

## 1. ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΜΠΛΟΚΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Λόγω του τεραστίου αριθμού και της μεγάλης ποικιλίας των ανοργάνων ενώσεων, είναι σπουδαίο να υπάρχει ένας συστηματικός τρόπος ονομασίας των ενώσεων. Ευτυχώς, ορισμένοι κανόνες ονοματολογίας των ανοργάνων ενώσεων τέθηκαν το 1958 από την επιτροπή της Διεθνούς Ένωσης της Βασικής και Εφαρμοσμένης Χημείας. Αυτοί οι κανόνες της IUPAC χρησιμοποιούνται ευρέως σήμερα (με ελάχιστες τροποποιήσεις) και είναι η βάση της χημικής ονοματολογίας.

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα είναι η γενική αποδοχή της σημείωσης Stock, όπου η οξειδωτική κατάσταση του μετάλλου ορίζεται μ' ένα ρωμαϊκό αριθμό σε παρένθεση, αμέσως μετά το όνομα του μετάλλου χωρίς αλλαγή της κατάληξης του μετάλλου.

### Ατομικά Σύμβολα, Μάζα, Ατομικός Αριθμός

Το σύμβολο και τα ονόματα των χημικών στοιχείων δίνονται στον Πίνακα 1.1. Ο αριθμός μάζας, ο ατομικός αριθμός και το ατομικό φορτίο αναπαρίστανται ως εξής:

αριστερά άνω δείκτης: αριθμός μάζας

αριστερά κάτω δείκτης: ατομικός αριθμός

δεξιά κάτω δείκτης: αριθμός ατόμων

δεξιά άνω δείκτης: ιονικό φορτίο

$^{200}\text{Hg}_2^{2+}$ , αναπαριστά το διπλά φορτισμένο ιόν που περιέχει δύο άτομα υδραργύρου, καθένα από τα οποία έχει ατομικό αριθμό 80 και αριθμό μάζας 200.

### 1.1 Χημικοί Τύποι και Ονομασία Αυτών

#### 1.1.1 Χημικοί τύποι

Οι χημικοί τύποι χρησιμοποιούνται για ενώσεις που εμφανίζονται σαν διακριτά μόρια, π.χ.  $\text{S}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{Co}_2(\text{CO})_8$ .

Στην περίπτωση ενώσεων μετάλλων, το ηλεκτροθετικό συστατικό τοποθετείται πρώτο και ακολουθεί το ηλεκτροαρνητικό. Π.χ.  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCO}_3$ . Σε δυαδικές ενώσεις αμετάλλων τοποθετείται πρώτο το στοιχείο που εμφανίζεται πιο μπροστά στη παρακάτω σειρά:

B, Si, C, Sb, As, P, N, H, Te, Se, S, At, I, Br, Cl, O, F

Πίνακας 1.1

Ενωση	Σύμβολο	Ατομικός αριθμός	Ενωση	Σύμβολο	Ατομικός αριθμός
Actinium	Ac	89	Iridium	Ir	77
Aluminum	Al	13	Iron	Fe	26
Americium	Am	95	Krypton	Kr	36
Antimony	Sb	51	Lanthanum	La	57
Argon	Ar	18	Lead	Pb	82
Arsenic	As	33	Lithium	Li	3
Astatine	At	85	Lutetium	Lu	71
Barium	Ba	56	Magnesium	Mg	12
Berkelium	Bk	97	Manganese	Mn	25
Beryllium	Be	4	Mendelevium	Md	101
Bismuth	Bi	83	Mercury	Hg	80
Boron	B	5	Molybdenum	Mo	42
Bromine	Br	35	Neodymium	Nd	60
Cadmium	Cd	48	Neon	Ne	10
Cesium	Cs	55	Neptunium	Np	93
Calcium	Ca	20	Nickel	Ni	28
Californium	Cf	98	Niobium	Nb	41
Carbon	C	6	Nitrogen	N	7
Cerium	Ce	58	Nobelium	No	102
Chlorine	Cl	17	Osmium	Os	76
Chromium	Cr	24	Oxygen	O	8
Cobalt	Co	27	Palladium	Pd	46
Copper	Cu	29	Phosphorus	P	15
Curium	Cm	96	Platinum	Pt	78
Dysprosium	Dy	66	Plutonium	Pu	94
Einsteinium	Es	99	Polonium	Po	84
Erbium	Er	68	Potassium	K	19
Europium	Eu	63	Praseodymium	Pr	59
Fermium	Fm	100	Promethium	Pm	61
Fluorine	F	9	Protactinium	Pa	91
Francium	Fr	87	Radium	Ra	88
Gadolinium	Gd	64	Radon	Rn	86
Gallium	Ga	31	Rhenium	Re	75
Germanium	Ge	32	Rhodium	Rh	45
Gold	Au	79	Rubidium	Rb	37
Hafnium	Hf	72	Ruthenium	Ru	44
Helium	He	2	Samarium	Sm	62
Holmium	Ho	67	Scandium	Sc	21
Hydrogen	H	1	Selenium	Se	34
Indium	In	49	Silicon	Si	14
Iodine	I	53	Silver	Ag	47

Αυτή η σειρά ακολουθεί την σειρά ηλεκτροαρνητικότητας, χωρίς επικάλυψη των ομάδων του περιοδικού πίνακα.

*Παραδείγματα:*  $\text{NH}_3, \text{H}_2\text{Te}, \text{BCl}, \text{ClI}, \text{Cl}_2\text{O}, \text{OF}_2$ .

Εξαιρέσεις στον παραπάνω κανόνα συναντώνται σε ενώσεις που η ακολουθία των συμβόλων δείχνει την σειρά με την οποία τα άτομα συνδέονται στο μόριο ή στο ιόν. Π.χ.  $\text{HOCN}$  (κυανικό οξύ),  $\text{HNCO}$  (ισοκυανικό οξύ).

