάλλων ὑπῆρξαν οἱ πρόδρομοι τῆς Χημείας.

μοις ὑπὸ μορφήν ψηγμάτων. Συνήθως εἶναι ἀναμειγμένους με χρυσὸν καὶ με ἄλλα εὐγενῆ καὶ σπανιώτατα μέταλλα, ὡς π.χ. τὸ ἰρίδιον, τὸ παλλάδιον καὶ τὸ ρουθίνιον.

**456. Μεταλλουργία.** Ἡ ἄμμος ἐκπλύνεται δι' ἀφθόνου ὕδατος, ἕνα παρασυρ-  
θοῦν αἱ γαιώδεις οὐσίαι καὶ τὸ ἐμπλουτισθὲν μέταλλευμα ὑποβάλλεται κατόπιν εἰς  
πολύπλοκον χημικὴν ἐπεξεργασίαν, διὰ τῆς ὁποίας ἀποχωρίζεται ὁ λευκόχρυσος.

**457. Φυσικαὶ ιδιότητες.** Ὁ λευκόχρυσος εἶναι μέταλλον λευκόν, μὲ ὥραϊαν  
λάμψιν. Ἔχει πυκνότητα 21,4, εἶναι μαλακός, λίαν ἐλατὸς καὶ λίαν ὀλικιμος. Τήκεται  
εἰς 1770°, τετηγμένους δὲ λευκόχρυσος ἀπορροφᾷ ὀξυγόνον, τὸ ὁποῖον ἐκδιώκει  
κατὰ τὴν πῆξιν.

**458. Σπογγώδης λευκόχρυσος.** Οὗτω καλεῖται ὁ λευκόχρυσος, ὅστις λαμβά-  
νεται διὰ πυρώσεως γλωριούχου ἐναμμωνίου λευκοχρύσου:  $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ . Ἔχει  
χρῶμα τεφρὸν καὶ εἶναι λίαν λεπτόπορος. Οὗτος ἔχει πολὺ μεγάλην ἀπορροφητικὴν  
ικανότητα ἔναντι τῶν ἀερίων καὶ ἐνεργεῖ καταλυτικῶς εἰς τὰς χημικὰς ἀντιδρά-  
σεις μεταξὺ τῶν ἀερίων ἐν γένει.

**459. Μέλας λευκόχρυσος.** Οὗτος εἶναι λευκόχρυσος ὑπὸ μορφὴν μαύρης κό-  
νεως καὶ λαμβάνεται δι' ἀναγωγῆς τοῦ γλωριούχου λευκοχρύσου. Ἔχει τὰς ιδιότη-  
τας τοῦ σπογγώδους λευκοχρύσου ὡς καταλύτης ἔναντι τῶν ἀερίων, ἀλλὰ εἰς ἐντο-  
νώτερον ἀκόμη βαθμὸν.

**460. Χημικαὶ ιδιότητες.** α) Μὲ τὸ ὀξυγόνον ὁ λευκόχρυσος δὲν ἐνοῦται εἰς  
οὐδεμίαν θερμοκρασίαν. β) Εἶναι ἀπρόσβλητος ὑπὸ τῶν ὀξέων, διαλυόμενος μόνον  
εἰς τὸ βασιλικὸν ὕδωρ. γ) Προσβάλλεται ὑπὸ τῶν καυστικῶν ἀλκαλίων ἐν θερμῷ  
σχηματιζομένου ἄλατος, ὡς τὸ  $\text{K}_2\text{PtO}_3$ .

**461. Χρήσεις.** Ὁ λευκόχρυσος χρησιμεύει κυρίως πρὸς κατασκευὴν πολυτι-  
μων ἐπιστημονικῶν ὀργάνων καὶ κοσμημάτων.

Ὁ τετραγλωριούχος λευκόχρυσος χρησιμεύει εἰς τὴν φωτογραφίαν (πλατινο-  
τυπία).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XXX

### ΟΜΑΣ ΤΩΝ ΑΚΤΙΝΙΔΩΝ

**462. Γενικά.** Ἐνταῦθα ὑπάγονται τὰ στοιχεῖα: ἄκτινιον (89), θόριον (90), πρωτακτι-  
νιον (91) καὶ τὸ οὐράνιον (92) ἐκ τῶν ἐν τῇ φύσει ἀπαντῶντων στοιχείων. Εἰς τὴν ἰδίαν ὁμάδα  
ὑπάγονται ἐπίσης καὶ τὰ κατωτέρω διὰ πυρηνικῶν ἀντιδράσεων παρασκευασθέντα τεχνητῶς στοι-  
χεῖα, ἧτοι: νεποτούνιον (93), πλουτώνιον (94), ἀμερίκιον (95), κιούριον (96), μπερκέλιον  
(97), καλιφόρνιον (98), εὐρώπιον (99), φέρμιον (100), μεντελέβιον (101), νομπέλιον (102)  
καὶ λωρέντιον (103).

Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ὑπάγονται εἰς τὴν ὁμάδα IIIA τοῦ περιοδικοῦ συστήματος, εἶναι ὅλα ρα-  
διενεργὰ καὶ παρουσιάζουν ἐνδιαφέρον διὰ τὴν πυρηνικὴν κυρίως χημίαν. Ἐξ αὐτῶν μόνον τὸ  
οὐράνιον παρουσιάζει καὶ ἐνδιαφέρον ἀπὸ καθαρῶς χημικῆς ἀπόψεως, ἐκτὸς τῆς ἄλλης του σπου-  
δαίουτος ὡς σχασίμου ὕλικου διὰ τὴν πυρηνικὴν χημίαν. Εἰδικώτερον ὡς πρὸς τὰ μετουράνια  
στοιχεῖα, ταῦτα ἔχουν παρασκευασθῆ εἰς τόσον μικρὰς ποσότητας (μέχρι καὶ ὀλίγων ἀτόμων διὰ  
μερικὰ ἐξ αὐτῶν), ὥστε πρὸς τὸ παρὸν δὲν δύναται νὰ γίνῃ λόγος περὶ χημικῶν ἐφαρμογῶν τῶν.

**463. Οὐράνιον.** Τὸ οὐράνιον εἶναι πολὺ διαδεδομένον στοιχεῖον. Εὐρίσκεται εἰς ὅλα σχεδὸν  
τὰ πετρώματα καὶ εἰς τὰ ὕδατα τῶν θαλασσῶν κ.λ.π., ἀλλ' ὑπὸ πολὺ μικρὰς ἀναλογίας. Τὸ κυριώ-  
τερον ὄρυκτόν αὐτοῦ εἶναι ὁ πισσουρανίτης ( $\text{U}_3\text{O}_8$ ), τὸ ὁποῖον ἀπαντᾷ εἰς Καναδᾶν, Βελγικὸν  
Κογκὸ καὶ ἀλλαχοῦ.

Τὸ οὐράνιον εἶναι μέταλλον ἀργυρόλευκον, βαρὺ ( $d = 18,7$ ) τηχόμενον εἰς  $1589^{\circ}\text{C}$ . Ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν δὲν ὀξειδοῦται εἰς τὸν ἀέρα καὶ παραμένει στιλπνόν. Εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καίεται πρὸς  $\text{U}_3\text{O}_8$ . Ὑπὸ ἰσχυρῶν ὀξέων διαλύεται ἐκλυομένου ὑδρογόνου.

Τὸ φυσικὸν οὐράνιον περιέχει ὑπὸ ἀναλογίην  $0,7\%$  καὶ τὸ ἰσότοπον οὐράνιον  $235$  ( $\text{U}^{235}$ ). Τοῦτο εἶναι τὸ κυρίως σχάσιμον ὕλικόν τῶν ἀτομικῶν βομβῶν καὶ τῶν ἀτομικῶν ἀντιδραστῶν.

Τὸ σύνθετος οὐράνιον χρησιμοποιεῖται πρὸς χρωματισμὸν τῆς πορσελάνης καὶ τῆς ὑάλου, καθὼς καὶ εἰς τὴν φωτογραφικὴν. Ἡ κυρία ὁμῶς χρῆσις αὐτοῦ γίνεται ὡς σχάσιμου ὕλικου εἰς τοὺς πυρηνικοὺς ἀντιδραστήρας.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

165. Πόσος σίδηρος ἀπαιτεῖται, ἵνα ἐν καμίνῳ ἀναγάγῃ γαληνίτην πρὸς παραγωγὴν  $1$  τόννου μολύβδου;

166. Πόσος ὄγκος  $\text{CO}$  ἀπαιτεῖται, ἵνα ἐν ὑψικαμίνῳ ἀναγάγῃ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  πρὸς παραγωγὴν  $1$  τόννου καθαροῦ σιδήρου;

167. Μίγμα ἰσομοριακῶν ποσοτήτων  $\text{PbS}$  καὶ  $\text{PbSO}_4$  πυροῦται, ὅτε λαμβάνονται  $780 \text{ cm}^3$  ἀερίου θερμοκρασίας  $50^{\circ}\text{C}$  καὶ πίεσεως  $760 \text{ mmHg}$ . Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ παραχθέντος μολύβδου.

168. Θετικὸν ὄξύ ἐπιδρᾷ ἐπὶ  $\text{Fe}$ , ὅτε λαμβάνονται  $850 \text{ cm}^3$  ἀερίου ὑπὸ  $\text{K.Σ.}$  Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ σιδήρου ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

169. Πόσος ὄγκος ὑδρογόνου δύναται νὰ ληφθῇ δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ  $1 \text{ Kg}$  διαπύρου σιδήρου;

170. Πόσον  $\text{SiO}_2$  δύναται νὰ δεσμεύσῃ ὡς συλλήψασμα ἐντὸς ὑψικαμίνου  $1 \text{ Kg}$  καθαροῦ ἀββεστολίθου;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ XXXI

### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

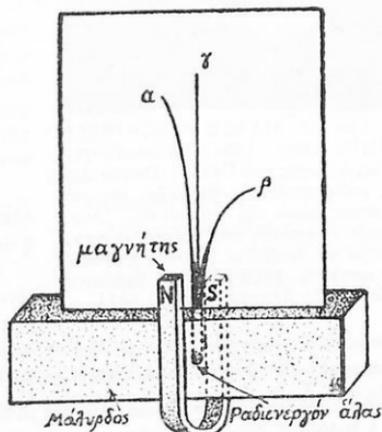
**464. Γενικά.** Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη αἱ ἐφαρμογαὶ τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας, ἧτοι τῆς ἐνεργείας τὴν ὁποίαν ἐκλύουν ὑπὸ ὀρισμένης συνθήκας οἱ πυρῆνες τῶν ἀτόμων διαφόρων στοιχείων, ἔχουν ἐπεκταθῆ εἰς ὅλους τοὺς κλάδους τῶν θετικῶν ἐπιστημῶν καὶ τῆς τεχνικῆς. Ὡς ἐκ τούτου ἔχει ἀναπτυχθῆ ἤδη μία νέα φυσικὴ, ἡ πυρηνικὴ φυσικὴ καὶ μία νέα χημεία, ἡ πυρηνικὴ χημεία.

Ἡ πυρηνικὴ φυσικὴ ἀσχολεῖται μὲ τὴν μελέτην τῆς συστάσεως τοῦ πυρῆνος τῶν ἀτόμων τῶν διαφόρων στοιχείων, μὲ τὰ φαινόμενα τὰ ὅποια παρατηροῦνται ἐντὸς τοῦ πυρῆνος, μὲ τὴν ἀνάπτυξιν μηχανῶν καὶ μεθόδων διὰ τὴν περαιτέρω μελέτην καὶ χρησιμοποίησιν τῆς πυρηνικῆς ἐνεργείας κ.ο.κ.

Ἡ πυρηνικὴ χημεία ἀσχολεῖται μὲ τὰς πυρηνικὰς ἀντιδράσεις, ἧτοι μὲ τὰς μεταστοιχειώσεις ποῦ προκύπτουν κατὰ τοὺς βομβαρδισμοὺς πυρῆνων ὑπὸ φορτισμένων, ἢ μὲ, σωματίων, ἢ ὑπὸ φωτονίων καὶ μὲ τὴν μελέτην τῶν πυρηνικῶν ἰδιοτήτων τῶν προκύπτόντων νέων πυρηνικῶν εἰδῶν.

Κατωτέρω θὰ ἐξετάσωμεν στοιχειωδῶς τὰ σπουδαιότερα κεφάλαια τῆς νέας αὐτῆς ἐπιστήμης τοῦ πυρῆνος τοῦ ἀτόμου τῆς ὕλης.

**465. Φυσικὴ ραδιενέργεια.** Κατὰ τὸ 1895 ὁ Henry Becquerel μελετῶν τὰ φαινόμενα τοῦ



Σχ. 149. Δι' ἐπιδράσεως μαγνητικοῦ πεδίου ἡ ἀκτινοβολία ραδιενεργοῦ ἁλατος χωρίζεται εἰς ἀκτίνες α, β, γ.

φωσφορισμού ανέκλυψε τυχαίως, ότι τα άλατα του ουρανίου εκπέμπουν αυτόματως και διαρκώς μίαν ιδιάζουσαν άσρατον ακτινοβολία, η οποία προκαλεί τον φωσφορισμόν ώρισμένον ουσιών. Μελετήτας άκολούθως την ακτινοβολία αυτήν εύρεν ότι αυτή διέρχεται διά μέσου διαφανούς μέλανος χάρτου, προσβάλλει την φωτογραφικήν πλάκα, ιονίζει τον άέρα και καθιστά αυτόν εύηλεκτροαγωγόν κ.ο.κ. Εύρεν ακόμη, ότι αυτή είναι ιδιότης του μετάλλου ουρανίου και δέν εξαρτάται από την φύσιν της χημικής ένωσης του ουρανίου, ούδέ από τας έξωτερικάς συνθήκας θερμοκρασίας, πίεσεως κλπ. Η ακτινοβολία αυτή εκλήθη **ραδιενέργεια**, τó δέ στοιχείον του εκπέμπει αυτήν, **ραδιενεργόν στοιχείον**.

**466. Φύσις της ραδιενεργείας.** Έστω ότι εις τεμάχιον μετάλλου μολύβδου ανοίγουμεν κυλιόθρικην κατακόρυφον όπήν και εις τó βάθος αυτής θέτομεν άλλας ουρανίου. Η ραδιενέργεια του ουρανίου εξέρχεται τότε κατακόρυφος εκ του βάθους της όπης. Η πορεία αυτής δύναται να διαπιστωθῆ διά του ίδρου που αφήνει επί φωτογραφικής πλακός τοποθετουμένης κατακόρυφος ύπεράνω της όπης έντός σκοτεινού θαλάμου.

Έάν τοποθετήσωμεν πρό της όπης ένα ισχυρόν μαγνήτην, του οποίου ó βόρειος πόλος (N) να εύρίσκεται πρό ήμών, ó δέ νότιος πόλος (S) όπισθεν της φωτογραφικής πλακός, παρατηρούμεν ότι: Έπό την επίδρασιν του μαγνητικού πεδίου η ακτινοβολία χωρίζεται εις τρεις δέσμιας (σχ. 149). Έξ αυτών η μία δέσμη κάμπτεται πρός τά άριστερά και εκλήθη ακτινοβολία **άλφα** ( $\alpha$ ). Δευτέρα δέσμη της ακτινοβολίας κάμπτεται πρός τά δεξιά, εκλήθη δέ αυτή ακτινοβολία **βήτα** ( $\beta$ ). Έτέλος, μία άλλη δέσμη της ακτινοβολίας ουδόλωσ επηρεάζεται υπό του μαγνήτου και ακολουθεῖ ευθύγραμμον πορείαν, εκλήθη, δέ αυτή ακτινοβολία **γάμα** ( $\gamma$ ).



Σχ. 150. Μ. MARIE SLODOWKA CURIE (1867 - 1934). Πολωνίς χημικός, σύζυγος του Γάλλου Pierre Curie, καθηγητού της Φυσικής εις τó Πανεπιστήμιον της Sorbonne. Ανακάλυψε τó **ράδιον** και τó **πολωνίον**. Έλαβε τó βραβεΐον Nobel της Φυσικής κατά τó 1903 και τó βραβεΐον Nobel της Χημείας κατά τó 1911.

Η έρμηνεία της ως άνω επίδρασεως του μαγνήτου επί του διαχωρισμού της ραδιενεργού ακτινοβολίας εις ακτίνια  $\alpha$ ,  $\beta$  και  $\gamma$  άποτελεί θέμα της Φυσικής εις τó κεφάλαιον περί ηλεκτρομαγνητισμού.

Έκ της λεπτομερεστέρας μελέτης των ακτινοβολιών τούτων εύρέθη ότι:

1) Η ακτινοβολία  $\alpha$  άποτελείται από μεμονωμένα σωμαΐα, τά όποια κινούνται με ταχύτητα χιλιάδων τινών χιλιομέτρων κατά sec. Έκαστον σωμαΐιον της ακτινοβολίας  $\alpha$  έχει μάζαν 4 και θετικόν ηλεκτρικόν φορτίον ίσον με στοιχειώδη 2 φορτία. Τά σωμαΐια δηλ. της ακτινοβολίας  $\alpha$  είναι πυρήνες του στοιχείου ήλιου κινούμενοι με μεγάλην ταχύτητα.

2) Η ακτινοβολία  $\beta$  άποτελείται από μεμονωμένα ηλεκτρόνια, τά όποια κινούνται με έλιγγυώδη ταχύτητα, η όποια ένιστε φθάνει τά 297000 Km/sec.

3) Η ακτινοβολία  $\gamma$  είναι όμοία με την ακτινοβολίον X, η Roentgen, άποτελουμένη από φωτόνια με μήκος κύματος χιλιάδας φορές μικρότερον του μήκους κύματος των φωτεινών ακτίνων. Η ακτινοβολία  $\gamma$  δέν είναι ανεξάρτητος, αλλά συνοδεύει μίαν σωματιακήν έκπομπήν είτε ακτινοβολίας  $\alpha$ , είτε ακτινοβολίας  $\beta$ .

**467. Ραδιενεργά στοιχεία.** Δύο έτη μετά τον H. Becquerel η κυρία Marie Curie (σχ. 150) και ó Schmidt ανέκλυψαν, ότι και τó στοιχείον **Θόριον** (Th) είναι ραδιενεργόν και εκπέμπει ακτινοβολίαν άνάλογον με εκείνην του ουρανίου. Βραδύτερον, η κ. Curie μετρώσα τó ποσόν της ραδιενεργείας των όρυκτων του ουρανίου εύρεν, ότι αυτή δέν ήτο άνάλογος με την περιεκτικότητα αυτών εις ουράνιον, αλλά μεγαλύτερα. Έκ τούτου συνεπέρανε, ότι έντός των όρυκτων του ουρανίου έπρεπε να περιέχεται ένα νέον στοιχείον περισσότερον ραδιενεργόν του ουρανίου. Έν συνεργασία μετά του συζύγου της P. Curie έπεδόθη τότε εις την έπεξεργασίαν των όρυκτων του ουρανίου

και μετά πολυμοχθον εργασιαν πολλων ετων α εκλυψε δυο νεα ραδιενεργα στοιχεια, το πολωνιον και το ραδιον.

"Ηδη είναι γνωστά περισσότερα των τεσσαράκοντα ραδιενεργών στοιχείων. Ή ραδιενέργεια των περισσότερων εξ αυτών είναι πολύ ισχυρότερα εκείνης του ουρανίου. Ούτω π.χ. ή ραδιενέργεια του ραδίου είναι κατά 2.500.000 φορές ισχυρότερα της του ουρανίου. Έξ ούδηποτε όμως ραδιενεργού στοιχείου και αν προέρχεται ή ραδιενέργεια, αυτή αποτελείται είτε από ακτίνες α είτε από ακτίνες β, οι οποίαι συνοδεύονται και από ακτίνες γ.

**463. Άσταθεις πυρηνες.** Ή ραδιενέργεια είναι ιδιότης του πυρήνος του ατόμου του ραδιενεργού στοιχείου. Οστις διασπάζεται αυτόμάτως. Ούτω π.χ. ο πυρήν του ατόμου του ραδίου έχουν ατομικόν βάρος 226 σχάζεται εις ε α σωματίον α (πυρήν ατόμου του ήλιου ατομικού βάρους 4) και το υπόλοιπον με ατομικόν βάρος 222, το όποιον είναι άτομον έτερου ραδιενεργού επίσης στοιχείου, του ραδονίου (Rn). Ο πυρήν τούτου διασπάζεται εν συνεχεία εις σωματίον α και άτομον του ραδιενεργού στοιχείου RaA ατομικού βάρους 218. Έν συνεχεία, ο πυρήν του RaA διασπάζεται δι' έκπομπής ενός σωματίου α και μετατρέπεται εις RaB ατομικού βάρους 214. Το άτομον του RaB εκπέμπει κατόπιν ένα σωματίον β δια συγχρόνου ακτινοβολίας ακτίνος γ και μετατρέπεται εις άτομον του στοιχείου RaC, το όποιον είναι ραδιενεργόν επίσης. Ούτω, δια σειράς περιαιτέρω διασπάσεων προκύπτει τελικώς άτομον με ατομικόν βάρος 206. Τοῦτο είναι σταθερόν και δεν διασπάζεται περαιτέρω, άνήκει δε εις το στοιχείον μόλυβδος (Pb), ισότατον του κοινού μόλυβδου 207.

Ευρέθη ότι άσταθεις και ως εκ τούτου ραδιενεργοί είναι οι πυρηνες των ατόμων των στοιχείων εκείνων, εις τα όποια ο λόγος του αριθμού η των νετρονίων προς τον αριθμόν ρ των πρωτονίων είναι ίσος ή μεγαλύτερος του 1,5, ήτοι :

$$\frac{\eta}{\rho} \geq 1,5$$

"Όλα τα άλλα στοιχεία, εις τα όποια ο λόγος των νετρονίων προς τα πρωτόνια του πυρήνος είναι μικρότερος του 1,5, είναι σταθερά και δεν ακτινοβολούν μόνα των.

**469. Ήμιζωή, ή χρόνος υποδιπλασιασμού.** Κάθε ραδιενεργόν στοιχείον χαρακτηρίζεται από τον χρόνον υποδιπλασιασμού, ή την ήμιζωήν αυτού. Ούτω καλεΐται ο χρόνος T, μετά την πάροδον του όποιου το ήμισυ της αρχικης ποσότητος του στοιχείου έχει μετασχημασθί. Ή ήμιζωή των διαφόρων ραδιενεργών στοιχείων είναι πολύ διάφορος από στοιχείου εις στοιχείον, όπως φαίνεται εις τον κατωτέρω πίνακα :

Ραδιενεργόν στοιχείον	Ήμιζωή
Ουράνιον UI . . . . .	$4,4 \times 10^9$ έτη
Ουράνιον UII . . . . .	$3 \times 10^8$ »
Ραδιον Ra . . . . .	1590 έτη
Ραδόνιον Rn . . . . .	3,82 ήμέραι
Ραδιον RaA . . . . .	3,05 πρώτα λεπτά
Ραδιον RaB . . . . .	26,80 » »
Ραδιον RaC . . . . .	$10^{-6}$ δευτερόλεπτα
Ραδιον RaG (μόλυβδος) . . . . .	σταθερόν.

**470. Ραδιενεργοί οικογένεια.** Εις τον άνωτέρω πίνακα παρατηρούμεν εν αρχικόν ραδιενεργόν στοιχείον, το UI, με πολύ μεγάλη ήμιζωήν και έπειτα από μίαν σειράν διαδοχικών μετασχηματισμών, ένα τελικόν σταθερόν στοιχείον, το RaG. Το σύνολον των στοιχείων αυτών αποτελεί μίαν οικογένειαν ραδιενεργών στοιχείων.

Υπάρχουν τρεις τοιαύται οικογένεια, ήτοι :

- Ή άνωτέρω οικογένεια του ουρανίου - ραδίου.
- Ή οικογένεια ουρανίου - ακτινίου και
- Ή οικογένεια του θορίου.

Και οι τρεις αυτές οικογένεια των ραδιενεργών στοιχείων έχουν ως τέρμα των σταθερών μόλυβδον.

**471. Μο άς ραδιενεργείας.** Τήν έντασιν τής άκτινοβολίας που έκπέμπει μία πυρηνική αντίδρασις τήν μετρούμεν διά τής μονάδος Curie. "Ένα Curie είναι ή ποσότης τής ραδιενεργείας που έκπέμπεται όταν  $3,70 \times 10^{10}$  άτομα μιάς ραδιενεργού ουσίας διασπώνται κατά sec. 'Η μονάς αΐτη είναι πολύ μεγάλη και ισοδυναμεί περίπου με τήν ραδιενέργειαν που έκπέμπει 1 gr καθαρού ραδίου. Είς τήν πράξιν χρησιμοποιείται συνήθως τὸ έν έκαιτομμυριοστὸν τής μονάδος Curie, καλούμενον micro-Curie.

**472. Δομή του πυρήνος.** Είδομεν (13) ὅτι τὰ κύρια συστατικά του πυρήνος ενός ατόμου είναι τὰ σωματία πρωτόνιον (p) καὶ νετρόνιον (n), δι' ὃ καὶ καλοῦνται ταῦτα **νουκλεόνια** (ἐκ τοῦ λατιν. nucleus = πυρήν).

Ἐκ τῶν νουκλεόνιων, τὸ πρωτόνιον εἶναι σωματίον σταθερὸν τόσον ἐντὸς τοῦ πυρήνος, ὅσον καὶ ἔξω του πυρήνος. Τὰ κατιόντα του ὕδρογόνου π.χ. ( $H^+$ ) που περιέχονται εἰς τὰ ὕδατικά διαλύματα τῶν ὀξέων εἶναι πρωτόνια.

Τὸ νετρόνιον ὅμως ἐνὼ εἶναι σταθερὸν ἐντὸς τοῦ πυρήνος, ἔξω του πυρήνος εἶναι ἀσταθές. Διότι μετὰ 13' λεπτά περίπου ἀπὸ τής ἀπελευθερώσεώς του ἐκ τοῦ πυρήνος διασπᾶται αὐτομάτως εἰς πρωτόνιον καὶ ἠλεκτρόνιον ὑπὸ μορφήν άκτινοβολίας β, ἐκπεμπόμενου συγχρόνως καὶ ενός ἀντινετρίου ( $\bar{\nu}$ ) :



Οὕτω ή μετάπτωσης του ἐλευθέρου νετρονίου εἰς πρωτόνιον εἶναι ἀντίδρασις **ἐξωθερμική**, διότι κατ' αὐτήν ἐκλύεται άκτινοβόλος ἐνέργεια.

Τὰ νουκλεόνια συνδέονται μεταξύ των ἐντὸς τοῦ πυρήνος με ἐλκτικὰς δυνάμεις, αἱ ὅποια καλοῦνται **πυρηνικαὶ δυνάμεις**. Αἱ δυνάμεις αὐταὶ δὲν εἶναι οὔτε ἠλεκτρικαὶ (κατὰ Coulomb) οὔτε παγκοσμίας ἐλξεως.

Αἱ πυρηνικαὶ δυνάμεις ἰσχύουν μόνον ἐντὸς τής στενοτάτης περιοχῆς του πυρήνος (τῆς τάξεως του  $10^{-13}$  cm), χαρακτηρίζονται δὲ ὡς **δυνάμεις ἀνταλλαγῆς**. Δεχόμεθε δηλ. ὅτι ἐντὸς τοῦ πυρήνος ἀνταλλάσσεται διηλεκτῶς μεταξύ των πρωτονίων καὶ των νετρονίων ἕα σωματίον, τὸ ὅποῖον καλεῖται **παρα (π-) μεσόνιον** καὶ ὅτι ή συνεχῆς αὐτῆ ἀνταλλαγῆ του π- μεσονίου μεταξύ των νουκλεόνιων δημιουργεῖ τὰς συνεκτικὰς μεταξύ αὐτῶν δυνάμεις.

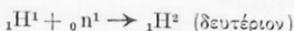
Αἱ ἠλεκτροστατικαὶ δυνάμεις, διὰ των ὁποίων ἀπωθοῦνται ἐντὸς τοῦ πυρήνος δύο πρωτόνια ὡς ἔχοντα ὁμόνυμα φορτία, εἶναι μηδαμινὴ ἐν συγκρίσει πρὸς τὰς πυρηνικὰς δυνάμεις ἀνταλλαγῆς. Οὕτω, ἀπὸ πρακτικῆς ἀπόψεως αἱ δυνάμεις ἀνταλλαγῆς που συνδέουν δύο πρωτόνια ἐντὸς τοῦ πυρήνος εἶναι ἴσκι με εκείνας μεταξύ πρωτονίου καὶ νετρονίου. Τὰ νουκλεόνια ἐντὸς τοῦ πυρήνος παρουσιάζουν καὶ αὐτὰ **σπίν**. Συνεπῶς, ἰσχύει καὶ δι' αὐτὰ ή ἀπαγορευτικῆ ἀρχή του Pauli. Διωτάσσονται οὕτω ἐντὸς τοῦ πυρήνος κατὰ στρώματα, τὸ σύνολον δὲ αὐτῶν ἀποτελεῖ ἕνα εἶδος ὕψους σταγόνος.

**473. Σύντηξις - Σχάσις.** Ἐπὸ ὀρισμένης συνθήκας εἶναι δυνατόν νὰ ἐνοθοῦν μεταξύ των ἑλαφροὶ πυρήνες πρὸς σχηματισμὸν βαρύτερου πυρήνος. Ἐπίσης, εἰς ἕνα πυρήνα δύναται νὰ εἰσέλθῃ καὶ νὰ ἐνοματωθῇ ἕνα νετρόνιον n, ὅποτε παράγεται βαρύτερος πυρήν. Τὸ φαινόμενον καλεῖται **σύντηξις**.

Τὸ ἀντίθετον τῆς συντήξεως, ἦτοι ή διάσπασις ενός βαρέος πυρήνος καὶ δημιουργία ἄλλων ἑλαφροτέρων τοιούτων καλεῖται **σχάσις**.

Τόσον ή σύντηξις, ὅσον καὶ ή σχάσις, συνοδεύονται ἀπὸ ἔκλυσιν μεγάλου ποσοῦ ἐνεργείας.

**474. Ἐλλειμμα μάζης. Ἐνέργεια συνδέσεως.** Ἔστω, ὅτι εἰς τὸν πυρήνα του ατόμου του συνήθους ὕδρογόνου ( ${}_1H^1$ ) εἰσάγεται καὶ ἐνοματωταῖ ἕνα νετρόνιον. Παράγεται τότε ἄτομον του δευτερίου ( ${}_1H^2$ ), τὸ ὅποῖον εἶναι στοιχεῖον ἰσότοπον του ὕδρογόνου :



Ἡ μάζα του ατόμου του ὕδρογόνου εἶναι 1,00813, ή δὲ μάζα του νετρονίου εἶναι 1,00897. Ἡ μάζα ὅμως του ατόμου του δευτερίου εἶναι 2,0142 καὶ οὐχί 2,0171, ὅσον δηλ. εἶναι τὸ ἄθροισμα των μαζῶν των δύο συστατικῶν του. Ἡ διαφορά 2,071—2,0142 = 0,0029 καλεῖται **ἔλλειμμα μάζης**.

