

# Υποκαταστάτες και ονοματολογία συμπλόκων

## ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι, πρώτον, να προσεγγίσουμε λεπτομερώς τα πολυάριθμα είδη υποκαταστατών, δεύτερον, να δούμε τους διάφορους τρόπους σύνδεσής τους με το κεντρικό μέταλλο, μαζί με τους αντίστοιχους συμβολισμούς τους και, τρίτον, να γνωρίσουμε και να εξοικειωθούμε με τη συστηματική ονοματολογία των ενώσεων σύνταξης.

# Υποκαταστάτες και ονοματολογία συμπλόκων

## Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Όταν θα έχετε μελετήσει αυτό το κεφάλαιο, θα μπορείτε να:

- ❖ Διακρίνετε τους υποκαταστάτες (L) σε μονοδοντικούς, διδοντικούς κ.λπ., αναφέροντας και σχετικά παραδείγματα.
- ❖ Ορίζετε τι είναι το χηλικό φαινόμενο και ποιοι L μπορούν να δράσουν χηλικά.
- ❖ Ορίζετε τους αμφιδοντικούς L και να υποδεικνύετε τον τρόπο σύνδεσής τους με το κεντρικό μέταλλο (M).
- ❖ Ορίζετε τους μακροκυκλικούς L (δίποδες, τρίποδες κ.λπ.)
- ❖ Χαρακτηρίζετε μια ένωση ως οργανομεταλλική και να αναφέρετε διαφορές της από ένα κλασικό ανόργανο σύμπλοκο.
- ❖ Ερμηνεύετε τον δεσμό σε ένα καρβονυλικό ή ολεφινικό σύμπλοκο.
- ❖ Συμβολίζετε κατάλληλα έναν L που εκδηλώνει γεφυρωτική ή ποικίλη απτική ικανότητα.
- ❖ Δίνετε το συστηματικό όνομα σε μια ένωση σύνταξης (βάσει των κανόνων IUPAC) ή, από το συστηματικό της όνομα, να εξαγάγετε τον χημικό της τύπο.

# Υποκαταστάτες και ονοματολογία συμπλόκων

## Έννοιες κλειδιά

Αιθέρες στέμματα

Αιθυλενοδιαμίνη

Αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό  
οξύ (EDTA)

Άλας του Zeise

Αμφιδοντικός υποκαταστάτης

Απτική ικανότητα

Backbonding

Γεφυρωτικός υποκαταστάτης

Διδοντικός υποκαταστάτης

Δίποδας, τρίποδας  
υποκαταστάτης

Διπυριδίνη

Εμπειρικά ονόματα ενώσεων

Κανόνες IUPAC

Κρυπτάνια

Μακροκυκλικός

υποκαταστάτης

Μονοδοντικός (ή μονοσχιδής)

υποκαταστάτης

Οργανομεταλλική ένωση

Πολυδοντικός (ή πολυσχιδής)

υποκαταστάτης

Συμβολισμός κατά Harris

Συστηματική ονοματολογία

Χηλικό σύμπλοκο

## Υποκαταστάτες

Θυμηθείτε: Υποκαταστάτης ή προσδέτης (Ligand): είναι μια βάση Lewis (δότης ζεύγους e) που συνδέεται με το μεταλλικό άτομο σ' ένα σύμπλοκο.

**Μονοδοντικοί (ή μονοσχιδεείς) και πολυδοντικοί (ή πολυσχιδεείς) υποκαταστάτες**

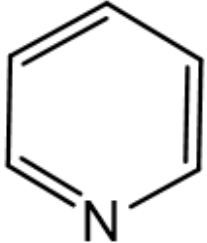
Μονοδοντικός υποκαταστάτης (unidentate ligand): Αυτός που συνδέεται με ένα μεταλλικό άτομο μέσω ενός ατόμου του (π.χ.  $\text{NH}_3$ ).

Διδοντικός υποκαταστάτης (bidentate ligand): Αυτός που συνδέεται με ένα μεταλλικό άτομο μέσω δύο ατόμων του (π.χ. αιθυλενοδιαμίνη).

Ανάλογα: τριδοντικός, τετραδοντικός, ... πολυδοντικός L.

# Υποκαταστάτες

## Πίνακας συνηθισμένων μονοδοντικών υποκαταστατών

Ουδέτερα μόρια	Ανιόντα	Ατομο-δότης
NH <sub>3</sub> , RNH <sub>2</sub>  C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N (πυριδίνη) 	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NCS <sup>-</sup>	N
H <sub>2</sub> O, ROH	OH <sup>-</sup> , CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	O
R <sub>2</sub> S	SCN <sup>-</sup>	S
P(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>		P
	F <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , I <sup>-</sup> ,	F, Cl, Br, I
CO, H <sub>2</sub> C=CH <sub>2</sub> , HC≡CH	CN <sup>-</sup>	C

Παραδείγματα συμπλόκων με μονοδοντικούς υποκαταστάτες:



# Υποκαταστάτες

## Άσκηση 6.1

Ποιες από τις παρακάτω ουδέτερες χημικές οντότητες μπορούν να δράσουν ως υποκαταστάτες με άτομο δότη το κεντρικό τους άτομο;

$\text{BeX}_2$ ,  $\text{BX}_3$ ,  $\text{AlX}_3$ ,  $\text{CX}_4$ ,  $\text{SiX}_4$ ,  $\text{NX}_3$ ,  $\text{PX}_3$ ,  $\text{AsX}_3$ ,  $\text{OX}_2$ ,  $\text{SX}_2$

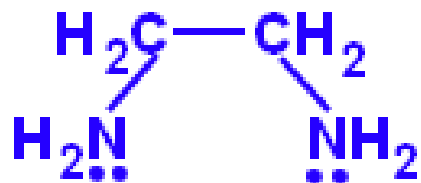
(X = οποιοδήποτε άτομο ή ομάδα)

## Άσκηση 6.2

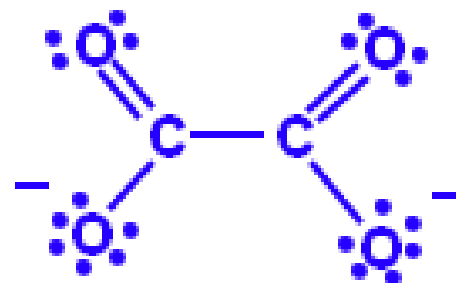
Η βασικότητα κατά Lewis, και άρα η ισχύς μιας ένωσης  $\text{AX}_n$  ως υποκαταστάτης, εξαρτάται από τη φύση του κεντρικού ατόμου A και τη φύση του υποκαταστάτη X. Αυτά καθορίζουν τη διαθεσιμότητα ενός μονήρους HZ του A να δοθεί στο κεντρικό μέταλλο. Σύμφωνα με αυτά, εξηγήστε τις σειρές βασικότητας (α)  $\text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O} > \text{HF}$  και (β)  $\text{NF}_3 < \text{NH}_3 < \text{N}(\text{CH}_3)_3$

# Υποκαταστάτες

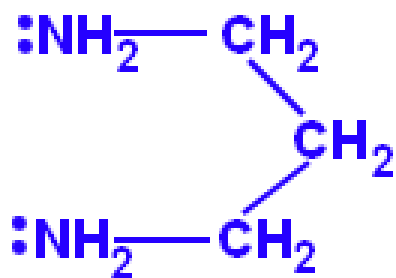
Σημαντικοί διδοντικοί υποκαταστάτες (σε παρένθεση η σύντηξη)



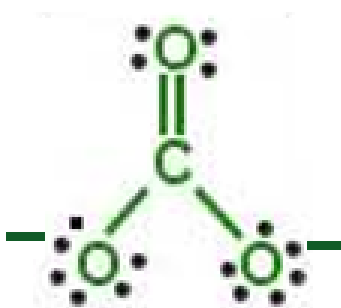
Αιθυλενοδιαμίνη (en)



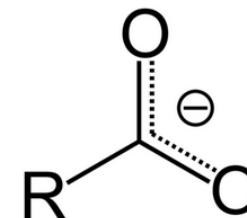
Οξαλικό ιόν (ox)