### 1.1.2 Συστηματική Ονομασία

Το όνομα του ηλεκτροθετικού συστατικού δεν τροποποιείται και τοποθετείται μπροστά. Το όνομα του ηλεκτροαρνητικού συστατικού τροποποιείται και παίρνει την κατάληξη (-ide) -ίδιο, εάν είναι μονοατομικό.

*Παραδείγματα:* Χλωρίδιο του νατρίου ή χλωριούχο νάτριο (sodium chloride), σουλφίδιο του μαγνησίου ή θειούχο μαγνήσιο (magnesium sulfide), αρσενίδιο του νικελίου ή αρσενιούχο νικέλιο (nickel arsenide).

Σύμπλοκα ανιόντα ονομάζονται με το όνομα του κεντρικού ατόμου με την κατάληξη (-ate) -ικό. Υποκαταστάτες ενωμένοι με το κεντρικό άτομο φέρουν την κατάληξη -ο. Η οξειδωτική κατάσταση του κεντρικού ατόμου δεικνύεται με ρωμαϊκό αριθμό και το φορτίο του ανιόντος γίνεται φανερό με την χρήση παρενθέσεων.

*Παραδείγματα:*

$\text{Na}_2[\text{SO}_4]$  (sodium tetraoxosulfate(VI)), τετραοξοθειικό(VI) νάτριο

$\text{Na}_2[\text{S}_2\text{O}_3]$  (sodium trioxothiosulfate(VI)), τριοξοθειοθειικό(III) νάτριο

$\text{Na}[\text{ClO}_4]$  (sodium tetrachloroiodate(III)), τετραχλωροϊωδικό(IV) νάτριο

Στοιχειομετρικές αναλογίες συμβολίζονται με ελληνικά προθέματα (μόνο, δι, τρι, τέτρα, πέντα, έξα, έπτα, όκτα, εννέα, δέκα, ένδεκα, δώδεκα, μετά το δώδεκα χρησιμοποιούνται αραβικοί αριθμοί).

*Παραδείγματα:*

$\text{N}_2\text{O}$  (dinitrogen oxide), οξειδίο του διαζώτου

$\text{S}_2\text{Cl}_2$  (disulfur dichloride), διχλωρίδιο του διθείου

$\text{U}_3\text{O}_8$  (triuranium octaoxide), οκταοξειδίο του τριουρανίου.

Οι αναλογίες των συστατικών δείχνονται επίσης έμμεσα με το σύστημα stock, στο οποίο οι Ρωμαϊκοί αριθμοί αναπαριστούν τον αριθμό οξειδωσης ενός στοιχείου ή κεντρικού ατόμου. Το φορτίο ενός συμπλόκου ιόντος μπορεί να φανεί μ' ένα αραβικό αριθμό σε παρένθεση, αντί να δοθεί ο αριθμός οξειδωσης του κεντρικού ατόμου (Σύστημα Ewens και Bassett).

*Παραδείγματα:*

FeCl<sub>3</sub> (iron(III) chloride), χλωρίδιο του σιδήρου(III)

BaO<sub>2</sub> (barium(II) peroxide), υπεροξειδίο του βαρίου(II)

K<sub>4</sub>[Ni(CN)<sub>4</sub>] (potassium tetracyanonickelate(O) ή potassium tetracyano-nickelate(-4)), τετρακυανονικελικό(O) κάλιο ή τετρακυανονικελικό(-4) κάλιο.

Τα ιδιαίτερα ονόματα των παρακάτω ενώσεων είναι γενικά αποδεκτά:

H <sub>2</sub> O	ύδωρ	SiH <sub>4</sub>	σιλάνιο (Si <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , δισιλάνιο)
NH <sub>3</sub>	αμμωνία	PH <sub>3</sub>	φωσφίνη
NH <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>	υδραζίνη	AsH <sub>3</sub>	αρσίνη
B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	διβοράνιο	SbH <sub>3</sub>	στιμπίνη.

## 1.2 Ονομασία Ιόντων και Ριζών

### 1.2.1 Κατιόντα

Τα μονοατομικά κατιόντα ονομάζονται με το όνομα του στοιχείου και η οξειδωτική κατάσταση παριστάνεται με το σύστημα Stock.

*Παραδείγματα:* Pd<sup>2+</sup>, ιόν του πάλλαδιου(II), Cu<sup>2+</sup>, ιόν του χαλκού(II).

Πολυατομικά κατιόντα που προέρχονται από ρίζες με ειδικά ονόματα χρησιμοποιούν τα ίδια ονόματα χωρίς αλλαγή της ρίζας του ονόματος.

*Παραδείγματα:*

NO<sup>+</sup> (nitrosyl cation), κατιόν νιτροζυλίου

NO<sub>2</sub><sup>+</sup> (nitryl cation), κατιόν νιτριλίου

VO<sup>2+</sup> (vanadyl(IV) cation), κατιόν βαναδυλίου(IV).

Πολυατομικά κατιόντα που προέρχονται από την προσθήκη πρωτονίων ονομάζονται με την κατάληξη (-onium) -ώνιο.

*Παραδείγματα:*

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (ammonium ion), ιόν του αμμωνίου

PH<sub>4</sub><sup>+</sup> (phosphonium ion), ιόν του φωσφωνίου

AsH<sub>4</sub><sup>+</sup> (arsonium ion), ιόν του αρσωνίου

H<sub>3</sub>S<sup>+</sup> (sulfonium ion), ιόν του σουλφωνίου

H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (oxonium ion), ιόν του οξωνίου

H<sub>3</sub>Te<sup>+</sup> (telluronium ion), ιόν του τελλουρωνίου.