Ἐπίσης δύναται νὰ παραχθῇ ἄτομον ἡλίου ( ${}_2He^4$ ) διὰ συντήξεως δύο ατόμων κοινου ὕδρογού-

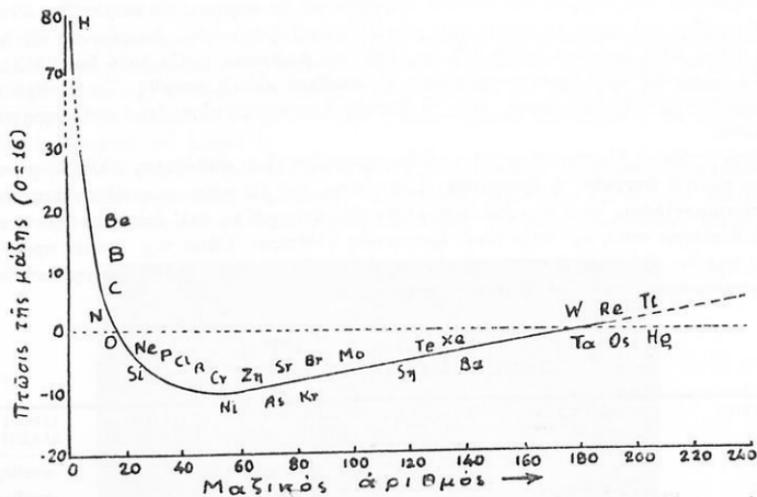
νου ( ${}^1_1\text{H}^1$ ) και δύο νετρονίων ( ${}^1_0\text{n}^1$ ). Το παραγόμενο ατομικό του ήλιου ( ${}^4_2\text{He}^4$ ) έχει μάζαν 4,00386 και σφαι 4,03420, όσον είναι το άθροισμα των μαζών των αρχικών του συστατικών. Ένταυθα το έλλειμμα μάζης είναι:  $4,03420 - 4,00386 = 0,03034$ .

Έκ των ανωτέρω καταφαίνεται, ότι κατά την παρασκευήν δευτερίου, ή ήλιου διά συντήξεως νουκλεονίων έχομεν έλλειμμα μάζης ίσον με 0,0029 gr διά κάθε γραμμόατομον δευτερίου και 0,03034 gr διά κάθε γραμμόατομον ήλιου.

Εύρεθη, ότι το έξαφανιζόμενον αυτό ποσόν τής μάζης μετατρέπεται εις αντίστοιχον ποσόν άκτινοβόλου ενεργείας (άκτινες γ) συμφώνως προς την εξίσωσιν του Einstein.

$$W = mc^2$$

“Έλλειμμα μάζης και αντίστοιχος άποβολή άκτινοβόλου ενεργείας παρατηρείται κατά τόν



Σχ. 151. Καμπύλη έμφανίσις από στοιχείου εις στοιχείον το έλλειμμα μάζης κατά τόν σχηματισμόν του διά συντήξεως ελαφροτέρων πυρήνων και νουκλεονίων.

σχηματισμόν και παντός άλλου βαρύτερου στοιχείου εκ νουκλεονίων. Η σύντηξις δηλ. νουκλεονίων προς σχηματισμόν ατόμων βαρύτερων στοιχείων είναι φαινόμενον **έξωθερμικόν**. Οί αυτά παραγόμενοι πυρήνες τών ατόμων τών βαρύτερων στοιχείων είναι **σταθεροί**, έφ' όσον κατά τόν σχηματισμόν των αποβάλλεται ενέργεια.

Η ενέργεια αυτή, ήτις αποβάλλεται κατά τόν σχηματισμόν του ατόμου ενός βαρέος στοιχείου εκ νουκλεονίων, καλείται **ένέργεια συνδέσεως**.

Εις το σχήμα 151 ή καμπύλη παριστά τήν πτώσιν τής μάζης του ατόμου ενός εκάστου στοιχείου έναντι του άθροίσματος των μαζών των νουκλεονίων, τά όποια έλαβον μέρος κατά τόν σχηματισμόν του.

Παρατηρούμεν, ότι ή μεγαλύτερα πτώσις μάζης παρατηρείται εις τά στοιχεία με μαζικόν άριθμόν περίξ του 60 (Cr, Ni, Zn).

Συνοπώς, διά τόν σχηματισμόν τών πυρήνων τών στοιχείων μέσου μαζικού άριθμού έχομεν έλλειμμα μάζης τόσον διά συντήξεως νουκλεονίων με πυρήνας ατόμων ελαφροτέρων στοιχείων, όσον και διά σχάσεως ατόμων βαρυτέρων στοιχείων, ως π.χ. του ούρανιου. Εις άμφοτέρας τάς περιπτώσεις το παρατηρούμενον έλλειμμα μάζης αποβάλλεται υπό μορφήν άκτινοβόλου ενεργείας. Έκ τής μορφής τής καμπύλης καταφαίνεται, ότι το μεγαλύτερον έλλειμμα μάζης παρατηρείται κατά τόν σχηματισμόν του ήλιου και τών άλλων ελαφρών στοιχείων διά συντήξεως. Κατά τόν σχηματισμόν του ήλιου π.χ. διά συντήξεως μετατρέπονται εις ενέργειαν συνδέσεως το 7,5% του συντηκόμενου υλικού, ενώ κατά τήν σχάσιν του ούρανιου μόνον το 1% τής σχαζόμενης μάζης μετατρέπεται εις ενεργειαν συνδέσεως.

Ἡ ἐνέργεια συνδέσεως, ἡ ὁποία ἐκλύεται κατὰ τὴν σύντηξιν, χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν βόμβαν ὕδρογόνου. Ἐκείνη δέ, ἡ ὁποία ἐκλύεται κατὰ τὴν σχάσιν βαρέων πυρήνων (ὐρανίου, πλουτωνίου) χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν κοινὴν ἀτομικὴν βόμβα, καθὼς καὶ εἰς τοὺς πυρηνικοὺς ἀντιδραστῆρας (485).

Ἡ ἐνέργεια συνδέσεως, συγκρινομένη μετὰ τὴν συνήθη ἐνέργεια, ἡ ὁποία ἐκλύεται κατὰ τὰς χημικὰς ἀντιδράσεις, εἶναι τεραστία. Οὕτω π.χ. κατὰ τὸν σχηματισμὸν ἐνὸς Kg ἡλίου διὰ συντήξεως πυρήνων ὕδρογόνου ἐκλύονται  $148 \times 10^9$  Kcal/Kgr. Τόσκι θερμίδες ἀναλογοῦ εἰς τὴν καθῆν 18500 τόνων ἀνθρακίτου.

**475. Στοιχειώδη σωματίδια.** Κατὰ τὴν μελέτην τῶν διαφόρων φαινομένων, τὰ ὁποῖα ἀφοροῦν τὰς πυρηνικὰς μεταβάλλας ἀπεδείχθη ὅτι κατ' αὐτὰς εἴτε λαμβάνουν μέρος, εἴτε δημιουργοῦνται καὶ ἄλλα τινὰ σωματίδια, πλὴν τῶν γνωστῶν πρωτονίου καὶ νετρονίου. Σήμερον ὁ ἀριθμὸς τῶν σωματιδίων τοῦ πυρήνος τῶν ἀτόμων ἀνέρχεται εἰς 30 περίπου. Τὰ σωματίδια αὐτὰ ἀναλόγως τῆς μάζης ποῦ ἔχουν ἐν σχέσει πρὸς τὴν μάζαν τοῦ ἡλεκτρονίου, διακρίνονται εἰς **λεπτόνια** (μάζα 0 ἕως 207), **μεσόνια** (μάζα 264 ἕως 966) καὶ **βηρυόνια** (μάζα 1836 ἕως 2583).

Τὰ σωματίδια αὐτὰ διακρίνονται ἐπίσης εἰς **σταθερὰ** καὶ εἰς **ἀσταθῆ**. Τὰ σταθερὰ οὐδεμίαν αὐτόματον μεταβολὴν ὑφίστανται, ἐνῶ τὰ ἀσταθῆ διασπῶνται αὐτομάτως καὶ παράγουν ἄλλα σωματίδια.

Ἀπὸ ἀπόψεως ἡλεκτρικοῦ φορτίου, ἄλλα σωματίδια εἶναι **οὐδέτερα**, ἄλλα δὲ φέρουν στοιχειώδες φορτίον **θετικόν**, ἢ **ἀρνητικόν**. Πιστεύεται, ὅτι εἰς κάθε σωματίδιον ἀντιστοιχεῖ καὶ ἐν **ἀντισωματίδιον**, ἧτοι σωματίδιον ποῦ ἔχει τὴν αὐτὴν μάζαν, ἀλλ' ἀντίθετον ἡλεκτρικὸν φορτίον, ἢ ἀντίθετον σπῖν, ἐφ' ὅσον εἶναι ἡλεκτρικῶς οὐδέτερον. Οὕτω π.χ. ἔχομεν πρωτόνιον με θετικὸν φορτίον ( $p^+$ ) καὶ **ἀντιπρωτόνιον** με ἀρνητικὸν φορτίον ( $p^-$ ). Ἐπίσης νετρόνιον ( $n$ ) καὶ **ἀντινετρόνιον** ( $n^-$ ) με ἀντίθετον σπῖν κ.ο.κ.

#### ΠΙΝΑΞ XXVII ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΩΝ ΤΙΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ

ΣΩΜΑΤΙΟΝ	ΑΝΤΙΣΩΜΑΤΙΟΝ	ΣΥΜΒΟΛΟΝ	ΜΑΖΑ ΗΡΕΜΙΑΣ	ΗΜΙΖΩΗ	ΠΡΟ-ΓΟΝΤΑ ΔΙΑΣΠΑΣΕΩΣ
Φωτόνιον	—	$\gamma$	0	$\infty$	σταθερὸν
Νετρόνιο	Ἀντινετρόνιο	$n^0 n^0$	0	$\infty$	σταθερὸν
Ἡλεκτρόνιον	Ποζιτόνιον	$e^- e^+$	1	$\infty$	σταθερὸν
Μιόνιον (-)	Μιόνιον (+)	$\mu^- \mu^+$	207	$2 \times 10^{-6}$ sec	$e^+ + \nu^0 + \bar{\nu}^0$
Πιόνιον (+)	Πιόνιον (-)	$\pi^+ \pi^-$	273	$10^8$ sec	$\pi^+ + \pi^+ + \pi^-$ , ἢ $\pi^+ + \pi^0$ , ἢ $\mu^+ + \nu^0$
Πρωτόνιον	Ἀντιπρωτόνιον	$p, p^-$	1836	$\infty$	σταθερὸν
Νετρόνιον	Ἀντινετρόνιον	$n, n^-$	1839	$10^8$ sec	$e^- + p + \nu^0$
Ὑπερόνιον $\Lambda^0$	Ἐπιδρόνιον $\Lambda^-0$	$\Lambda^0, \Lambda^-0$	2182	$10^{-10}$ sec	;

Τὰ σωματίδια φωτόνιον καὶ νετρόνιο τοῦ ἀνωτέρω πίνακος δὲν ἀποτελοῦν «ὕλην», ἀλλ' εἶναι στοιχεῖα τῆς ἀκτινοβόλου ἐνεργείας. Διότι ἔχουν μάζαν μηδὲν καὶ ταχύτητα ἴση πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Ἐν τούτοις ταῦτα δύνανται ὑπὸ ὀρισμένης συνθήκας νὰ μετατραποῦν εἰς «ὕλικα» σωματίδια (ὕλοποίησις ἐνεργείας), ἢ καὶ νὰ παραχθοῦν κατὰ τὰς ἀντιδράσεις μεταξὺ ἄλλων «ὕλικων» σωματιδίων (μετατροπὴ ὕλης εἰς ἐνέργειαν). Οὕτω π.χ. α) Φωτόνια ὑπὸ ὀρισμένης συνθήκας παρέχουν ἀνά ἐν ἡλεκτρόνιον καὶ ἓνα ποζιτόνιον. β) Κατὰ τὴν σύγκρουσιν ἐνὸς ποζιτονίου με ἐν ἡλεκτρόνιον, ταῦτα ἐξαφανίζονται καὶ παράγονται δύο φωτόνια κινούμενα ἀντιθέτως. γ) Κατὰ τὴν αὐτόματον διάσπασιν τοῦ ἐλευθέρου νετρονίου παράγονται ἓνα πρωτόνιον, ἐν ἡλεκτρόνιον καὶ ἓνα νετρόνιο:



**476. Τεχνητὴ διάσπασις πυρήνων.** Εἰς τὰς περιπτώσεις τῶν ραδιενεργῶν στοιχείων οἱ πυρήνες τῶν ἀτόμων αὐτῶν διασπῶνται αὐτομάτως, ὡς εἶδομεν (468). Ὑπὸ ὀρισμένης ὁμοῦς συνθήκας εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιτύχωμεν καὶ διάσπασιν πυρήνων τῶν ἀτόμων τῶν ὑπολοίπων μὴ ραδιενεργῶν στοιχείων. Πρὸς τοῦτο «**βομβαρδίζομεν**» τοὺς πυρήνας με κινούμενα σωματῖα, τὰ ὁποῖα

καλούμεν «βλήματα». Όταν ένα τοιοῦτον βλήμα εισέλθῃ ἐντὸς τοῦ πυρήνος, ἐνσωματοῦται ἐκεί πρὸς στιγμὴν. Ἡ ἐνσωμάτωσις ὅμως αὐτῆ προκαλεῖ διαταραχὴν εἰς τὴν ἰσορροπίαν τῶν συστατικῶν τοῦ πυρήνος, ὁ ὁποῖος οὕτω διασπᾶται ἐν συνεχείᾳ μέχρις ὅτου προκύβῃ σταθερὸς πυρῆν.

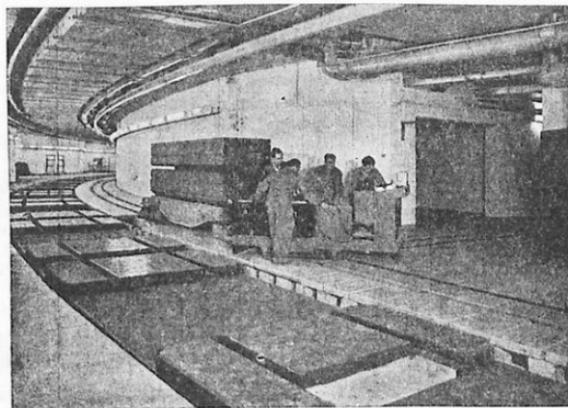
Τὸ φαινόμενον τῆς διασπάσεως πυρήνος καὶ δημιουργίας ἄλλων ἐλαφροτέρων τοιοῦτων καλεῖται **σχάσις**.

Τὰ συνηθέστερα ἐκ τῶν βλημάτων, τὰ ὅποια χρησιμοποιοῦνται διὰ τὴν τεχνητὴν σχάσιν πυρήνων, εἶναι τὰ ἑξῆς :

- α) πυρῆνες ἀτόμων ὑδρογόνου, ἴσθι **πρωτόνια** ( $p$ ), ἢ  $({}_1H^1)^+$   
 β)    »    »    »    δευτερίου,    » **δευτερόνια** ( $p,n$ ) ἢ  $({}_1H^2)^+$   
 γ)    »    »    »    ἡλίου,        » **ἡλιόνια** ( $2p,2n$ ), ἢ  $({}_2He^4)^{2+}$   
 δ) Τὰ οὐδέτερα συστατικά τοῦ πυρήνος **νετρόνια** ( $n$ ), ἢ  $({}_0n^1)$   
 ε) **Φωτόνια** ὑπὸ μορφὴν ἀκτίνων  $\gamma$

Ἐκ τῶν δύο ἀριθμῶν, οἱ ὁποῖοι συνοδεύουν τὰ σύμβολα τῶν τεσσάρων πρώτων σωματιδίων-βλημάτων, ὁ δείκτης ἐκφράζει τὸν ἀριθμὸν τῶν θετικῶν φορτίων τοῦ βλήματος, ὁ δὲ ἐκθέτης τὴν μάζαν αὐτοῦ. Οὕτω π.χ. τὸ πρωτόνιον ἔχει 1 θετικὸν φορτίον καὶ μάζαν 1. Τὸ δευτερόνιον ἔχει 1 θετικὸν φορτίον καὶ μάζαν 2. Τὸ ἡλιόνιον ἔχει 2 θετικὰ φορτία καὶ μάζαν 4. Τὸ νετρόνιον ἔχει 0 φορτίον (οὐδέτερον) καὶ μάζαν 1.

Οἱ πυρῆνες τῶν βομβαρδιζομένων ἀτόμων διὰ τῶν ἀνωτέρω σωματιδίων-βλημάτων εἶναι ὡς γνωστὸν θετικῶς φορτισμένοι. Συνεπῶς, τὰ βλήματα πρωτόνιον, δευτερόνιον καὶ ἡλιόνιον, ὡς ἔχοντα ἴσῳ μόνον φορτίον μὲ τοὺς βομβαρδιζομένους πυρῆνας, ἀπωθοῦνται ἰσχυρῶς ὑπ'



Σχ. 152. Φωτογραφία τμήματος τοῦ Εὐρώτρον κατὰ τὸ στάδιον τῆς συναρμολογήσεώς του.

αὐτῶν, ἐνῶ τὰ βλήματα νετρόνιον καὶ φωτόνιον οὐδέπως ἀπωθοῦνται. Ὅθεν τὰ βλήματα πρωτόνιον, δευτερόνιον καὶ ἡλιόνιον πρέπει νὰ ἔχουν πολὺ μεγάλας ταχύτητας, ὥστε νὰ νικήσουν τὴν ἀπαισίαν τοῦ βομβαρδιζομένου πυρήνος καὶ νὰ εἰσχωρήσουν ἐντὸς αὐτοῦ. Διὰ τὸ βλήμα νετρόνιον δὲν ἀπαιτεῖται μεγάλη ταχύτης. Τοῦναντίον τὸ νετρόνιον ἐνσωματοῦται εὐκολώτερον εἰς τὸν πυρῆνα, ὅταν ἔχη μικρὰν ταχύτητα. Ἡ μείωσις τῆς ταχύτητος τῶν νετρονίων βλημάτων ἐπιτυγχάνεται διὰ καταλλήλων διαφραγμάτων.

**477. Ἐπιταχυντήρες.** Αἱ μεγάλας ταχύτητες εἰς τὰ φορτισμένα βλήματα βομβαρδισμοῦ πυρήνων ἐπιτυγχάνονται δι' εἰδικῶν ηλεκτρομαγνητικῶν συσκευῶν τεραστίων διαστάσεων (σχ. 152). Ἐντὸς αὐτῶν δημιουργοῦνται ἐντονώτατα ηλεκτρικὰ πεδία, τὰ ὅποια μετατοπίζονται καταλλήλως καὶ παρακολουθοῦν τὰ βλήματα εἰς τὴν κίνησιν των. Τὰ φορτισμένα βλήματα εὐρισκόμενα ὑπὸ τὴν διαρκῆ ἐπίδρασιν τοῦ παρακολουθοῦντος αὐτὰ ἰσχυροτάτου ηλεκτρικοῦ πεδίου ἀποκτοῦν μεγίστην ταχύτητα.

Οι επιταχυντήρες δύνανται να είναι εὐθύγραμμα, πρέπει ὅμως τότε να ἔχουν πολὺ μεγάλο μῆκος. Διὰ τοῦτο προτιμῶνται ἐπιταχυντήρες δακτυλιοειδοῦς σχήματος, ὥστε ἡ τροχιά τῶν βλημάτων, καθ' ὃν χρόνον λαμβάνουν ἐπιτάχυνση, να εἶναι καμπύλη (σχ. 152). Ἡ καμπυλότης τῆς τροχιάς ἐπιτυγχάνεται μὲ κατάλληλον μαγνητικὸν πεδίου.

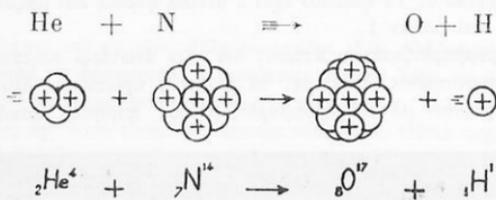
Ἀναλόγως τοῦ τρόπου λειτουργίας των οἱ ἐπιταχυντήρες χαρακτηρίζονται μὲ τὰ ὀνόματα : **κύκλιτρον, συχνοκύκλιτρον, σύχνοτρον, βέρατρον, κόσμοτρον** κ.ἄ.

Ὁ ἰσχυρότερος ἐπιταχυντὴρ ἐν Εὐρώπῃ ἀνήκει εἰς τὴν Εὐρωπαϊκὴν Ὀργάνωσιν διὰ τὴν Πυρηνικὴν Ἐνέργειαν (CERN), τῆς ὁποίας ἀποτελεῖ καὶ ἡ Ἑλλάς μέλος.

Εὐρίσκεται εἰς Γενεύην, καλεῖται Εὐροτρον (σύχνοτρον πρωτονίων) καὶ παρέχει εἰς τὰ βλήματα-πρωτόνια ἐνέργειαν 25 δισεκατομμυρίων ἤλεκτρονιοβόλτ (σχ. 152).

Ἡ λειτουργία τοῦ σύχνοτρον ὀφείλεται εἰς ἐπινοήσιν τοῦ Ἑλληνικοῦ πυρηνικοῦ φυσικοῦ Νικολάου Χριστοφύλη.

**478. Πυρηνικαὶ ἀντιδράσεις.** Κἀθε βλήμα, ὅταν συγκρουσθῇ μὲ τὸν πυρῆνα ἐνὸς ἀτόμου, ἐνσωματωταὶ μὲ αὐτόν. Παράγεται τότε ἄτομον ἄλλου στοιχείου, τὸ ὁποῖον **συνήθως εἶναι ἀσταθές, ἤτοι ραδιενεργόν.** Ὁ πυρῆν δηλ. τοῦ ἀτόμου τοῦ νέου αὐτοῦ στοιχείου διασπᾶται ἐν



Σχ. 153. Μηχανισμὸς τῆς πρώτης τεχνητῆς πυρηνικῆς ἀντιδράσεως (Rutherford. 1919)

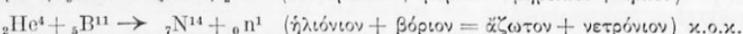
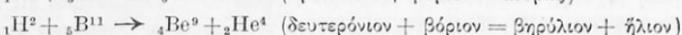
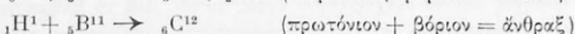
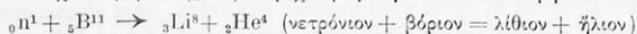
συνεχεῖ καὶ ἀκτινοβολεῖ ἐκπέμπον εἴτε νετρόνιον, εἴτε ἠλιόνιον κλπ. μέχρις ὅτου προκύψῃ ἄτομον σταθεροῦ στοιχείου. Αἱ πυρηνικαὶ αὗται μεταβολαὶ χαρακτηρίζονται ὡς «**πυρηνικαὶ ἀντιδράσεις**», παριστῶνται δὲ δι' ἐξισώσεων ὁμοίων πρὸς τὰς χημικὰς ἐξισώσεις. Ὁ κλάδος τῆς χημείας, ὃ ὁποῖος ἀσχολεῖται μὲ τοιαύτας πυρηνικὰς ἀντιδράσεις καὶ μὲ τὰς ἐφαρμογὰς αὐτῶν καλεῖται «**Πυρηνικὴ Χημεία**».

Κατωτέρω παραθέτομεν μερικὰ χαρακτηριστικὰ παραδείγματα :

α) Διὰ βομβαρδισμοῦ τοῦ πυρῆνος ἀτόμου τοῦ ἀζώτου ( ${}^7\text{N}^{14}$ ) ὑπὸ ἠλιονίου ( ${}^2\text{He}^4$ ), τὸ τελευταῖον τοῦτο ἐξαφανίζεται συγχωνεύμενον μὲ τὸν πυρῆνα τοῦ ἀζώτου. Ὁ πυρῆν ποὺ προκύπτει ἐκ τῆς συγχωνεύσεως εἶναι ἀσταθὴς καὶ διασπᾶται ἀποβάλλων ἓνα πρωτόνιον ( ${}^1\text{H}^1$ ), ὅτε ἀπομένει ἄτομον ὀξυγόνου ( ${}^8\text{O}^{17}$ ), τὸ ὁποῖον εἶναι ἰσότοπον τοῦ συνήθους ὀξυγόνου, διότι ἔχει ἀτομικὸν βάρους 17 (σχ. 153) :

Ἐχομεν δηλ. ἐνταῦθα μίαν πραγματικὴν **τεχνητὴν μπταστοιχείωσιν**, κατὰ τὴν ὁποίαν τὸ στοιχεῖον ἀζώτου συγχωνεύμενον μὲ τὸ στοιχεῖον ἦλιον παρέχει ὀξυγόνον καὶ ὕδρογόνον.

β) Τὸ στοιχεῖον βόριον ( ${}^5\text{B}^{11}$ ) παρέχει μεγάλην ποικιλίαν πυρηνικῶν ἀντιδράσεων, ὡς π.χ.



Σήμερον εἶναι γνωστά πολλὰ ἐκατοντάδες διαφόρων πυρηνικῶν ἀντιδράσεων. Τὸ ὄνειρον τῶν ἀλχημιστῶν περὶ μετατροπῆς ἐνὸς στοιχείου εἰς ἄλλο ἔχει ἤδη ζεπερασθῆ. Διότι, ὅχι μόνον τὰ γνωστὰ στοιχεῖα δύνανται νὰ μετατραποῦν ἤδη τὸ ἓν εἰς τὸ ἄλλο, ἀλλὰ παρήχθησαν καὶ ἐντελῶς νέα στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα δὲν ἀπαντῶνται εἰς τὴν φύσιν, ὡς εἶναι τὰ **τρανσουράνια** στοιχεῖα. Οὕτω π.χ. τὸ ὑπ' ἀριθ. 102 στοιχεῖον, τὸ **νομπέλιον** παρήχθη διὰ βομβαρδισμοῦ τοῦ πυρῆνος τοῦ ἀτόμου τοῦ κιορίου (Cm) ὑπὸ πυρῆνος τοῦ ἰσοτόπου τοῦ ἄνθρακος  ${}^6\text{C}^{13}$ .

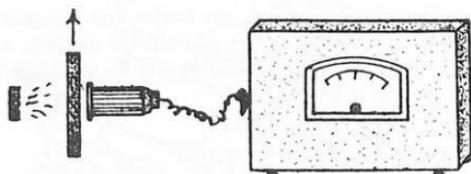
**479. Ραδιοϊσότοπα και χρήσεις αυτών.** Ως είδομεν (25), **ισότοπα** καλούνται τὰ στοιχέα, τῶν ὁποίων τὰ ἄτομα ἔχουν ἀπὸ ἴσον ἀριθμὸν πρωτονίων εἰς τοὺς πυρήνας καὶ ἠλεκτρονίων περίρῳ αὐτῶν, διαφέρουν ὅμως ὡς πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν νετρονίων τοῦ πυρήνος.

Τὰ περισσότερα ἐκ τῶν ἰσοτόπων τῶν διαφόρων στοιχείων ἔχουν **ἀσταθεῖς** πυρήνας καὶ ὡς ἐκ τούτου ὑφίστανται αὐτόματον διάσπασιν ἐκπέμποντα ἐνέργειαν ὑπὸ μορφήν ἀκτινοβολίας. Ταῦτα καλοῦνται **ραδιενεργὰ ἰσότοπα**, ἢ **ραδιοϊσότοπα**. Ὅλα τὰ στοιχέα ἔχουν καὶ ἀπὸ ἓνα τοῦλάχιστον ραδιενεργὸν ἰσότοπον τὸ καθεῖ στοιχείου. Οὕτω π.χ. τὸ ραδιοϊσότοπον τοῦ ὑδρογόνου εἶναι τὸ τρίτον ( ${}^3\text{H}^3$ ), τοῦ ὀξυγόνου τὸ ( ${}^{18}\text{O}$ ), τοῦ ἄθρακος ὁ  ${}^{14}\text{C}$  κ.ο.κ.

Χάρis εἰς τὴν ραδιενέργειαν, τὴν ὁποίαν ἐκπέμπουν αὐτομάτως τὰ διάφορα ραδιοϊσότοπα, χρησιμοποιοῦνται εὐρύτατα εἰς ὅλους τοὺς κλάδους τῶν θετικῶν ἐπιστημῶν, τῆς ἰατρικῆς καὶ τῆς τεχνικῆς.

Αἱ κυριώτεροι ἐφαρμογαὶ τῶν ραδιοϊσοτόπων εἶναι :

α) **Εἰς τὴν βιομηχανίαν.** Ἡ βιομηχανία χρησιμοποιεῖ εὐρύτατα τὰ ραδιοϊσότοπα διὰ τὴν μέτρησιν τῆς πυκνότητος τῶν ὑγρῶν, διὰ τὴν ἀνίχνευσιν ρωγμῶν εἰς τοιχώματα δοχείων, διὰ τὴν μέτρησιν τοῦ πάχους διαφόρων ὑλικῶν καὶ ἀντικειμένων, τοῦ πάχους διαφόρων φύλλων, διὰ τὸν ἔλεγχον τῆς αὐτογενοῦς συσκόλησεως σιδηρῶν λαμαρινῶν τῶν πλοίων, διὰ τὸν καθορισμὸν τῆς στάθμης ὑγροῦ ἐντὸς κλειστοῦ ἀδιαφ. οὗς δοχείου κ.ο.κ. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιεῖται ἓνα ραδιοϊσότοπον (π.χ.  ${}^{60}\text{Co}$ , ἢ  ${}^{131}\text{I}$ ), τὸ ὁποῖον εἶναι πολὺ εὐθρόν καὶ τοῦ ὁποίου ἡ ἀκτινοβολία ἔχει μεγίστην διεισδυτικὴν ἰκανότητα. Τὸ ἐξεταζόμενον ἀντικείμενον περιβάλλεται μεταξὺ τοῦ ραδιοϊσοτόπου καὶ ἐνὸς μετρητοῦ, ἧτις συσκευῆς μετρήσεως τῆς ἐντάσεως τῆς ἀκτινοβολίας (σχ. 154).



Σχ. 154. Μετρητὴς ἐντάσεως ραδιενεργῶ ἀκτινοβολίας.

Ἀπὸ τὸν βαθμὸν ἀπορροφήσεως τῆς ἀκτινοβολίας, ἡ ὁποία διέρχεται διὰ μέσου τοῦ ἐξεταζομένου σώματος, διαπιστοῦνται ἡ πυκνότης αὐτοῦ, τὸ πάχος, ἡ ὁμοιογένεια, αἱ τυχόν ὑπάρχουσαι ρωγαί, φρακαλίδες κ.ο.κ.

Τὰ ραδιοϊσότοπα χρησιμοποιοῦνται ἐπίσης καὶ διὰ τὸν ἔλεγχον τῆς ταχύτητος, μετὰ τὴν ὁποίαν φθερίζονται διάφορα ἐργαλεῖα, σάλιγγες ροῆς ὑγρῶν, ἐλαστικὰ αὐτοκινήτων, διὰ τὸν ἐντοπισμὸν τῶν ρωγμῶν ὑπογείου σωλήνων, καθὼς καὶ εἰς πλείστας περιπτώσεις χημικῶν ἀναλύσεων. Τέλος χρησιμοποιοῦνται καὶ διὰ τὴν συντήρησιν διαφόρων τροφίμων, δι' ἀποστείρωσιν φαρμακευτικῶν προϊόντων καὶ ἰσπῶν διὰ μεταμοσχεύσεις κ.ο.κ.

β) **Εἰς τὴν γεωργίαν.** Τὰ ραδιοϊσότοπα χρησιμοποιοῦνται εὐρύτατα εἰς τὴν γεωργίαν, ὡς π.χ. διὰ τὴν παρακολούθησιν τῆς μετακινήσεως τῶν θρεπτικῶν οὐσιῶν ἐκ τοῦ ἐδάφους εἰς τὸ φυτὸν, διὰ τὴν μελέτην τοῦ βαθμοῦ προσλήψεως ὑπὸ ἐνὸς ἐκάστου εἴδους φυτοῦ τῶν χημικῶν λιπασμάτων καὶ τῶν ἄλλων στοιχείων τοῦ ἐδάφους, διὰ μελέτας ἐπὶ τῶν ἀσθενειῶν τῶν φυτῶν, διὰ τὴν μελέτην τῆς εἰς βάθος ἀναπτύξεως τῶν ριζῶν ἐντὸς τοῦ ἐδάφους, διὰ τὴν μελέτην τῆς φωτοσυνθέσεως, διὰ τὴν ἐξέυρεσιν μεθόδων καταστροφῆς ἐπιβλαβῶν ἐντόμων καὶ ἄλλων μικρῶν ζώων, διὰ τὴν παρακολούθησιν τῆς μεταναστεύσεως τῶν ἐντόμων κ.ο.κ. Πρὸς τοῦτο χρησιμοποιοῦν οὐσίας με ραδιοϊσότοπα ἀντὶ συνήθων στοιχείων C, P, K, Ca, Fe κ.λ.π. εἰς τρόπον, ὅστε αἱ ὑπὸ τῶν φυτῶν ἡ ἐντόμων προσλαμβάνονται οὐσίαι νὰ εἶναι ραδιενεργαί, διότι ἐλέγχονται εὐκόλως δι' ἐνὸς μετρητοῦ. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ ραδιοϊσότοπον καλεῖται **ιχνηθέτης**.