*Εξαιρέσεις:*

HONH<sub>3</sub><sup>+</sup> (hydroxylammonium ion), ιόν του υδροξυαμμωνίου

NH<sub>2</sub>NH<sub>3</sub><sup>+</sup> (hydrazinium ion), ιόν του υδραζινίου

$C_6H_5NH_3^+$  (anilinium ion), ιόν του ανιλινίου  
 $C_6H_5NH^+$  (pyridinium ion), ιόν του πυριδινίου.

### 1.2.2 Ανιόντα

Μονοατομικά ανιόντα ονομάζονται με την κατάληξη (-ide), -ίδιο στη ρίζα του ονόματος του στοιχείου.

*Παραδείγματα:*  $H^-$ , ιόν του υδριδίου,  $F^-$ , ιόν του φθοριδίου,  $N^{3-}$ , ιόν του νίτριδίου.

Ορισμένα πολυατομικά ανιόντα διατηρούν την κατάληξη (-ide), -ίδιο, και αυτά είναι:

$OH^-$  (hydroxide ion), ιόν του υδροξειδίου  
 $O_2^{2-}$  (peroxide ion), ιόν του υπεροξειδίου  
 $O_2^-$  (superoxide ion), ιόν του υπερυπεροξειδίου  
 $O_3^-$  (ozonide ion), ιόν του οζονιδίου  
 $S_2^{2-}$  (disulfide ion), ιόν του δισουλφιδίου  
 $CN^-$  (cyanide ion), ιόν του κυανιδίου  
 $C_2^{2-}$  (acetylide ion), ιόν του ακετυλιδίου  
 $I_3^-$  (tri-iodine ion), ιόν του τρι-ϊωδιδίου  
 $HF_2^-$  (hydrogendifluoride ion), ιόν του υδρογόνοδισουλφιδίου  
 $N_3^-$  (azide ion), ιόν του αζιδίου  
 $NH_2^-$  (imide ion), ιόν του ιμιδίου  
 $NH_2^-$  (amide ion), ιόν του αμιδίου  
 $NHOH^-$  (hydroxylamide ion), ιόν του υδροξυλαμιδίου  
 $N_2H_3^-$  (hydrazide ion), ιόν του υδραζιδίου.

Η ονομασία των άλλων πολυατομικών ανιόντων προκύπτει από το όνομα του κεντρικού ατόμου με την κατάληξη (-ate) -ικό, σύμφωνα με την ονομασία των συμπλόκων ανιόντων.

Ορισμένα ανιόντα χρησιμοποιούν τα προθέματα (υπό-, υπέρ-, κ.ά.) σύμφωνα με τα ονόματα των αντιστοίχων οξέων. Η κατάληξη (-ite) -ώδες χρησιμοποιείται για να συμβολίσει μια χαμηλότερη οξειδωτική κατάσταση και διατηρείται στα ιδιαίτερα ονόματα στις παρακάτω περιπτώσεις:

$NO_2^-$  (nitrite), νιτρώδες  
 $N_2O_2^{2-}$  (hyponitrite), υπονιτρώδες ανιόν  
 $NOO_2^-$  (peroxonitrite), υπεροξονιτρώδες ανιόν  
 $HPO_3^{2-}$  (phosphite), φωσφορώδες ανιόν  
 $H_2P_2O_5^{2-}$  (diphosphite), διφωσφορώδες ανιόν

$H_2PO_2^-$  (hypophosphite), υποφωσφορώδες ανιόν

$AsO_3^{3-}$  (arsenite), αρσενώδες ανιόν

$SO_3^{2-}$  (sulfite), θειώδες ανιόν

$S_2O_5^{2-}$  (disulfite), διθειώδες ανιόν

$S_2O_3^{2-}$  (thiosulfite), θειοθειώδες ανιόν

$SeO_3^{2-}$  (selenite), σεληνιώδες ανιόν

$ClO_2^-$  (chlorite), χλωριώδες ανιόν

$ClO^-$  (hypochlorite), υποχλωριώδες ανιόν

### 1.2.3 Ρίζες

Τα ονόματα των παρακάτω ριζών που λήγουν σε (-yl) -ύλιο έχουν γίνει αποδεκτά.

HO (hydroxyl), υδροξύλιο

CO (carbonyl), καρβονύλιο

SO (sulfinyl, thionyl), σουλφινύλιο, θειονύλιο

SO<sub>2</sub> (sulfonyl, sulfuryl), σουλφονύλιο, σουλφουρύλιο

S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (pyrosulfonyl), πυροσουλφουρύλιο

SeO (seleninyl), σεληνινύλιο

SeO<sub>2</sub> (selenonyl), σεληνονύλιο

NO (nitrosyl), νιτροζύλιο

NO<sub>2</sub> (nitryl), νιτρίλιο

PO (phosphoryl), φωσφωρύλιο

ClO<sub>3</sub> (perchloryl), υπερχλωρύλιο

CrO<sub>2</sub> (chromyl), χρωμύλιο

UO<sub>2</sub> (uranyl), ουρανύλιο

Οι ρίζες θεωρείται ότι αποτελούν το θετικό μέρος μιας ένωσης.

*Παραδείγματα:*

COCl<sub>2</sub> (carbonyl chloride), χλωρίδιο του καρβονυλίου

NOCl (nitrosyl chloride), χλωρίδιο του νιτροσυλίου

POCl (phosphoryl(III) chloride), χλωρίδιο του φωσφορυλίου

IO<sub>2</sub>F (iodyl fluoride), φθορίδιο του ιωδουλίου.

### 1.3 Ονοματολογία των Συμπλόκων Ενώσεων

Το σύμβολο του κεντρικού ατόμου τοποθετείται πρώτο στον χημικό τύπο της συμπλόκου ένωσης, ακολουθούμενο από ανιονικούς ουδέτερους και κατιονικούς υποκαταστάτες. Ο χημικός τύπος του συμπλόκου μορίου ή ιόντος εγκλείεται σε αγκύλες [ ]. Στην ονομασία των συμπλόκων ενώσεων, όπως και με τα απλά άλατα, πρώτα ονομάζεται το κατιόν και ακολουθεί το ανιόν. Οι υποκαταστάτες πριν από το κεντρικό μεταλλικό άτομο. Η οξειδωτική κατάσταση γράφεται αμέσως μετά το μέταλλο, όπως με τα απλά άλατα. Πρώτα οι ανιονικοί (με την ίδια σειρά που δόθηκε για ανιόντα). Ουδέτεροι και κατιονικοί τοποθετούνται με την παρακάτω σειρά  $H_2O$ ,  $NH_3$ , άλλοι ανόργανοι υποκαταστάτες με αλφαβητική σειρά, οργανικοί υποκαταστάτες με αλφαβητική σειρά. Ο αριθμός κάθε τύπου υποκαταστάτη ορίζεται με ελληνικές λέξεις μονο-, δι-, τρι-, τέτρα-, πέντα-, έξα-, έπτα-, και όκτα-.

Τα ονόματα των ανιονικών υποκαταστατών λήγουν σε -ο [συνήθως -ατο (-ato), -ιδο (ido), και -ιτο (-ito)].

Αναγνωρίζουμε τις παρακάτω εξαιρέσεις:

$H^-$	υδρο- ή υδρίδο	$HS^-$	θειόλο
$F^-$	φθόρο	$S_2^{2-}$	θειο
$Cl^-$	χλώρο	$CN^-$	κύανο
$Br^-$	βρώμο	$CH_3O^-$	μέθοξο
$I^-$	ιώδο	$C_6H_5^-$	φένυλ
$O^{2-}$	όξο.	$C_5H_5^-$	κυκλοπενταδιένυλ
$OH^-$	ύδροξο		Σ άλλους ανιονικούς υποκαταστάτες επίσης δίδονται ονόματα ριζών χωρίς την κατάληξη -ο.
$O_2^{2-}$	υπέροξο		

Ουδέτεροι και κατιονικοί υποκαταστάτες δεν παίρνουν κατάληξη. Η αμμωνία και το ύδωρ ονομάζονται ύδατο (aquo) και αμμίνη (ammine). Ομάδες όπως  $NO$ ,  $CO$ , ονομάζονται σαν ρίζες και θεωρούνται ουδέτεροι.

#### Ανιονικά σύμπλοκα

Εάν το σύμπλοκο είναι σε ανιονική μορφή, τότε η κατάληξη -ικό (-ate) προστίθεται στο όνομα του μετάλλου και ακολουθεί η οξειδωτική κατάσταση σύμφωνα με την σημείωση Stock.

**Παραδείγματα:**

$K_2[TiCl_6]$  (potassium hexachlorotitanate(IV)), εξαχλώροτιτανικό(IV) κάλιο  
 $Na_3[Co(NO_2)_6]$  (sodium hexanitrocobaltate(III)), εξανιτροκοβαλτικό(III) κάλιο  
 $K_4[Fe(CN)_6]$  (potassium hexacyanoferrate(II)), εξακυανοσιδηρικό(II) κάλιο  
 $Na[Mn(CO)_5]$  (sodium pentacarbonylmanganate(-I)), πεντακαρβονυλμάγγανικό(-I) κάλιο  
 $Na[BH(OCH_3)_3]$  (sodium trimethoxyhydroborate), τριμεθοξοϋδροβορικό(III) νάτριο  
 $K[SbCl_5(C_6H_5)]$  (potassium pentachloro(phenyl)antimonate(V), πενταχλώρο (φένυλ)αντιμονικό(V) κάλιο  
 $K[PtCl_3(\eta-C_2H_4)]$  (potassium trichloro(η-ethylene)platinate(II)), τριχλώρο (η-αιθυλένιο)λευκοχρυσικό(II) κάλιο.

όπου η (ήτα ή άππο από το ελληνικό άπτειν, δένω) δηλώνει ότι δύο ή περισσότερα, αλλά όχι όλα τα άτομα του υποκαταστάτη που μετέχουν σε διπλούς δεσμούς συνδέονται με το κεντρικό άτομο. Ο εκθέτης του η ή αριθμοί που προηγούνται του η δηλώνουν τον αριθμό των συνδεδεμένων ατόμων, π.χ. 1-3-η ή η<sup>3</sup>, 1-4-η ή η<sup>4</sup>.

Τα ανιόντα πέντε μετάλλων μεταβάλλονται, όταν αυτά βρίσκονται σε ανιονική μορφή:

Ο σίδηρος (από iron γίνεται ferrate), ο χαλκός (από copper γίνεται cuprate), ο χρυσός (από gold γίνεται aurate), ο μόλυβδος (από lead γίνεται plumbate) και ο κασσίτερος (από tin γίνεται stannate).

**Κατιονικά σύμπλοκα**

Ονομάζονται σύμφωνα με τους κανόνες πρώτα το κατιόν, χωρίς να αλλάξει το όνομα του μετάλλου, ακολουθεί ένα διάστημα και μετά το όνομα του ανιόντος.

**Παραδείγματα:**

$[Co(NH_3)_6]Cl_3$  (hexaamminecobalt(III) chloride), εξααμμίνηκοβάλπο(III) χλωρίδιο  
 $[CoCl(NH_3)_5]Cl_2$  (chloropentaamminecobalt(III) chloride), χλωροπενταμμίνηκοβάλπο (II)χλωρίδιο  
 $[CrCl_2(H_2O)_4]Cl$  (dichlorotetraaquo chromium(III) chloride), δίχλωροτετραυδατοχρωμιο(III) χλωρίδιο

**Ουδέτερα σύμπλοκα**

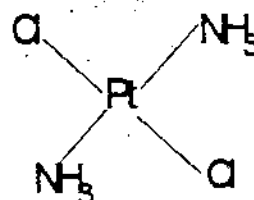
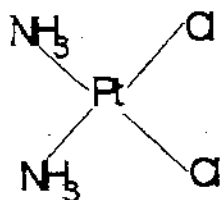
Αυτά ονομάζονται με μια λέξη.