γ) **Εἰς τὴν ἰατρικὴν.** Ἡ ἰατρικὴ χρησιμοποιεῖ εὐρύτατα τὰ ραδιοϊσότοπα εἰς ὅλους τοὺς κλάδους αὐτῆς ὡς π.χ. 1) Εἰς τὴν **βιολογίαν** παρακολουθεῖται ὁ **μεταβολισμὸς** τῶν πρωτεϊνῶν εἰς τὰς φυσιολογικὰς περιπτώσεις καὶ τὰς περιπτώσεις τῶν καρκινῶν ὄγκων, ὁ μεταβολισμὸς τοῦ σιδήρου τῶν ἐρυθρῶν αἱμοσφαιρίων εἰς τὰς φυσιολογικὰς καταστάσεις καὶ εἰς τὰς περιπτώσεις τῆς λευχαιμίας κ.λ.π., ὁ μεταβολισμὸς τοῦ ἀσβεστίου εἰς τὰ ὅσθα, ἡ μελέτη τῆς κυκλοφορίας τοῦ νατρίου εἰς τὸ σῶμα κ.ο.κ.

2) Είς πλείστας περιπτώσεις λατρικής διαγνώσεως και έντοπισμού τής παθήσεως ώρισμένων όργάνων του σώματος, καταγμάτων, καρκινικών όγκων κ.λ.π.

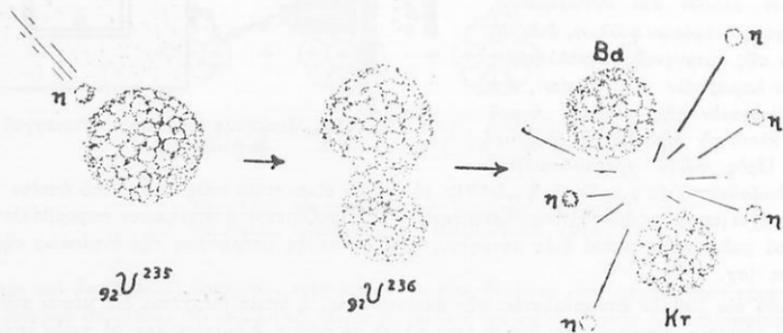
3) Είς τήν θεραπευτικήν, πρός θεραπείαν καρκινικών όγκων, υπερλειτουργίας του θυροειδούς, τής υπερπαραγωγής έρυθρών αίμοσφαιρίων (έρυθραιμίας) κ.ο.κ.

**480. 'Η σχάσις του άτόμου του ούρανίου.** 'Εν ελεύθερον νετρόνιον δύναται κατά τήν πορείαν του να συναντήση τόν πυρήνα ενός άτόμου. Τό νετρόνιον τουτο συγχωνεύεται τότε με τόν πυρήνα, διότι τό συγκρατούν εκεί αι πυρηνικαι δυνάμεις συνδέσεως. 'Η μάζα του πυρήνος αυξάνεται ούτω κατά μίαν μονάδα και τό βομβαρδισθέν άτομον μετατρέπεται εις άτομον ενός ισότοπου στοιχείου έχοντος μαζικόν αριθμόν κατά μίαν μονάδα μεγαλύτερον, ως π.χ.



Κατά τήν ένσωμάτωσιν του νετρονίου εις ένα πυρήνα, προσφέρεται εις αυτόν και σημαντικόν ποσόν ενεργείας, ήτοι : α) ή τυχόν κινητική ενέργεια του νετρονίου και β) ύση είναι ή ενέργεια συνδέσεως του νετρονίου προς τόν πυρήνα.

Συνεπώς, ό πυρήν εις τόν όποιον έχει ένσωματωθή τό νετρόνιον διεγείρεται και τίθεται εις ταλάντωσιν. 'Αναλόγως τής φύσεως του πυρήνος, ούτος αποδίδει εκ νέου τήν ενέργειαν αυτήν είτε υπό μορφήν ακτινοβολίας γ, είτε δι' αποβολής σωματιδίων ( $e^-$ , ή  $p^+$ , ή  $\alpha^{2+}$ ), είτε άκόμη



Σχ. 155. Σχηματική παράστασις σχάσεως πυρήνος ούρανίου 235.

και δια σχάσεως αυτού εις δύο μικρότερα τεμάχια. 'Η τελευταία αυτή περίπτωση συμβαίνει εις τούς πυρήνας τών βαρέων στοιχείων και ιδίως εις τόν πυρήνα του ούρανίου 235 ( ${}_{92}\text{U}^{235}$ ).

Τά δύο θραύσματα, τά όποια προκύπτουν από τήν σχάσιν του πυρήνος του ούρανίου 235 ανήκουν εις ισότοπα δύο στοιχείων μέσου μαζικού αριθμού και είναι άνισου μάζης. Είς τās περισσοτέρας τών περιπτώσεων τό έν θραύσμα έχει μαζικόν αριθμόν 139, τό δε άλλο έχει μαζικόν αριθμόν 95. Τά θραύσματα αυτά έχουν εις τούς πυρήνας των πλεονάζοντα αριθμόν νετρονίων, δι' ό και ύφίστανται περαιτέρω μεταβολάς, κατά τās όποιας αποβάλλονται νετρόνια όμου με άλλην ακτινοβόλον ενεργειαν, εις τήν όποιαν μετατρέπεται τό έλλειμμα μάζης εκ τής σχάσεως του βαρέος πυρήνος. 'Υπολογίζεται, ότι κατά τήν σχάσιν ενός πυρήνος ούρανίου 235 αποβάλλονται 2 έως 3 νετρόνια εκ τών θραυσμάτων (σχ. 155).

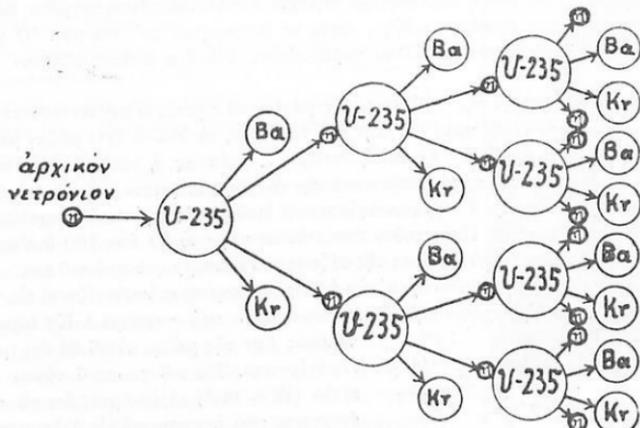
Εύρίσκεται ότι δια τήν σχάσιν του πυρήνος του άτόμου του ούρανίου 235, καθώς και τών στοιχείων  ${}_{92}\text{U}^{238}$  και  ${}_{94}\text{Pu}^{239}$  απαιτούνται βραδεία νετρόνια, ήτοι νετρόνια μικρής ταχύτητος. Τό κοινό ούράνιον  ${}_{92}\text{U}^{238}$ , καθώς και τό Th, δια τά ύποστούν σχάσιν έχουν ανάγκην ταχέων νετρονίων, διότι οι πυρήνες των είναι σταθερότεροι.

**481. 'Αλυσωτή αντίδρασις.** 'Εστω, ότι έν αρχικόν νετρόνιον προκαλεί τήν σχάσιν ενός πυρήνος ούρανίου 235. Παράγονται ούτω πλην τών δύο θραυσμάτων και 2 έως 3 νέα νετρόνια. 'Εάν τά 2 εκ τών νέων νετρονίων συναντήσουν υπό κατάλληλον ταχύτητα πυρήνας ούρανίου 235, τότε προκαλείται ή σχάσις αυτών, καθ' ήν παράγονται 4 έως 6 νέα νετρόνια. Τά νετρόνια αυτά θα προκαλέσουν τήν σχάσιν 4 τουλάχιστον νέων πυρήνων ούρανίου, ότε θα παραχθούν 8 έως 12 νέα νετρόνια κ.ο.κ. (σχ. 156). Ούτω από σχάσεως εις σχάσιν ό αριθμός τών εκτοξευομένων νετρονίων

διπλασιάζεται τουλάχιστον, αντίστοιχος δὲ πολλαπλασιάζεται καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν πυρήνων ποὺ ὑφίστανται σχάσιον.

Ἡ τοιαύτη διαδοχικὴ σχάσις τῶν πυρήνων, ἡ ὁποία ἐξελισσεται ἀφ' ἐκείτης καὶ κατὰ πολλαπλασιάζομενον ρυθμὸν καλεῖται **άλυσωτὴ ἀντίδρασις**.

Ὁ χρόνος ποὺ μεσολαβεῖ ἀπὸ σχάσεως εἰς σχάσιν, εἰς τὴν ἀλυσωτὴν ἀντίδρασιν εἶναι τῆς



Σχ. 156. Σχηματικὴ παράστασις ἀλυσωτῆς ἀντίδρασεως.

τάξεως τοῦ ἑκατοντάκις ἑκατομμυριοστού τοῦ sec. "Ὅσοις δηλ. εἶναι ὁ χρόνος, ὥστε ἐν ἐκπεμπόμενῳ νετρονίῳ νὰ συναντήσῃ τὸν πυρήνα ἐνὸς παρακειμένου ἀτόμου οὐρανίου.

**482. Συντήρησις τῆς ἀλυσωτῆς ἀντίδρασεως.** Διὰ νὰ διατηρηθῇ μίᾳ ἀλυσωτῇ ἀντίδρασις καὶ νὰ προσχωρήσῃ μέχρις ὅτου ὑποστοῦν σχάσιν ὅλα τὰ ἄτομα τοῦ σχασίμου ὕλικου, πρέπει ὅπως ἕνα τουλάχιστον νετρόνιον, ἐξ ἐκείνων ποὺ παράγονται εἰς ἐκάστην σχάσιν πυρήνος, νὰ προκαλέσῃ τὴν σχάσιν νέου πυρήνος. Συνήθως ὅμως ἕνα ποσοστὸν ἐκ τῶν ἐκπεμπόμενων νετρονίων ὑπὸ ἀτόμων ποὺ ὑπέστησαν σχάσιν ἐν δεδομένῃ στιγμῇ, δὲν προκαλεῖ σχάσεις νέων πυρήνων. Διότι τὰ νετρόνια αὐτὰ εἴτε διαφεύγουν, διότι δὲν συνήντησαν πυρήνας, εἴτε ἀπορροφῶνται ὑπὸ ξένου προσμίξεων τὰς ὁποίας ἔχει τὸ σχασίμιον ὕλικόν, εἴτε ἀνακλῶνται καὶ γίνονται τὴν ταχύτητα ποὺ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν σχάσιν κ.ο.κ. Ἡ ἀναλογία τῶν διαφευγόντων νετρονίων ἐλαττωθεῖ, ὅταν αὐξάνεται ὁ ὄγκος, ἢ τοι ἡ μάζα τοῦ σχασίμου ὕλικου. Συνεπῶς, διὰ κάθε σχασίμιον ὕλικόν ὑπάρχει μίᾳ ποσότης, κάτω τῆς ὁποίας τὸ ὕλικόν τοῦτο, διατρεῖται ἐπ' ἀπειρον, διότι τὰ νετρόνια ποὺ παράγονται ἐντὸς αὐτοῦ ἀπὸ σχάσεις πυρήνων τοῦ διαφεύγουν κατὰ τὸ πλεῖστον, ὥστε νὰ μὴ δύναται νὰ διατηρηθῇ ἡ ἀλυσωτὴ ἀντίδρασις. Ἡ ποσότης αὕτη καλεῖται **κρίσιμος μᾶζα** τοῦ σχασίμου ὕλικου καὶ ἀφορᾷ τὴν ἀλυσωτὴν ἀντίδρασιν. Ἡ ποσότης αὕτη ἐκτείνεται ἐν τῇ κρισίμῳ μάζῃν αἱ ἀπώλειαι τῶν νετρονίων λόγῳ διαφυγῆς καὶ ἀπορροφῆσεων ἀντισταθμίζονται ἀπὸ τὴν ταυτόχρονον παραγωγὴν ἴσου ἀριθμοῦ νέων νετρονίων ἀπὸ πυρήνων ποὺ ὑφίστανται σχάσιν.

Εἰς ποσότητα μεγαλυτέραν τῆς κρισίμου μάζης (ὑπερκρίσιμον) ἡ ἀλυσωτὴ ἀντίδρασις προχωρεῖ μέχρι τέλους, ὅποτε τὸ σχασίμιον ὕλικόν ἐκρήγνυται.

Ἡ κρισίμος μᾶζα ἐξαρτᾶται ἀπὸ πολλοὺς παράγοντας, ὡς π.χ. ἀπὸ τὸ ποσοστὸν περιεκτικότητος τῆς οὐσίας εἰς σχασίμιον ὕλικόν, ἀπὸ τὸ ποσοστὸν καὶ τὸ εἶδος τῶν ξένων προσμίξεων, αἱ ὁποῖαι ἀπορροφῶν νετρόνια, ἀπὸ τὸ σχῆμα (σφαῖρα, κύλινδρος, πλάξ) κ. ἄ.

Ὅτω π.χ. σφαῖρα ἐκ καθαροῦ οὐρανίου 235 ἀκτίνος 9 cm, ἥτις ἔχει μᾶζαν 50 Kg περίπου, ἔχει ὑπερβῆ τὴν κρισίμιον μᾶζαν καὶ θὰ ἐκρηγῇ αὐτομάτως. Διότι ἕνα τυχαῖον νετρόνιον προκαλεῖ τὴν ἐναρξιν τῆς ἀλυσωτῆς ἀντίδρασεως, ἥτις θὰ προκαλέσῃ τὴν διαδοχικὴν σχάσιν ὅλων τῶν πυρήνων ἐντὸς χρόνου τῆς τάξεως τοῦ ἑκατομμυριοστού τοῦ sec. Ἡ αὕτη ποσότης οὐρανίου 235, ἐὰν εὑρίσκειται ὑπὸ μορφῆν 4, ἢ περισσοτέραν χωριστῶν τεμαχίων, δύναται νὰ διατηρηθῇ ἐπ' ἀπει-

ρον, διότι έχει μεγάλην διαφυγήν νετρονίων εις ἕκαστον τεμάχιον καὶ δὲν δύναται νὰ ὑποστῇ ἀλυσωτῆν ἀντίδρασιν.

**483. Ἀτομικὴ βόμβα.** Ἡ ἀτομικὴ βόμβα περιέχει ὡς κυρίαν ἐκρηκτικὴν ὕλην μίαν ποσότητα σχασίμου μετάλλου, ἥτοι οὐράνιον  ${}_{92}\text{U}^{235}$ , ἢ πλουτονίου  ${}_{94}\text{Pu}^{239}$ . Δι' λεπτομέρειαν τῆς κατασκευῆς καὶ λειτουργίας τῆς τρυφῶνται μυστικά. Ἐν γενικαῖς γραμμαδαῖς τὸ σχάσιμον μέταλλον εὐρίσκεται κατανεμημένον εἰς δύο ἢ περισσότερα τεμάχια ἀκτινοειδῶς διατεταγμένα, ἕκαστον τῶν ὑποίων εἶναι μικρότερον τῆς κρίσιμου μάζης, ὥστε νὰ διατηρητῆται ἐπ' ἀπειρον. Ὁ χῶρος ποὺ περιέχει τὰ τεμάχια τοῦ σχασίμου μετάλλου περικλείεται ἀπὸ ἓνα ἀνεκτικώτατον περίβλημα (σχ. 157).

Κατὰ τὴν δεδομένην στιγμὴν τῆς ἐκρήξεως τὰ τεμάχια τοῦ σχασίμου συγκεντρῶνται πίπτοντα τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου καὶ ἀποτελοῦν πρὸς στιγμὴν ἓνα τεμάχιον, τὸ ὅποιον ἔχει μάζαν μεγαλυτέραν τῆς κρίσιμου. Ἀρχεται τότε ἀμέσως ἡ ἀλυσωτὴ ἀντίδρασις σχάσεως, ἡ ὁποία διεγείρεται ἀπὸ ἓνα τυχαῖον νετρόνιον, ἐξ ἐκείνων ποὺ παράγονται κατὰ τὴν συνήθη αὐτόματον ραδιενέργειαν τοῦ σχασίμου ὕλικου. Κατὰ τὴν ἀλυσωτῆν ἀντίδρασιν ὑφίστανται διαδοχικῶς σχάσιν ὅλα σχεδὸν τὰ άτομα τοῦ σχασίμου ὕλικου τῆς βόμβας. Πρὸς τοῦτο ἀπαιτοῦνται περίπου 80 ἕως 100 διαδοχικαὶ σχάσεις. Ὁ χρόνος ποὺ ἀπαιτεῖται δι' αὐτὰς εἶναι τῆς τάξεως τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τοῦ sec.

Τὸ ἔλλειμμα μάζης κατὰ τὴν ἀλυσωτῆν αὐτὴν ἀντίδρασιν σχάσεως ὑπολογίζεται εἰς τὸ 1/1000 τοῦ σχασίμου ὕλικου. Ἀπὸ τὴν σχάσιν δηλ. ὅλων τῶν ατόμων ποὺ περιέχει 1 Kg οὐράνιον  ${}_{92}\text{U}^{235}$ ,

τελικῶς 1 gr τῆς μάζης αὐτοῦ θὰ ἔχη μετατραπῆ εἰς ἐνέργειαν. Ἐκ τοῦ γνωστοῦ τύπου τοῦ Einstein ( $W = mc^2$ ) εὐρίσκομεν, ὅτι τὸ ποσὸν τῆς ἐνεργείας ποὺ ἀντιστοιχεῖ εἰς ἔλλειμμα μάζης 1 gr ἰσοῦται μὲ  $9 \times 10^{20}$  ἔργα. Τοῦτο εἶναι τεράστιον, διότι ἀντιστοιχεῖ πρὸς  $2,15 \times 10^{10}$  μεγάλας θερμίδας, τὰς ὁποίας ἀναπτύσσουσιν καίόμενοι 2500 τόννοι ἄνθρακος. Τόση ἐνέργεια ἀναπτύσσεται ἐπίσης καὶ κατὰ τὴν ἐκρήξιν 2000 τόννων τῆς ἐκρηκτικῆς ὕλης τρινιτροτουλουόλης (τροσύλη). Ὅθεν, τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐκρήξεως μιᾶς ἀτομικῆς βόμβας, ἡ ὁποία περιέχει ἑκατοντάδας Kg σχασίμου μετάλλου εἶναι τρομακτικὰ (Χιροσίμα, Ναγκασάκι).

Πατὴρ τῆς ἀτομικῆς βόμβας θεωρεῖται ὁ διάσημος Ἀμερικανὸς ἀτομικὸς ἐπιστῆμων Ρόμπερτ Ὀππενχάιμερ (σχ. 158).

**484. Ἡ βόμβα τοῦ ὑδρογόνου.** Αὕτη καλεῖται καὶ **θερμοπυρηνικὴ βόμβα**. Διότι κατὰ τὴν ἐκρήξιν τῆς ἐκλύει ἐνέργειαν, ἡ ὁποία ὀφείλεται εἰς σύντηξιν πυρῶνων ὑδρογόνου, ἡ ἰσοτύ-

Σχ. 157. Σχεδιάγραμμα ἀτομικῆς βόμβας.

πων τοῦ ὑδρογόνου, πρὸς σχηματισμὸν ἡλίου, ὡς π.χ.



Ἡ ἀκένωτος πηγὴ ἐνεργείας, τὴν ὁποίαν ἀκτινοβολοῦν ὁ ἥλιος καὶ οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες, ὀφείλεται εἰς τοιαύτας συντήξεις ἐντὸς τῆς μάζης αὐτῶν.

Διὰ νὰ πραγματοποιηθῇ ἡ σύντηξις, ἀπαιτεῖται θερμοκρασία δεκάδων ἑκατομμυρίων βαθμῶν κελσίου, τοιαύτη δὲ θερμοκρασία ἐπικρατεῖ εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἡλίου καὶ τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων.

Εἰς τὴν θερμοπυρηνικὴν βόμβαν ἡ θερμοκρασία αὕτη ἐπιτυγχάνεται διὰ προηγουμένης ἐκρήξεως ἀτομικῆς βόμβας (σχ. 159). Συνεπῶς, ἡ θερμοπυρηνικὴ βόμβα ἀποτελεῖται ἀπὸ σχάσιμον ὕλικόν ποὺ περιέχει τὰ ἰσότοπα τοῦ ὑδρογόνου διὰ τὴν σύντηξιν καὶ περαιτέρω ἀπὸ ἓνα ἀνεκτι-

κόν περιβλημα. Κατά την δεδομένη στιγμήν προκαλείται η έκρηξις του σχασίμου υλικού, όποτε εκ τής αναπτυσσόμενης τεραστίας πιέσεως και θερμοκρασίας προκαλεί η σύντηξις του υδρογόνου εις ήλιον.

Τò έλλειμμα μάζης κατά την σύντηξιν είναι μεγαλύτερον από εκείνο τής σχάσεως. Έπολογί- ζεται ότι κατά την σύντηξιν εις ήλιον 1 Kg υδρογόνου αναπτύσσεται ενέργεια αναλογοῦσα πρὸς την εκ τής καύσεως 18500 τόνων ανθρακίτου.

Η πρώτη θερμοπυρηνική βόμβα έρρίφθη δοκιμαστικῶς υπό τῶν Αμερικανῶν την 1ην Μαρτίου 1954 εις την περιω- χήν τῶν κοραλλιογενῶν νήσων Bikini του Ειρηνικοῦ Ωκε- ανου και εΐχεν ισχὸν 25 εκατομμυρίων τόνων (25 μεγατό- νων) τρινιτρολουλῆς.

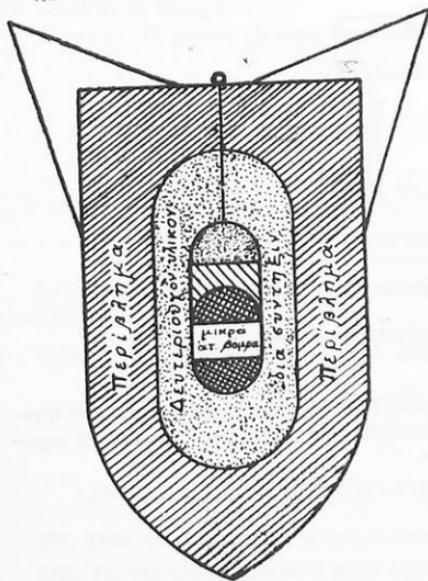
#### 465. Πυρηνικοί αντίδραστήρες. Ατομικά στήλαι.

Όστω καλοῦνται ειδικαί έγκαταστάσεις, ὅπου η πυρηνική ενέργεια που αναπτύσσεται κατά την σχάσιν βαρέων πυρή- νων, δεσμεύεται καταλλήλως μετατρεπομένη εις θερμοικὴν ενέργειαν και εν συνεχείᾳ εις ηλεκτρικὴν ενέργειαν.

Ο ρυθμὸς σχάσεων τῶν πυρήνων του σχασίμου υλικού εντὸς του αντίδραστήρος ελέγχεται εις τρόπον, ὥστε η αντίδραξις νά είναι αλυσωτή και νά συντηρῆται μόνη τῆς, χωρὶς και νά μεταβληθῆ εις έκρηξιν. Πρὸς τούτο, τοποθε- τοῦνται εντὸς του αντίδραστήρος κατάλληλα διαφράγματα, (σχ. 160), τὰ ὅποια ἀπορροφοῦν μέρος τῶν νετρονίων που παράγονται εις έκαστην σχάσιν εις τρόπον ὥστε ὁ λόγος :

$$K = \frac{\text{ἀριθμὸς νετρονίων γενεῆς τινὸς}}{\text{ἀριθμὸς νετρονίων ἀμέσως προηγουμένης γενεᾶς}}$$

νά εχη τιμὴν ελάχιστα μεγαλύτεραν τῆς μονάδος. Έάν η τιμὴ του K γίνη μικροτέρα τῆς μονά- δος, τότε η αντίδραξις σχάσεως σβέννυται βαλμηδόν. Έάν δὲ υπερβῆ ὀρισμένον ὄριον (1,0065), τότε ὁ αντίδραστήρ βαίνει πρὸς έκρηξιν.



Σχ. 159. Σχεδ/μα βόμβας υδρογόνου.



Σχ. 158. Ρόμπερτ Όπενχάιμερ

Ο πυρηνικός αντίδραστήρ αποτελείται κυρίως από τρία μέρη, ήτοι: α) Από τὸ σχά- σιμον υλικὸν που λέγεται «πυρηνικὸν σχά- σιμον», β) Από τὸν ἐπιβραδυντήρα τῶν νε- τρονίων και γ) Από τὸ ὑγρὸν που παραλαμ- βάνει τὴν θερμότητα, η ὅποια παράγεται κατά τὴν σχάσιν (σχ. 161).

Αναλόγως τῆς φύσεως και τῆς διατάξεως τῶν ὡς ἄνω τριῶν μερῶν του αντίδραστήρος, οὔτοι κατατάσσονται εις διαφόρους κατηγο- ρίας, ὡς π.χ. :

1) Ός πρὸς τὸ ἀκαύσιμον ὁ αντίδραστήρ δύναται νά λειτουργῆ με φυσικὸν οὗράνιον (που περιέχει 0,7 % U<sup>235</sup>), ἢ με οὗράνιον ἐμπλουτισμένον με U<sup>235</sup>, ἢ και με μίγμα οὗ- ρανίου — πλουτονίου.

2) Ός πρὸς τὸν ἐπιβραδυντήρα τῶν νε- τρονίων ἔχουμε ἀντιδραστήρας με Η<sub>2</sub>O, ἢ D<sub>2</sub>O, ἢ C (γραφίτην), ἢ και Be.

3) Τέλος, ὡς πρὸς τὸ ὑγρὸν παραλαβῆς

τῆς παραγομένης θερμότητος κατά τὰς σχάσεις, τούτο δύναται νά ειναι :

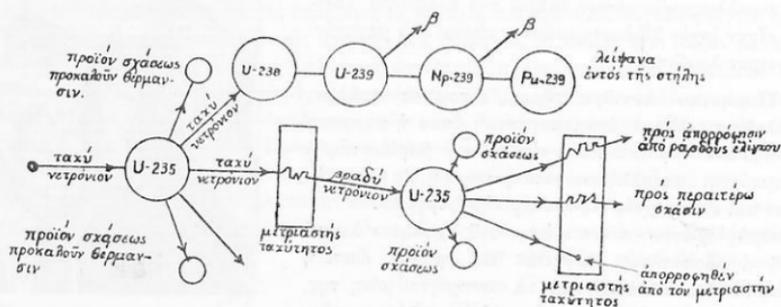
α)  $H_2O$ , ή  $D_2O$  εις τούς αντιδραστήρας μικρῆς ισχύος.

β) Ἀέριον ὑπό πίεσιν, ὡς π.χ.  $CO_2$ , ἢ  $N_2$ . Τοῦτο χρησιμοποιεῖται εις τούς ισχυροὺς αντιδραστήρας.

γ) Τέλος, ἡ κυκλοφορία ὑγροῦ μετάλλου (π.χ. κράμα  $Na$  22 % καὶ  $K$  78 %) ἐπιτρέπει τὴν πραγματοποίησιν πολλῶν θερμοῶν αντιδραστήρων μεγάλης ισχύος καὶ μικροῦ σχετικῶς ὄγκου.

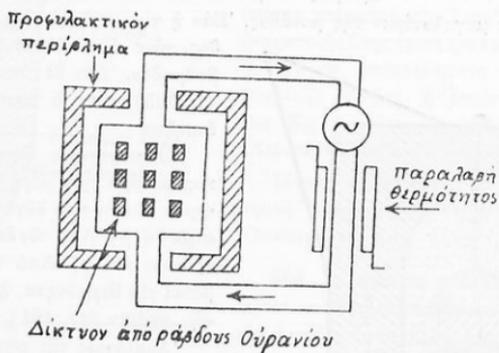
Εἰς τὸ σχῆμα 161 παριστᾶται ἡ διάταξις ἀντιδραστήρος, ὅπου ἡ ψύξις ἐπιτυγχάνεται διὰ κυκλοφορίας τοῦ ἐπιβραδυντήρος τῶν νετρονίων ( $D_2O$ , ἢ  $H_2O$ ).

Ἐν Ἑλλάδι καὶ εις θέσιν Ἀγ. Παρασκευῆ τῶν Ἀθηνῶν ἐγκατεστάθη πυρηνικὸς ἀντιδραστήρ



Σχ. 160. Διάγραμμα παριστῶν τὴν προοδευτικὴνσχάσιν εις μίαν ἀτομικὴν στήλην.

ισχύος 1000 KW, τοῦ ὁποῦ τοῦ πυρηνικὸν καύσιμον εἶναι οὐράνιον ἐμπλουτισμένον κατὰ 20 % εις  $U^{235}$ . Ὁ σκοπὸς τοῦ ἀντιδραστήρος αὐτοῦ εἶναι καθαρῶς ἐρευνητικὸς καθὼς καὶ πρὸς παραγωγὴν



Σχ. 161. Σχηματικὴ παράστασις πυρηνικοῦ ἀντιδραστήρος.

ραδιενεργῶν ἰσοτόπων. Παρὰ τὸν ἀντιδραστήρα ὑπάρχουν ἐγκαταστάσεις λειτουργίας πολλῶν ἐργαστηρίων ἐρέυνας ἐπὶ θεμάτων Φυσικῆς, Χημείας, Βιολογίας, Ἱατρικῆς, ἠλεκτρικῶν καὶ τεχνολογικῶν. Τὸ ὅλον κέντρον καλεῖται «**Δημόκριτος**».

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

### ΓΕΝΙΚΑΙ ΟΔΗΓΙΑΙ

1. Μελετήσατε με προσοχήν τήν άσκησιν, ώστε να άντιληφθήτε τί δίδεται εις αυτήν και τί ζητείται.

2. Γράψατε τήν σχετικήν χημικήν εξίσωσιν, ή όποία άνταποκρίνεται εις τήν άσκησιν.

3. Συμβουλευόμενοι τόν πίνακα τών άτομικών βαρών τών στοιχείων γράψατε κάτωθεν τής χημικής εξίσώσεως τά μοριακά βάρη μιās εκάστης ούσιās. Έάν ύπάρχη συντελεστής πρὸ τοῦ χημικοῦ τύπου ενός μορίου, τὸ μοριακὸν βάρος αὐτοῦ θά πολλαπλασιασθῇ ἐπὶ τὸν συντελεστὴν τοῦτον.

4. Προκειμένου περὶ αερίων, ἢ ἀτμῶν, ζητοῦνται συνήθως οἱ ὄγκοι αὐτῶν. Τότε, ἀντὶ τοῦ μοριακοῦ βάρους θά τίθεται κάτωθεν τοῦ χημικοῦ τύπου τῆς ούσιās ὁ μοριακὸς ὄγκος τῶν αερίων, ἦτοι 22,4 λίτρα. Έάν πρὸ τοῦ χημικοῦ τύπου ύπάρχη συντελεστής, θά πολλαπλασιασώμεν τὰ 22,4 λίτρα ἐπὶ τὸν συντελεστὴν αὐτόν.