**Παραδείγματα:**

$[PtCl_2(NH_3)_2]$ , (dichlorodiammineplatinum(II)), δίχλωροδιαμμίνηλευκόχρυσος(II)

[cis-PtCl<sub>2</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]

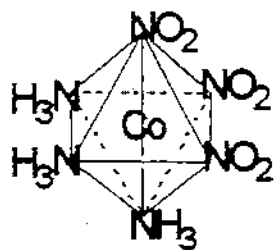
[trans-PtCl<sub>2</sub>(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]



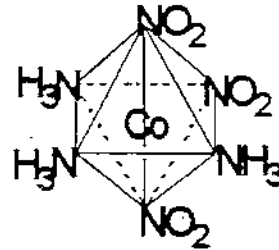


Οι συμβολισμοί *cis*- και *trans*- δείχνουν την γεωμετρική διάταξη των υποκαταστατών.

$[\text{Co}(\text{NO}_2)_3(\text{NH}_3)_3]$  (trinitrotriammincobalt(III), τρινιτροτριαμμίνηκοβάλτιο(III))



*fac*- $\text{Co}(\text{NO}_2)_3(\text{NH}_3)_3$



*mer*- $\text{Co}(\text{NO}_2)_3(\text{NH}_3)_3$

Σχήμα 1.1

Οι συμβολισμοί *fac* και *mer* δείχνουν την διάταξη των υποκαταστατών στον χώρο. *fac*-, τρεις ομάδες κατέχουν τις τρεις γωνίες της ίδιας έδρας ενός οκταέδρου, *mer*-, τρεις ομάδες σ' ένα οκταέδρο το ένα είναι *cis*- με τα άλλα δύο που είναι *trans*- μεταξύ τους.

### Πολύπλοκοι υποκαταστάτες

Όταν οι υποκαταστάτες έχουν το πρόθεμα δι ή τρι στο όνομά τους, για παράδειγμα ο διαιθυλαιθέρας ή τριφενυλφωσφίνη, ο αριθμός των μορίων του υποκαταστάτη που παρουσιάζεται στο σύμπλοκο συμβολίζεται με το πρόθεμα δις-, τρις-, τετράκις-, πεντάκις-, εξάκις- κ.τ.λ. και το όνομα του υποκαταστάτη τοποθετείται σε παρένθεση.

Παραδείγματα:

$\text{TiCl}_4(\text{Et}_2\text{O})_2$  (tetrachlorobis(diethylether)titanium(III), τετραχλωροδισ(διαιθυλαιθέρας)τιτάνιο(III))

$\text{Ni}(\text{CO})_2(\text{Ph}_3\text{P})_2$  (dicarbonylbis(triphenylphosphine)nickel(0), δικάρβονυλδισ(τριφενυλφωσφίνη)νικέλιο(0))

$[\text{Fe}(\text{en})_3][\text{Fe}(\text{CO})_4]$  (tris(ethylenediamine)iron(II) tetracarbonylferrate(II),

τρिस(αιθυλενοδιαμμίνη)σίδηρος(II) τετρακάρβονυλσιδηρικό(-II))

Τα ίδια προθέματα χρησιμοποιούνται όταν ενδέχεται να παρουσιάζεται αμφιβολία από την ονομασία του συμπλόκου.

**Παράδειγμα:**

Η ένωση  $\text{SiCl}_4(\text{NH}_2\text{Me})_2$  ενδέχεται να ονομασθεί εσφαλμένα τετραχλωροδιμεθυλαμμίνηπυρίτιο(IV), ενώ η σωστή ονομασία είναι τετραχλωροδισ(μεθυλαμμίνη)πυρίτιο(IV).

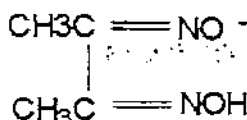
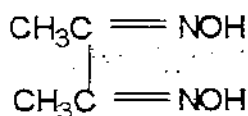
Οργανικοί υποκαταστάτες που έχουν χάσει ένα πρωτόνιο, όταν αντιδρούν με ένα μέταλλο, θεωρούνται ανιονικοί και παίρνουν την κατάληξη -ατο (-ato).

**Παραδείγματα:**

$[\text{Ni}(\text{dmg})_2]$  (dis(dimethylglyoximate)nickel(II)), δισ(διμεθυλγλυοξιμάτο)νικέλιο(II)

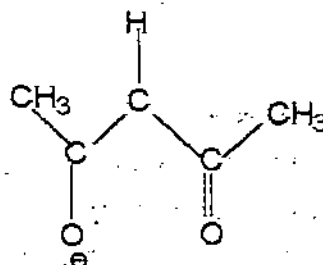
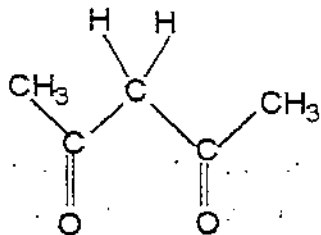
$[\text{CoCl}_2(\text{Hdmg})_2]$  (dichlorobis(dimethylglyoxime)cobalt(II)), διχλωροδισ(διμεθυλγλυοξίμη)κοβάλτιο(II)

$[\text{Cr}(\text{acac})_3]$  (tris(acetylacetonato)chromium(III)), τρις(ακετυλακετονάτο)χρώμιο(III).



(Hdmg)

(dmg)



(Hacac)

(acac)

**Σχήμα 1.2.** Δομή της διμεθυλογλυοξίμης (Hdmg), του διμεθυλογλυοξιμάτο (dmg), της ακετυλακετόνης (Hacac) και του ακετυλακετονάτο (acac).

### 1.4 Εναλλακτικοί τρόποι δεσμού

Όταν ένας υποκαταστάτης μπορεί να δώσει δεσμό με διάφορα άτομα δότες, γίνεται διάκριση σε κάθε ένωση, ποιο ή ποιά άτομα είναι δότες.

Παραδείγματα:

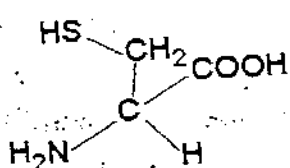
M-SCN (thiocyanato-S), θειοκυανάτο-S

M-NCS (thiocyanato-N), θειοκυανάτο-N  
S-C=O

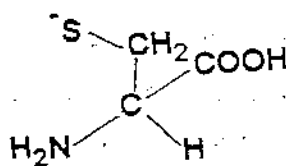
$K_2 Ni$  (potassium bis(dithiooxalato-S,S')nickelate(II)),  
S-C=O 2 κάλιο δις(διθειοοξαλάτο-S,S')νικελικό(II).

[Ni(cys)<sub>2</sub>], dis(cysteinato-N,S)nickel(IV), δις(κυστεϊνάτο-N,S)νικέλιο(IV)

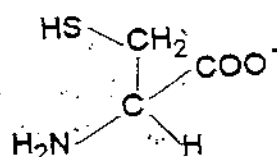
[V(cys)<sub>2</sub>], dis(cysteinato-N,O)vanadium(IV), δις(κυστεϊνάτο-N,O)βανάδιο(IV)



κυστεϊνη=Hcys



κυστεϊνάτο=cys



### Σχήμα 1.3

Σε περιπτώσεις που είναι γνωστά ειδικά ονόματα για εναλλακτικούς τρόπους δεσμού, χρησιμοποιούνται εκείνα τα ονόματα.

Παραδείγματα:

-SCN (thiocyanato), θειοκυανάτο

-NCS (isothiocyanato), ισοθειοκυανάτο

-NO<sub>2</sub> (nitro), νίτρο

-ONO (nitrito), νιτρίτο

### Δι- και πολυ-πυρηνικές ενώσεις

Υποκαταστάτες με περισσότερα από ένα μονήρη ζεύγη ηλεκτρονίων συχνά δένονται με περισσότερα από ένα μέταλλα. Ο υποκαταστάτης λέγεται γεφυρωμένος (bridging) και αναπαρίσταται με το ελληνικό γράμμα μ, αμέσως πριν το όνομα της γεφυρωμένης ομάδας. Δύο ή περισσότερες ίδιες γεφυρωμένες ομάδες αναπαρίστανται με τα προθέματα δι-, τρι-, τετρα-, πέντα-.....Εάν η γεφυρωμένη ομάδα ενώνει περισσότερα από δύο μεταλλικά κέντρα χρησιμοποιούμε εκθέτη για να φανεί ο αριθμός των μεταλλικών ατόμων, με τα οποία ενώνεται, μ<sup>3</sup>, μ<sup>4</sup>, μ<sup>5</sup>...

Παραδείγματα:

$[\text{NH}_3)_5\text{Cr}-\text{OH}-\text{Cr}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_5$ ,  $\mu$ -hydroxo-bis(pentamminechromium(III))chloride

$\mu$ -υδροξο-δισ(πενταμμίνηχρώμιο(III)) χλωρίδιο

$[(\text{CO})_3\text{Fe}(\text{CO})_3\text{Fe}(\text{CO})_3]$ , [tri- $\mu$ - carbonyl-bis(tricarbonyliron)], [τρι- $\mu$ - καρβονυλ-

δισ(τρικαρβονυλσίδηρος)]

$[\text{NH}_3)_5\text{Co}-\text{O}-\text{O}-\text{Co}(\text{NH}_3)_5]^{4+}$ , [ $\mu$ -peroxo bis(pentamminecobalt(III))],

[ $\mu$ -υπεροξο δισ(πενταμμίνη κοβάλτιο(III))]

$[\text{Au}(\text{CN})(\text{C}_3\text{H}_7)_2]_4$ , [cyclo-tetra- $\mu$ - cyano-tetrakis(dipropylgold(III))],

κύκλο-τέτρα- $\mu$ - κυανο-τετράκισ(διπροφυλχρυσός(III)), Σχήμα 1.4α

$[(\text{CO})_2\text{RhCl}_2\text{Rh}(\text{CO})_2]$ , Bis[ $\mu$ -chlorodicarbonylrhodium(I)], δισ[ $\mu$ -χλωροδικαρβονυλ