5. Έκτὸς τῶν περιπτώσεων, ὅπου γίνεται εἰδικὴ μεία, οἱ ὄγκοι τῶν αερίων καὶ τῶν ἀτμῶν λογίζονται ὑπὸ κανονικῆς συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, ἦτοι ὑπὸ πίεσιν 760 mm Hg καὶ θερμοκρασίαν 0° C. Όταν ὅμως οἱ ὄγκοι τῶν αερίων καὶ ἀτμῶν παρέχωνται, ἢ ζητοῦνται ὑπὸ διαφόρων τῶν κανονικῶν συνθήκας πίεσεως καὶ θερμοκρασίας, τότε ἀνάγκημεν τοὺς ὄγκους αὐτοὺς εἰς ἀντιστοιχοῦς ὄγκους ὑπὸ Κ.Σ. Πρὸς τοῦτο, χρησιμοποιοῦμεν τήν γινωστήν ἐκ τῆς φυσικῆς εξίσωσιν τῶν τελείων αερίων :

$$P.V = P_0.V_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right)$$

Π α ρ α δ ε ἰ γ μ α τ α : 1. Έκ τῆς ηλεκτρολύσεως 10 gr ὕδατος πόσοι ὄγκοι ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου θά παραχθοῦν ;

Λ Ὑ σ ι ε ς : Ἡ χημικὴ εξίσωσις καὶ ἡ κατάστροφισ τῆς ἀσκήσεως ἐνταῦθα ἔχουν ὡς ἐξῆς :



$$36 \text{ gr} \rightarrow 44,81 + 22,41$$

$$\frac{10}{36} \quad \text{X}; \quad \text{Y};$$

$$\text{ἐξ ὅς } X = 44,8 \cdot \frac{10}{36} = 12,441$$

$$Y = 22,4 \cdot \frac{10}{36} = 6,221$$

2. Ἀέριον καταλαμβάνει ὄγκον 1,21 εἰς 15°C καὶ πίεσιν 730 mm Hg. Ζητεῖται ὁ ὄγκος αὐτοῦ ὑπὸ Κ.Σ.

$$\text{Λ Ὑ σ ι ε ς : } P.V = P_0.V_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right) \text{ ἢ } 730 \cdot 1,2 = 760.V_0 \left( 1 + \frac{15}{273} \right) \text{ ἐξ ὅς :}$$

$$V = \frac{730 \cdot 1,2}{760 \left( 1 + \frac{15}{273} \right)} = 1,092 \text{ l}$$

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΩΝ ΓΝΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

171. Ποῖα εἶναι ἡ σχετικὴ πυκνότης ενός εκάστου ἐκ τῶν αερίων :  $\text{O}_2$ - $\text{H}_2$ - $\text{Cl}_2$ - $\text{F}_2$  ;

172. Έκ τῆς ηλεκτρολύσεως 2 mols ὕδατος πόσοι ὄγκοι ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου θά παραχθοῦν ;

173. Νὰ εἰρεθοῦν τὰ μοριακά βάρη τῶν ενώσεων  $\text{HgO}$ - $\text{H}_2\text{O}$ - $\text{FeO}$ - $\text{NaOH}$ - $\text{HCl}$ - $\text{H}_2\text{SO}_4$ - $\text{NaCl}$ - $\text{CO}_2$ - $\text{MnO}_2$  καὶ  $\text{KClO}_3$ .

174. Πόσον όγκον καταλαμβάνουν υπό Κ.Σ. 22 gr  $\text{CO}_2$ -4gr $\text{O}_2$ -2gr $\text{H}_2$ -15gr $\text{Cl}_2$ -36gr $\text{H}_2\text{O}$  (υδρατιμών) ;
175. Πόσον ζυγίζουν 1000 m<sup>3</sup> υδρογόνου υπό Κ.Σ.
176. Ποία είναι ή σχετική πυκνότης τών αερίων :  $\text{CO}_2$ - $\text{SO}_2$  και  $\text{NH}_3$  ;
177. Πόσον σίδηρον και πόσον θείον περιέχουν 100 gr καθαρού σιδηροπυρίτου ( $\text{FeS}_2$ ) ;
178. Ζητείται πόσον ζυγίζει ανά έν λίτρον τών αερίων : Ύδρογόνου, Ύξυγόνου, υδρατιμών, χλωρίου, άζώτου, άμμωνιάς και διοξειδίου του άνθρακος.
179. Ποία είναι ή εκατοστιαία σύστασις μίγματος άλάτων περιέχοντος 2 mols χλωριούχου νατρίου, 5 mols όξινου άνθρακικού άσβεστίου και 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> mols ένύδρου γύψου ;
180. Δοθέντος ότι ποσότης ήλεκτρισμού ίση με 96540 Coulombs διερχομένη διά βολταμέτρου έλευθερώνει 36,76 gr διασθενούς χαλκού, να εύρεθής πόσον άργυρον θα έλευθερώσουν 3500 Coulombs, εάν διέλθουν διά διαλύματος νιτρικού άργύρου ( $\text{AgNO}_3$ ) ;
181. Δοθέντος ότι ποσότης ήλεκτρισμού ίση με 96540 Coulombs διερχομένη διά διαλύματος χλωριούχου άργιλίου ( $\text{AlCl}_3$ ) άποθέτει 9 gr άργιλίου, να εύρεθής ό όγκος του υδρογόνου που θα έλευθερωθής επί τής καθόδου, εάν διέλθουν διά διαλύματος υδροχλωρικού όξέος 12000 Coulombs.
182. Οί όγκοι που καταλαμβάνουν υπό τούς αυτούς όρους ίσοβαρείς ποσότητες υδρογόνου, χλωρίου, όξυγόνου και άζώτου είναι : 250 cm<sup>3</sup>, 7,04cm<sup>3</sup>, 15,625 cm<sup>3</sup> και 17, 865cm<sup>3</sup>. Δοθέντος ότι τό μοριακόν βάρος του όξυγόνου είναι 32, να εύρεθούν τά μοριακά βάρη τών λοιπών στοιχείων.
183. Έντός χαλυβδίνης φιάλης χωρητικότητος 40 λίτρων περιέχεται όξυγόνον υπό πίεσιν 150 άτμοσφαιρών και θερμοκρασίαν 0°C. Ζητείται: α) Τό βάρος του όξυγόνου αυτού και β) Ό όγκος του άτμοσφαιρικού άέρος, ό οποίος υπό κανονικάς συνθήκας περιέχει την αυτήν ποσότητα όξυγόνου. Περιεκτικότης άέρος εις όξυγόνον 21ο/ο.
184. Έκ τής ανάλυσεως 1,950 gr όξειδίου του σιδήρου προέκυψεν : βάρος σιδήρου 1,365 gr και βάρος όξυγόνου τό υπόλοιπον. Ζητείται ό Ε.Τ. του όξειδίου τούτου.
185. Διά πυρώσεως 2,5 gr καθαρού  $\text{CaCO}_3$  έλήφθησαν 1,4 gr  $\text{CaO}$ . Δοθέντος ότι  $\text{C} = 12$  και  $\text{O} = 16$ , να εύρεθής τό ατομικόν βάρος του  $\text{Ca}$ .
186. Έκ τής αναγωγής 8,793 gr όξειδίου ένός μετάλλου έχοντος τόν τύπον  $\text{MO}$  προέκυψαν 8,1625 gr μετάλλου  $\text{M}$ . Δοθέντος ότι τό άτομ. βάρος του όξυγόνου είναι 16, να εύρεθής τό Α.Β. του μετάλλου  $\text{M}$ .
187. Μεταλλικόν όξειδιον του τύπου  $\text{MO}$  περιέχει 19,57ο/ο όξυγόνον, ατομικού βάρους 16. Ζητείται τό Α.Β. του μετάλλου.
188. Ένα μέταλλον σχηματίζει με χλώριον τό άλας  $\text{MCl}$ , όπου τό  $\text{Cl}$  περιέχεται εις αναλογίαν 24,46ο/ο και με τό βρώμιον τό άλας  $\text{MBr}$ , όπου τό βρώμιον περιέχεται εις αναλογίαν 42,8ο/ο. Δοθέντος, ότι Α.Β. του  $\text{Cl} = 35,5$  και Α.Β. του  $\text{Br} = 80$ , να εύρεθής ό μέσος όρος του Α.Β. του μετάλλου.
189. Ένα μέταλλον έχει ειδικήν θερμότητα 0,16 και χημικόν ίσοδύναμον 20. Ζητείται τό ατομικόν του βάρος και τό σθένος του.
190. Άέριον έχει σχετικήν πυκνότητα ως πρòς τόν άέρα 1,5. Ζητείται πόσον ζυγίζει 1 l αυτού υπό Κ.Σ.
191. Η εκατοστιαία σύστασις μιās χημικής ένώσεως είναι :  $\text{Mg} = 25,57$  και  $\text{Cl} = 74,43$ . Δοθέντος ότι τό Μ.Β. αυτής είναι 95,3 να εύρεθής ό μοριακός της τύπος.
192. Η εκατοστιαία σύστασις μιās χημικής ένώσεως είναι  $\text{Ag} = 63,5ο/ο$ ,  $\text{N} = 8,245ο/ο$  και τό υπόλοιπον όξυγόνον. Έάν τό Μ.Β. αυτής είναι 170, να εύρεθής ό μοριακός της τύπος.
193. Μία χημική ένωσις έχει την εξής εκατοστιαίαν σύστασιν:  $\text{K} = 45,9ο/ο$ ,  $\text{N} = 16,5ο/ο$  και  $\text{O} = 37,6ο/ο$ . Ζητείται ό εμπειρικός της τύπος.
194. Η εκατοστιαία σύστασις μιās χημικής ένώσεως είναι :  $\text{C} = 84,2ο/ο$  και τό υπόλοιπον υδρογόνον. Δοθέντος ότι ή σχετική πυκνότης τών άτμών αυτής ως πρòς τόν άέρα είναι 3,94, να εύρεθής ό μοριακός της τύπος.

**195.** Ἀέριον σῶμα ἔχει τὴν ἐξῆς ἑκατοστιαίαν σύστασιν : S = 50ο/ο καὶ O = 50 ο/ο. Ὑπὸ θερμοκρασίαν 20° C καὶ πίεσιν 740 mm Hg, 551,13 cm<sup>3</sup> αὐτοῦ ζυγίζουν 1,44 gr. Ζητεῖται ὁ μοριακὸς τοῦ τύπος.

**196.** Ἀέριον σῶμα ἔχει σχετικὴν πυκνότητα ὡς πρὸς τὸν ἀέρα 1,517 καὶ τὴν ἐξῆς ἑκατοστιαίαν σύστασιν : N = 63,63ο/ο καὶ O = τὸ ὑπόλοιπον. Ζητεῖται ὁ μοριακὸς τοῦ τύπος.

**197.** Μία ὀργανικὴ ἔνωσις ἔχει τὴν ἐξῆς ἑκατοστιαίαν σύστασιν : C = 40ο/ο, H = 6,66ο/ο καὶ O = 53,33ο/ο. 166,7 cm<sup>3</sup> ἀτμῶν αὐτῆς μετρηθέντα ὑπὸ θερμοκρασίαν 130° C καὶ πίεσιν 755 mm Hg ζυγίζουν 0,3 gr. Ζητεῖται ὁ μοριακὸς τῆς τύπος.

**198.** Σιδηρὸς βάρους 5,341 gr ὀξειδούμενος παρέχει ὀξείδιον, τὸ ὅποιον ἔχει βάρος 6,874 gr. Ζητεῖται ὁ E.T. τοῦ ὀξειδίου τούτου

**199.** Πόσον βάρος χλωρίου περιέχει τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν μορίων μὲ 5,568 λίτρα CO μετρηθέντα ὑπὸ θερμοκρασίαν 27°C καὶ πίεσιν 750 mm Hg ;

**200.** Κύλινδρος περιέχει ὑπὸ K.Σ. O<sub>2</sub> τὸ ὅποιον ζυγίζει 4 gr. Ἐὰν ὁ αὐτὸς κύλινδρος εἶχε πληρωθῆ ὑπὸ τὰς ἰδίας συνθήκας μὲ 75ο/ο O<sub>2</sub> καὶ 25ο/ο He, ποῖον θά ἦτο τὸ βάρος τοῦ μίγματος;

**201.** Τρία δοχεῖα A, B καὶ Γ περιέχουν τὰ ἀέρια CO, O<sub>2</sub> καὶ i CH<sub>4</sub> (μεθάνιον) ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας καὶ ὑπὸ ἴσους ὄγκους. Ἐὰν τὰ βάρη τῶν ἀερίων αὐτῶν εἶναι : 4 gr, 3,75 gr καὶ 2gr, νὰ εὑρεθῆ ποῖον ἀέριον εὐρίσκεται εἰς ἕκαστον δοχεῖον.

**202.** 1,62 gr καθαρὸ ἀργύρου διαλύονται εἰς νιτρικὸν ὀξύ. Εἰς τὸ διάλυμα προστίθεται περισσεῖα ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος, ὃ δὲ κατακρημνισθεὶς χλωριούχος ἀργυρὸς ἀποχωριζόμενος, ξηραίνόμενος καὶ ζυγιζόμενος ἔχει βάρος 2,151 gr. Δοθέντος, ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ χλωρίου εἶναι 35,5, νὰ εὑρεθῆ τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ἀργύρου.

**203.** Στοιχεῖον μεταβαλλόμενον εἰς ὀξείδιον ὑφίσταται αὐξησιν τοῦ βάρους του κατὰ 25ο/ο Ζητεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ στοιχείου τούτου.

**204.** Ἐνα ἐκ τῶν ὀξειδίων τοῦ ἀζώτου περιέχει 30,4ο/ο ἄζωτον. Ἐὰν θεωρήσωμεν ὅτι εἰς τὸ μέρος τοῦ ὀξειδίου τούτου κάθε ἄτομον ἀζώτου ἀντιστοιχεῖ εἰς δύο ἄτομα ὀξυγόνου, νὰ εὑρεθῆ τὸ ἀτομικὸν βάρος τοῦ ἀζώτου.

**205.** Δοθέντος, ὅτι ἐπὶ 100 ὄγκων ἀέρος οἱ 79 ὄγκοι εἶναι ἄζωτον σχετικῆς πυκνότητος 0,972 καὶ οἱ 21 ὄγκοι εἶναι ὀξυγόνου σχετικῆς πυκνότητος 1,105, νὰ εὑρεθῆ ἢ κατὰ βάρος ἀναλογία τῶν δύο τούτων ἀερίων εἰς τὸν ἀέρα.

**206.** Ἡ ἑκατοστιαία σύστασις ἐνὸς ὀξειδίου τοῦ σιδήρου εἶναι : Fe = 70ο/ο καὶ O = 30ο/ο. Ζητεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ σιδήρου εἰς τὸ ὀξείδιον τούτου.

**207.** 7,6 γραμμάρια μετάλλου διαλυόμενα εἰς ὀξύ ἐλευθερώνουν 7 λίτρα ὕδρογόνου. Ζητεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου τούτου.

**208.** Εἰσάγοντες τεμάχιον ψευδαργύρου ἐντὸς διαλύματος SnCl<sub>2</sub> παρατηροῦμεν ὅτι 4,576 gr Zn διαλυόμενα εἰς αὐτὸ ἐλευθερώνουν 8,31 gr Sn. Ζητεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ κασιτέρου δοθέντος ὅτι τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ψευδαργύρου εἶναι 32,68.

**209.** Νὰ εὑρεθῆ τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον μετάλλου, δοθέντος ὅτι 8 gr θειούχου ἐνώσεως αὐτοῦ μετατρέπομενα εἰς χλωριούχον ἄλας ζυγίζουν τότε 13,5 gr. Χημικὸν ἰσοδύναμον S = 16 καὶ Cl = 35,5.

**210.** Πόσα ἀκέραια γραμμωμορία περιέχονται ἐντὸς 230 gr KOH;

**211.** Πόσον ζυγίζουν 750 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> λαμβανόμενα ὑπὸ K.Σ.;

**212.** Ἀέριον, τοῦ ὁποῦ οἱ ὄγκος ὑπὸ K.Σ. εἶναι 672 cm<sup>3</sup> ζυγίζει 2,13 gr Ζητεῖται τὸ μοριακὸν τοῦ βάρους.

**213.** Μίγμα ἀερίων ἔχει τὴν σύστασιν: CO + H<sub>2</sub> (ὕδραέριον). Ζητεῖται τὸ βάρος 1 m<sup>3</sup> αὐτοῦ ὑπὸ K.Σ.

**214.** 5 gr καθαρὸ ψευδαργύρου ἀντιδρῶντα μὲ ὀξύ ἐλευθερώνουν 6742,4 cm<sup>3</sup> ὕδρογόνου. Τὸ αὐτὸ βάρος τοῦ ψευδαργύρου ἀντικαθιστᾷ 16,74 gr ἀργύρου. Ζητεῖται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ἀργύρου.

215. Μία ένωση στοιχείου με βρόμιον έχει αναλογία εις βρόμιον 67,20/o. Ζητείται τὸ ατομικὸν βάρους τοῦ στοιχείου.

216. Στοιχείον ἐνούμενον μετὰ τὸ ὀξυγόνον παράγει ὀξειδίου διπλασίου βάρους. Ζητείται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ στοιχείου εἰς τὸ ὀξειδίον τοῦτο.

217. Μέταλλον βάρους 0,45 gr ἐλευθερώνει 560 cm<sup>3</sup> ὑδρογόνου ὑπὸ Κ.Σ. Ζητείται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου.

218. Πόσον βάρους καθαροῦ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> πρέπει νὰ ἀραιωθῇ μέχρις ἐνὸς λίτρου δι' ὕδατος, ὥστε νὰ λάβωμεν 0,5N διαλύματος;

219. Διὰ βολταμέτρου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου περιέχεται διάλυμα AuCl<sub>3</sub> ἔχουν διέλθει 2895 coulombs. Ζητείται τὸ βάρους τοῦ χρυσοῦ ποῦ ἔχει ἐναποτεθῆ εἰς τὴν κάθοδον.

220. Μία ένωση ἔχει τὴν ἐξῆς ἐκατοστιαίαν σύστασιν : Ca = 40o/o, C = 12o/o καὶ O = 48o/o. Ζητείται ὁ ἐμπειρικὸς τῆς τύπος.

221. Ἐνα λίτρον ἀερίου ζυγίζει 2,857 gr. Ζητείται τὸ μοριακὸν τοῦ βάρους.

222. Πόσα ἀκέραια γραμμομέρια περιέχονται εἰς 308 gr καυστικοῦ νάτρου ;

223. Ἐκ τῆς καύσεως 1,2 gr διασθενοῦς μετάλλου παράγονται 2 gr ὀξειδίου αὐτοῦ. Ζητεῖται τὸ ατομικὸν βάρους τοῦ μετάλλου καὶ ποῖον εἶναι τὸ μέταλλον.

224. Μία ένωση περιέχει : H = 1,59o/o, N = 22,22o/o καὶ O = 76,16o/o. Ἡ σχετικὴ πυκνότης τῶν ἀτμῶν αὐτῆς εἶναι 2,172. Ζητείται ὁ μοριακὸς τῆς τύπος.

225. Ζητεῖται ὁ ἐμπειρικὸς τύπος ἐνώσεως ἐχούσης : N = 46,66o/o καὶ O = 53,34o/o.

226. Πόσα cm<sup>3</sup> ἀραιῶ θειικοῦ ὀξέος ἔχοντος πυκνότητα 1,184 καὶ περιεκτικότητα εἰς ὀξὺ 25o/o ἀπαιτοῦνται, ἵνα διαλυθοῦν τελείως εἰς αὐτὸ 26 gr καθαροῦ ψευδαργύρου ;

227. Ἐνα στοιχείον σχηματίζει μετὰ τοῦ χλωρίου ένωση, τῆς ὁποίας ἡ περιεκτικότης εἰς χλώριον εἶναι 56,6o/o. Ζητείται τὸ ατομικὸν βάρους τοῦ στοιχείου τοῦτο.

228. Ἐὰν τὸ ἀνωτέρω στοιχείον σχηματίζῃ καὶ ἑτέραν ένωση μετὰ τὸ χλώριον, τῆς ὁποίας ἡ εἰς χλώριον περιεκτικότης εἶναι 74,73o/o νὰ δειχθῇ, ἐὰν εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἰσχύῃ ὁ νόμος τῶν πολλαπλῶν ἀναλογιῶν τοῦ Dalton.

229. Ἐνα στοιχείον σχηματίζει δύο ὀξείδια : Ὅταν ἓνα γραμμάριον τοῦ ἐνὸς ὀξειδίου ὑποβληθῇ εἰς ἀναγωγὴν δι' ὕδρογόνου, παρέχει 0,3375 gr ὕδατος. Ἐνα γραμμάριον τοῦ ἄλλου ὀξειδίου ὑποβαλλόμενον εἰς ἀναγωγὴν παρέχει 0,250 gr ὕδατος. Ζητοῦνται τὰ χημικὰ ἰσοδύναμα τοῦ στοιχείου εἰς τὰς δύο περιπτώσεις.

230. Ἐνα γραμμάριον καθαροῦ ψευδαργύρου διαλυόμενον εἰς ὀξὺ ἐλευθερώνει 1348,48 cm<sup>3</sup> ὑδρογόνου. Τὸ αὐτὸ βάρους ψευδαργύρου εἰσαγόμενον εἰς διάλυμα θειικοῦ χαλκοῦ ἐν περισσειᾷ ἀποχωρίζει 3,78 gr χαλκοῦ. Ζητείται τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ χαλκοῦ.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΕΩΣ

231. Διάλυμα KOH ἔχει πυκνότητα 1,25 καὶ περιεκτικότητα 30o/o κατὰ βάρους. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ διαλύματος τούτου, ὅπου περιέχονται 30,18 gr KOH.

232. Ζητεῖται πόσον βάρους H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> περιέχεται εἰς 12 cm<sup>3</sup> N διαλύματος τοῦ ὀξέος τούτου.

233. Διάλυμα ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἔχει πυκνότητα 1,19 καὶ περιεκτικότητα εἰς HCl 37o/o κατὰ βάρους. Ζητεῖται πόσον βάρους HCl περιέχεται εἰς 150 cm<sup>3</sup> τοῦ διαλύματος αὐτοῦ.

234. Διάλυμα ὀξέος ἔχει πυκνότητα 1,25 καὶ περιεκτικότητα εἰς ὀξὺ 38o/o κατὰ βάρους. Ζητεῖται ἡ περιεκτικότης αὐτοῦ κατ' ὄγκον.

235. Διάλυμα ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἔχει πυκνότητα 1,23 καὶ περιεκτικότητα εἰς HCl 40o/o κατὰ βάρους. Ζητεῖται πόσος ὄγκος ἀερίου HCl ὑπὸ Κ.Σ. περιέχεται εἰς 50 cm<sup>3</sup> τοῦ διαλύματος.

236. Διαλύονται 10 l ἀερίου ἀμμωνίας NH<sub>3</sub> ἐντὸς ὕδατος, ὅτε λαμβάνεται διάλυμα NH<sub>4</sub>OH, τὸ ὁποῖον ἔχει πυκνότητα 0,8 καὶ περιεκτικότητα εἰς NH<sub>3</sub> 30o/o κατὰ βάρους. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ληφθέντος διαλύματος.

**237.** Διάλυμα υδροχλωρικού όξέος έχει πυκνότητα 1,19 και περιεκτικότητα εις HCl 37% κατά βάρος. Ζητείται ή κανονικότης αὐτοῦ.

**238.** Πόσος ὕγκος διαλύματος HCl 0,1N ἀντιστοιχεί πρὸς 5 cm<sup>3</sup> διαλύματος NaOH 2N;

**239.** Διὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν 5 cm<sup>3</sup> διαλύματος HNO<sub>3</sub> καταβλήθησαν 7,5 0,1 N διαλύματος βάσεως. Ζητείται πῶσον βάρος τοῦ ὀξέος αὐτοῦ περιέχεται εις 200 cm<sup>3</sup> τοῦ διαλύματος.

**240.** Πόσον βάρος θειικοῦ ὀξέος περιέχεται εις 250 cm<sup>3</sup> διαλύματος αὐτοῦ 4N.

**241.** Βολτάμετρον περιέχον διάλυμα AgNO<sub>3</sub> εὐρίσκεται ἐν σειρᾷ μὲ τοιοῦτον ποῦ περιέχει ὀξυμισημένον ὕδωρ. Κατὰ τὴν διόδον ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μέσου αὐτῶν συλλέγουμεν εις τὸ δεύτερον βολτάμετρον 414,8 cm<sup>3</sup> ὑδρογόνου ὑπὸ Κ.Σ. Ζητείται τὸ βάρος τοῦ ἀργύρου, ὁ ὅποιος ἔχει ἀποτεθῆ εις τὴν κάθodon τοῦ πρώτου βολταμέτρου.

**242.** Ἐπὶ πῶσον χρόνον ρεῖμα ἐντάσεως 4 Ampères πρέπει νὰ διέλθῃ διὰ βολταμέτρου, ὥστε νὰ λάβωμεν 1 λίτρον ὀξυγόνου εις τὴν ἀνοδον;

**243.** Ρεῖμα ἐντάσεως 0,7 Ampère διερχόμενον ἐπὶ 45' διὰ βολταμέτρου ἐλευθερώνει 0,579 gr νικελίου. Ζητείται: α) Τὸ ἠλεκτροχημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ νικελίου καὶ β) Τὸ σθένος αὐτοῦ.

**244.** Ποσότης ἠλεκτρισμοῦ, ἡ ὅποια ἐλευθερώνει 0,216 gr Ag, ἐλευθερώνει 0,118 gr διαθενοῦς μετάλλου. Ζητείται τὸ ατομικὸν βάρος τοῦ μετάλλου.

**245.** Κατὰ τὴν βιομηχανικὴν παρασκευὴν τοῦ νατρίου διέρχεται διὰ μέσου τῆς συσκευῆς ρεῖμα ἐντάσεως 2300 Ampères. Ζητείται τὸ βάρος τοῦ νατρίου καὶ ὁ ὕγκος τοῦ χλωρίου, ποῦ παράγονται ἐντὸς μιᾶς ὥρας.

**246.** Δύο βολτάμετρα περιέχον τὸ μὲν πρῶτον διάλυμα CuSO<sub>4</sub>, τὸ δὲ ἄλλο διάλυμα AgNO<sub>3</sub>. Δοθὲν ρεῖμα ἐλευθερώνει εις τὸ πρῶτον 1,27 gr Cu. Ζητείται τὸ βάρος τοῦ ἀργύρου ποῦ θὰ ἐλευθερωθῆ εις τὸ ἄλλο βολτάμετρον ὑπὸ τοῦ ἰδίου ρεύματος.

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ : O<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

**247.** Πόσον ὕγκον ὀξυγόνου δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἐκ 50 gr χλωρικοῦ καλίου;

**248.** Πόσον KClO<sub>3</sub> ἀπαιτεῖται πρὸς παρασκευὴν 10 l ὀξυγόνου ὑπὸ Κ.Σ.;

**249.** Πόσα λίτρα ὑδρογόνου λαμβάνουμεν ὑπὸ Κ.Σ. δι' ἠλεκτρολύσεως 10 gr. ὕδατος;

**250.** Πόσον ζυγίζει τὸ ἀέριον CO<sub>2</sub> ποῦ παράγεται κατὰ τὴν καύσιν 12 gr C;

**251.** Πόσος ψευδάργυρος καὶ πῶσον θειικὸν ὀξύ ἀπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν 5,6 λίτρον. ὀξυγόνου;

**252.** Πόσα γραμμάρια καθαρῶν Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ἀπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν 18 l ὀξυγόνου;

**253.** Πόσος καθαρὸς ψευδάργυρος ἀπαιτεῖται, ἵνα δι' ἐπιδράσεως αὐτοῦ ἐπὶ ὀξέος παραχθῶν 5 l ὀξυγόνου;

**254.** Πόσον ὀξυγόνον θὰ παραχθῆ δι' ἐπιδράσεως 10 gr ἀσβεστίου ἐπὶ ὕδατος;

**255.** Πόσα γραμμάρια νατρίου ἀπαιτοῦνται, ἵνα δι' ἐπιδράσεως αὐτοῦ ἐπὶ ὕδατος ληφθῶν 5 l ὀξυγόνου;

**256.** Πόσον ψευδάργυρον καὶ πῶσον διάλυμα υδροχλωρικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 35% εις HCl πρέπει νὰ ἀντιδράσουν, ὥστε ἐκ τῆς καύσεως τοῦ παραχθῆσομένου ὀξυγόνου νὰ παραχθῶν 5,4 gr ὕδατος;

**257.** Πόσον ὕγκον ὀξυγόνου θὰ λάβωμεν δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ 42 gr ὀξυγόνου καὶ ἀσβεστίου (CaH<sub>2</sub>);

**258.** Πόσος ὀξυλίθος ἀπαιτεῖται διὰ τὴν πλήρωσιν μὲ ὀξυγόνον ἐνὸς ἀσκοῦ χωρητικότητος 15 dm<sup>3</sup>;

**259.** Πόσον ὕγκον ὕδρατιῶν ὑπὸ Κ.Σ. θὰ λάβωμεν ἐκ τῆς ἀναγωγῆς ὑπὸ ὀξυγόνου 2,5 gr ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ (CuO);