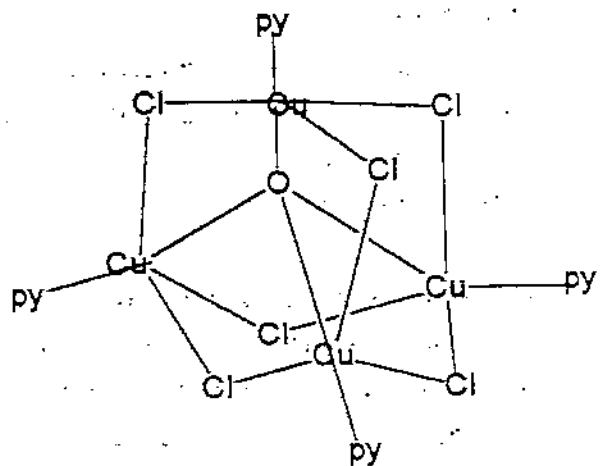
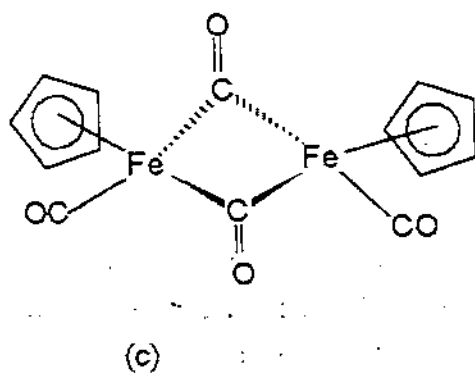
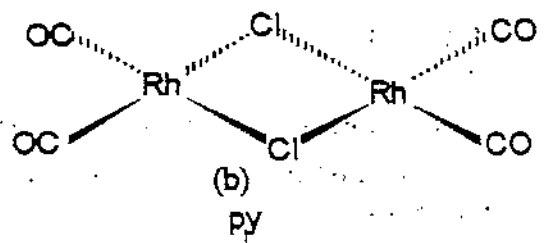
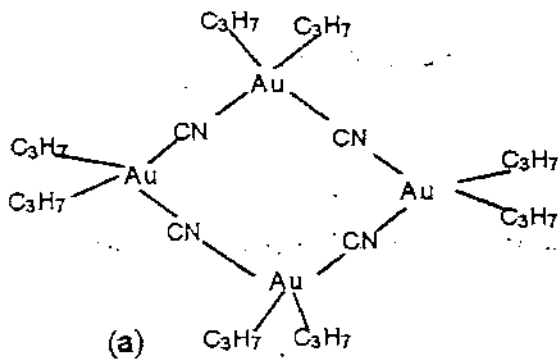
ρόδιο(I)], Σχήμα 1.4β

$[(\text{C}_5\text{H}_5)(\text{CO})\text{Fe}(\text{CO})_2\text{Fe}(\text{CO})(\text{C}_5\text{H}_5)]$ , Bis[ $\mu$ -carbonyl- $\eta^5$ -cyclopentadienylcarbonyliron],

Δισ[ $\mu$ - καρβονυλ- $\eta^5$ -κυκλοπενταδιενυλκαρβονυλσίδηρος], Σχήμα 1.4γ

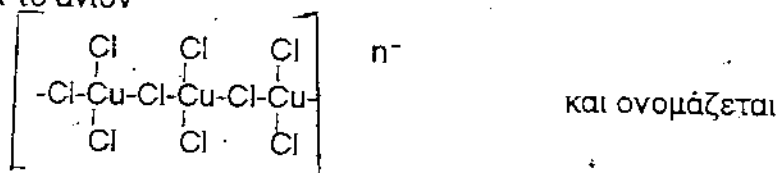
$[\text{Cu}_4(\text{C}_5\text{H}_5\text{N})_4\text{Cl}_6\text{O}]$ , Hexa- $\mu$ - chloro- $\mu^4$ -oxotetrakis(pyridinecopper(II)),

[Εξα- $\mu$ - χλωρο- $\mu^4$ - οξοτετράκισ(πυριδίνη χαλκός(II))], Σχήμα 1.4δ



Σχήμα 1.4

Πολυμερείς δομές αναπαρίστανται με το πρόθεμα *καδένα* (*catena-*) π.χ. η ένωση  $CsCuCl_3$  περιέχει το ανιόν



[*catena-μ- chlorodichlorocuprate*(II)], [*κάδενα-μ- χλωροδιχλωροχαλκικός*(II)].

Εάν υπήρχε αμφιβολία για την δομή της ένωσης αυτής θα ονομαζόταν σαν διπλό άλας κέσιο χλωρίδιο του χαλκού(II).

**Ακόρεστοι υποκαταστάτες που μπορούν να δίνουν δεσμούς ένταξης με ένα ή πολλά άτομα.**

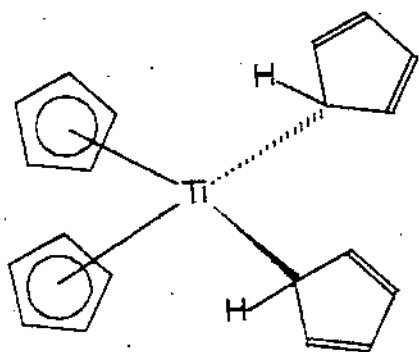
Συχνά ένας ακόρεστος υποκαταστάτης μπορεί να δώσει διάφορους τύπους δεσμού, δηλ. διάφορος αριθμός κάθε φορά ατόμων μπορεί να ενώνεται με το κεντρικό μέταλλο. Αυτή η περίπτωση αναπαρίσταται με το ελληνικό γράμμα ήτα η και έναν εκθέτη που δείχνει τον αριθμό των ατόμων δοτών.

$[Ti(C_5H_5)_4]$ , [*Bis*( $\eta^5$ -cyclopentadienyl)*bis*( $\eta^1$ -cyclopentadienyl)titanium(IV)],  
δισ( $\eta^5$ -κυκλοπενταδιενυλ)δισ( $\eta^1$ -κυκλοπενταδιενυλ)τιτάνιο(IV), Σχήμα 1.5α

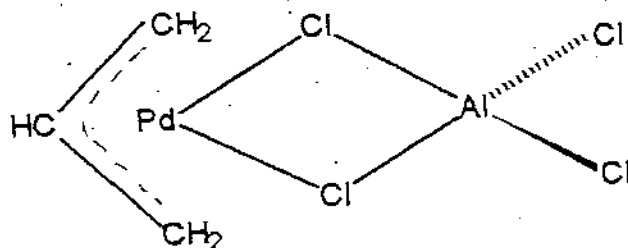
$[(C_3H_5)PdCl_2AlCl_2]$ , [*n*<sup>3</sup>-allylpalladium(II)*di-μ- chlorodichloroaluminium*(III)],  
*n*<sup>3</sup>-αλλυλπαλλάδιο(II)*δι-μ- χλώροδιχλωροαργίλιο*(III), Σχήμα 1.5β