**260.** Πόσον χλωρικὸν κάλιον ἀπαιτεῖται πρὸς παρασκευὴν 5 l ὀξυγόνου;

261. Πόσον ὄγκον ὀξυγόνου δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἐκ τῆς πυρώσεως 10 gr ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου (HgO) ;
262. Πόσον ὑδρογόνον δύναται νὰ παραχθῇ δι' ἐπιδράσεως 10 gr ἀσβεστίου ἐπὶ ὕδατος ;
263. Πόσον νάτριον ἀπαιτεῖται, ἕνα δι' ἐπιδράσεως αὐτοῦ ἐπὶ ὕδατος παρασκευασθοῦν 5 l ὑδρογόνου ;
264. Πόσον ψευδάργυρον καὶ πόσον διάλυμα ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 35ο/ο θὰ χρησιμοποιήσωμεν, ἕνα ἐκ τῆς καύσεως τοῦ παραχθησομένου ὑδρογόνου σχηματισθοῦν 4,5 gr ὕδατος ;
265. Ἐντὸς ὕδατος ρίπτονται 4,6 gr καθαροῦ μεταλλικοῦ νατρίου. Ζητεῖται : α) Τὸ ποσὸν τοῦ ὕδατος ποῦ ἔχει ἀποσυντεθῆ, β) Τὸ ποσὸν τοῦ NaOH ποῦ ἔχει σχηματισθῆ, γ) Ὁ ὄγκος τοῦ παραχθέντος ὑδρογόνου.
266. 5 γραμμάρια χυτοσιδήρου περιέχοντος 4ο/ο ἄνθρακα εἰσάγονται εἰς περίσσειαν ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ παραχθησομένου ὑδρογόνου.
267. Διάλυμα ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου, εἶναι περιεκτικότητος 3% κατ' ὄγκον. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὅποῖον δύναται νὰ ἀποδώσῃ 1 cm<sup>3</sup> τοῦ διαλύματος τούτου.
268. Ζητεῖται ἡ κατ' ὄγκον περιεκτικότης εἰς ὑπεροξείδιον τοῦ ὑδρογόνου διαλύματος αὐτοῦ χαρακτηριζομένου ὡς 100 ὄγκων.
269. Πόσων ὄγκων (εἰς ὀξυγόνον) εἶναι διάλυμα H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> περιεκτικότητος 25ο/ο κατὰ βάρους καὶ ἔχοντος πυκνότητα 1,2.
270. 18 l O<sub>2</sub> μετατρέπονται μερικῶς εἰς ὄξον. Ὁ νέος ὄγκος τοῦ ληφθέντος μίγματος εἶναι 17,6 l. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ σχηματισθέντος ὄξοντος.
271. Μίγμα ἐκ Cu καὶ CuO ἔχει βάρους 10 gr. Τοῦτο πυροῦται εἰς ρεῖμα H<sub>2</sub>, ἔποτε τὸ βάρους του τελικῶς ἐλαττοῦται κατὰ 1,8 gr. Ζητεῖται ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τοῦ μίγματος.
272. Πόσον βάρους BaO<sub>2</sub> ἀπαιτεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν 80 gr διαλύματος H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> περιεκτικότητος 3ο/ο κατὰ βάρους
273. Πόσον ὄγκον ὑδρογόνου δυνάμεθα νὰ παρασκευάσωμεν ἠλεκτρολυτικῶς ἀπὸ 1 m<sup>3</sup> πάγου ἔχοντος πυκνότητα 0,9 gr/cm<sup>3</sup>;
274. Ἐντὸς εὐδιόμετρον εἰσάγομεν 100 cm<sup>3</sup> ἀέρος καὶ 50 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>. Ἀκολουθῶς προκαλοῦμεν ἡλ. σπινθήρα καὶ μετὰ τὴν καθύσιν παρατηροῦμεν, ὅτι ἀπέμεινεν ἐκεῖ ἀέριον ποῦ ἔχει ὄγκον 87,15 cm<sup>3</sup>. Ζητεῖται ἡ περιεκτικότης τοῦ εἰσαχθέντος ἀέρος εἰς ὀξυγόνον.
275. Πόσον ὄγκον ὑδρογόνου δυνάμεθα νὰ λάβωμεν δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ 42 gr ὑδρογονοῦχος ἀσβεστίου (CaH<sub>2</sub>) ;
276. Πόσος ὀξύλιθος ἀπαιτεῖται διὰ τὴν πλήρωσιν μὲ ὀξυγόνον ἐνὸς ἀσκοῦ χωρητικότητος 15 κυβ. παλαμῶν ;
277. Πόσον ὄγκον ὑδρατμῶν ὑπὸ Κ.Σ. θὰ λάβωμεν ἐκ τῆς ἀναγωγῆς 2,5 gr ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ (CuO) ;
278. Πόσον χλωρικὸν κάλιον ἀπαιτεῖται διὰ τὴν παρασκευὴν 5 l ὀξυγόνου ;
279. Πόσον ὄγκον ὀξυγόνου ὑπὸ Κ.Σ. λαμβάνομεν ἐκ τῆς πυρώσεως 10 gr ὀξειδίου τοῦ ὑδραργύρου (HgO) ;
280. Πέντε (5) γραμμάρια μίγματος χλωρικοῦ καλίου καὶ πυρολουσίτου παρέχουν ἐν ὅλῳ 672 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνου. Ζητεῖται ἡ ἑκατοστιαία σύνθεσις τοῦ μίγματος.
281. 0,876 gr ἐνύδρου κρυσταλλικοῦ ἄλατος θερμίνονται μέχρις ἀποβολῆς ὅλου τοῦ κρυσταλλικοῦ ὕδατος, ὅτε τὸ βάρους του γίνεται 0,442 gr. Τὸ ἀνύδρον ἄλας ἔχει μορ. βάρους 111. Ζητεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων τοῦ κρυσταλλικοῦ ὕδατος, ποῦ ἀντιστοιχεῖ εἰς κάθε μῦριον ἄλατος.
282. 10 cm<sup>3</sup> διαλύματος ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου θερμαίνοντα ἐκλύουν 22,4 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνου μετρομένου ὑπὸ πίεσιν 750 mm ὑδραργυρικῆς στήλης καὶ θερμοκρασίαν 100° C. Πόσον ὄγκον ὀξυγόνου ὑπὸ Κ.Σ. δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως ἐνὸς λίτρου τοῦ διαλύματος τούτου ;

**283.** Διαβιβάζοντας υδρατμούς δια μέσου διαπύρων ρινημάτων σιδήρου λαμβάνομεν 1,12 l υδρογόνου. Ζητείται τὸ βάρος τοῦ σιδήρου, τὸ ὅποιον ἔχει ὀξειδωθῆ, καθὼς καὶ τὸ βάρος τοῦ παραχθέντος  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

**284.** Ὁξείλιθος ἔχει περιεκτικότητά εἰς  $\text{Na}_2\text{O}_2$  450/ο. Προκειμένου νὰ παρασκευάσωμεν 25 λίτρα ὀξυγόνου, πόσα γραμμάρια ἔξ αὐτοῦ θὰ χρησιμοποιήσωμεν;

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΛΟΓΟΝΩΝ ΚΑΙ ΥΔΡΑΛΟΓΟΝΩΝ

**285.** Τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ τοῦ ἐμπορίου πυκνότητος 1,18 περιέχει διαλελυμένον ἄεριον 370/ο τοῦ βάρους του. Νὰ εὐρεθῆ ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου ὑδροχλωρίου ὑπὸ Κ.Σ., ποὺ περιέχεται εἰς 1 λίτρον τοῦ ὀξέος τούτου.

**286.** Πόσα λίτρα, χλωρίου ἀπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν 100 gr ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 18,250/ο εἰς  $\text{HCl}$ ;

**287.** Πόσον ὄγκον ὑδροχλωρίου δυνάμεθα νὰ λάβωμεν δι' ἐπιδράσεως θειικοῦ ὀξέος ἐπὶ 30 gr μαγειρικοῦ ἁλατος περιέχοντος 10% ξένας ὕλης;

**288.** Πόσον ὄγκον χλωρίου δυνάμεθα νὰ λάβωμεν δι' ἐπιδράσεως ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ 2,5 gr καθαρῷ πυρροουσίτου ( $\text{MnO}_2$ );

**289.** Πόσα λίτρα ὑδροχλωρίου ἀπαιτοῦνται, ἵνα παρασκευασθοῦν 140  $\text{cm}^3$  διαλύματος ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 37% εἰς ὑδροχλώριον καὶ πυκνότητος 1,19;

**290.** Ἀναμιγνύομεν 50 gr διαλύματος μαγειρικοῦ ἁλατος περιεκτικότητος 25% μὲ 89 gr διαλύματος αὐτοῦ περιεκτικότητος 12%. Ζητείται ἡ νέα περιεκτικότης τοῦ διαλύματος.

**291.** Πόσο λίτρα χλωρίου ἀπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν 100 gr ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 18,25%;

**292.** Πόσον ὄγκον ὑδροχλωρίου δυνάμεθα νὰ λάβωμεν δι' ἐπιδράσεως θειικοῦ ὀξέος ἐπὶ 30 gr μαγειρικοῦ ἁλατος περιέχοντος 10% ξένας ὕλης;

**293.** Πόσον ὄγκον χλωρίου δυνάμεθα νὰ λάβωμεν δι' ἐπιδράσεως ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἐπὶ 2,5 gr πυρροουσίτου ( $\text{MnO}_2$ );

**294.** Πόσα λίτρα ὑδροχλωρίου ἀπαιτοῦνται, ἵνα παρασκευασθοῦν 140  $\text{cm}^3$  διαλύματος ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 37% εἰς ὑδροχλώριον; Πυκνότης ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος 1,19.

**295.** Ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ πυκνότητος 1,14 ἔχει περιεκτικότητά εἰς ὀξὺ 27,66%. Πόσα  $\text{cm}^3$  ἐκ τοῦ ὀξέος αὐτοῦ ἀπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν 590  $\text{cm}^3$  ὑδρογόνου;

**296.** Προκειμένου νὰ παρασκευάσωμεν 5 λίτρα χλωρίου ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ πυρροουσίτου ( $\text{MnO}_2$ ) ποὺ ἀπαιτεῖται πρὸς τούτο, λαμβανόμενον ὑπ' ὄψιν ὅτι αὗτος περιέχει καὶ ξένας ὕλης εἰς ἀνλογία 130/ο.

**297.** Διάλυμα  $\text{AgNO}_3$  ἐπιδρᾷ ἐπὶ διαλύματος  $\text{KBr}$ , ὅτε λαμβάνονται 3 gr ἰζήματος ἐκ  $\text{AgBr}$ . Ζητοῦνται τὰ βάρη τοῦ  $\text{AgNO}_3$  καὶ  $\text{KBr}$  ποὺ ἔλαβον μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

**298.** Διαβιβάζομεν χλώριον διὰ μέσου 400 gr διαλύματος  $\text{MgBr}_2$  περιεκτικότητος 250/ο. Ζητείται τὸ βάρος τοῦ ληφθησομένου βρωμίου καὶ ὁ ὄγκος τοῦ χλωρίου, τὸ ὅποιον ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

**299.** Διάλυμα  $\text{HCl}$  ἐπιδρᾷ καταλλήλως ἐπὶ  $\text{KMnO}_4$ , ὅτε λαμβάνονται 850  $\text{cm}^3$   $\text{Cl}_2$ . Ζητείται τὸ βάρος τοῦ  $\text{KMnO}_4$  ποὺ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

**300.** Ἐπὶ 25 gr χλωρασβέστου ( $\text{CaOCl}_2$ ) περιεκτικότητος 800/ο ἐπιδρᾷ ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ. Ζητείται ὁ ὄγκος τοῦ ληφθησομένου ἀερίου.

**301.** Πόσος ὄγκος  $\text{F}_2$  δύναται νὰ ληφθῆ ἀπὸ 80 gr  $\text{CaF}_2$  περιέχοντος καὶ 250% ξένας ὕλης;

**302.** Εἰς 100  $\text{cm}^3$  ὕδατος διαλύονται 450 ὄγκοι ἀερίου  $\text{HCl}$ . Ζητείται ἡ κατὰ βάρος περιεκτικότης τοῦ διαλύματος εἰς  $\text{HCl}$ .

**303.** Ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ περιεκτικότητος 390/ο εἰς  $\text{HCl}$  ἐπιδρᾷ ἐπὶ  $\text{MnO}_2$ , ὅτε παράγονται 500  $\text{cm}^3$   $\text{Cl}_2$ . Ζητείται τὸ βάρος τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος, ποὺ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

**304.** 150 gr NaCl διαλελυμένου εις ύδωρ ηλεκτρολύονται καταλλήλως πρὸς παρασκευὴν Cl καὶ NaOH. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ παραχθομένου Cl<sub>2</sub> καὶ τὸ βάρος τοῦ NaOH.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ : S-H<sub>2</sub>S-SO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**305.** Πρὸς ἀπολύμανσιν ἐνὸς χώρου ἀπαιτοῦνται 5,6 l SO<sub>2</sub> δι' ἕκαστον κυβ. μέτρον αὐτοῦ. Ζητεῖται πόσον θεῖον πρέπει νὰ καύσωμεν ἐντὸς δωματίου χωρητικότητος 60 m<sup>3</sup>, ἵνα τὸ ἀπολυμάνωμεν ;

**306.** Πόσα λίτρα ὑδροθείου δύναται νὰ παραχθοῦν δι' ἐπιδράσεως ὀξέος ἐπὶ 8,8 gr καθαροῦ θειούχου σιδήρου (FeS) ;

**307.** Πόσον βάρος ἀνύδρου θειικοῦ ὀξέος δύναται νὰ παρασκευασθῇ ἐκ 15 Kg σιδηροπυρίτου περιέχοντος 20% οὐ ξένας ὕλας ;

**308.** Πόσον θεῖον περιέχεται εις 600 gr θειικοῦ ὀξέος, τὸ ὅποσον περιέχει καὶ 180% ὕδωρ ;

**309.** Πόσος ὄγκος διοξειδίου τοῦ θείου ὑπὸ Κ.Σ. παράγεται κατὰ τὴν καύσιν 2 gr καθαροῦ θείου ;

**310.** Πόσα γραμμάρια χαλκοῦ ἀπαιτοῦνται, ἵνα δι' ἐπιδράσεως θειικοῦ ὀξέος ἐπ' αὐτοῦ παραχθοῦν 2 l SO<sub>2</sub> ;

**311.** Πόσα γραμμάρια ὀξίνου θειώδους νατρίου ἀπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν 5 l SO<sub>2</sub> ;

**312.** Πόσα γραμμάρια σιδηροπυρίτου περιέχοντος 20% οὐ ξένας ὕλας ἀπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν 10 l SO<sub>2</sub> ;

**313.** Πόσα γραμμάρια θειούχου σιδήρου ἀπαιτοῦνται, ἵνα δι' ἐπιδράσεως ἐπ' αὐτοῦ ἐνὸς ὀξέος παραχθοῦν 2,5 l H<sub>2</sub>S ;

**314.** Πόσος ὄγκος ἀέρος ἀπαιτεῖται, ἵνα διὰ τοῦ ὀξυγόνου αὐτοῦ ὀξειδῶσωμεν 15 l SO<sub>2</sub> εἰς SO<sub>3</sub> ; Περιεκτικότητος ἀέρος εἰς ὀξυγόνον 20% κατὰ προσέγγισιν.

**315.** Πόσον θειικὸν ὀξύ δύναται νὰ ληφθῇ ἐκ 50 gr σιδηροπυρίτου ἔχοντος 20% οὐ ξένας ὕλας ;

**316.** Εἰς 250 cm<sup>3</sup> καθαροῦ θειικοῦ ὀξέος ρίπτομεν 150 cm<sup>3</sup> διαλύματος αὐτοῦ περιεκτικότητος 65%. Ζητεῖται ἡ περιεκτικότης τοῦ μίγματος. Πυκνότης καθαροῦ θειικοῦ ὀξέος 1,84, τοῦ δὲ διαλύματος 1,56.

**317.** Πόσα γραμμάρια SO<sub>3</sub> πρέπει νὰ προσθέσωμεν εἰς 135 gr διαλύματος θειικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 75%, ἵνα λάβωμεν ἀτμίζον θειικὸν ὀξύ περιεκτικότητος 15% εἰς ἐλεύθερον τριοξειδίον ;

**318.** Εἰς πόσα γραμμάρια ὕδατος πρέπει νὰ προσθέσωμεν 40 gr SO<sub>3</sub>, ἵνα λάβωμεν διάλυμα θειικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 75% ;

**319.** Πόσα γραμμάρια θειικοῦ ὀξέος καθαροῦ πρέπει νὰ ἀναμιξῶμεν μετὰ 65 gr ἀτμίζοντος θειικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 75% εἰς ἐλεύθερον SO<sub>3</sub>, ἵνα προκύψῃ ἀτμίζον θειικὸν ὀξύ περιεκτικότητος 25% εἰς ἐλεύθερον SO<sub>3</sub> ;

**320.** Πόσον βάρος ἀνυδρίτου τοῦ θειικοῦ ὀξέος περιέχεται ἐντὸς 150gr διαλύματος περιεκτικότητος 80% εἰς ὀξύ ;

**321.** Καίονται τελείως εἰς καθαρὸν ὀξυγόνον 24 gr θείου. Ζητεῖται : α) Ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου ποῦ θὰ παραχθῇ, β) Πόσον βάρος ἀνύδρου θειικοῦ ὀξέος δύναται νὰ παραχθῇ.

**322.** Σιδηροπυρίτης εἰσάγεται ἐντὸς σωλῆνος καὶ πυροῦται ἰσχυρῶς. Διαβιβάζεται τότε διὰ μέσου αὐτοῦ βδαδῆος 1 λίτρον ἀέρος περιεκτικότητος εἰς ὀξυγόνον 21%. Ζητεῖται : α) Ἡ φύσις καὶ ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου κατὰ τὴν ἔξοδον.

β) Πόσος ὄγκος ἐξ αὐτοῦ θὰ ἀπομείνῃ, ἐὰν διαβιβάσωμεν τοῦτο διὰ μέσου ὕδατος.

γ) Τὴν θὰ γίνῃ, ἐὰν εἰς τὸ ὕδωρ τῆς προηγουμένης περιπτώσεως ἐνεργήσῃ καταλλήλως ἰσχυρὸν ὀξειδωτικὸν μέσον.

**323.** Ζητεῖται πόσα βάρη ἐκ τῶν ὀσείων : Διοξειδίου τοῦ θείου, τριοξειδίου τοῦ θείου,

θεικού οξέος, ζέλιου θειικού νατρίου και ουδέτερου θειικού νατρίου δυνάμεθα να λάβωμεν ἐξ 75 gr σιδηροπυρίτου ( $\text{FeS}_2$ ) περιέχοντος 20% οξέας υλίας.

**324.** Πικνόν θεικόν οξύ ἐπιδρά ἐπὶ χαλκοῦ. ὅτε παράγονται 10 λίτρα  $\text{SO}_2$ . Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ χαλκοῦ ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

**325.** Ἐντὸς ὑαλίνου κώδωνος περιέχοντος χλωρίον εἰσάγεται ὕδρθειον ἐν περισσειᾷ, ὅτε κατακρημνίζεται ὑποκίτρινη κόλις, ἡ ἧπία ζυγίζει 2,8 gr. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ χλωρίου, ποῦ περιείχετο εἰς τὸν κώδωνα.

**326.** Πρὸς ἀπολύμανσιν ἐνὸς χώρου ἀπαιτοῦνται 5,6 λίτρα  $\text{SO}_2$  δι' ἕκαστον κυβ. μέτρον αὐτοῦ. Ζητεῖται πόσον θεῖον πρέπει νὰ καύσωμεν ἐντὸς δωματίου χωρητικότητος 60  $\text{m}^3$ , ἵνα τὸ ἀπολυμάνωμεν.

**327.** Πόσα λίτρα ὕδροθειοῦ παράγονται δι' ἐπιδράσεως οξέος ἐπὶ 8,8 gr θειούχου σιδήρου ( $\text{FeS}$ ).

**328.** Πόσον βάρος ἀνίδρου θεικοῦ οξέος δύναιται νὰ παρασκευασθῇ ἐκ 15 kg σιδηροπυρίτου περιέχοντος 20 % οξέας υλίας;

**329.** Πόσον θεῖον περιέχεται εἰς 600 gr θεικοῦ οξέος, τὸ ἴσῳ περιέχει 18 % ὕδωρ;

**330.** Πόσος ὄγκος διοξειδίου τοῦ θεῖου ὑπὸ Κ.Σ. παράγεται κατὰ τὴν καύσιν 2 gr θεῖου;

**331.** Πόσα γραμμάρια χαλκοῦ ἀπαιτοῦνται, ἵνα δι' ἐπιδράσεως θεικοῦ οξέος ἐπ' αὐτοῦ παραχθοῦν 2 l  $\text{SO}_2$ ;

**332.** Πόσα γραμμάρια ζέλιου θειώδους νατρίου ἀπαιτοῦνται διὰ τὴν παρασκευὴν 5 l  $\text{SO}_2$ ;

**333.** Πόσα γραμμάρια σιδηροπυρίτου περιέχοντος 20% οξέας υλίας ἀπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν 10 l  $\text{SO}_2$ ;

**334.** Πόσα γραμμάρια θειούχου σιδήρου ἀπαιτοῦνται, ἵνα δι' ἐπιδράσεως ἐπ' αὐτοῦ ἐνὸς οξέος παραχθοῦν 2,5 λίτρα ὕδροθειοῦ;

**335.** Πόσος ὄγκος αἰρός ἀπαιτεῖται, ἵνα διὰ τοῦ οξυγόνου αὐτοῦ οξειδώσωμεν 15 l  $\text{SO}_2$  εἰς  $\text{SO}_3$ ; Περιεκτικότης αἰρός εἰς ἐξυγίαν κατὰ πρᾶσέγγισιν 20%.

**336.** Πόσον θεικόν οξύ λαμβάνεται ἐκ 50 gr σιδηροπυρίτου ἔχοντος 20% οξέας υλίας;

**337.** Εἰς 250  $\text{cm}^3$  καθαρῶ θεικοῦ οξέος ρίπτομεν 150  $\text{cm}^3$  διαλύματος αὐτοῦ περιεκτικότητος 65%. Ζητεῖται ἡ περιεκτικότης τοῦ μίγματος εἰς θεικόν οξύ. Πυκνότης τοῦ μὲν καθαρῶ θεικοῦ οξέος 1,84, τοῦ δὲ διαλύματος 1,56.

**338.** Πόσα γραμμάρια  $\text{SO}_3$  πρέπει νὰ προσθέσωμεν εἰς 135 gr διαλύματος θεικοῦ οξέος περιεκτικότητος 75%, ἵνα λάβωμεν ἀμιζὸν θεικόν οξύ περιεκτικότητος 15% εἰς ἐλεύθερον τριοξειδίον;

**339.** Εἰς πόσα γραμμάρια ὕδατος πρέπει νὰ προσθέσωμεν 40 gr τριοξειδίου τοῦ θεῖου, ἵνα λάβωμεν διάλυμα θεικοῦ οξέος περιεκτικότητος 75%;

**340.** Εἰς ἐρμητικῶς κλειστὸν δωμάτιον διαστάσεων  $5 \times 4 \times 3$  μέτρων καίεται τελείως θεῖον βάρους 2 kg. Ζητεῖται ἡ σύστασις τῆς ἀτμοσφαιρας τοῦ δωματίου μετὰ τὴν καύσιν.

**341.** Ἐπὶ 10 gr χαλκοῦ ἐπιδρά ἐν θερμῷ περίσσεια θεικοῦ οξέος. Ζητεῖται ὁ ὄγκος ὑπὸ Κ.Σ. τοῦ ἐκλυθησομένου αἰρίου.

#### ΑΣΚΗΚΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ : $\text{N}_2$ - $\text{NH}_3$ - $\text{HNO}_3$

**342.** Τὸ νιτρικόν οξύ τοῦ ἐμπορίου περιέχει 70% ὕδωρον  $\text{HNO}_3$  καὶ 30%  $\text{H}_2\text{O}$ . Νὰ εὑρεθῇ πόσα μόρια ὕδατος ἀντιστοιχοῦν εἰς ἕκαστον μέρος ἡδρῖτου τοῦ οξέος ( $\text{N}_2\text{O}_5$ ).

**343.** Νὰ εὑρεθῇ ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τοῦ ζέλιου θεικοῦ ἀμμωνίου ( $\text{NH}_4\text{HSO}_4$ ).

**344.** Πόσα λίτρα ὕδρογόνου ἀπαιτοῦνται, ἵνα παρασκευασθοῦν 63 gr καθαρῶ νιτρικοῦ οξέος;

**345.** Πόσα λίτρα ἀμμωνίας παράγονται δι' ἐπιδράσεως ασβέστου ἐπὶ 10 gr χλωριούχου ἀμμωνίου ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ );

346. Πόσα γραμμάρια χλωριούχου άμμωνίου περιέχοντας 150/ο ξένας ύλας άπαιτούνται πρὸς παρασκευήν 4 l άμμωνίας ;
347. Πόσα λίτρα ύδρογόνου άπαιτούνται, διὰ τὴν παρασκευασθῶν 63 gr καθαρὸν νιτρικὸν ὀξέος ;
348. Πόσα λίτρα άμμωνίας δύνανται νὰ παραχθῶν δι' ἐπιδράσεως άσβέστου (CaO) ἐπὶ 10,7 gr χλωριούχου άμμωνίου (NH<sub>4</sub>Cl) ;
349. Πόσα γραμμάρια χλωριούχου άμμωνίου περιέχοντας 150/ο ξένας ύλας άπαιτούνται πρὸς παρασκευήν 4 l άμμωνίας ;
350. Πόσα γραμμάρια ανυδρίτου τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος περιέχονται ἐντὸς 250 gr διαλύματος νιτρικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος εἰς ὄξυ 450/ο ;
351. Πόσα λίτρα αέριου άμμωνίας ἐχούσης σχετ. πυκνότητῃ 0,59 άπαιτούνται, ἵνα λάβωμεν 45 gr διαλύματος καυστικῆς άμμωνίας περιεκτικότητος 250/ο εἰς NH<sub>4</sub>OH ;
352. Πόσον ἄζωτον περιέχεται εἰς 80 gr διαλύματος νιτρικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 350/ο εἰς ὄξυ ;
353. Διάλυμα άμμωνίας ἔχει πυκνότητα 0,9 καὶ περιεκτικότητῃ 290/ο. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τῆς αέριου άμμωνίας (NH<sub>3</sub>), ποὺ δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἐκ 10 cm<sup>3</sup> τοῦ διαλύματος τούτου.
354. Προκειμένου νὰ λάβωμεν 500 cm<sup>3</sup> ανυδρου νιτρικοῦ ὀξέος ἔχοντος πυκνότητῃ 1,52, ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ νιτρικοῦ νατρίου, τὸ ὁποῖον θὰ λάβῃ μέρος εἰς τὴν αντίδρασιν.
355. Διαθέτομεν ἄσβεστον περιεκτικότητος 80/ο εἰς CaO καὶ χλωριούχον άμμωνιον περιεκτικότητος 90/ο. Πόσον βάρος ἀπὸ κάθε οὐσίαν ἐκ τῶν ανωτέρω πρέπει νὰ λάβωμεν, ὥστε νὰ παρασκευάσωμεν 5 λίτρα NH<sub>3</sub> ;
356. Διὰ θερμάνσεως NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> ἐλήφθησαν 1,5 λίτρα N<sub>2</sub>O μετρηθέντα ὑπὸ πίεσιν 75 cm Hg καὶ θερμοκρασίαν 27° C. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ νιτρικοῦ άμμωνίου ποὺ ἔχει ἀποσυντεθῆ.
357. Ἐπὶ χαλκοῦ ἐπιδρᾷ HNO<sub>3</sub> πυκνότητος 1,46 καὶ περιεκτικότητος εἰς ὄξυ 800/ο, ὅτε ἐκλύονται 2 λίτρα NO. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ χρησιμοποιηθέντος ὀξέος.
358. Ἐπὶ 25 gr καθαρὸν NH<sub>4</sub>Cl ἐπιδρᾷ περίσσεια άσβέστου. Τὸ παραγόμενον αέριον διαλύεται εἰς 20 gr ὕδατος. Ζητεῖται ἡ περιεκτικότης τοῦ ὕδατος τούτου εἰς NH<sub>3</sub> κατὰ βάρος.
359. Πρόκειται νὰ παρασκευάσωμεν άμμωνιακὸν διάλυμα βάρους 100 gr μὲ περιεκτικότητῃ εἰς NH<sub>3</sub> 250/ο κατὰ βάρος. Ζητεῖται : α) Πόσον NH<sub>4</sub>Cl πρέπει νὰ χρησιμοποιηθῆ πρὸς τοῦτο β) Ὑπὸ πόσου ὕδατος πρέπει νὰ ἀπορροφηθῆ τὸ παραγόμενον αέριον.
330. Θετικὸν ὄξυ ἐπιδρᾷ ἐπὶ NaNO<sub>3</sub>, ὅτε λαμβάνομεν 250 cm<sup>3</sup> νιτρικοῦ ὀξέος πυκνότητος 1,42 gr/cm<sup>3</sup> καὶ περιεκτικότητος 660/ο κατὰ βάρος. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ νιτρικοῦ νατρίου, τὸ ὁποῖον ἔλαβε μέρος εἰς τὴν αντίδρασιν.
361. Περίσσεια CaO ἐπιδρᾷ ἐπὶ NH<sub>4</sub>Cl, ὅτε ἡ παραγομένη NH<sub>3</sub> διοχετευομένη εἰς διάλυμα H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ἐξουδετερώνει ἐκ αὐτοῦ 4,9 gr καθαρὸν ὀξέος. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ NH<sub>4</sub>Cl ποὺ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν αντίδρασιν.

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ: C-CO-CO<sub>2</sub> -Si

362. Ἐν ηλεκτρικῇ καμίνῳ ἀνάγονται 500 gr SiO<sub>2</sub> δι' ἄνθρακος καὶ παράγεται ἀντίστοιχον ποσὸν άνθρακοπυριτίου (SiC). Νὰ εὑρεθῆ τὸ βάρος τοῦ ἄνθρακος τοῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν αντίδρασιν
363. Πόσα λίτρα CO<sub>2</sub> δύνανται νὰ παραχθῶν κατὰ τὴν ἐπίδρασιν ὀξέος ἐπὶ 20 gr καθαρὸν άσβεστολίθου ;
364. Ἐν ηλεκτρικῇ καμίνῳ ἀνάγονται 500 gr SiO<sub>2</sub> δι' ἄνθρακος καὶ παράγεται ἀντίστοιχον ποσὸν άνθρακοπυριτίου (SiC). Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ χρησιμοποιηθέντος ἄνθρακος, ὑποτιθεμένης τῆς αντίδράσεως τελείας.
365. Πόσα λίτρα διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος δύνανται νὰ παραχθῶν δι' ἐπιδράσεως ὀξέος ἐπὶ 20 gr καθαρὸν άσβεστολίθου ;
366. Πόσος ὄγκος μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος δύνανται νὰ παραχθῆ ἐκ τῆς ἀνχωγῆς διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ὑπὸ 1 gr διαπύρου ἄνθρακος ;

- 367.** Πόσος όγκος διοξειδίου του άνθρακος, δύναται να παραχθῆ ἐκ τῆς ἐπιδράσεως όξέος ἐπὶ 20 gr καθαρῦ άσβεστολίθου ;
- 368.** Πόσα κυβ. μέτρα CO<sub>2</sub> δύναται να παραχθοῦν διὰ πυρώσεως ἐν άσβεστοκαμίνῳ 30 τόννων άσβεστολίθου περιέχοντος καὶ 5ο/ο ξένας ύλας ;
- 369.** Πόσον SiO<sub>2</sub> καὶ πόσον άνθραξ περιέχουν 15ο/ο ξένας ύλας άπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν 8 gr άνθρακοπυριτίου (SiC) ;
- 370.** Ἐντὸς εὐδιόμε:ρου υπάρχει μίγμα CO καὶ O όγκου 25 cm<sup>3</sup>. Μετὰ τὴν ἔκρηξιν ἡλ' σπινθηρός ό όγκος γίνεται 7 cm<sup>3</sup>, τὸ άπομένον δὲ άέριον δὲν περιέχει CO. Ζητεῖται ἡ άρχικὴ σύστασης τοῦ μίγματος.
- 371.** Ἐναμιγνύονται CO καὶ Cl συνολικοῦ όγκου 400 cm<sup>3</sup>. Τὸ μίγμα ἐκτίθεται εἰς τὸ φῶς ὅπου προκαλεῖται αντίδρασις, μετὰ τὴν ὅποιαν ό όγκος τῶν άερίων γίνεται 250 cm<sup>3</sup>. Εἰς τὸ τελικόν αὐτὸ προϊόν ὑπάρχει άκόμη καὶ ελευθερον Cl<sub>2</sub>. Ζητεῖται : α) Ἡ ποσοτικὴ άναλογία τῶν άρχικῶν άερίων. β) Ἡ ποιοτικὴ σύστασης καὶ ἡ ποσοτικὴ άναλογία τοῦ προϊόντος τῆς αντιδράσεως.
- 372.** Πόσον NaHCO<sub>3</sub> περιεκτικότητος 80ο/ο πρέπει να αντιδράσῃ μετ' ὕδρῦ, ὥστε να παραχθῆ άέριον 1 λίτρον ;
- 373.** Ἐντὸς χαλυβδίνης φιάλης περιέχεται CO<sub>2</sub> ὑπὸ πίεσιν 8 at. Ὅλον τὸ περιεχόμενον αὐτῆς αντίδρᾷ μετ' Ca(OH)<sub>2</sub>, ὅτε λαμβάνονται 25 gr ἰζήματος (ξήρῳ). Ζητεῖται ό όγκος τῆς φιάλης.
- 374.** Διὰ μέσου 50 cm<sup>3</sup> N-διαλύματος Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> διέρχεται CO<sub>2</sub> μέχρις ὕλοκληρώσεως τῆς αντιδράσεως Ζητεῖται : α) Ὁ όγκος τοῦ CO<sub>2</sub>, πού ἔλαβε μέρος εἰς τὴν αντίδρασιν. β) Τὸ βάρος τοῦ σχηματισθέντος NaHCO<sub>3</sub>.
- 375.** Ἐπὶ 5 gr άσβεστολίθου ἐπιδρᾷ περίσσειο ὕδροχλωρικοῦ όξέος, ὅτε ἐκλύονται 896 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>. Ζητεῖται ἡ ἐπὶ τοῖς 100 περιεκτικότης τοῦ άσβεστολίθου εἰς ξένας ύλας.
- 376.** Διὰ μέσου σωλήνος περιέχοντος διάπυρον άνθρακα διοχετεύεται CO<sub>2</sub>, τὸ δὲ ἐξεργόμενον άέριον καταλαμβάνει όγκον 15 l ὑπὸ K.Σ. Ἐὰν τὸ βάρος τοῦ σωλήνος μετ' τὸν διάπυρον άνθρακον άνθρακα ἔμειώθη κατὰ 3 gr, ποία εἶναι ἡ κατ' όγκον σύστασις τοῦ λεηφθέντος άερίου ;
- 377.** Ἐπὶ 5,48 gr μίγματος NaHCO<sub>3</sub> καὶ Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ἐπιδρᾷ περίσσεια όξέος, ὅτε λαμβάνονται 1,344 l CO<sub>2</sub> ὑπὸ K.Σ. Ζητεῖται ἡ ποσοτικὴ άναλογία τοῦ άρχικοῦ μίγματος.
- 378.** Φυσικὸν ὕδωρ περιέχει ἐν διαλύσει CO<sub>2</sub> εἰς ποσότητα 1 τοῖς χιλίοις κατὰ βάρος. Ζητεῖται πόσον CaCO<sub>3</sub> δύναται να μετατραπῆ εἰς εὐδιάλυτον Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> κατὰ τὴν δίοδον ἐνός τόννου τοιοῦτου ὕδατος διὰ μέσου άσβεστολίθου.
- 379.** Προκειμένου να παρασκευασθοῦν 300 cm<sup>3</sup> CS<sub>2</sub> πυκνότητος 1,3 gr/cm<sup>3</sup> ζητοῦνται τὰ βάρη τοῦ C καὶ τοῦ S, τὰ ὅποια θὰ λάβουν μέρος εἰς τὴν αντίδρασιν.
- 380.** Διὰ πυρώσεως μίγματος Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> καὶ SiO<sub>2</sub> παρήχθησαν 780 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> ὑπὸ K.Σ. Ζητοῦνται τὰ βάρη τῶν δύο οὐσιῶν πού ἔλαβον μέρος εἰς τὴν αντίδρασιν.
- 381.** Πόσος όγκος HF άπαιτεῖται διὰ τὴν διάλυσιν 1 gr SiO<sub>2</sub> ;

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ : P-As-Sb

- 382.** Ποῖον εἶναι τὸ βάρος τοῦ φωσφόρου τοῦ περιεχομένου ἐντὸς 10 kg ὀσῶν, λαμβανομένου ὕπ' ὄψιν ὅτι τὰ 2/3 τοῦ βάρους αὐτῶν ἀποτελοῦνται ἀπὸ άνόργανον ὕλην, τῆς ἰποίας πάλιν τὰ 80ο/ο εἶναι φωσφορικόν άσβέστιον ;
- 383.** Πόσος όγκος άέρος άπαιτεῖται, ἵνα διὰ τοῦ ὀξυγόνου αὐτοῦ καύσωμεν 5 gr, φωσφόρου ;
- 384.** Ποία εἶναι ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τοῦ ὀξίνου φωσφορικοῦ άσβεστίου ;
- 385.** Ἐπὶ 7,76 gr φωσφόρου ἐπιδρᾷ γλώριον πρὸς σχηματισμὸν PCl<sub>5</sub>. Ζητεῖται : α) Πόσος όγκος γλωρίου άπαιτεῖται πρὸς τοῦτο. β) Πόσον ὕδωρ άπαιτεῖται, ἵνα ό παραχθεῖς PCl<sub>5</sub> μετατραπῆ εἰς H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.
- 386.** Ἐντὸς δοχείου, τὸ ὅποῖον περιέχει 4 λίτρα άέρος μετ' περιεκτικότητα εἰς ὀξυγόνον 21ο/ο εἰσάγονται 0,31 gr κιτρινοῦ φωσφόρου. Ζητεῖται ἡ ἐπὶ τοῖς 100 περιεκτικότης τοῦ άπομένοντος άέρος μετὰ τὴν καῦσιν τοῦ φωσφόρου

**387.** Πόσον βάρος φωσφόρου απαιτείται δια την καύσιν αὐτοῦ με τὸ ὀξυγόνον 1 m<sup>3</sup> ἀέρος περιεκτικότητος εἰς O<sub>2</sub> 21o/o ;

**388.** Δι' ἐπιδράσεως φωσφόρου ἐπὶ KOH ἐλήφθησαν 896 cm<sup>3</sup> φωσφίνης ὑπὸ Κ.Σ. Ζητοῦνται τὰ βάρη τοῦ Ρ καὶ τοῦ ΚΟΗ ποῦ ἔλαβον μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

**389.** 0,25 gr. As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ἀνάγονται ὑπὸ ὕδρογόνου. Ζητοῦνται οἱ ὄγκοι τοῦ χρησιμοποιηθέντος ὕδρογόνου καὶ τῆς παρσχηθείσης ἀρσίνης.

**390.** Τὸ ἀρσενικόν 5 gr καθαροῦ ἀρσενοπυρίτου (FeAsS) μετατρέπεται διὰ καταλλήλου ἐπεξεργασίας εἰς AsCl<sub>3</sub>. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ Cl<sub>2</sub> ποῦ περιέχεται εἰς τὸ ληφθὲν προϊόν.

**391.** 1 kg φωσφορίτου περιεκτικότητος 75o/o μετατρέπεται εἰς φωσφορικόν ὀξύ περιεκτικότητος 90o/o. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ ληφθέντος H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

**392.** Πόση ὑπερφωσφορική ἄβεστος [2CaSO<sub>4</sub>, Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>] δύναται νὰ ληφθῆ ἀπὸ 1 kg φωσφορίτου ἔχοντος 20o/o ξένας ὕλας ;

**393.** Πόσος σιδήρου ἀπαιτεῖται, ἵνα δι' ἐπιδράσεως αὐτοῦ ἐπὶ ἀντιμονίου λάβωμεν 1 kg ἀντιμονίου ;

**394.** Δι' ἐπιδράσεως σιδήρου ἐπὶ 1 kg ἀντιμονίου ἐλήφθησαν 620 gr ἀντιμονίου. Ζητεῖται α) τὸ ποσὸν τοῦ σιδήρου ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν. β) Ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀντιμονίου εἰς ξένας ὕλας.

**395.** Διὰ πυρώσεως 1 kg ἀρσενοπυρίτου ἐλήφθησαν 375 gr ἀρσενικοῦ. Ζητεῖται ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀρσενοπυρίτου εἰς ξένας ὕλας.

**396.** Δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ἐλήφθησαν 75 gr διαλύματος φωσφορικοῦ ὀξέος περιεκτικότητος 80o/o. Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ποῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

**397.** Πόσην ἄβεστον (CaO) δυνάμεθα νὰ λάβωμεν διὰ πυρώσεως 50 gr ἀβεστολίθου ;

**398.** Διαθέτομεν δύο διαλύματα καυστικοῦ νάτρου, ἐξ ὧν τὸ ἓν εἶναι περιεκτικότητος 65 %, τὸ δὲ ἄλλο περιεκτικότητος 22o/o. Ὑπὸ ποίαν ἀναλογίαν πρέπει νὰ τὰ ἀναμίξωμεν, ἵνα λάβωμεν διάλυμα 40o/o ;

**399.** Πόσον ὄγκον ὕδρογόνου δυνάμεθα νὰ λάβωμεν δι' ἐπιδράσεως ὕδατος ἐπὶ 6 gr νατρίου περιέχοντος καὶ 4o/o ξένας ὕλας ;

**400.** Πόσον βάρος ἐνύδρου κρυσταλλικῆς σόδας ἀπαιτεῖται πρὸς παρασκευὴν 10 gr καυστικοῦ νάτρου ;

**401.** Πόσον ὄξινον ἀνθρακικὸν νάτριον δυνάμεθα νὰ λάβωμεν διοχετεύοντες CO<sub>2</sub> διὰ διαλύματος, τὸ ὅποῖον περιέχει 4,5 gr οὐδετέρου ἀνθρακικοῦ νατρίου ;

**402.** Πόσον καυστικὸν κάλι δυνάμεθα νὰ λάβωμεν δι' ἐπιδράσεως καυστικῆς ἄβεστου ἐπὶ διαλύματος 8 gr ἀνθρακικοῦ νατρίου περιέχοντος καὶ 17o/o ξένας ὕλας ;

**403.** Πόσον νιτρικὸν νάτριον καὶ πόσον χλωριούχον κάλιον θὰ χρησιμοποιήσωμεν διὰ τὴν παρασκευὴν 8 gr νιτρικοῦ καλίου ;

**404.** Πόσην ἄβεστον δυνάμεθα νὰ λάβωμεν διὰ πυρώσεως 25 gr καθαροῦ ἀβεστολίθου ;

**405.** Πόσην καυστικὴν ἄβεστον δυνάμεθα νὰ λάβωμεν δι' ἐπιδράσεως ὕδατος (τόσου, ὅσον ἀπαιτεῖ ἡ ἀντίδρασις) ἐπὶ 7 gr καθαροῦ ἀβέστου ;

**406.** Πόσον ὄγκον CO<sub>2</sub> δύναται νὰ ἀπορροφήσουν 2,5 gr καυστικῆς ἄβεστου ;

**407.** Πόσον CO<sub>2</sub> καὶ πόσον ἕξωρ ἀπαιτεῖται πρὸς μετατρέψην 4 gr ἀβεστολίθου εἰς ὄξινον ἀνθρακικὸν ἀβέστον ;

**408.** Πόσην πλαστικὴ γύψον λαμβάνομεν ἐκ τῆς καταλλήλου πυρώσεως 8,5 gr ἐνύδρου γύψου ;

**409.** Πόσος ὄγκος ἀέρος ἀπαιτεῖται, ἵνα διὰ τοῦ ὀξυγόνου αὐτοῦ καοῦν 3 gr μαγνησίου ; Περιεκτικότης ἀέρος εἰς ὀξυγόνον 20o/o.

**410.** Πόσος ἄνθραξ ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀναγωγὴν 4,6 gr ὀξειδίου τοῦ ψευδαργύρου ;

**411.** Πόσον ὕδροχλωρικὸν ὀξύ περιεκτικότητος 35 % ἀπαιτεῖται, ἵνα διαλύσῃ 15 gr ψευδαργύρου περιέχοντος 5 % ξένας ὕλας ;

**412.** Ἐπὶ 29,25 gr ἀνίδρου μαγειρικοῦ ἁλατος ἐπιδρᾷ ἐν θερμῷ πυκνὸν θεικὸν ὀξύ. Ζητεῖται :

α) Τι θά παραχθῆ και πόσον ὄγκου θά καταλάβῃ τοῦτο. β) Ἐάν διοχετευθῆ τὸ προϊόν τοῦτο διὰ μέσου διαλύματος νιτρικοῦ ἀργύρου, τί θά κατακρημνισθῆ ὡς ἴζημα και πόσον θά ζυγίξῃ τοῦτο.

413. Πυρῶνται μέχρι τελείας ἀποσυνθέσεως 12,5 kg καθαρῷ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου. Ζητεῖται: α) Ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου πού θά παραχθῆ. β) Πόσον ὕδωρ ἀπαιτεῖται, ἵνα τὸ ὑπόλοιπον ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως μετατραπῆ εἰς τὴν ἀντίστοιχον βάλαν (ἄνδρον).

414. Πυρῶνται μέχρι σταθεροῦ βάρους 16 gr καθαρῷ ὀξίνου ἀνθρακικοῦ νατρίου. Ζητεῖται: α) Πόσον εἶναι τὸ βάρους τοῦ ὑπολείμματος τῆς πρῶσεως β) Πόσος ὄγκος ἀερίου θά παραχθῆ.

415. Ἀποσυντίθενται διὰ πρῶσεως 28 gr ἀσβεστολίθου περιέχοντος και στερεὰς προσμίξεις ἀνθεκτικὰς εἰς τὴν πύρωσιν, λαμβάνονται δὲ 5,6 λίτρα  $\text{CO}_2$ . Ζητεῖται ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀσβεστολίθου εἰς ξένας προσμίξεις.

416. Ἐν ὄσ 10  $\text{cm}^3$  διαλύματος χλωριούχου νατρίου εἰσάγεται ἐν περισσειᾷ διάλυμα νιτρικοῦ ἀργύρου, ὅτε λαμβάνονται 0,287 gr ἴζηματος ἐκ  $\text{AgCl}$ . Ζητεῖται τὸ ποσὸν τοῦ χλωριούχου νατρίου, πού περιέχεται ἐντὸς ἐνὸς λίτρου τοῦ διαλύματος.

417. Προκειμένου νὰ παρασκευασθῆ ἕνας τόννος σάδας κατὰ τὴν μέθωδον Solvay, ζητεῖται τὸ βάρους τοῦ στερεοῦ παραπρόντος, τὸ ὅποιον θέλει παρασκευασθῆ συγχρόνως.

418. 42 γραμμάρια καθαρῷ ὀξίνου ἀνθρακικοῦ νατρίου πυρῶνται μέχρι μετατροπῆς του εἰς οὐδέτερον ἄλας. Τὸ τελευταῖον τοῦτο εἰσάγεται κατόπιν εἰς διάλυμα καυστικῆς ἀσβέστου ἐν περισσειᾷ. Ζητεῖται: α) Ὁ ὄγκος τοῦ  $\text{CO}_2$  πού παράγεται κατὰ τὴν πύρωσιν. β) Τὸ ποσὸν τοῦ  $\text{NaOH}$  πού παράγεται κατὰ τὴν δευτέραν ἀντίδρασιν.

419. Πόσον ἀργίλιον ἀπαιτεῖται, ἵνα διὰ τῆς ἀργιλοθερμικτικῆς μεθόδου παρασκευάσωμεν 2 kg μεταλλικοῦ σιδήρου, ἐκ τοῦ ὀξειδίου αὐτοῦ;

420. Πόσον ὑδρογόνον δυνάμεθα νὰ λάβωμεν δι' ἐπιδράσεως 4,5 gr ἀργιλίου ἐπὶ διαλύματος καυστικοῦ κάλιως;

421. Πόσων στυπτηρίων δυνάμεθα νὰ λάβωμεν διὰ κρυσταλλώσεως μίγματος διαλυμάτων ἐξ ἐνὸς mol θειικοῦ καλίου και ἐνὸς mol θειικοῦ ἀργιλίου;

422. Πόσος ὄγκος μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀναγωγὴν ἐνὸς τόννου καθαρῷ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;

423. Πόσος σιδήρου ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἀναγωγὴν 125 gr γαληνίτου περιέχοντος και 20/o ξένας ὕλας;

424. Πόσον βάρους κρυστάλλων ἐνύδρου θειικοῦ χαλκοῦ δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἐκ τῆς διαλύσεως εἰς θειικὸν ὄξῶ 15 gr ἀπαρκημάτων καθαρῷ χαλκοῦ;

425. Πόσος ἄργυρος και πόσον νιτρικὸν ὄξῶ περιεκτικότητος 40/o ἀπαιτοῦνται πρὸς παρασκευὴν 8,5 gr νιτρικοῦ ἀργύρου;

426. Ποῖα εἶναι ἡ ἐκκαυστικὴ σύστασις χρυσοῦ ἀντικειμένου 14 καρατίων;

427. Πόσον βάρους κρυστάλλων θειικοῦ σιδήρου (καρραμογαῖα) δυνάμεθα νὰ λάβωμεν θεωρητικῶς ἀναχωροῦντες ἐξ ἐνὸς τόννου καθαρῷ τριοξειδίου τοῦ σιδήρου;

428. Πόσος ὄγκος  $\text{H}_2\text{S}$  ἀπαιτεῖται διὰ τὴν μετατροπὴν 2 gr νιτρικοῦ ἀργύρου εἰς θειοῦχον ἄργυρον;

429. 4 gr μίγματος ὀξίνου ἀνθρακικοῦ νατρίου και οὐδέτερου τοιούτου (ἀνδρον) πυρῶμενα ὑφίστανται ἀπώλειαν 1 gr. Ζητεῖται ἡ ἐκκαυστικὴ ἀναλογία τῶν δύο συστατικῶν τοῦ μίγματος.

430. Εἰς διάλυμα ἄλατος νιτρικοῦ μολύβδου  $[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]$  διοχετεύομεν περίσσειαν ὑδροθείου, ὅτε καταπίπτει ἴζημα, τὸ ὅποιον ἀποχωρίζομενον και ξηρανόμενον ζυγίξει 0,282 gr. Ζητεῖται:

α) Τὸ ποσὸν τοῦ νιτρικοῦ μολύβδου πού περιείχετο εἰς τὸ διάλυμα.

β) Ὁ ὄγκος τοῦ ὑδροθείου πού ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

431. Περίσσεια ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ρίπτεται εἰς 20 gr ἀσβεστολίθου, ὅτε συλλέγονται 4,3 λίτρα  $\text{CO}_2$ . Ζητεῖται: α) Ἡ περιεκτικότης τοῦ ἀσβεστολίθου εἰς ξένας ὕλας. β) Πόσον βάρους χλωριούχου ἀσβεστίου ἔχει παραχθῆ.

432. Ἐπὶ 40 gr καθαρῷ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ἐπιδρᾷ ἐν θερμῷ περίσσεια θειικοῦ ὀξέος. Ζητεῖται: α) Πόσον ἄλας θειικοῦ σιδήρου θέλει σχηματισθῆ. β) Πόσον θειικὸν κάλιον πρέπει νὰ προστεθῆ εἰς τὸ ἀνωτέρω διάλυμα, διὰ νὰ ληρῶν στυπτηρία τοῦ σιδήρου. γ) Πόσα γραμμάρια στυπτηρίας θά σχηματισθοῦν.

433. Ρεῦμα ὑδροθείου ( $\text{H}_2\text{S}$ ) διαβιβάζεται ἐν περισσειᾷ διὰ μέσου διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ

περίεχοντος ἐν διαλύσει 2 gr κρυστάλλων :  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Γνωστού ὄντος ὅτι ὁ θειούχος χαλκός ( $\text{CuS}$ ) εἶναι ἀδιάλυτος τῶσον εἰς τὸ ὕδωρ, ὅσον καὶ εἰς τὰ ἀραιὰ ὑξέα, νὰ εὑρεθῇ τὸ ποσὸν τοῦ ἰζήματος.

## ΓΕΝΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

434. Ἐπὶ δοθείσης ποσότητος καθαροῦ  $\text{FeS}$  ἐπιδρᾶ περίσσεια διαλύματος ὑδροχλωρίου. Τὸ παραγόμενον ἀέριον καίεται εἰς περίσσειαν ὀξυγόνου καὶ τὰ προϊόντα τῆς καύσεως διοχετεύονται εἰς ὕδωρ, τὸ ὁποῖον περιέχει ἐν διαλύσει χλωρίον καὶ χλωριούχον βάριον ( $\text{BaCl}_2$ ) εἰς ἑπαρκεῖς ποσότητες, ὥστε νὰ συντελεσθοῦν αἱ ἀντιδράσεις. Λαμβάνονται τότε ὡς ἰζήμα 23,3 gr οὐσίας. Ζητεῖται : α) Νὰ γραφῇ ἡ σειρά τῶν χημικῶν ἀντιδράσεων. β) Νὰ εὑρεθῇ τὸ βάρος τοῦ χρησιμοποιηθέντος  $\text{FeS}$ .
435. Διοχετεύομεν ρεῖμα ὑδρατμῶν διὰ μέσου στήλης διαπύρου ἄνθρακος. Ζητεῖται πόσον ὄγκον ἀερίου θὰ ἔχωμεν συλλέξῃ, ἔταν τὸ βάρος τοῦ ἄνθρακος ἐλαττωθῇ κατὰ 2 gr. β) Πόσος ὄγκος ἀέρος ἀπαιτεῖται διὰ τὴν πλήρη καύσιν τοῦ ἀερίου τούτου.
436. Διοχετεύομεν 2 m<sup>3</sup> ἀέρος διὰ μέσου διαπύρου ἄνθρακος. Ζητεῖται : α) πόσον θὰ ἐλαττωθῇ τὸ βάρος τοῦ ἄνθρακος β) Πόσος ὄγκος ἀέρος θὰ χρειασθῇ διὰ τὴν πλήρη καύσιν τοῦ ἀερίου τούτου.
437. Διοχετεύεται ὀρισμένης ὄγκος ἀέρος καὶ ὑδρατμῶν διὰ μέσου διαπύρου ἄνθρακος. Τὰ ἀέρια ποῦ ἐξέρχονται ἐκ τῆς συσκευῆς συλλέγονται δι' ἐκταπίσεως ὕδατος καὶ ἔστω 250 cm<sup>3</sup> ὁ ὄγκος αὐτῶν. Ἀκολούθως ἐπιδρᾶ καυστικὸν κάλιον ἐπὶ τοῦ συλλεγέντος ἀερίου, ὅτε ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττωταὶ εἰς 179 cm<sup>3</sup>. Εἰς τὸ ἀπομένον τοῦτο ἀέριον εἰσάγομεν 60 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνου καὶ διὰ τοῦ μίγματος τούτου τῶν ἀερίων διαβιβάζεται ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ. Ὁ ὄγκος τώρα γίνεται 89 cm<sup>3</sup>. Ἐπὶ τοῦ τελευταίου τούτου ἐπιδρᾶ τάρτα εἰσία ἀπερφεφούσα ὀξυγόνου, ὅτε ἀπομένουν τελικῶς 79 cm<sup>3</sup>. Ζητεῖται ποῖα ἴητο ἡ φύσις τῶν ἀερίων, ποῦ ἀπέτελεσαν τὸν ἀρχικὸν ὄγκον τῶν 250 cm<sup>3</sup>.
438. Διὰ πυρώσεως καθαροῦ  $\text{CaCO}_3$  λαμβάνονται 448 cm<sup>3</sup>  $\text{CO}_2$  ὑπὸ Κ.Σ. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ προϊόντος ποῦ ἀπέμεινε μετὰ τὴν πύρωσιν.
439. Εἰς περίσσειαν ὕδατος ρίπνεται 11,2 gr  $\text{CaO}$  καθαροῦ. Ζητεῖται πόσος ὄγκος  $\text{CO}_2$  πρέπει νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ διαλύματος, ὥστε νὰ μετατραπῇ ὅλον τὸ περιεχόμενον εἰς  $\text{CaCO}_3$  καὶ πόσον θὰ ζυγίσῃ τὸ τελικὸν αὐτὸ προϊόν.
440. 0,1 mol καθαροῦ  $\text{CaCO}_3$  πυροῦται μέχρι τελείας ἀποσυνθέσεως καὶ τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον διαβιβάζεται διὰ μέσου στήλης περιεχοῦσης 10 gr διαπύρου ἄνθρακος. Ζητεῖται : α) Τὸ βάρος τοῦ ὑπολείμματος καὶ ὁ ὄγκος τοῦ ληφθέντος ἀερίου ὑπὸ Κ.Σ. κατὰ τὴν πρώτων πύρωσιν. β) Ὁ ὄγκος τοῦ τελικοῦ ἀερίου καὶ γ) Τὸ βάρος τοῦ ἀπομείναντος ἄνθρακος.
441. Ἐπὶ 8,7 gr καθαροῦ πυρολουσίτου ( $\text{MnO}_2$ ) ἐπιδρᾶ περίσσεια διαλύματος  $\text{HCl}$ . Τὸ παραγόμενον ἀέριον διαβιβάζεται διὰ διαλύματος, τὸ ὁποῖον περιέχει 35,8 gr  $\text{KJ}$ . Ζητεῖται ἡ σύστασις τοῦ προϊόντος τῆς τελικῆς ἀντιδράσεως.
442. Πόσος ὄγκος ἀέρος περιεκτικότητος εἰς ὀξυγόνου 210/o ἀπαιτεῖται διὰ τὴν τελείαν καύσιν μίγματος ἀερίου ἔχοντος τὴν ἐξῆς ἐναστασιαὴν σύστασιν :  $\text{CH}_4 = 70\text{/o}$ ,  $\text{H}_2 = 8,5\text{/o}$ ,  $\text{CO} = 80\text{/o}$ ,  $\text{N}_2 = 12\text{/o}$  καὶ  $\text{O}_2 = 1,5\text{/o}$ .
443. Πόσον βάρος  $\text{H}_3\text{PO}_4$  περιεκτικότητος 80/o δύναται νὰ ληφθῇ ἐκ 50 kg φωσφορίτου [ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ] περιέχοντος 40/o ξένας ὕλης ;
444. 60 gr ἄνθρακίτου περιέχοντος 120/o ξένας ὕλης καίεται τελείως πρὸς  $\text{CO}_2$ , τὸ ὁποῖον διοχετεύεται εἰς διάλυμα  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ σχηματισθσομένου ἰζήματος.
445. Ἐπὶ 8 gr ὄρυκτου  $\text{NaCl}$  περιεκτικότητος 80/o ἐπιδρᾶ περίσσεια  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Τὸ λαμβανόμενον ἀέριον διαλύεται εἰς ὕδωρ καὶ εἰς τὸ διάλυμα τούτο προστίθεται περίσσεια  $\text{AgNO}_3$ . Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ σχηματισθσομένου ἰζήματος
446. Διάλυμα  $\text{HCl}$  ἐπιδρᾶ ἐπὶ 3 gr καθαροῦ  $\text{Al}$ . Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου τὸ ὁποῖον θὰ παραχθῇ.
447. Διὰ μέσου κόνεως χαλκοῦ βάρους 2 kg διαβιβάζεται 1 m<sup>3</sup> ἀέρος λογιζομένου ὑπὸ Κ.Σ. καὶ περιεκτικότητος εἰς ὀξυγόνου 210/o. Ζητεῖται ἡ σύστασις τοῦ ληφθσομένου μίγματος.
448. Ἀναμιγνύονται 20 cm<sup>3</sup> διαλύματος  $\text{NaCl}$  2N μὲ περίσσειαν διαλύματος  $\text{AgNO}_3$ . Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ σχηματισσομένου ἰζήματος.

**449.** 2 mol καθαρού  $\text{CaCO}_3$  αντιδρούν με περίσσεια διαλύματος  $\text{HCl}$ . Το εκλυόμενον αέριον διοχετεύεται διά στήλης εκ διαπύρου άνθρακος. Ζητείται ο όγκος υπό Κ.Σ. του ληφθησμένου εκ τής στήλης αέριου

**450.** Μεταλλικός χαλκός αντιδρά εν θερμῷ μεθεικνόν ὀξύ. Το εκλυόμενον αέριον ὀξειδοῦται πλήρως (παρουσία  $\text{Pt}$ ), τὸ δὲ πρῶτον τῆς ἀντιδράσεως διαλύεται εἰς ὕδωρ καὶ ἐν συνεχείᾳ ἀντιδρᾷ περαιτέρᾳ με περίσσειαν διαλύματος  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Λαμβάνεται τότε ἴζημα, τὸ ὅποτον ἀποχωρίζομενον καὶ ξηραίνομενον ζυγίζει 5,8 gr. Ζητείται τὸ βάρος τοῦ ἀρχικοῦ χαλκοῦ.

**451.** Πόσος ὄγκος διαλύματος  $\text{N-H}_2\text{SO}_4$  δύναται νὰ ληφθῇ ἐκ 5 gr καθαροῦ σιδηροπυριτίου ( $\text{FeS}_2$ );

**452.** Ἐπὶ διαλύματος  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ἐπιδρᾷ  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , ὅποτε λαμβάνεται ἴζημα  $\text{CaCO}_3$  βάρους 25 gr. Ζητείται τὸ βάρος τοῦ  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  τοῦ ἔλαβε μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν.

**453.** Μίγμα ἐκ 5 l  $\text{N}_2$  καὶ 20 l  $\text{H}_2$  ὑπὸ Κ.Σ. ἀντιδρᾷ καταλλήλως πρὸς παρασκευὴν  $\text{NH}_3$ . Ζητείται: α) Ὁ ὄγκος τῶν αέριων ὑπὸ Κ.Σ. μετὰ τὴν ἀντίδρασιν. β) Ἐὰν τὸ ληφθὲν αέριον διαβιβασθῇ διὰ μέσου περισσείας διαλύματος  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , πόσον τὸ βάρος τοῦ ἀπομεινόντος αέριου;

**454.** Ἐντὸς περισσείας ἐξυγίου καίεται 0,2156 gr ἐνώσεως ἄνθρακος μεθειόν. Τὸ πρῶτον τῆς καύσεως συλλέγεται ἐντὸς γλωριολοῦ ὕδατος πρὸς ὀξειδωσιν. Μετὰ ταῦτα προστίθεται ἐκείτῃ διάλυμα γλωριολοῦ βαρίου μέχρι τελείας κατακρημνίσεως τοῦ παραγομένου ἰζήματος. Τὸ ἴζημα τοῦτο συλλεγόμενον καὶ ξηραίνομενον ζυγίζει 1,3242 gr. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων νὰ εὑρεθῇ: α) Ἡ ἐκατοστιαία σύστασις τῆς ἐνώσεως τοῦ ἄνθρακος μεθειόν. β) Ὁ χημικὸς τύπος τῆς ἐνώσεως ταύτης.

**455.** Ἐπὶ 3,86 gr μίγματος καθαροῦ ἄνθρακικοῦ ἀσβεστίου ( $\text{CaCO}_3$ ) καὶ καθαρῶν κρυστάλλων σόδας ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $10\text{H}_2\text{O}$ ) ἐπιδρᾷ ἐν περισσείᾳ ὕδρογλωρικῶν ὀξῶν, ὅτε ἐκλύονται 0,448 λίτρα  $\text{CO}_2$ . Ζητείται ἡ σύνθεσις τοῦ μίγματος τῶν ἀλάτων.

**456.** Ἐνα λίτρον ὕδατος περιέχει ἐν διαλύσει 1 gr μίγματος  $\text{KCl}$  καὶ  $\text{NaCl}$ . Λαμβάνονται ἐκ τοῦ διαλύματος αὐτοῦ 100  $\text{cm}^3$  καὶ ἐντὸς αὐτοῦ ρίπτεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον διάλυμα  $\text{AgNO}_3$ , περιέχον 17 gr τοῦ ἀλατος τούτου ἐντὸς ἐνὸς λίτρου ὕδατος. Κατακρημνίζεται τότε διάλυτον ἄλας  $\text{AgCl}$  μέχρις ὅτου ἐξαντληθῶν τὰ ἰόντα  $\text{Cl}^-$  τοῦ διαλύματος. Παρατηροῦμεν, ὅτι πρὸς τοῦτο ἔχουν χρησιμοποιηθῇ. 14,3  $\text{cm}^3$  ἐκ τοῦ διαλύματος τοῦ  $\text{AgNO}_3$ . Ζητείται ἡ ποσότης ἐκάστου ἀλατος εἰς τὸ ἀρχικὸν διάλυμα.

**457.** Ὄξιον ἄνθρακικὸν νάτριον πυροῦται ἐπ' ὀλίγον. Λαμβάνονται κατόπιν 20 gr ἐξ αὐτοῦ καὶ ὑποβάλλονται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν περισσείας ὕδρογλωρικοῦ ὀξέος, ὅτε συλλέγονται 5 λίτρα  $\text{CO}_2$ . Τὸ ληφθὲν ποσὸν τοῦ  $\text{CO}_2$  ἀντιστοιχεῖ εἰς μίγμα οὐδετέρου καὶ ὀξίου ἄνθρακικοῦ νατρίου. Ζητείται: α) Ποῦ ὀφείλεται ἡ παρουσία τοῦ οὐδετέρου ἄνθρακικοῦ νατρίου. β) Ποία ἡ ἀναλογία ἐνὸς ἐκάστου ἀλάτος εἰς τὸ μίγμα.