$[Ir(C_5H_5)(C_6H_6)]$ , [*n*<sup>3</sup>-cyclopentadienyl(*n*<sup>6</sup>-hexamethylbenzene)iridium(I)],  
*n*<sup>3</sup>-κυκλοπενταδιένυλ(*n*<sup>6</sup>-εξαμεθυλβενζολιο)ιρίδιο(I), Σχήμα 1.5γ

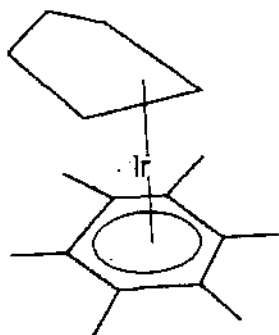
$[Zr(CH_3CO)Cl(C_5H_5)_2]$ , *n*<sup>2</sup>-acetylchlorobis( $\eta^5$ -cyclopentadienyl)zirconium(IV),  
*n*<sup>2</sup>-ακετυλχλωροδισ( $\eta^5$ -κυκλοπενταδιενυλ)ζιρκόνιο(IV), Σχήμα 1.5δ.



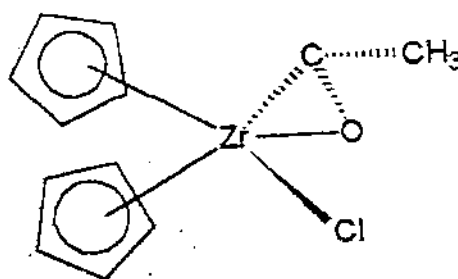
(a)



(b)



(γ)



(δ)

Σχήμα 1.5

**Τρισδιάστατα πολυπυρηνικά συγκροτήματα (Clusters).**

**Σύμπλοκες ενώσεις με δεσμό μετάλλου-μετάλλου.**

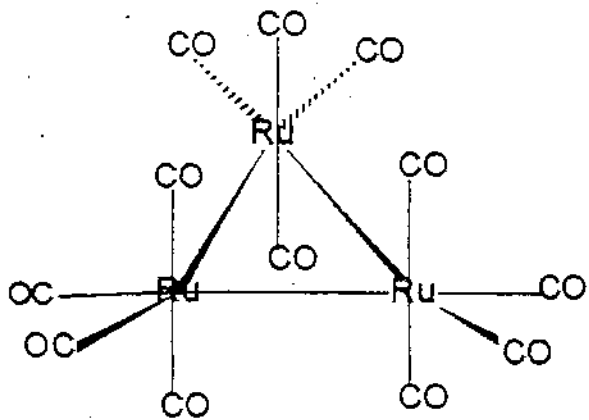
Τα Cluster είναι συγκροτήματα μορίων τριών διαστάσεων, στα οποία τα μεταλλικά άτομα ενώνονται μεταξύ τους, χωρίς την παρέμβαση γεφυρωμένης ομάδας. Η ονομασία αυτών των ενώσεων, ιδιαίτερα όταν περιέχουν περισσότερα από ένα είδος μετάλλου ή έχουν μη κανονική γεωμετρία μπορεί να είναι πολύ πολύπλοκη. Στην περίπτωση κανονικών μεταλλικών clusters ενός μετάλλου (homometallic) χρησιμοποιείται η ονομασία του μεταλλικού συγκροτήματος για διευκόλυνση της ονομασίας.

Ονομασία κάποιων πολυμεταλλικών clusters

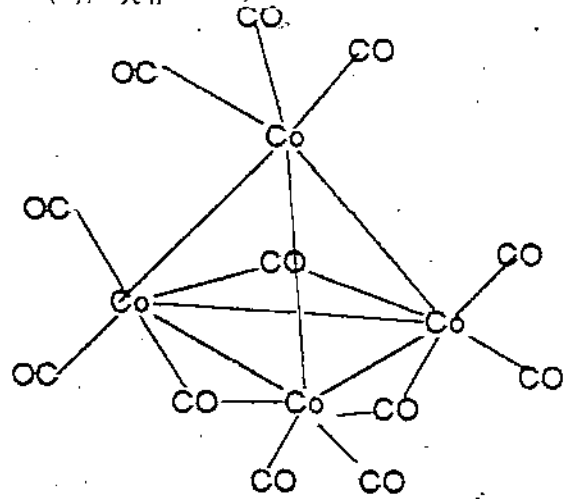
$[\text{Ru}(\text{CO})_4]_3$ , [Triangulo-dodecacarbonyltriruthenium(O)],

Τριγωνικό-δωδεκακάρβονυλτριρουθένιο(O), Σχήμα 1.6α

$[\text{Co}_4(\text{Co})_9(\mu\text{-CO})_3]$ , Tetrahedro-nonacarbonyl- $\mu$ -tricarbonyltetracobalt(O), Τετρα-  
εδρο-εννεα-κάρβονυλ- $\mu$ -τρικάρβονυλτετρακοβάλτιο(o), Σχήμα 1.6β



(a)



(β)

Σχήμα 1.6

Σύμπλοκες ενώσεις με δεσμό μετάλλου-μετάλλου

$[\text{Br}_4\text{Re-ReBr}_4]^{2-}$

[Dis(tetrabromo renate(III))], [δισ(τετραβρωμορηνικό(III))]

$[(\text{CO})_4\text{Co-Re}(\text{CO})_5]$ , [Pentacarbonyl(tetracarbonylcobaltium)renium]

[Πεντακάρβονυλ (τετρακάρβονυλκοβάλτιο)ρήνιο].