**458.** Εἰς περίσσειαν ἀραιοῦ νιτρικοῦ ὀξέος διαλύονται 5 gr καθαροῦ χαλκοῦ. Τὸ ληφθὲν ἄλας πυροῦται κατόπιν μέχρι σταθεροῦ βάρους. Ζητείται: α.) Ἡ φύσις καὶ τὸ ποσὸν τοῦ πρώτου ἀλατος. β) Ἡ φύσις καὶ τὸ ποσὸν τοῦ ὑπολείμματος μετὰ τὴν πύρωσιν.

**459.** Πρὸς ἐξουδετέρωσιν 40  $\text{cm}^3$   $\text{N}$ -διαλύματος  $\text{NaOH}$  ἀπαιτοῦνται 12,3  $\text{cm}^3$  διαλύματος ὕδρογλωρικοῦ ὀξέος. Ζητείται ὁ ὄγκος τοῦ αέριου  $\text{HCl}$  τοῦ εὑρίσκειται διαλελυμένον ἐντὸς ἐνὸς λίτρου τοῦ διαλύματος τοῦ ὀξέος τούτου.

**460.** Περιλαμβομένου νὰ παρασκευάσωμεν προχειρῶς ἓνα εἶδος πυρίτιδος, ἀναμιγρῶμενον κόνιν γλωρικοῦ καλίου με ἀνάλογον ποσότητα κόνεως ἄνθρακος (πείραμα ἐπικίνδυνον). Ζητείται ἡ ποσότης τοῦ ἄνθρακος ποῦ ἀπαιτεῖται διὰ 60 gr γλωρικοῦ καλίου.

**461.** Ἀναμιγνύεται 1 gr κόνεως ἄνθρακος με 20 gr κόνεως  $\text{CuO}$ , τὸ δὲ μίγμα πυροῦται ἰσορροῶς. Ζητείται ὁ ὄγκος τοῦ παραχθῆσομένου αέριου καὶ ἡ σύνθεσις τοῦ στερεοῦ ὑπολείμματος.

**462.** Διαβιβάζονται 10  $\text{m}^3$  αέρος διὰ μέσου στήλης με διάτυπον ἄνθρακα. Ζητείται: α) Ὁ ὄγκος τοῦ  $\text{CO}$  ποῦ δύναται νὰ ληφθῇ θεωρητικῶς. β) Ὁ ὄγκος τοῦ αέρος, ὅστις ἀπαιτεῖται διὰ τὴν καύσιν τοῦ παραχθέντος  $\text{CO}$ . γ) Ἡ θερμότης ποῦ θὰ παραχθῇ κατὰ τὴν καύσιν ταύτην τοῦ  $\text{CO}$ . Περιεκτικότης αέρος εἰς ὀξυγόνον 21o/o. Θερμότης καύσεως μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος 68 Kcal/mol.

**463.** Ἐντὸς εὐδιομέτρου εἰσάγεται μίγμα ἐκ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακος καὶ ὀξυγόνου. Διάλυμα  $\text{NaOH}$  εἰσαχόμενον ἐν περισσείᾳ κάτωθεν τῶν αέριων ἀπορροεῖ ἐξ αὐτῶν ὄγκον 10  $\text{cm}^3$ . Διὰ μέσου τῶν ὑπολείπων 20  $\text{cm}^3$  ἀναπύσσεται κατόπιν ἡλεκτρικῶς σπιν-

θής, ότι ο όγκος περιορίζεται εις 5 cm<sup>3</sup>. Ζητείται ή αναλογία ενός εκάστου αερίου εις τὸ ἀρχικὸν μίγμα.

464. Διὰ διαπύρου οξειδίου τοῦ χυλοῦ διχρὸνίζεται μονοξειδιον τοῦ ἀνθρακος. Τὸ ἐξέρχόμενον αέριον διέρχεται διὰ μέσου διαλύματος NaOH, ὅτε ἀπορροφῶνται ἐξ αὐτοῦ 1,12 λίτρα. Ζητεῖται πόσος χυλὸς ἔχει ἐλευθερωθῆ κατὰ τὴν ἀναγωγὴν ταύτην.

465. Εἰς περίσσειαν οξυγόνου κίεεται τελείως 1 gr ὄρακτοῦ ἀνθρακος τὰ δὲ αέρια καύσεως διαβιβάζονται διὰ διαλύματος NaOH. Πρακτῆρεῖται τότε ὅτι ὁ ὄγκος τῶν αερίων ἐμειώθη κατὰ 1,49 l. Ζητεῖται ή περιεκτικότης τοῦ ἀνθρακος εἰς ξένας ὕλας.

466. Διὰ μέσου διαπύρου ἄνθρακος διχρὸνίζεται ἀτμὴς ὕδατος. Συλλέγομεν 100 cm<sup>3</sup> ἐκ τοῦ μίγματος τῶν αερίων ποὺ ἐξέρχονται καὶ διχρὸνίζομεν ταῦτα διὰ διαλύματος NaOH, ὅτε κεντρατοῦνται ἐκτὶ τὰ 10 cm<sup>3</sup>. Ζητεῖται ή σύνθεσις τοῦ μίγματος.

467. Παρουσία MnO<sub>2</sub> ἀποσυντίθεται διὰ πύρωσεως 6 l gr καθροῦ χλωρικοῦ καλίου. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ παραχθῆσομένου οξυγόνου, καθὼς καὶ τὸ βάρος τοῦ KCl ποὺ θά προκύψῃ. Ἐάν τὸ ἄλλας τοῦτο ὑποστῇ τὴν ἐπίδρασιν θειικοῦ οξέος ἐν περισσειᾷ, νὰ εὑρεθῇ ὁ ὄγκος τοῦ παραχθῆσομένου ὕδροχλωρίου.

468. Δι' ἐπίδρασεως ἀμμωνίας ἐν περισσειᾷ ἐπὶ 42 cm<sup>3</sup> ὕδατικοῦ διαλύματος χλωρίου λαμβάνομεν 7,5 cm<sup>3</sup> ἐλευθέρου ἀζώτου. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ χλωρίου ποὺ ἦτο διαλελυμένος ἐντὸς ἐνὸς λίτρου τοῦ διαλύματος.

469. Κατὰ τὴν διόδον ξηροῦ αέρος διὰ μέσου εἰδικῆς συσκευῆς μετ' ἠλεκτρικῶν σπινθηθρας τὰ 50 o/o τοῦ οξυγόνου αὐτοῦ ἐνοῦνται μετ' ἀζώτου παραχθῆσομένου ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου (NO<sub>2</sub>). Δοθέντος ὅτι ή ἀρχικὴ σύστασις τοῦ αέρος ἦτο: ἀζώτου 79 o/o καὶ οξυγόνου 21 o/o κατ' ὄγκον, νὰ εὑρεθῇ ή κατ' ὄγκον ἐκκοστικαία σύστασις τοῦ αέρος, ὅταν ἐξέρχεται ἐκ τῆς συσκευῆς.

470. Τὸ ὕδωρ εἰς τὴν θερμοκρασίαν 15° C διαλύει 720 φορές τὸν ἴδιον αὐτοῦ ὄγκον αερίου ἀμμωνίας, ὅτε τὸ διάλυμα ἔχει πυκνότητα 0,855. Ζητεῖται ὁ ὄγκος τῆς αερίου ἀμμωνίας ποὺ θά λάβωμεν, ἐάν ὑποβάλωμεν εἰς βρασμὸν 10 cm<sup>3</sup> τοιούτου κεκορησμένου διαλύματος.

471. Προκειμένου νὰ κατ' ή ἀμμωνία, ἤτις παράγεται ἐξ 26,75 gr καθροῦ χλωριούχου ἀμμωνίου, ζητεῖται ὁ ὄγκος τοῦ οξυγόνου ποὺ ἀπαιτεῖται πρὸς τοῦτο. Νὰ εὑρεθοῦν ἐπίσης: Τὸ βάρος τοῦ ὕδατος ποὺ θά παραχθῆ κατὰ τὴν καύσιν καὶ τὸ ποσὸν τῆς ἀσβέστου ποὺ θά λάβῃ μέρος εἰς τὴν ἀντίδρασιν μετὰ τοῦ χλωριούχου ἀμμωνίου.

472. Προκειμένου νὰ ἐξουδετερωθοῦν 5 cm<sup>3</sup> αἰαίου θειικοῦ οξέος ἐχρησιμοποιήθησαν 6,25 cm<sup>3</sup> N- διαλύματος NaOH. Νὰ εὑρεθῇ ὁ ὄγκος τῆς αερίου ἀμμωνίας ποὺ ἀπαιτεῖται πρὸς ἐξουδετέρωσιν 25 cm<sup>3</sup> τοῦ ἐν λόγω θειικοῦ οξέος.

473. Ἐργαστήσιον ἐπιτυχῶς ἡμερησίως μετατροπὴν εἰς νιτρικὸν ὀξύ 6000 m<sup>3</sup> ἀζώτου. Τὸ λαμβανόμενον ὀξύ μετατρέπεται ἀκολούθως εἰς νιτρικὸν ἀσβέστιον [Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>] μετ' ἀπόδυσιν 95 o/o. Ζητεῖται ή ἡμερησία παραγωγή τοῦ ἐργαστησίου εἰς νιτρικὸν ἀσβέστιον.

473. Προκειμένου νὰ ἐξουδετερωθοῦν τελείως 20 gr καθροῦ NaOH διαλελυμένου ἐντὸς ὕδατος ζητοῦνται: α) οἱ ὄγκοι τῶν HCl καὶ H<sub>2</sub>S ποὺ ἀπαιτοῦνται πρὸς τοῦτο. β) Τὰ βάρη τῶν ἀνδρῶν οξέων H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> καὶ HNO<sub>3</sub> ποὺ ἀπαιτοῦνται ἐπίσης διὰ τὴν ἐξουδετέρωσιν:

475. Πόσον βάρος χλωρικοῦ καλίου πρέπει νὰ ἀποσυντεθῇ, ὥστε διὰ τοῦ οξυγόνου ποὺ θά παραχθῆ νὰ κοῦν τελείως 5 gr θείου;

476. Κίεεται τελείως 1 gr ὄρακτοῦ σιδηροπυρίτου (FeS<sub>2</sub>). Τὸ ἀναπτύχθῃ αέριον διοχετεύεται ἐντὸς ὕδατος, ἐντὸς τοῦ ὁποῦν προστίθεται κατόπι Cl<sub>2</sub> καὶ BaCl<sub>2</sub> ἐν περισσειᾷ. Λαμβάνομεν τότε ἔζημα, τὸ ὁποῦν ζηρηνόμενον ζυγίζεται 3,501 gr. Ζητεῖται ή ἐκκοστικαία περιεκτικότης τοῦ σιδηροπυρίτου εἰς FeS<sub>2</sub>.

477. Ἐντὸς δοματίου ἐρμητικῶς κλειστοῦ ἔχοντος χωρητικότητα 60 m<sup>3</sup> κίονται 2 kg καθροῦ θείου. Ἡ ἀρχικὴ ἀτμὴσφαιρα τοῦ δοματίου εἶχε θερμοκρασίαν 15°C καὶ πίεσιν 76 cm Hg, ἀπετελεῖτο δὲ ἀπὸ 79 ὄγκου ἀζώτου καὶ 21 ὄγκου οξυγόνου. Ζητεῖται ή κατ' ὄγκον ἐκκοστικαία σύστασις τῆς ἀτμοσφαιρας τοῦ δοματίου τούτου μετὰ τὴν καύσιν τοῦ θείου. Συντελεστής διαστολῆς τῶν αερίων: 1/273.

478. 4,4 γραμμικαί μίγματα ἐκ Fe καὶ FeS εἰσάγονται ἐντὸς αἰαίου ὕδροχλωρικοῦ οξέος ἐν περισσειᾷ, ὅτε συλλέγονται 1,184 l μίγματος αερίων. Δοθέντος ὅτι ὁ σίδηρος καὶ τὸ ὕδροχλωρικὸν ὀξύ ἀντιδρῶν κατὰ τὴν ἐξίσοσιν:



Ζητείται : α) 'Η άρχική σύστασης τοῦ μίγματος. β) 'Η σύστασις τοῦ μίγματος τῶν ἀερίων, πού ἀνεπτύχθησαν.

**479.** Εἰς χῶρον περιέχοντα 50 cm<sup>3</sup> μίγματος ὑδρογόνου καὶ ὑδροθείου εἰσάγεται διάλυμα NaOH ἐν περισσειᾷ, ὅτε ὁ ὄγκος ἐλαττωταὶ εἰς 10 cm<sup>3</sup>. Ζητείται ὁ ὄγκος τοῦ ὀξυγόνου, τὸ ὅποιον θὰ ἔπρεπε νὰ προστεθῇ εἰς τὸ ἀρχικὸν μίγμα, ἵνα ἐπαρκέσῃ διὰ τὴν πλήρη καύσιν αὐτοῦ.

**480.** 5 m<sup>3</sup> ὑδροθείου καίονται ἀτελῶς εἰς τρόπον ὥστε ὅλον τὸ θεῖον νὰ ἀποβληθῇ ἀκαυστον ἐλλείψει ὀξυγόνου. Ζητείται : α) 'Ο ὄγκος τοῦ ἀέρος πού ἔλαβε μέρος εἰς τὴν καύσιν. β) Τὸ βάρος τοῦ θεῖου πού ἔχει ἀποβληθῆ. Περιεκτικότης ἀέρος εἰς ὀξυγόνον 21ο/ο.

**481.** Ὑποβρύχιον περιέχει 300 m<sup>3</sup> ἀέρος, τοῦ ὁποῖου ἡ ἀρχικὴ σύστασις κατ' ὄγκον εἶναι : 79ο/ο ἄζωτον καὶ 21ο/ο ὀξυγόνον. Τὸ ὑποβρύχιον, καταδύεται μὲ πλήρωμα 15 ἀνδρῶν, ἕκαστος τῶν ὁποίων καταναλίσκει 22,5 l ὀξυγόνου κατ' ὥραν. Νὰ εὐρεθῇ ἡ ἑκατοστιαία σύστασις τοῦ ἀέρος τούτου μετὰ παρέλευσιν 10 ὥρῶν, δοθέντος ὅτι τὸ CO<sub>2</sub> τῆς ἐκπνοῆς ἀπορροφεῖται ἐξ ὀλοκλήρου ὑπὸ διαλύματος NaOH.

**482.** Ἐντὸς εὐδιόμετρον περιέχεται μίγμα ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου ἔχον ὄγκον 128 cm<sup>3</sup>. Ἀναπτύσσεται ἐκεῖ ἤλεκτρικὸς σπινθήρ, ὅτε ὁ ὄγκος τῶν ἀερίων περιορίζεται εἰς 50 cm<sup>3</sup>. Εἰσάγοντες ἐκεῖ ὀξυγόνον καὶ προκαλοῦντες νέον σπινθήρα παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ ὄγκος τῶν ἀερίων δὲν μεταβάλλεται πλέον. Ζητείται ἡ ἀρχικὴ σύστασις τοῦ μίγματος τῶν ἀερίων.

**483.** Ὑδρὸν ἐπιδρᾷ ἐπὶ 20 gr καθαρῷ μεταλλικῷ ἀσβεστίῳ, τὸ δὲ παρκαθόμενον ἀέριον καίεται δι' ὀξυγόνου, τὸ ὅποιον ἀναπτύσσεται ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως HgO. Ζητείται τὸ ποσὸν τοῦ χρησιμοποιηθέντος HgO διὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ ἀναγκαίου ὀξυγόνου.

**484.** Διαβιβάζοντες ρεῦμα κεντρικῶν καὶ ξηροῦ ὑδρογόνου διὰ μέσου διαπύρου ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ λαμβάνομεν 1,7881 gr ὕδατος, ἐνῶ τὸ βάρος τοῦ σωλῆνος μὲ τὸ ὄξειδον τοῦ χαλκοῦ ἐλαττωταὶ κατὰ 1,5881 gr. Ἐκ τῶν δεδομένων τούτων νὰ εὐρεθῇ ἡ κατὰ βάρος ἑκατοστιαία σύστασις τοῦ ὕδατος.

**485.** Ἠλεκτρολύονται 58,5 gr ὕδατικῷ διαλύματι NaCl. Ζητείται τὸ βάρος τοῦ NaOH, ὡς καὶ οἱ ὄγκοι τῶν ἀερίων H<sub>2</sub> καὶ Cl<sub>2</sub>, πού δυνάμεθα νὰ λάβωμεν θεωρητικῶς ἐκ τῆς ἤλεκτρ. οὐλώσεως τούτης.

**486.** Ἐπὶ 10 gr καθαρῷ θειούχῳ σιδήρῳ (FeS) ἐπιδρᾷ διάλυμα ὑδροχλωρικοῦ ἐξέως, ὅτε παράγεται H<sub>2</sub>S. Ζητείται ὁ ὄγκος τοῦ χλωρίου πού ἀπαιτεῖται ἀκριβῶς διὰ τὴν ἀποσύνθεσιν τοῦ παραχθέντος H<sub>2</sub>S.

**487.** Ζητείται ἡ ἑκατοστιαία σύστασις ἀερίου ἀποτελουμένου ἐκ θεῖου καὶ ὀξυγόνου δοθέντος, ὅτι ἡ σχετικὴ πυκνότης οὐδὲν εἶναι 2,214 καὶ ὅτι εἰς 1 λίτρον τοῦ ἀερίου τούτου περιέχεται ἀκριβῶς 1 λίτρον ὀξυγόνου.

**488.** Ζητείται ἡ ἑκατοστιαία σύστασις, ὁ χημικὸς τύπος καὶ τὸ μοριακὸν βάρος ἀερίου, τὸ ὅποιον ἀποτελεῖται ἐκ θεῖου καὶ ὑδρογόνου δοθέντος, ὅτι 1 λίτρον τοῦ ἀερίου αὐτοῦ ζυγίζει 1,52 gr καὶ εἰς τοῦτο περιέχει τόσον ὄγκον ὑδρογόνου, ὅσοι εἶναι καὶ ὁ ἴδιος αὐτοῦ ὄγκος.

**489.** Διὰ βρασμῶ 1 λίτρον ὕδατος μίξ πηγῆς λαμβάνονται 25 cm<sup>3</sup> διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Ἐὰν ὑποτεθῇ ὅτι τὸ ἀέριον τοῦτο προέκυψεν ἀποκλειστικῶς ἐξ ἀποσυνθέσεως τοῦ ἐν διαλύσει ὀξίνου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ζητείται : α) Τὸ βάρος τοῦ ἀλατος τούτου πού περιέχεται εἰς τὸ χρησιμοποιηθὲν ὕδωρ. β) Τὸ βάρος τοῦ οὐδέτερου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου πού πρέπει νὰ κατακρημνισθῇ.

**490.** Ἐπὶ 10 gr κοινῷ ἀσβεστολίθῳ ἐπιδρᾷ ὑδροχλωρικὸν ὕδρ. ἐν περισσειᾷ, ὅτε λαμβάνονται 2,15 λίτρα διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Ζητείται : α) Τὸ βάρος τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου τοῦ περιεχομένου εἰς τὸν χρησιμοποιηθέντα ἀσβεστολίθον. β) Τὸ βάρος τοῦ χλωριούχου ἀσβεστίου πού προέκυψεν ἐκ τῆς χημικῆς ἀντιδράσεως.

**491.** Δύο βολτάμετρα παρεμβάλλονται ἐν σειρά εἰς κύκλωμα. Τὸ πρῶτον περιέχει διάλυμα CuSO<sub>4</sub> καὶ ἐπὶ τῆς καθόδου αὐτοῦ συλλέγονται 25 gr μετάλλου. Τὸ δεύτερον περιέχει ὕδατικὸν διάλυμα βάρσεως καὶ ἐκ τῶν ἠλεκτροδίων του ἐξέρχονται ἀέρια. Τὸ ἀέριον πού ἐξέρχεται ἐκ τῆς ἀνόδου του ἐπιδρᾷ ἐπὶ 15 gr φωσφόρου ἐντὸς κλειστοῦ σωλῆνος. Τὸ ἀέριον πού ἐξέρχεται ἐκ τῆς καθόδου χρησιμοποιοῦται πρὸς ἀναγωγὴν Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Ζητείται : α) Τὸ βάρος τοῦ φωσφόρου πού ἔμεινεν ἀναλλοίωτος, β) Ἡ ἀπώλεια τοῦ βάρους πού ὑπέστη τὸ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, γ) Τὸ βάρος τοῦ παραχθέντος ὕδατος.

**492.** 'Επί 3,2 gr χαλκού επιδρά εν θερμῷ περίσσεια θειικοῦ ὀξέος. Ἀπὸ τὸ παραχθὲν διάλυμα ἀπομακρύνομεν τὴν περίσσειαν τοῦ ὀξέος καὶ κατόπιν υποβάλλομεν αὐτὸ εἰς κρυστάλλωσιν. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ κρυστάλλων ποῦ δύνανται νὰ ληφθῶν.

**493.** 8 kg καθαρῷ θείου μετατρέπονται ἐξ ὀλοκλήρου εἰς θεικὸν ὀξύ. Τοῦτο ἐπιδρά εἰς περίσσειαν μαγειρικοῦ ἀλατος ἐν θερμῷ, τὸ δὲ παραγόμενον ὕδροχλωρικὸν ὀξύ μετατρέπεται εἰς χλωρίον δι' ἐπιδράσεως ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου. Ζητεῖται ὁ ὕγκος τοῦ χλωρίου ποῦ ἔχει παραχθῆ.

**494.** 'Επί 3,82 gr μίγματος καθαρῶν ἀλάτων ἀνθρακικοῦ νατρίου καὶ ἀνθρακικοῦ καλίου ἐπιδρά θεικὸν ὀξύ ἐν περισσειᾷ, ὅτε λαμβάνονται 752 cm<sup>3</sup> διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος. Ζητεῖται ἡ σύστασις τοῦ μίγματος εἰς ἀνθρακικὸν νάτριον καὶ ἀνθρακικὸν κάλιον.

**495.** Μίγμα ἐκ καθαρῶν ἀλάτων χλωριούχου νατρίου καὶ χλωριούχου καλίου ἔχον βάρος 45,43 gr θερμαίνεται μὲ περίσσειαν θειικοῦ ὀξέος, τὸ δὲ ἀναπτυσσόμενον ἀέριον διαλύεται ἐξ ὀλοκλήρου εἰς ὕδωρ. Τὸ ὕδατικὸν τοῦτο διάλυμα ἐπιδρά ἐπὶ περισσείας ψευδαργύρου, ὅτε συλλέγονται 7,805 l ἀερίου. Ζητεῖται : α) Νὰ γραφοῦν αἱ διαδοχικαὶ χημικαὶ ἐξισώσεις. β) Νὰ ὑπολογισθῆ τὸ βάρος ἐκάστου ἐκ τῶν δύο ἀλάτων τοῦ μίγματος. γ) ὁ ὕγκος τοῦ πρώτου ἀερίου.

**496.** Ζητεῖται τὸ ἀτομικὸν βάρος μετάλλου M δοθέντος ὅτι, ἐκ 2 gr τοῦ μετάλλου τούτου δύνανται νὰ ληφθῶν 10,885 gr ἀνύδρου συμπτηρίας καλίου ἐχούσης τὸν τύπον  $M_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4$ .

**497.** Διὰ μέσου ἐνὸς λίτρου διαυγοῦς ἀσβεστίου ὕδατος περιεκτικότητος 20/100 διαβιβάζομεν  $CO_2$ . Ζητεῖται : Πόσος ὕγκος  $CO_2$  ἀπαιτεῖται διὰ τὴν πλήρη καταβύθισιν τοῦ περιεχομένου  $Ca(OH)_2$ . β) Ποῖον τὸ βάρος τοῦ ἔξηματος; γ) Πόσος ὕγκος  $CO_2$  ἀπαιτεῖται ἐν συνεχείᾳ, ἵνα διαλυθῆ ἐν νέου τὸ ἔζημα;

**498.** Κύβος ἐκ FeS ἀκμῆς 0,5 cm διαλύεται εἰς ὕδροχλωρικὸν ὀξύ. Τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον διοχετευόμενον ἐντὸς διαλύματος  $AgNO_3$  καταβυθίζει 1,7 gr  $Ag_2S$ . Ζητεῖται τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ κύβου.

**499.** 15 gr μίγματος FeO καὶ  $Fe_2O_3$  ἀνάγονται πλήρως ὑπὸ  $CO$ . Τὸ ἀέριον τῆς ἀντιδράσεως διοχετευόμενον εἰς ἀσβέστιον ὕδωρ σχηματίζει 23,3 gr  $CaCO_3$ . Ζητεῖται ἡ ἀναλογία τῶν συστατικῶν τοῦ μίγματος.

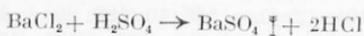
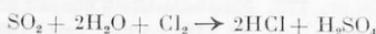
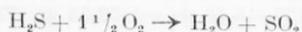
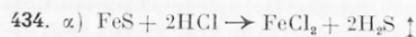
**500.** 'Επί  $MnO_2$  ἐπιδρά ἐν θερμῷ πυκνὸν ὕδροχλωρικὸν ὀξύ. Τὸ ἐκλυόμενον ἀέριον ἀντιδρᾷ μὲ ἴσον ὕγκον  $H_2$ , τὸ δὲ προτὸν τῆς ἀντιδράσεως αὐτῆς διοχετεύεται εἰς διάλυμα  $AgNO_3$ , ὅτε λαμβάνεται ἔζημα, τὸ ὅποσον ξηραίνόμενον ζυγίζει 14,35 gr. Ζητεῖται τὸ βάρος τοῦ  $MnO_2$  ποῦ ἀντιδράσε μὲ τὸ ὕδροχλωρικὸν ὀξύ.

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. α) 16 gr. β) 80 gr. 2. 4 gr καὶ 8 gr. 3. 2 l καὶ 4 l. 4. 6l. 5. 4l 6. 34 νετρόνια καὶ 30 πρωτόνια. 7. 11 πρωτόνια. 2,8,1. 10. 64. 11. 8l. 12. 0,071 gr. 13. 1,5l. 14. 3,17 gr. 15. 0,25 Atm. 16. 323°C. 17. 732°Cm<sup>3</sup>. 18. 3,3l 19. 0,32 gr. 20. 245 gr. 21. 12,046 × 10<sup>23</sup>. 22. 0,5. 23. 56 gr. 24. 160 gr. 25. 16,25o/o. 26. 4 gr. 27. 1120l. 28. 28. 29. H=2,026l. 30. ἀπὸ τὸ βάρος 31. 76o/o. 32. 32,88o/o. 33. 32. 34. 20. 35. 18,66. 36. 35. α=1, β=2, γ=1, δ=1, ε=2. 38. α=2, β=16, γ=8, δ=2, ε=2, ζ=5. 39. 0,285 mol. 40. 8,52l. 41. 18,88l. 42. 227, 27 cm<sup>3</sup>. 43. 408,8 cm<sup>3</sup>. 44. 180. 45. 35,2. 46. 10,26 47. 8,56l. 48. 38 gr, 18gr. 27 gr. 49. 4,9 gr. 50. 26,1 gr. 51. 6,25 cm<sup>3</sup>. 52. 5,6l. 53. 4gr. 54. 42 gr, 66gr, 54,33gr, 57gr, 67,7gr. 55. 10 gr. 56. 3,92 gr. 57. 35 cm<sup>3</sup>. 58. 102 cm<sup>3</sup> 59. 2N. 60. 1,96o/o. 61. 20 cm<sup>3</sup>. 62. 17. 63. 63. 64. 16. 65. 40. 66. 0,069-1,51-0,96-1,26-1,17-0,96. 67. 1, 5l. 68. 70,76. 69. 28. 70. 65,4. 71. 58,1. 72. 1,94gr. 73. α) H=2,04o/o, S=32,65o/o, O=65,3o/o β) Na=39,6o/o Cl=60,4o/o. γ) Ca=29,41o/o, H=0,75o/o, P=22,8o/o, O=47,0o/o. 74. 46o/o. 75. Cu=79,87o/o. O=20,13o/o. 76.  $Na_2CO_3$ . 77. Zn=29,15 gr,  $H_2SO_4$ =43,75gr. 78. 13,25 gr καὶ 15,59 gr. 79. 16,87 gr. 80. 2,24l. 81. 1,6 gr. 82. 352 cm<sup>3</sup>. 83. 2,24l. 84. 75,58 gr. 85. 3,22l. 86. 208,93 gr. 87. 4,17 gr. 88. 4l. 89. 66,6 cm<sup>3</sup>. 90. 7,26 gr. 91. 4534 gr. 92. 4,23 gr. 93. 16,1 gr. 94. 400 l. 95. 9,42 kg. 96. 50 cm<sup>3</sup>. 97. 1,09l. 98. 0,855 gr. 99. 5357 gr. 100. H=7,04l,  $H_2O$ =5, 65 gr. 101. 129,46 kg. 102. 9,57l. 103. 98,1 gr. 104. 7,72l. 105. 19,33 gr. 106. 11,41 gr. 107. 1,12l. 108. ἀπὸ 5,6l. 109. 10,87 gr. 110. 2,75 gr. 111. 9,54l. 112. ἀπὸ 3,36l. 113. 262

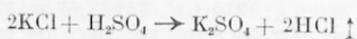
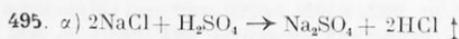
cm<sup>3</sup>. **114.** 48,66l. **115.** 44,17 gr. **116.** 9,8 gr. **117.** HFO<sub>3</sub>=43,52 gr, SO<sub>3</sub>=6,76 gr. **118.** 8,96l  
 και 4,48l. **119.** 5,6l και 2,8l. **120.** 3,27 gr. **121.** 1,78l. **122.** 13 gr. **123.** 19,6 gr. **124.** 14,6l.  
**125.** 7,14 gr. **126.** 37,74 gr. **127.** 1,2gr. **128.** 0,56 gr **129.** 3,1 gr. **130.** 8,06l. **131.** 7,04l.  
**132.** 8,96l. **133.** CaO=4120kg, CO<sub>2</sub>=448 m<sup>3</sup>. **134.** 1,77 gr. **135.** 3,2l. **136.** 448 cm<sup>3</sup>. **137.**  
 1,23 l. **138.** από 565 cm<sup>3</sup>. **139.** 8,2 gr. **140.** 26,46 gr **141.** 2l. **142.** KOH=68,6 gr, Cl<sub>2</sub>=13,7l.  
**143.** 26,09l. **144.** 14,18l **145.** 0,82 gr. **146.** 1,19 gr. **147.** 20,73 gr. **148.** 8,92 gr. **149.** CaO=  
 =5,6 τρώγες, CO<sub>2</sub>=2240 m<sup>3</sup>. **150.** 600 m<sup>3</sup>. **151.** 20,08 gr. **152.** 84,3 kg. **153.** 0,61 gr. **154.**  
 2,03 gr. **155.** 212,6 m<sup>3</sup>. **156.** 24,27 gr. **157.** 6,54 gr. **158.** 963 gr. **159.** 3,05 gr. **160.** K=7,8o/o,  
 Cr=10,4o/o. **161.** 0,52 gr. **162.** 2,68 l. **163.** 1,28 gr. **164.** 15,55l. **165.** 270,5 kg. **166.** 600  
 m<sup>3</sup>. **167.** 6,1 gr. **168.** 2,1gr. **169.** 533.3l. **170.** 1071,4 gr **171.** 1,103-0,069-2,448-1.31.  
**172.** 44,8l και 22,4l. **173.** 216,5-18-72-40-36,5-98-58,5-44-87-122,5. **174.** 22,4l-2.8l-22,4l-  
 4,73l-44.8l. **175.** 89,285 kg. **176.** 1,517-2,206-0,586. **177.** 46,66 gr και 53,33 gr. **178.** 0,089  
 gr-1,42 gr-0.80 gr-3,17 gr-1,25 gr-0,76 gr-1,96 gr. **179.** Na=3o/o-Cl=4,66o/o-Ca=22,2o/o  
 -H=1,56o/o-C=7,8o/o-S=7,3o/o-O=53,37o/o. **180.** 3,91 gr. **181.** 1392 cm<sup>3</sup>. **182.** H<sub>2</sub>=2  
 -Cl<sub>2</sub>=7l-N<sub>2</sub>=28. **183.** α) 857l gr. β) 2857l. **184.** (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>v</sub>. **185.** 40. **186.** 207,1. **187.** 65,7.  
**188.** 108,27 **189.** 40 και 2 **190.** 1,94. **191.** MgCl<sub>2</sub>. **192.** AgNO<sub>3</sub>. **193.** HNO<sub>3</sub>. **194.** C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>.  
**195.** SO<sub>2</sub>. **196.** N<sub>2</sub>O. **197.** C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>. **198.** FeO. **199.** 15,84 gr. **200.** 6,25 gr. **201.** A=O<sub>2</sub>-B=  
 =CO-Γ=CH<sub>4</sub>. **202.** 108. **203.** 32. **204.** 13,977. **205.** N<sub>2</sub>=76,8 gr., O<sub>2</sub>=23,2 gr. **206.** 18,67.  
**207.** 12,16. **208.** 59,3. **209.** 12,15. **210.** 4. **211.** 1,47 gr. **212.** 7l. **213.** 669,64 gr. **214.** 108. **215.**  
 39. **216.** 8. **217.** 9. **218.** 24,5 gr. **219.** 1,97 gr. **220.** (CaCO<sub>3</sub>)<sub>v</sub>. **221.** 64. **222.** 7. **223.** 24. **224.**  
 HNO<sub>3</sub>. **225.** (NO)<sub>v</sub>. **226.** 136,7 cm<sup>3</sup>. **227.** 24. **228.** Nαί. **229.** 18,6 και 28. **230.** 31,54. **231.**  
 80,48 cm<sup>3</sup>. **232.** 1,176 gr. **233.** 66,04 gr. **234.** 47,5o/o. **235.** 15,1l. **236.** 31,62 cm<sup>3</sup>. **237.**  
 12,063 N. **238.** 100 cm<sup>3</sup> **239.** 18,9 gr. **240.** 49 gr. **241.** 4 gr. **242.** 1h, 11', 8". **243.** α) 29,4  
 gr. β) 2. **244.** 118. **245.** 1973 gr. και 960,96 l. **246.** 4,32 gr. **247.** 13,7l. **248.** 3,64 gr. **249.**  
 12,44. **250.** 44 gr. **251.** 16,3 gr και 24,5 gr. **252.** 125,3 gr. **253.** 14,5 gr. **254.** 5,6 l. **255.** 10.  
 27 gr. **256.** 19,5 gr και 62,58 gr. **257.** 44,8l. **258.** 104,46 gr. **259.** 705 cm<sup>3</sup> **260.** 18,2 gr **261.** 519 cm<sup>3</sup>.  
**262.** 5,6l **263.** 10,27 gr. **264.** 16,3 gr και 52,15 gr. **265.** 3,6 gr, 8 gr, 2,24l. **266.** 1,92 l. **267.**  
 10 cm<sup>3</sup> **268.** 30o/o. **269.** 100 ἔργων. **270.** 0,8l. **271.** Cu = 10,6%, CuO=89,4o/o. **272.** 9,67  
 gr. **273.** 1120 m<sup>3</sup>. **274.** 20,95o/o. **275.** 44,8l. **276.** 104,46 gr. **277.** 705 cm<sup>3</sup>. **278.** 18,2 gr.  
**279.** 519 cm<sup>3</sup>. **280.** KClO<sub>3</sub>=49o/o, MnO<sub>2</sub>=51o/o. **281.** 6. **282.** 1618 cm<sup>3</sup>. **283.** Fe=1,866 gr,  
 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=2,66 gr. **284.** 386,87 gr. **285.** 253,8l. **286.** 5,6 l. **287.** 10,34 l. **288.** 664 cm<sup>3</sup> **289.** 37,86  
 l. **290.** 17o/o. **291.** 5,6l. **292.** 10,34 l. **293.** 664 cm<sup>3</sup>. **294.** 37,86 l. **295.** 6,09 cm<sup>3</sup> **296.** 22,3  
 gr. **297.** AgNO<sub>3</sub>=2,7l gr, KBr=1,8 gr. **298.** Br = 86,95 gr, Cl<sub>2</sub> = 12,17 l. **299.** 2,4 gr.  
**300.** 3,52 l. **301.** 17,68l. **302.** 87,9o/o. **303.** 8,38 gr. **304.** 28,54 l και 102,56 gr. **305.** 480 gr.  
**306.** 2,24 l. **307.** 19,6 kg **308.** 160,6 gr. **309.** 1,4 l. **310.** 5,67 gr. **311.** 23,24 gr. **312.** 33,47gr.  
**313.** 9,82 gr. **314.** 37,5 l. **315.** 65,33 gr. **316.** 88,2o/o. **317.** 200,3gr. **318.** 25,33o/o. **319.**  
 130 gr. **320.** 97,96 gr. **321.** α) 16,8l. β) 73,5 gr. **322.** α) N<sub>2</sub> = 790 cm<sup>3</sup> και SO<sub>2</sub> = 152,6  
 cm<sup>3</sup>. β) 790 cm<sup>3</sup>. γ) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. **323.** 64 gr, 80 gr, 98 gr, 142 gr, 240 gr. **324.** 28,35 gr. **325.**  
 2l. **326.** 480 gr. **327.** 2,24l. **328.** 19,6 kg. **329.** 160,6 gr. **330.** 1,4l. **331.** 5,67 gr. **332.** 23,2l  
**333.** 33,47. **334.** 9,82. **335.** 37,5l. **336.** 65,33 gr. **337.** 88,2 gr. **338.** 200,3 gr. **339.** 25,33  
 gr. **340.** O<sub>2</sub>=11,2 m<sup>3</sup>, N<sub>2</sub>=47,4 m<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub>=1,4 m<sup>3</sup>. **341.** 3,52l. **342.** 4. **343.** N=12,2o/o-H=  
 4,4o/o-S=27,8o/o-O=55,6o/o. **344.** 11,2 l. **345.** 4,48 l. **346.** 11,24. **347.** 11,2. **348.** 4,48  
**349.** 11,24. **350.** 96,43 gr. **351.** 5,465. **352.** 6,22 gr. **353.** 3,44 l. **354.** 1,025 kg. **355.** 13,26  
 gr. **356.** 4,81 gr. **357.** 19,24 cm<sup>3</sup> **358.** 28,41o/o. **359.** α) 28,41 gr. β) 75 gr. **360.** 234 gr.  
**361.** 5,35 gr. **362.** 297 gr. **363.** 4,48 l. **364.** 297 gr. **365.** 4,48. **366.** 3,73l. **367.** 4,48l. **368.**  
 6384. **369.** 14,1 gr και 13 gr. **370.** CO=12 cm<sup>3</sup>, O<sub>2</sub>=13 cm<sup>3</sup>. **371.** α) CO=150 cm<sup>3</sup>, Cl<sub>2</sub>=250  
 cm<sup>3</sup> β) COCl<sub>2</sub>=150cm<sup>3</sup>, Cl<sub>2</sub>=100 cm<sup>3</sup>. **372.** 4,685 gr. **373.** 0,7l. **374.** α) CO<sub>2</sub>=0,56 l. β) 4,2  
 gr. **375.** 20o/o. **376.** CO=11,2l και CO<sub>2</sub>=3,8l. **377.** NaHCO<sub>3</sub>=3,36 gr και Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>=2,12 gr  
**378.** 2272,7 gr. **379.** 61,57 gr και 328,42 gr. **380.** 3,75 gr και 2,09 gr. **381.** 873,3 cm<sup>3</sup>. **382.**  
 1,06 kg. **383.** 22,6l. **384.** Ca=29,41o/o, H=0,73o/o, P=22,8o/o, O=47,06o/o. **385.** α)  
 14l. β) 18 gr. **386.** 14o/o. **387.** 232,5 gr. **388.** P=3,1 gr. KOH=3,36 gr. **389.** 169,7 cm<sup>3</sup>  
 και 56,6 cm<sup>3</sup>. **390.** 1,03l. **391.** 527 gr. **392.** 1241,3 gr. **393.** 688,5 gr. **394.** α) F=426,9 gr

β) 13,61ο/ο 395. 18,5ο/ο. 393. 43,47 gr. 397. 28 gr 398. 41,81ο/ο και 58,14ο/ο. 399. 2,81 400. 35,75 gr. 401. 7,13 gr. 402. 5,38 gr. 403. 6,73 gr και 5,9 gr. 404. 14 gr. 405. 9,25 gr. 406. 756 cm<sup>3</sup>. 407. 1,76 gr και 0,72 gr. 408. 7,17 gr. 409. 6,71. 410. 0,675 gr. 411. 45,4 3gr. 412. α) HCl=11,21. β) AgCl=71,7 gr. 413. α) 2,81. β) 2,25 gr. 414. α) 10,6 gr. β) 2,241 415. 10,7ο/ο 416. 11,7 gr. 417. CaC<sub>2</sub> 1047 kg. 418. α) 5,541. β) 20 gr. 419. 964,28 gr. 420. 5,61. 421. 948 gr. 422. 420 m<sup>3</sup> 423. 28,68 gr. 424. 51 gr. 425. 5,4 gr και 15,75 gr. 426. Au= 4,3ο/ο, Cu= 41,6ο/ο. 427. 3475 Kg 428. 131,8 cm<sup>3</sup>. 429. 67,75ο/ο και 32,25ο/ο. 430. α) 0,39 gr και β) 26,43 cm<sup>3</sup>. 431. α) 4ο/ο. β) 21,2gr. 432. α) Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>=100 gr. β) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>=43,5 gr. γ) 250 gr. 433. 0,766 gr.



β) 8,8 gr.

435. α) 7,466 l. β) 17,78l. 436. α) 450,3 gr. β) 840,5l. 437. CO<sub>2</sub>=71cm<sup>3</sup>, H=100 cm<sup>3</sup>, CO<sub>2</sub> N<sub>2</sub> x λ. π.=79 cm<sup>3</sup>. 438. 1,12 gr. 439. 4,48l, 20 gr. 440. α) 5,6gr και 2,24l. β) 4,48l γ) 8,8 gr. 441. KJ=2,6gr, KCl=14,9 gr και J=25,4 gr. 442. 7060,77l. 443. 23,71 kg. 444. 400 gr. 445. 15,7 gr. 446. 3,75l. 447. Cu=806,6 gr. και CuO=1493,6 gr. 448. 6,8 gr. 449. 89, 6l. 450. 1,59 gr. 451. 166,6 cm<sup>3</sup>. 452. 26,5 gr. 453. α) 15l. β) 0,446 gr. 454 α) C=15,8ο/ο, S=84,2ο/ο. β) CS<sub>2</sub>. 455. CaCO<sub>3</sub>=1gr, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 10H<sub>2</sub>O=2,86 gr. 456. KCl=0,49gr, NaCl= =0,51 gr. 457. α) Είς τήν άποσύνθεσιν του NaHCO<sub>3</sub> διά τῆς πυρώσεως. β) NaHCO<sub>3</sub>=14 gr, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>= 6 gr. 458. α) Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>= 14,75 gr. β) CuO= 6,26 gr. 459. 18, 2l. 460. 8,82 gr. 461. 1,87l, Cu= 10,6 gr, CuO= 6,73 gr. 462. α) 4,2 m<sup>3</sup>. β) 2,1m<sup>3</sup>. γ) 12,75 Keal. 463. CO<sub>2</sub>=10 cm<sup>3</sup>, CO=10cm<sup>3</sup>, O<sub>2</sub>=10cm<sup>3</sup>. 464. 3,18 gr. 465. 20ο/ο. 466. CO<sub>2</sub>=10 cm<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>=55 cm<sup>3</sup>, CO=35 cm<sup>3</sup>. 467. 16 46l, 36,48 gr, 10,98l. 468. 0,51. 468S. N<sub>2</sub>=78,88ο/ο, O=20,07ο/ο, NO<sub>2</sub>=1,05ο/ο. 470. 3,98l. 471. 8,4l-13,5gr-28 gr. 472. 700 cm<sup>3</sup> 473. 41,6 τόννοι. 474. 11,2l-5,6l-24,5 gr-31,5 gr. 475. 12,75 gr. 476. 90ο/ο 477. N<sub>2</sub>=79ο/ο-O=18. 55ο/ο-SO<sub>2</sub>=2,45ο/ο. 478. α) Fe=0,44 gr, FeS=3,96 gr. β) H<sub>2</sub>=0,176 l, H<sub>2</sub>S=1,008l. 479. 65 cm<sup>3</sup> 480. α) 11,9 m<sup>3</sup> β) 7,144 kg. 481. N<sub>2</sub>=79,9ο/ο, O<sub>2</sub>=20,1ο/ο. 482. O<sub>2</sub>=76 cm<sup>3</sup>, H<sub>2</sub>= 52 cm<sup>3</sup>. 483. 108 gr. 484. H= 11,185ο/ο, O=88,815ο/ο. 485. NaOH=40 gr, H<sub>2</sub>=11,2l, Cl<sub>2</sub>=11,2l. 486. 2,55l. 487. S=50ο/ο. O=50ο/ο. 488. H=5,88ο/ο, S=94,12ο/ο, M=34. 489. α) 0,18 gr. β) 0,11 gr. 490. α) 9,6 gr. β) 10,65 gr. 491. α) 9,76 gr. β) 6,12 gr. γ) 7,9 gr. 492. 12,57 gr. 493. 2800l. 494. 2,69 gr και 1,13 gr.



β) NaCl=23,68 gr, KCl=21,75 gr.

γ) 15,97 l.

496. 52. 497. α) 605 cm<sup>3</sup> β) 2,7 gr. γ) 605 cm<sup>3</sup> 493. 4,84. 499. FeO=10,25 gr, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=4,75 gr. 500. 2,175 gr.

#### ΠΑΡΟΡΑΜΑΤΑ

Σελίς	142	στίχος	11,	άντι	2Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ,	γράφει :	2Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
»	151	»	13	»	(H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )	»	(H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>6</sub> )
»	161	»	31	»	-41020 cal	»	-29000 cal
»	162	σχήμα	112	»	CO <sub>3</sub>	»	CO <sub>2</sub>
»	165	στίχος	22	»	SI	»	Si

## ΠΙΝΑΞ ΑΛΦΑΒΗΤΙΚΟΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### Α

	Σελ.ς
*Αγωγιμότης.....	171
*Αδάμας.....	154
*Αέρια.....	33
» άδρανή ή εύγενή.....	169
*Αέριον κροτούν.....	100
*Αερίων σχετική πυκνότης.....	36
*Αζώτον.....	137
*Αζώτον ανάκύκλωσις.....	139
» όξειδια.....	141
*Αήρ άτμοσφαιρικός.....	140
Αιθάλη.....	156
*Άλας μαγειρικών.....	176
*Άλατα.....	77
» βασικά.....	78
» όξινα.....	78
» ουδέτερα.....	78
» σύμπλοκα.....	78
*Άλκάλια.....	173
*Άλκαλικά γάϊσι.....	189
*Άλλοτροπία.....	95
*Άλογόνα στοιχεία.....	113
*Άλωστή αντίδρασις.....	228
*Άλχημιστάι.....	217
*Άμαλάγματα.....	200
*Άμειβυστος.....	204
*Άμμονία.....	145
*Άμμώνιον.....	147
» χλωριούχον.....	146
*Άμφίδρομοι αντίδράσεις.....	54
*Άναγωγή.....	101
*Ανακύκλωσις άζώτου.....	139
» διοξ. άνθρακος.....	164
» όξυγόνου.....	93
*Ανάλυσις.....	9
*Αναπνοή.....	92
*Αναφλέξεως θερμοκρασία.....	91
*Ανθεκτικότης μετάλλων.....	172
*Ανθρακικόν όξύ.....	163
*Ανθρακίτης.....	158
*Ανθρακοπυρίτιον.....	167
*Ανθρακος διοξειδιον.....	160
» μονοξειδιον.....	157
*Ανθραξ.....	154
» άμορφος.....	157
» άπστακτήρων.....	158
» ζοϊκός.....	157
*Αντιδράσεις χημικάι.....	53
*Αντιδραστήρες πυρηνικοί.....	231
*Αντιμόνιον.....	152
*Ανυδρίται.....	73
*Άπτον Bessemer.....	214
*Άπσταξις.....	8
*Άργίλιον.....	203

### Σελις

*Άργιλίου κράματα.....	204
» μετάλλουργία.....	203
» όξειδιον.....	204
*Άργιλοθερμαντική μέθοδος.....	204
*Άργιλος.....	205
*Άργόν.....	169
*Άργυροδάμας.....	191
*Άργυρος.....	186
» βραμιούχος.....	187
» ιωδιούχος.....	187
» νιτρικός.....	187
» χλωριούχος.....	187
*Άρσενικόν.....	151
*Άρσενικούχον ύδρογόνον.....	152
*Άρσίνη.....	152
*Άσβεστιον.....	191
» γάλα.....	193
» θεικόν.....	195
» ύδωρ.....	193
» φωσφορικόν όξινον.....	150
» χλωριούχον.....	179
*Άσβεστίου όξειδιον.....	192
» ύδροξειδιον.....	192
*Άσβεστίτης.....	194
*Άσβεστόλιθος.....	194
*Άσβεστος.....	192
*Άτμίζον θεικόν όξύ.....	135
*Άτομα.....	14
*Άτομική ένέργεια.....	220
*Άτομ. βαρών προσδιορισμός.....	85
*Άτόμου δομή.....	17
*Άτομική βόμβα.....	230
*Άτομικόν βάρος.....	23
» όξυγόνου.....	91
» ύδρογόνον.....	103
*Άτομικός αριθμός.....	28
*Άτομικός στοιχείου.....	23
*Άτομικόν βαρών πίναξ.....	4
» προσδιορισμός.....	85
*Άτόμων μέγεθος.....	16
Αύτανάφλεξις.....	92
Αύτοξειδωσις.....	91

### Β

Βαρύ ύδρογόνον.....	104
» ύδωρ.....	104
Βάσεις.....	76
Βασιλικόν ύδωρ.....	145
Βαση χάλυβος.....	214
Βισμύθιον.....	152
Βόμβα άτομική.....	230
» ύδρογόνον.....	230
Βόραξ.....	202
Βόριον.....	202
Βρουντζος.....	184

	Σελίς
Βρόμιον .....	117
Βωξίτης .....	203

## Γ

Γαίαι .....	201
» αλκαλικαί .....	189
Γαϊάνθρακες .....	158
Γάλα άσβέστου .....	193
Γαλαζόπετρα .....	184
Γαλβανισμένη λαμαρίνα .....	199
Γαλβανοπλαστική .....	156
Γαλνήιτης .....	207
Γερμάνιον .....	207
Γραμμοάτομον .....	25
Γραμμοϊσοδύναμον .....	51
Γραμμομόριον .....	25
Γραφίτης .....	155
Γύψος .....	195

## Δ

Δείκται .....	75
Δεσμότης .....	48
Δεσμός έτεροπολικός .....	47
» ήμπολικός .....	50
» μεταλλικός .....	50
» όμοιοπολικός .....	47
Δευτέριον .....	104
Διαλύματα .....	61
Διαλυτότης .....	62
Διαπίδουςις .....	35
Διάταξις ήλεκτρονίων εις φλοιούς .....	19
Διάχυσις .....	35
Διήθησις .....	8
Διοξειδιον του άνθρακος .....	161
» θείου .....	128
Διχρωμικόν κάλιον .....	181
Δύναμις οξέος ή βάσεως .....	79

## Ε

Εϊδικόν βάρος αερίων .....	36
Έκχύλισις .....	8
Έλατόν .....	171
Έλλειμμα μάξης .....	222
Έμπειρικός τύπος .....	38
Ένδοθερμιο αντίδράσεως .....	56
Ένοσως χημική .....	7
Έξιώσεις χημικαί .....	40
Έξουδετέρωσις .....	77
Έξώθερμιο αντίδράσεως .....	56
Έπιταχυντήρες .....	225
Έτεροπολικά ένώσεις .....	47
Εύγενή άερια .....	169

## Ζ

Ζωϊκός άνθραξ .....	157
---------------------	-----

## Η

Ήλεκτρόλυσις .....	65
» ύδατος .....	10

## Σελίς

Ήλεκτρολύται .....	65
Ήλεκτρόνια .....	15
Ήλεκτρονική θεωρία σθένους .....	45
Ήλεκτροχημικόν ίσοδύναμον .....	70
Ήλιον .....	169
Ήλιοτροπιου βάμμα .....	75
Ήμιζωή ραδιενεργού στοιχείου .....	221

## Θ

Θεικόν οξύ .....	132
» » άτμίζον .....	135
Θείον .....	124
Θείου διοξειδιον .....	128
» τριοξειδιον .....	130
Θειώδες οξύ .....	132
Θερμοπυρκαϊά αντίδράσεις .....	230
Θερμοχημεία .....	56
Θεωρία των ίόντων .....	66

## Ι

Ίαματικά ύδατα .....	110
Ίαρυρτικόν άέριον .....	141
Ίόντα .....	67
Ίσλανδική κρύσταλλος .....	194
Ίσοβαρή στοιχεΐα .....	30
Ίσότονα » .....	30
Ίσότοπα » .....	28
Ίώδιον .....	118

## Κ

Κάδιον .....	200
Καλαμίνα .....	198
Κάλιον .....	179
» άνθρακικόν .....	180
» διχρωμικόν .....	181
» νιτρικόν .....	180
» ύπεργγανικόν .....	181
» χλωρικόν .....	181
» χρωμικόν .....	181
Καλίου ύδροξειδιον .....	180
Καλομέλας .....	201
Κανονικαί συνθήκαι .....	35
Κανονικόν διάλυμα .....	81
Καολίνης .....	203
Καράτιον .....	155
Κασσιτερίτης .....	207
Κασσίτερος .....	207
Κατάλυσις .....	58
Καταλύτει .....	58
Καταστάσεις της ύλης .....	31
Κατάστασις έν τώ γεννάσθαι .....	96
Καΐσις .....	91
Κεραμειτική .....	205
Κεραργυρίτης .....	186
Κιμωλία .....	194
Κινάβαρι .....	200
Κοβάλτιον .....	216
Κολλοειδές διάλυμα .....	62
Κονιάματα .....	193
Κορούνδιον .....	204
Κράματα .....	172
Κράμα τυπογραφ. στοιχείου .....	153

## Σελίς

Κροτοῦν ἀέριον .....	92
Κρυπτόν .....	169
Κρυσταλλικά συστήματα .....	32
Κρύσταλλος Ἰσλανδική .....	194
» ὄρεια .....	166
Κώκ .....	158

## Λ

Λαμαρίνα γαλβανισμένη .....	199
Λευκόλιθος .....	190
Λευκοσίδηρος .....	207
Λευκόχρυσος .....	217
» μέλας .....	218
» σπογγώδης .....	218
Λιγνίτης .....	158
Λιθάνθραξ .....	158
Λιπάσματα .....	151

## Μ

Μαγγάνιον .....	210
Μαγγάνιου ὑπεροξειδίου .....	211
Μαγνησία .....	191
Μαγνήσιον .....	190
» ἀνθρακικόν .....	191
» θεικόν .....	191
Μαζικός ἀριθμὸς .....	24
Μαντέμι .....	214
Μάρμαρον .....	194
Μεσόνια .....	224
Μέταλλα .....	72
» εὐγενή .....	217
Μεταλλοειδή .....	72
Μεταλλουργία .....	170
Μετᾶλλον ιδιότητες .....	170
Μίγματα .....	6
Μίνιον .....	208
Μόλυβδος .....	207
Μολυβδου ὀξειδια .....	208
Μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακος .....	160
Μόρια .....	13
Μοριακὸν βάρος .....	23
Μοριακοὶ τύποι .....	38
Μοριακὸν βαρῶν προσδιορισμὸς .....	83
Μοριακὸς ὄγκος .....	36

## Ν

Νάτριον .....	174
» ἀνθρακικόν .....	177
» καυστικόν .....	176
» χλωσιούχον .....	176
Νατρίου ὑδροξειδίου .....	176
» ὑπεροξειδίου .....	175
Νεάργυρος .....	184
Νέον .....	169
Νετρόνια .....	15
Νικέλιον .....	216
Νιτρικὸν ὄξύ .....	142
Νόμοι τῶν ἀερίων .....	33
» τοῦ Raoult .....	63
Νόμος τῶν βαρῶν .....	10
» τῆς δράσεως τῶν μαζῶν .....	54
» τοῦ Bertholet .....	53

## Σελίς

Νόμος τοῦ Gay-Lussac .....	12
» » Van't Hoff .....	64
» τῶν πολλαπλῶν ἀναλογιῶν .....	11
» » ὠρισμένων » .....	11

## Ξ

Ξένον .....	169
Ξυλάνθραξ .....	157

## Ο

Ὄβις ἀερίων .....	89
Ὄζον .....	93
Ὀικογένεια ραδιενεργοί .....	221
Ὄλκιμον .....	172
Ὄμοιοπολικά ἑνώσεις .....	47
Ὀπτάνθραξ .....	158
Ὀρεία κρύσταλλος .....	166
Ὀύρανιον .....	218
Ὀυρανίου σχάσις .....	228

## Π

Παθητική κατάσταση .....	144
Πεντοξειδίου τοῦ φωσφοῦρου .....	150
Περιοδικὸν σύστημα στοιχείων .....	25, 27
Πίναξ ἀτομικῶν βαρῶν .....	4
» σθενῶν .....	45
Πισσουρανίτης .....	218
Πλουτόνιον .....	230
Πορσελίανη .....	205
Ποτάσσα .....	180
Πρωτόνιον .....	15
Πτωχὸν ἀέριον .....	161
Πύργος Gay-Lussac .....	133
» Glover .....	133
Πυρεία ἀσφαλείας .....	150
Πυρηνες ἀσταθεῖς .....	221
Πυρηνικά ἀντιδράσεις .....	226
Πυρηνος δομὴ .....	17
Πυριτικά ὄξια .....	163
Πυρίτιον .....	165
Πυριτίου διοξειδίου .....	166
Πυρίτις .....	181
Πυροθεϊκόν ὄξύ .....	135
Πυρολουσίτης .....	211
Πυροσβεστήρας .....	163

## Ρ

Ραδιενεργά στοιχεία .....	220
Ραδιενεργαία τεχνητή .....	224
» φυσική .....	219
Ραδιενεργείας μονάς .....	222
Ραδιενεργοί οἰκογένεια .....	221
Ραδιοϊσότοπα .....	227
Ράδιον .....	196
Ρίζαι .....	50
Ρουβίδιον .....	204

## Σ

Σάππειρος .....	204
Σελήνιον .....	136

Σθένος στοιχείων .....	44
Σθένους ηλεκτρονική θεωρία .....	45
Σιδηρός .....	212
Σιδηρός θεικός .....	215
» μαλακός .....	214
» σφρηλάτος .....	214
Σκληρότης μετάλλων .....	172
Σκωρίαί .....	213
Σμύρις .....	166
Σόδα .....	177
» ποτού .....	179
Σπίρτον άλατος .....	122
Σχετική πυκνότης άερίου .....	36
Σταλαγμίται .....	195
Σταλακτίται .....	195
Στερεά .....	32
Στοιχεία .....	6
» ισότοπα .....	28
» μονατομικά, διατομικά .....	23
» ραδιενεργά .....	220
Στοιχειώδη σωματίδια .....	224
Στουπέτσι .....	209
Στυπτηρίαί .....	204
Συγγένεια χημική .....	43
Συγκέντρωσις ιόντων ύδρογόνου .....	80
Συλλήψαματα .....	213
Σύμβολα στοιχείων .....	37
Σύμπλοκα άλατα .....	78
Σύνθεσις .....	9,53
Συντακτικός τύπος .....	38
Σύντηξις .....	222
Συσκευή Marsh .....	152
Σύστασις άτόμων .....	15
Σφαλερίτης .....	198
Σχάσις πυρήνων .....	222
Σώματα άπλά .....	6

## T

Ταξινομήσις .....	72
Τεχνητή διάσπασις πυρήνων .....	224
Τοπάσιον .....	204
Τριοξειδιον του θείου .....	130
Τρίτιον .....	105
Τσίγκος .....	198
Τσιμέντον .....	193
Τύρφη .....	158
Τύποι χημικοί .....	37

## Y

*Υαλος .....	167
*Υγρά .....	33
*Υδραέριον .....	161
*Υδράργυρος .....	200
*Υδράργυρος διχλωριούχος .....	201
» υποχλωριούχος .....	201
*Υδραργύρου όξειδιον .....	201
*Υδραυλική άσβεστος .....	193
*Υδρίδια .....	105
*Υδρίται .....	109
*Υδροβρόμιον .....	123
*Υδρογόνον .....	96
» άτομικόν .....	103
» βαρύ .....	104

*Υδροθειον .....	127
*Υδροϊόδιον .....	123
*Υδρόλυσις .....	81
*Υδροξειδιον άσβεστιου .....	192
» καλίου .....	180
» νατρίου .....	176
*Υδροφθόριον .....	119
*Υδροχλώριον .....	120
*Υδωρ .....	106
» βαρύ .....	104
» βασιλικόν .....	145
» πόσιμον .....	110
*Υπερμαγγανικόν κάλιον .....	181
*Υπεροξειδια .....	73
*Υπεροξειδιον του νατρίου .....	175
*Υπεροξειδιον του ύδρογόνου .....	111
*Υπόθεσις Avogadro .....	35
*Υδράργυρος χλωριούχος .....	201
*Ψυκάμιнос .....	212

## Φ

Φαγεντιανά είδη .....	205
Φαινόμενα φυσικά .....	5
» χημικά .....	5
Φθόριον .....	114
Φλόξ .....	92
» όξυυδρική .....	101
Φυσική ραδιενέργεια .....	219
Φεσφόρος κίτρινος .....	149
» έρυθρός .....	149
Φωσφοροχον ύδρογόνου .....	150
Φωτογραφία .....	188

## X

Χαλαζίας .....	166
Χαλκοπυρίτης .....	183
Χαλκός .....	183
» θεικός .....	184
Χαλκού κράματα .....	184
Χάλυψ .....	214
Χημικαί αντίδράσεις .....	53
» έξισώσεις .....	40
Χημική συγγένεια .....	43
Χημικόν ισοδύναμον .....	51
Χημικοί τύποι .....	37
Χλώριον .....	114
Χρυσός .....	188
» τριχλωριούχος .....	189
Χρώμιον .....	206
Χρωμίτης .....	206
Χυτοσίδηρος .....	214

## Ψ

Ψευδάργυρος .....	198
» θεικός .....	199
» χλωριούχος .....	199
Ψευδαργύρου όξειδιον .....	199
Ψυμμυθίτης .....	209

## Ω

*Ωσμωσις .....	63
*Ωσμωτική πίεσις .....	63



ΤΟΥ ΙΔΙΟΥ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΣ

**ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ**

(ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ)

ΕΚΔΟΣΙΣ ΠΕΜΠΤΗ

Πρὸς χρῆσιν τῶν ὑποψηφίων διὰ τὰς εἰσαγωγικὰς ἐξετάσεις τῶν Ἀνωτάτων Σχολῶν καὶ τῶν μαθητῶν τῶν Γυμνασίων



ΤΟΥ ΚΑΙΟΥ ΤΥΓΓΡΑΦΕΩΣ  
ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ  
(ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ)

ΚΩΔΙΚΟΣ 3474

Πρόσ. χρήση από αναγνώστες δια της ελεύθερης διά-  
θεσης των Ανατολικών Συλλόγων και των μελών των  
Επιπέδων.



0020637640

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ