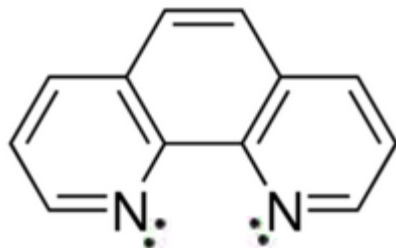
Τριμεθυλενοδιαμίνη



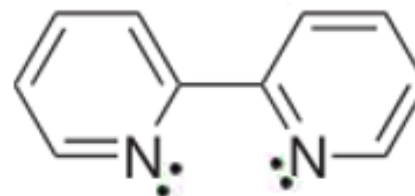
Ανθρακικό ιόν



Καρβοξυλάτο ιόν



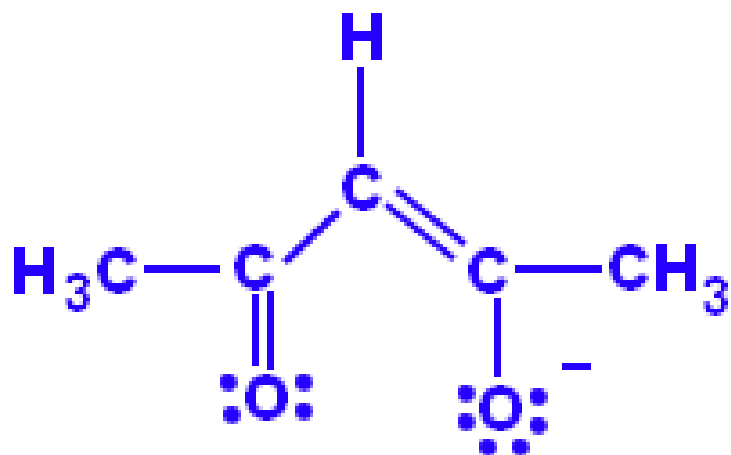
1,10-Φαινανθρολίνη (phen)



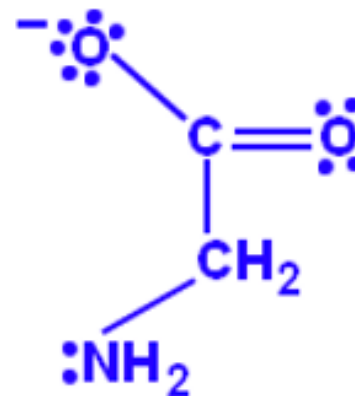
2,2'-Διπυριδίνη (bipy)

# Υποκαταστάτες

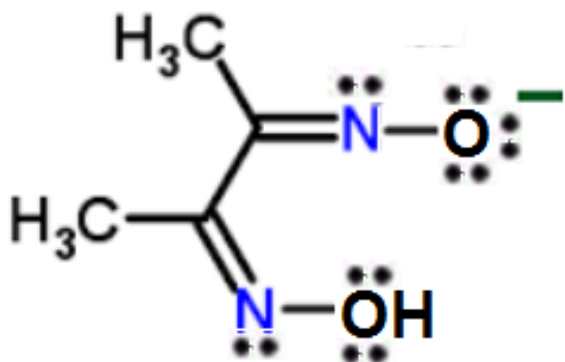
Σημαντικοί διδοντικοί υποκαταστάτες (σε παρένθεση η σύντημηση)



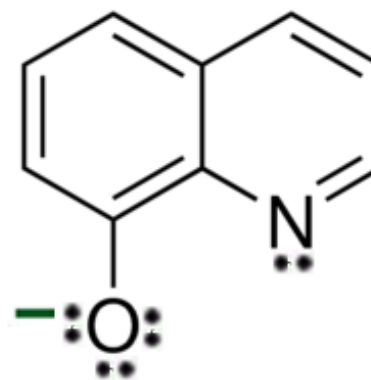
Ακετυλοακετονάτο(-1) ιόν (acac<sup>-</sup>)



Γλυκινάτο ιόν (gly<sup>-</sup>)



Διμεθυλογλυοξιμάτο(-1) ιόν (dmgH<sup>-</sup>)

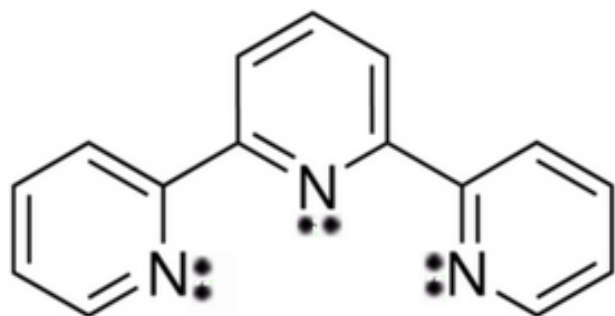


8-Υδροξυκινολινάτο(-1) ιόν (hqh<sup>-</sup>)

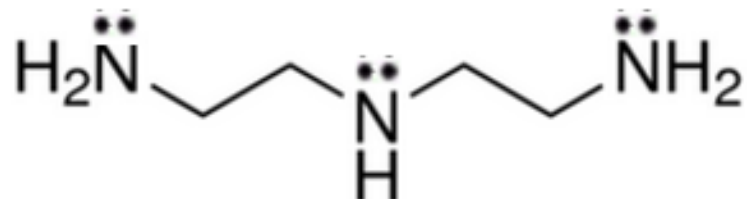


# Υποκαταστάτες

Τριδοντικοί υποκαταστάτες (σε παρένθεση η σύντηξη)

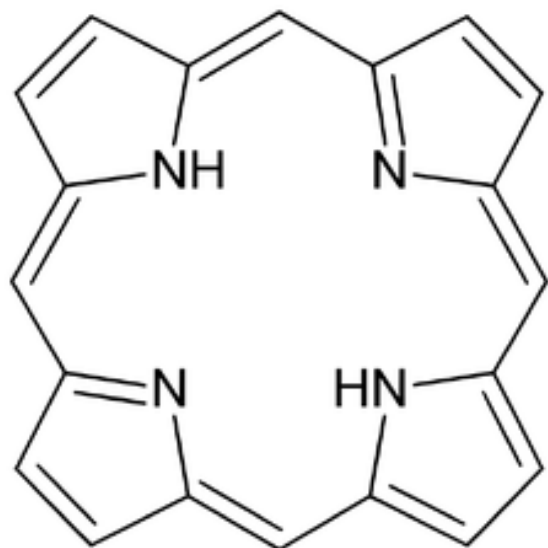


Τριπυριδίνη (terpy)



Διαθυλενοτριαμίνη (dien)

Ένας σημαντικός τετραδοντικός υποκαταστάτης



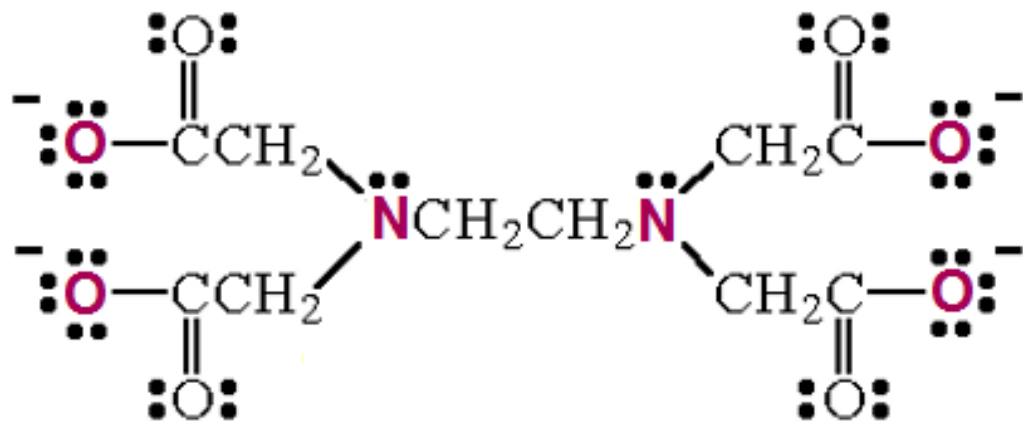
Πορφίνη, μητρική ένωση των πορφυρινών  
(υποκατεστημένες πορφίνες)

Χλωροφύλλη: χηλικό σύμπλοκο του  $Mg^{2+}$   
με πορφυρίνη

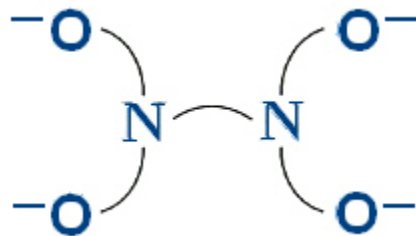
Αίμη της αιμογλοβίνης, χηλικό σύμπλοκο  
του  $Fe^{2+}$  με πορφυρίνη

# Υποκαταστάτες

Ένας σημαντικός εξαδοντικός υποκαταστάτης



**Αιθυλενοδιαμινοτετραοξικό ανιόν**  
(από το Ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA)

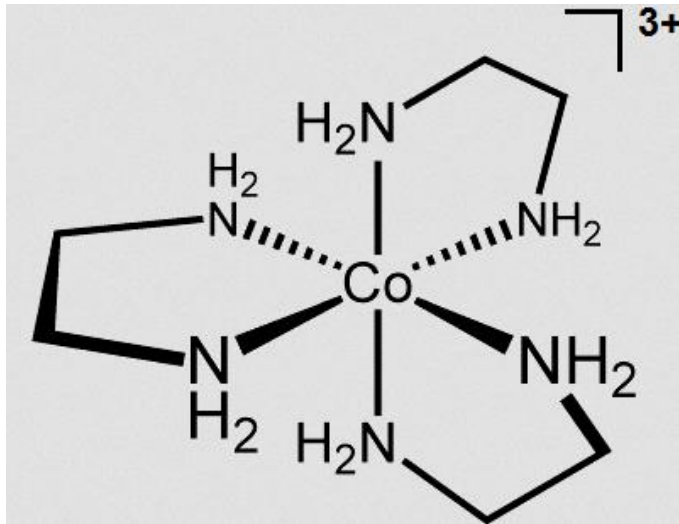


**EDTA<sup>4-</sup>** Το ανωτέρω ανιόν συμβολικά

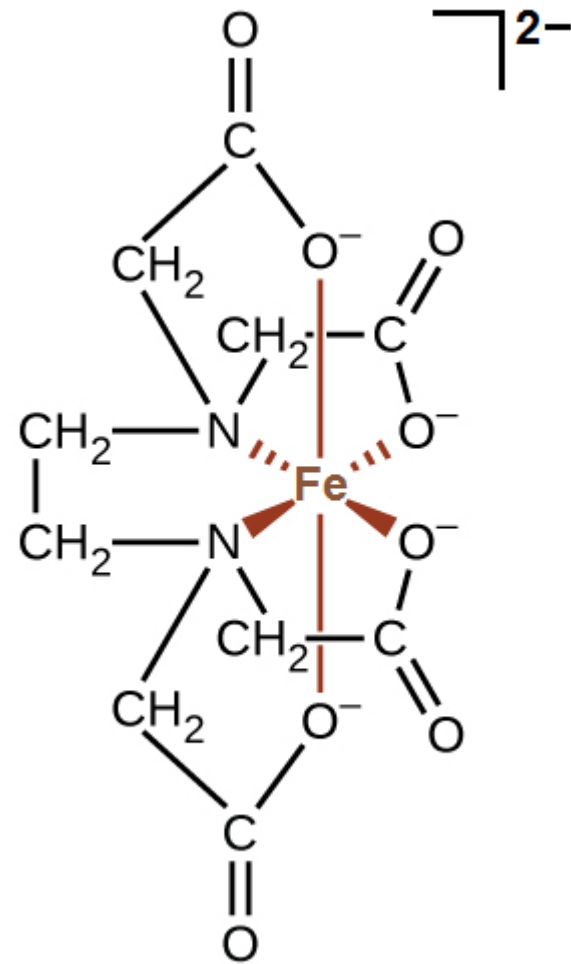
# Υποκαταστάτες (χηλικά σύμπλοκα)

Τι ονομάζουμε χηλικό σύμπλοκο;

Όταν η σύνταξη πολυδοντικών υποκαταστατών γύρω από το μεταλλικό κατιόν οδηγεί στον σχηματισμό δακτυλίου, τότε το σύμπλοκο ονομάζεται χηλικό.



$[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$



$[\text{Fe}(\text{EDTA})]^{2-}$

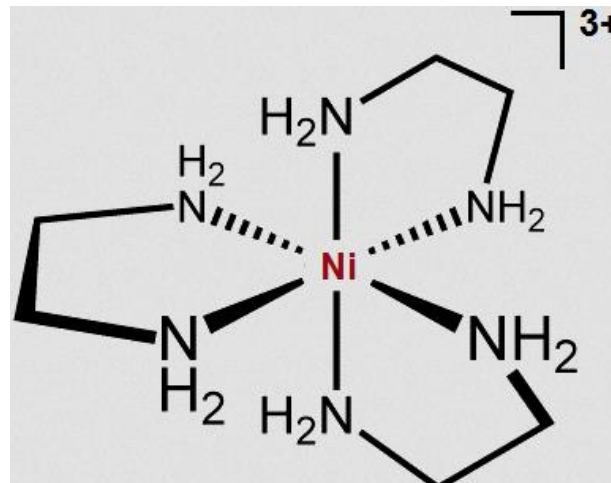
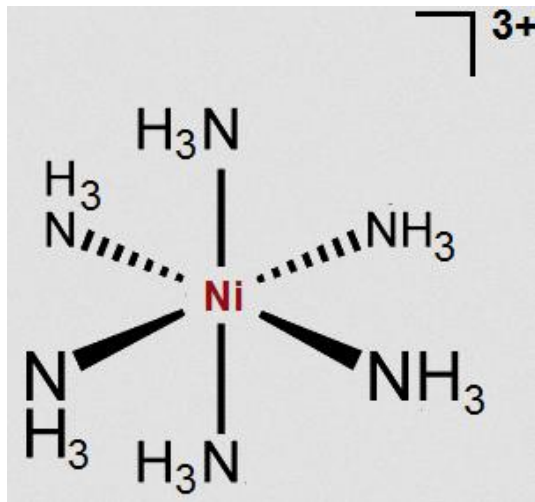
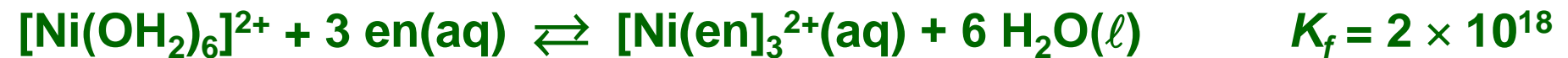
Πόσους δακτυλίους διακρίνετε στο σύμπλοκο  $[\text{Fe}(\text{EDTA})]^{2-}$  ;

# Υποκαταστάτες (χηλικά σύμπλοκα)

Τι ονομάζουμε χηλικό φαινόμενο;

Χηλικό φαινόμενο: η αυξημένη σταθερότητα ενός συμπλόκου που περιέχει **χηλικούς** υποκαταστάτες, σε σύγκριση με ένα σύμπλοκο που περιέχει παρόμοιους **μονοδοντικούς** υποκαταστάτες.

Π.χ. Σύγκριση σταθερών σχηματισμού  $K_f$  για τις αντιδράσεις:



Πόσες φορές είναι σταθερότερο το χηλικό σύμπλοκο της en σε σχέση με αυτό της  $\text{NH}_3$ ;

**Σταθερότεροι είναι οι 5μελείς και 6μελείς δακτύλιοι. Γιατί;**

## Υποκαταστάτες (γεφυρωτικοί)

Πότε ένας υποκαταστάτης χαρακτηρίζεται ως γεφυρωτικός;  
Σε τι διαφέρει από τον χηλικό;

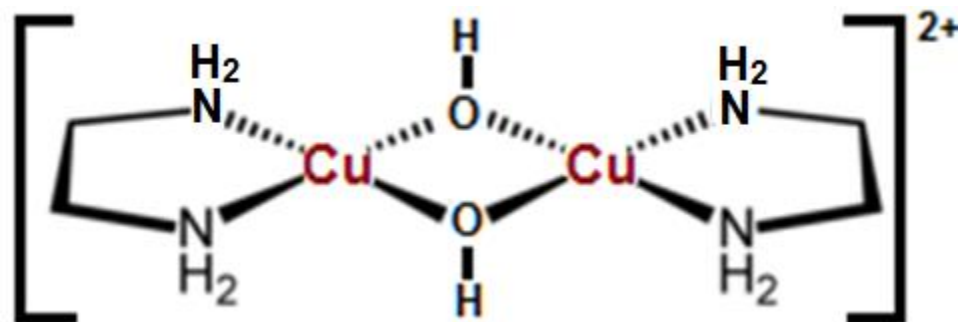
Γεφυρωτικός υποκαταστάτης: Όταν τα άτομα – δότες του υποκαταστάτη ενώνονται με περισσότερα μεταλλοϊόντα (ίδια ή διαφορετικά).

Διαφορά από τον χηλικό: τα άτομα – δότες του χηλικού υποκαταστάτη ενώνονται με το ίδιο άτομο μετάλλου.

(α) Μονοδοντικοί γεφυρωτικοί υποκαταστάτες (ένα άτομο δρα ως δότης):



$[Pt(Ph_3P)Cl_2]_2$  (διμερές)



$[Cu(en)(OH)]_2^{2+}$  (διμερές)

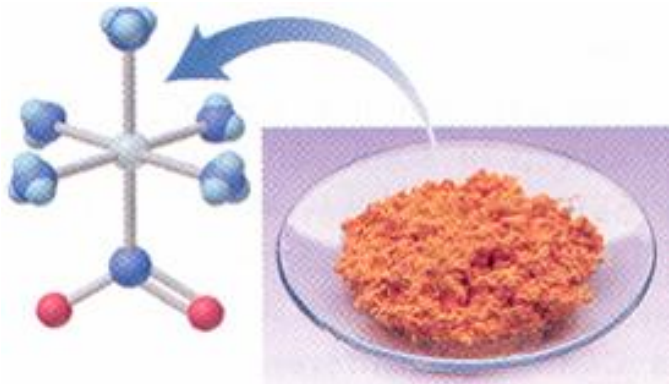
(β) Πολυδοντικοί γεφυρωτικοί υποκαταστάτες (δότες 2, 3 ... άτομα)

Π.χ.  $[NiCl_2(N_2H_4)_2]_n$  πολυμερές (με γέφυρες υδραζίνης)

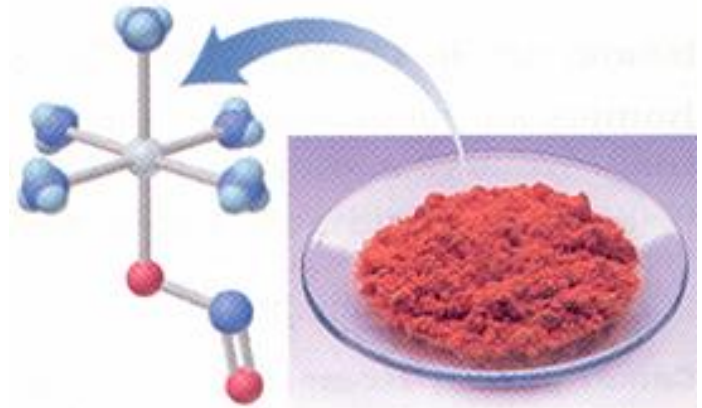
Άσκηση 6.3 Να σχεδιαστεί η δομή του πολυμερούς.

# Υποκαταστάτες (αμφιδοντικοί)

Πότε ένας υποκαταστάτης χαρακτηρίζεται ως αμφιδοντικός;  
Αμφιδοντικός υποκαταστάτης: μονοδοντικός υποκαταστάτης XY που είναι ικανός να συνδέεται με το κεντρικό μεταλλοϊόν είτε μέσω του ατόμου X είτε μέσω του ατόμου Y, παρέχοντας ισομερή σύμπλοκα. Π.χ. το νιτρώδες ανιόν,  $\text{NO}_2^-$



$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{NO}_2)]\text{Cl}_2$   
Σύνδεση  $\text{Co}-\text{NO}_2$



$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5(\text{ONO})]\text{Cl}_2$   
Σύνδεση  $\text{Co}-\text{ONO}$

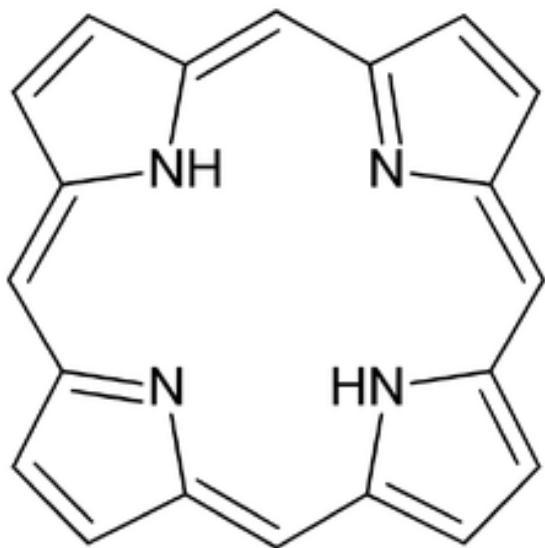
Ποιοι είναι οι συνηθισμένοι αμφιδοντικοί υποκαταστάτες;

$\text{NO}_2^-$	$\text{M}-\text{NO}_2$ (νιτρο),	$\text{M}-\text{ONO}$ (νιτριτο)
$\text{CN}^-$	$\text{M}-\text{CN}$ (κυανο),	$\text{M}-\text{NC}$ (ισοκυανο)
$\text{SCN}^-$	$\text{M}-\text{SCN}$ (θειοκυανατο),	$\text{M}-\text{NCS}$ (ισοθειοκυανατο)

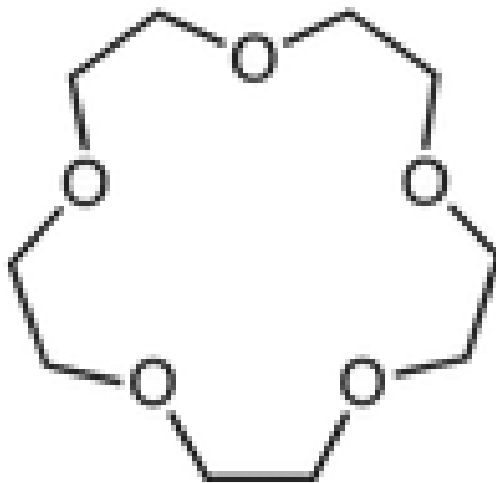
## Υποκαταστάτες (μακροκυκλικοί)

Μακροκυκλικοί υποκαταστάτες: κυκλικές ενώσεις τουλάχιστον εννέα ατόμων (μαζί με τα ετεροάτομα) και με τρία ή περισσότερα άτομα – δότες. (Μεγάλη συγγένεια προς μεταλλικά ιόντα, π.χ.  $K^+$ ).

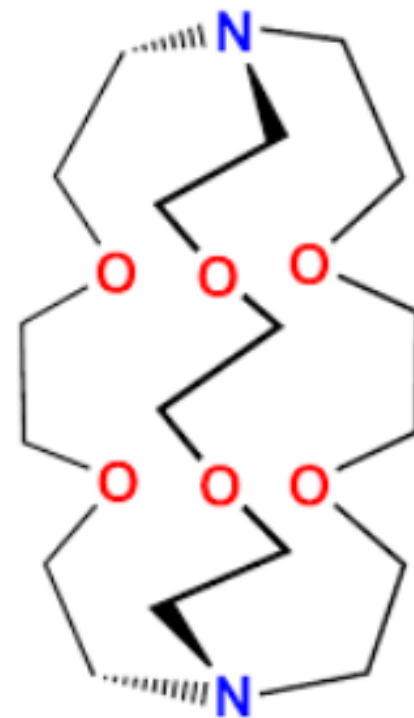
Κλασικά παραδείγματα, οι πορφυρίνες, οι αιθέρες-στέμματα και τα κρυπτάνια (cryptands από τη λέξη «κρύπτη»).



πορφίνη, μητρική  
ένωση των πορφυρινών



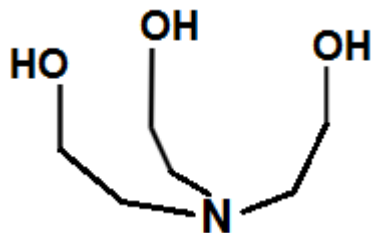
15-crown-5



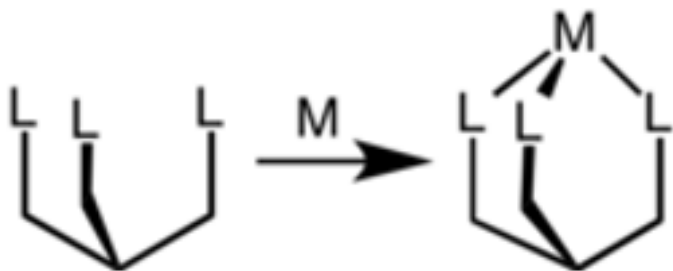
[2.2.2]cryptand<sub>15</sub>

# Υποκαταστάτες (δίποδες, τρίποδες, τετράποδες)

Πολυδοντικοί υποκαταστάτες με τα άτομα-δότες σε διαφορετικές αλυσίδες (πόδια) που ξεκινούν από το ίδιο άτομο, συνήθως N, C. Π.χ. οι τρίποδες  $N(CH_2CH_2NH_2)_3$ ,  $RC(CH_2PPh_2)_3$  (τριφωσφίνες)



$X = CR, N, B, P$



Μοτίβα συμπλοκοποίησης  
τριπόδων υποκαταστατών,  
ενός τριδοντικού και ενός  
τετραδοντικού



# Υποκαταστάτες (σε οργανομεταλλικές ενώσεις, ΟΕ)

Ποιες ενώσεις χαρακτηρίζονται ως οργανομεταλλικές;

Οι ενώσεις στις οποίες υπάρχει ένας τουλάχιστον απευθείας δεσμός M–C, π.χ.  $\text{LiCH}_3$ ,  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ ,  $[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$

Σε τι διαφέρουν οι ΟΕ των ΜΜ από τα κλασικά ανόργανα σύμπλοκα (τυπικές ενώσεις σύνταξης)

Διαφορές:

Τυπικές ενώσεις σύνταξης

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

Υδατοδιαλυτές

Σταθερές στον αέρα

Στερεά υψηλού σ.τ.

ΟΕ των ΜΜ

$[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ ,  $[\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$

Διαλύονται σε υδρογονάνθρακες

Συχνά ευαίσθητες στον αέρα

Στερεά χαμηλού σ.τ. ή υγρά

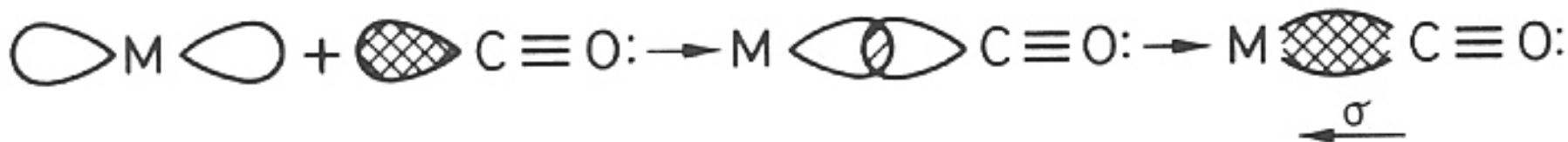
Ερμηνεία: Η ιδιαιτερότητα του δεσμού M–C

# Υποκαταστάτες (σε οργανομεταλλικές ενώσεις)

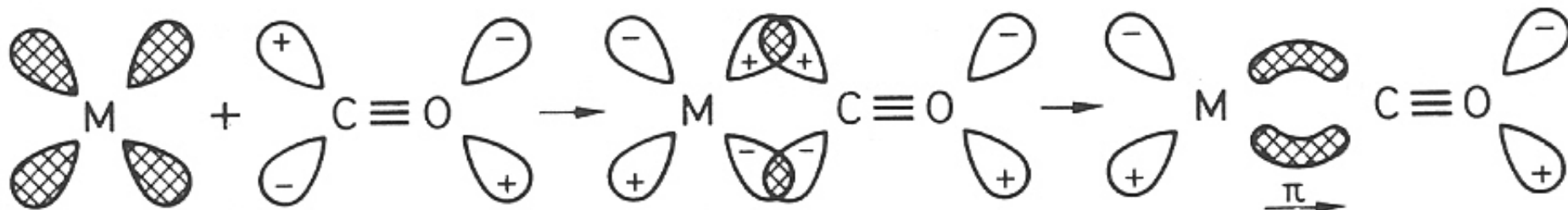
Πώς ερμηνεύεται ο δεσμός M–CO στα μεταλλοκαρβονυλικά σύμπλοκα;

δομή Lewis του CO :  $\text{:C}\equiv\text{O:}$

(α) Το μονήρες ΗΖ του C εκχωρείται σε ένα κενό  $d$  τροχιακό του M (το CO δρα ως βάση κατά Lewis και το M ως οξύ κατά Lewis)

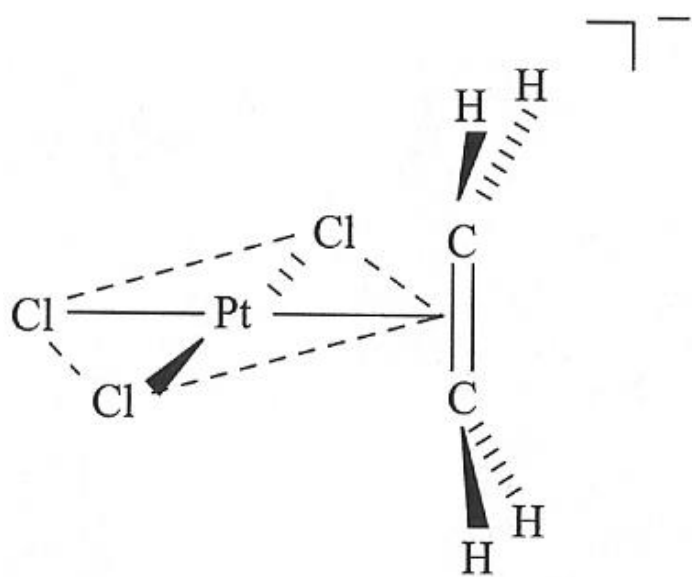


(β) Η ηλεκτρονική πυκνότητα στο M αυξάνεται από τα πολλά ΗΖ που δέχεται και το M επιστρέφει μέρος της ηλεκτρονικής πυκνότητας σε κενά αντιδεσμικά τροχιακά των μορίων CO. (το CO δρα ως οξύ κατά Lewis και το M ως βάση κατά Lewis)



## Υποκαταστάτες (σε οργανομεταλλικές ενώσεις)

Σε τι διαφέρει ο δεσμός M–C στα ολεφινικά σύμπλοκα, όπως το άλας του Zeise, από τον δεσμό M–CO;



Ο δεσμός M–CO είναι ουσιαστικά διπλός: ένας  $\sigma$  δεσμός  $M \leftarrow CO$  (Ligand-to-metal donation) και ένας  $\pi$  δεσμός  $M \rightarrow CO$  (Metal-to-ligand donation ή backbonding).

Ο δεσμός M–ολεφίνη διαφέρει στο ότι η ολεφίνη προσφέρει όχι  $\sigma$ , αλλά  $\pi$  ηλεκτρονική πυκνότητα από τον δ.δ. στο M.

Ποιες προϋποθέσεις πρέπει να πληρούν το M και το L;

M: (α) α.ο. 0, +1, –1 (β) κενά  $d$  τροχιακά (γ) κατειλημμένα  $d$  τροχιακά

L: (α) μονήρες ζεύγος  $e$  εντοπισμένο στο C (β) κενά  $\pi^*$  MO

Γιατί το M πρέπει να βρίσκεται σε χαμηλή οξειδωτική βαθμίδα;<sup>19</sup>

# Μέθοδοι συμβολισμού της σύνταξης των υποκαταστατών

Ποιες είναι οι δύο μέθοδοι συμβολισμού του τρόπου σύνταξης των υποκαταστατών;

(α) Ο συμβολισμός  $\eta, \mu$  και (β) ο συμβολισμός κατά Harris

(α) Τι υποδηλώνουν τα σύμβολα  $\eta$  και  $\mu$ ;

Το  $\eta^n$  περιγράφει την απτική ικανότητα (hapticity) ενός ατόμου–δότη προς το ή τα μεταλλικά κέντρα ενός συμπλόκου ( $n = 1, 2, 3, \dots$ )

Το  $\mu_m$  δείχνει ότι ο L δρα γεφυρωτικά μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταλλικών κέντρων ( $m = 2, 3, 4, \dots$ )

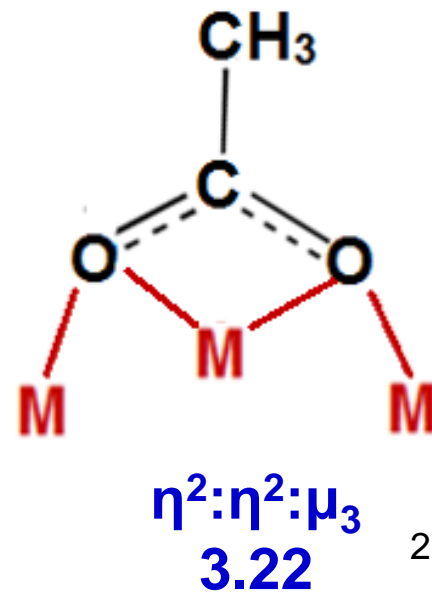
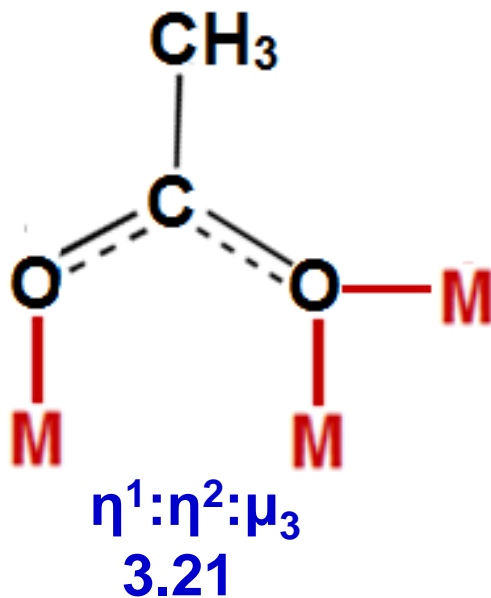
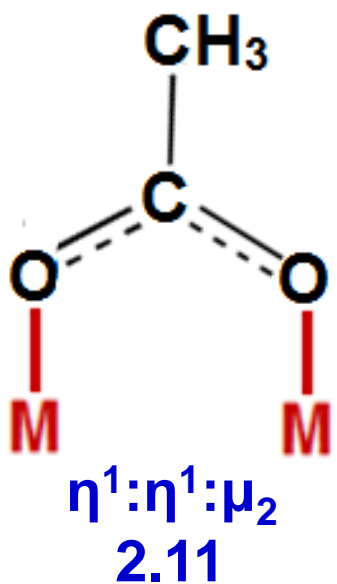
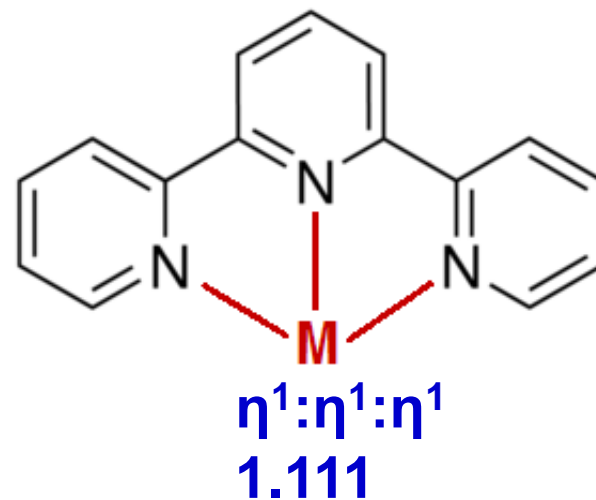
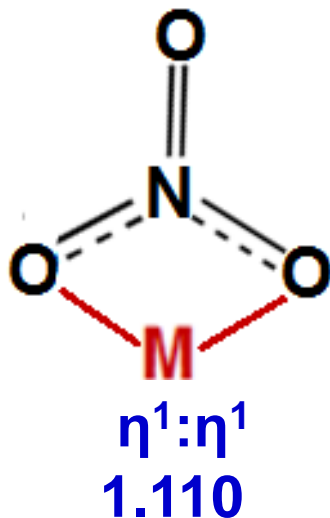
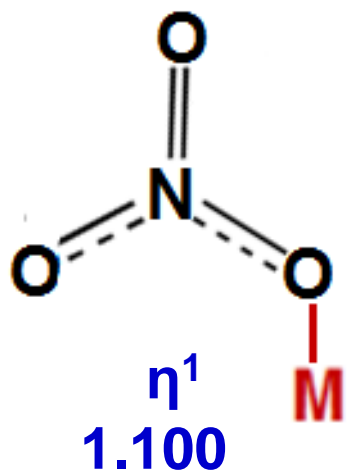
(β) Ο συμβολισμός κατά Harris μπορεί να απεικονισθεί ως



όπου,  $X =$  ο συνολικός αριθμός  $M^{n+}$ , με τα οποία ενώνεται ο L και  $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, \dots = 0, 1, 2, 3, \dots$  δίνει τον αριθμό των  $M^{n+}$ , με τα οποία ενώνεται το κάθε άτομο–δότης με προτεραιότητα  $O > N > S > P$

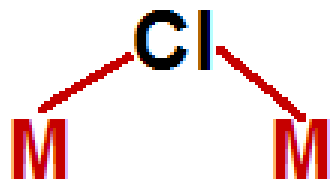
# Μέθοδοι συμβολισμού της σύνταξης των υποκαταστατών

Παραδείγματα εφαρμογής των συμβολισμών σύνταξης:

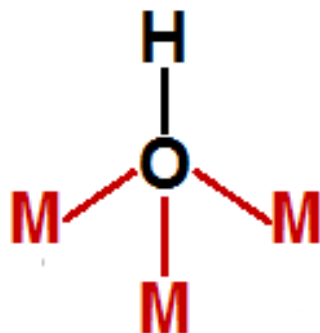


# Τρόποι συμβολισμού της σύνταξης των υποκαταστατών

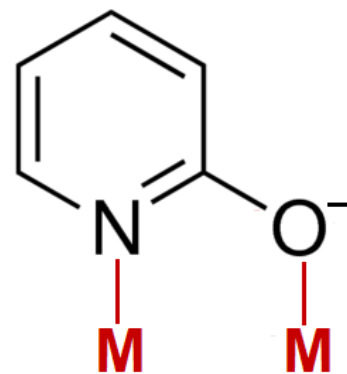
Παραδείγματα εφαρμογής των συμβολισμών σύνταξης:



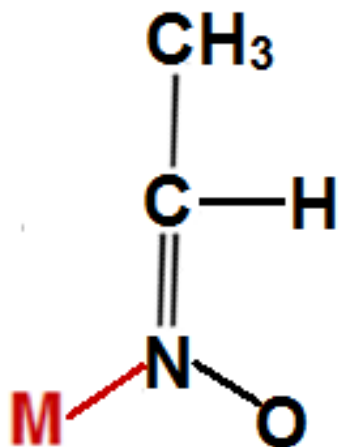
$\eta^2:\mu_2$   
2.2



$\eta^3:\mu_3$   
3.3



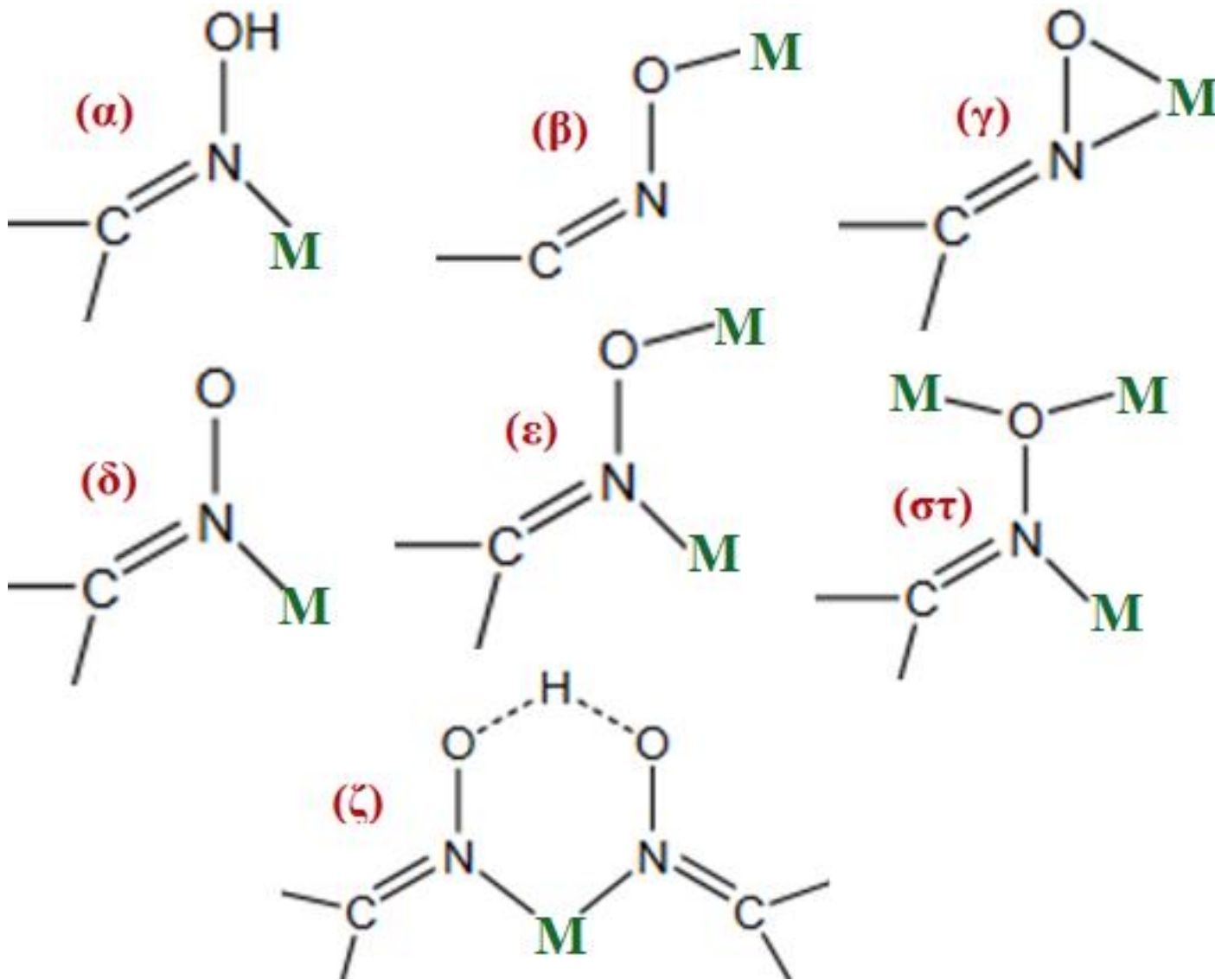
$\eta^1:\eta^1:\mu_2$   
2.11



$\eta^1$   
1.01

# Τρόποι συμβολισμού της σύνταξης των υποκαταστατών

Άσκηση 6.4 Συμβολίστε με τους δύο τρόπους τη σύνταξη των οξιμών / οξιμάτο ιόντων (οξίμες: γενικός τύπος  $R_2C=NOH$ )



# Ονοματολογία ενώσεων σύνταξης

Ποιοι είναι οι χημικοί τύποι των ενώσεων με τα κοινά ή εμπειρικά ονόματα, γαλαζόπετρα, πράσινο βιτριόλι, ροζ άλας, κρυόλιθος, γύψος, ξηρός πάγος, κακωδυλικό οξύ, κυανούν του Βερολίνου, άλας του Zeise;

Γαλαζόπετρα,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Πράσινο βιτριόλι,  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Ροζ άλας,  $(\text{NH}_4)_2[\text{SnCl}_6]$

Κρυόλιθος,  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$

Γύψος,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Ξηρός πάγος,  $\text{CO}_2(\text{s})$

Κακωδυλικό οξύ,  $(\text{CH}_3)_2\text{As}(\text{O})\text{OH}$

Κυανούν του Βερολίνου,  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$

Άλας του Zeise,  $\text{K}[\text{PtCl}_3(\text{CH}_2=\text{CH}_2)] \cdot \text{H}_2\text{O}$

Ποια είναι τα μειονεκτήματα αυτών των ονομάτων;



## Ονοματολογία ενώσεων σύνταξης

Ποιες βασικές πληροφορίες πρέπει να μας παρέχει μια συστηματική μέθοδος απόδοσης ονομάτων σε ενώσεις σύνταξης;

Πληροφορίες σχετικά με τη δομή της ένωσης σύνταξης, δηλαδή:

(α) Ποιο είναι το μέταλλο στο σύμπλοκο;

(β) Το μέταλλο εμφανίζεται στο κατιόν ή στο ανιόν της ένωσης;

(γ) Ποια είναι η οξειδωτική κατάσταση του μετάλλου;

(δ) Ποιοι είναι οι υποκαταστάτες και, ενδεχομένως, πώς συνδέονται με το μέταλλο;

Πώς μπορούμε να απαντήσουμε σε αυτά τα ερωτήματα;

Ακολουθώντας τους κανόνες της IUPAC (ουσιαστικά, μια επέκταση των κανόνων του Werner)

# Ονοματολογία ενώσεων σύνταξης (κανόνες IUPAC)

1. Σε άλατα, το όνομα του ανιόντος προηγείται του ονόματος του κατιόντος, π.χ.



2. Για το σύμπλοκο ιόν, πρώτα αναφέρονται οι υποκαταστάτες (L) και μετά το μέταλλο, π.χ.



Όταν υπάρχουν 2 ή 3 διαφορετικοί L, αυτοί αναγράφονται με αγγλική αλφαβητική σειρά (βλ. 3), χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα προθέματα) π.χ.



Προσοχή! Μεταξύ αριθμητικού προθέματος, ονόματος υποκαταστάτη και ονόματος μετάλλου, δεν χρησιμοποιούμε κενά. Π.χ., η αναγραφή εξα-κυανο-σιδηρικό-(II) είναι ΛΑΘΟΣ

# Ονοματολογία ενώσεων σύνταξης (κανόνες IUPAC)

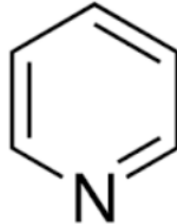
## 3. (α) Οι ανιοντικοί L έχουν κατάληξη -ο:

Αμίδιο, $\text{NH}_2^-$	άμιδο (amido <u>o</u> )
Ανθρακικό, $\text{CO}_3^{2-}$	καρβονά <u>o</u> (carbonato)
Βενζοϊκό, $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$	βενζοά <u>o</u> (benzoato)
Βρωμίδιο, $\text{Br}^-$	βρώμ <u>o</u> (bromo)
Θειικό, $\text{SO}_4^{2-}$	σουλφά <u>o</u> (sulfato)
Κυανίδιο, $\text{CN}^-$	κυάν <u>o</u> (cyano)
Νιτρικό, $\text{NO}_3^-$	νιτρά <u>o</u> (nitrato)
Οξαλικό, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	οξαλά <u>o</u> (oxalato)
Οξικό, $\text{CH}_3\text{COO}^-$	ασετά <u>o</u> (acetato)
Οξειδίο, $\text{O}^{2-}$	ό <u>o</u> (oxo)
Υδρίδιο, $\text{H}^-$	ύδριδ <u>o</u> (hydrido)
Υδροξείδιο, $\text{OH}^-$	υδρό <u>o</u> (hydroxo)
Φωσφορικό, $\text{PO}_4^{3-}$	φωσφά <u>o</u> (phosphato)
Χλωρίδιο, $\text{Cl}^-$	χλώρ <u>o</u> (chloro)

# Ονοματολογία ενώσεων σύνταξης (κανόνες IUPAC)

(β) Οι ουδέτεροι υποκαταστάτες διατηρούν το όνομά τους, π.χ.

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$   
(αιθυλενοδιαμίνη, en)



(πυριδίνη, py)

## Εξαιρέσεις

αμμωνία,  $\text{NH}_3 \Rightarrow$  άμμινο (ammine)

νερό,  $\text{H}_2\text{O} \Rightarrow$  υδάτο (aqua)

μονοξείδιο του αζώτου,  $\text{NO} \Rightarrow$  νιτρόζυλο (nitrosyl)

μονοξείδιο του άνθρακα,  $\text{CO} \Rightarrow$  καρβόνυλο (carbonyl)

π.χ.  $[\text{Ni}(\text{CO})_4] =$  τετρακαρβονυλονικέλιο(0)

(γ) Ακόρεστα οργανικά μόρια: προηγείται το γράμμα η (ήτα), π.χ.

$\text{CH}_2=\text{CH}_2$  (η-αιθυλένιο ή η-αιθύλενο)

$\text{CH}\equiv\text{CH}$  (η-ακετυλένιο ή η-ακετύλενο)

# Ονοματολογία ενώσεων σύνταξης (κανόνες IUPAC)

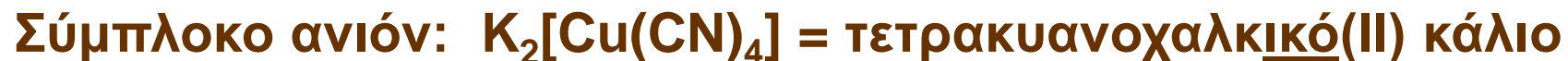
(δ) Τα προθέματα μονο-, δι-, τετρα-, πεντα-, εξα-, ... δηλώνουν τον αριθμό των υποκαταστατών, π.χ.



(ε) Τα προθέματα δισ, τρεις, τετράκις, ... είναι για υποκαταστάτες με αριθμητικό στο όνομά τους, π.χ.



4. Αν το σύμπλοκο είναι ανιόν, το μέταλλο παίρνει την κατάληξη -ικό(ς), ενώ αν είναι κατιόν ή ουδέτερο, χρησιμοποιείται αυτούσιο το όνομα του μετάλλου, π.χ.



# Ονοματολογία ενώσεων σύνταξης (κανόνες IUPAC)

5. Ο αριθμός οξείδωσης του μετάλλου γράφεται ρωμαϊκά σε παρένθεση, αμέσως μετά το όνομα του μετάλλου, δηλαδή χωρίς κενό, π.χ.

$[\text{Co}(\text{OH}_2)(\text{CN})_5]^{2+}$  = ión του υδατοπεντακυανοκοβαλτίου(III)

6. Αν το σύμπλοκο εμφανίζει ισομέρεια (βλ. επόμενη ενότητα), τίθεται μπροστά στο όνομά του το αντίστοιχο χαρακτηριστικό πρόθεμα (*cis-*, *trans-*, *fac-*, *mer-*), π.χ.

*cis*- $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$  = *cis*-διαμμινοδιχλωρολευκόχρυσος(II)

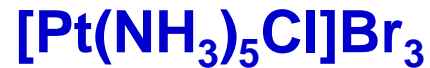
*trans*- $[\text{CrCl}_2(\text{OH}_2)_4]\text{Cl}$  = χλωρίδιο του  
*trans*-τετραϋδατοδιχλωροχρωμίου(II)

*fac*- $[\text{Co}(\text{NO}_2)_3(\text{NH}_3)_3]$  = *fac*-τριαμμινοτρινιτροκοβάλτιο(III)

# Ονοματολογία ενώσεων σύνταξης (κανόνες IUPAC)

## Παράδειγμα

Ακολουθήστε βήμα – βήμα τους κανόνες ονοματολογίας της IUPAC για να δώσετε το συστηματικό όνομα του συμπλόκου



## Απάντηση

1. Η ένωση αποτελείται από το σύμπλοκο κατιόν  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{3+}$  και έχει 3 αντισταθμιστικά ανιόντα βρωμιδίου,  $\text{Br}^-$ .
  2. Στην εσωτερική σφαίρα έχει 5 ουδέτερα μόρια  $\text{NH}_3$  (άρα, πεντααμμινο) και ένα ιόν χλωριδίου (άρα, χλωρο).
  3. Το κεντρικό μέταλλο (Pt) βρίσκεται στην οξειδωτική βαθμίδα +4, αφού αυτή ισοφαρίζει τα φορτία  $-3$  των ιόντων βρωμιδίων και το  $-1$  του ιόντος χλωριδίου (άρα, λευκόχρυσος(IV)).
  4. Το όνομα του ανιόντος προηγείται του ονόματος του κατιόντος και το αμμινο- προηγείται του χλωρο-.
- Συνεπώς, το όνομα της ένωσης είναι:

**Βρωμίδιο του πεντααμμινοχλωρολευκοχρύσου(IV)**

## Ερωτήσεις – ασκήσεις ανασκόπησης

6.5 Σε τι διαφέρει ένας χηλικός από έναν γεφυρωτικό υποκαταστάτη; Δώστε δύο παραδείγματα.

6.6 Σχεδιάστε το σύμπλοκο  $[\text{Ni}(\text{terpy})_2]^{2+}$ . Τι είδους και πόσους δακτυλίους διακρίνετε με συμμετοχή του Ni; Terpy = Τριπυριδίνη

6.7 Εξηγήστε πώς τα ιόντα νιτρικό και θειικό μπορούν να δράσουν ως διδοντικοί υποκαταστάτες. Ως παράδειγμα, σχεδιάστε τη δομή του συμπλόκου ιόντος  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4]^+$ . Πώς ονομάζεται το σύμπλοκο αυτό;

6.8 Τα σύμπλοκα EDTA– M σχηματίζονται σε αναλογία 1:1, ανεξάρτητα από το φορτίο του M. Διατυπώστε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων των μεταλλικών ιόντων  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  και  $\text{Fe}^{3+}$  με το ιόν  $\text{EDTA}^{4-}$ .



## Ερωτήσεις – ασκήσεις ανασκόπησης

**6.9 Βρείτε τον αριθμό οξείδωσης και τον αριθμό σύνταξης του κεντρικού μεταλλικού ιόντος στα σύμπλοκα ιόντα**

**(α)  $[\text{Rh}(\text{CN})_2(\text{en})_2]^+$ , (β)  $[\text{Co}(\text{ox})_3]^{4-}$ , (γ)  $[\text{Cr}(\text{en})_3]^{3+}$ , (δ)  $[\text{Ag}(\text{EDTA})]^{3-}$**

**6.10 Θεωρήστε το σύμπλοκο ιόν  $[\text{Mn}(\text{NH}_3)_2(\text{OH}_2)_3(\text{OH})]^{2+}$ .**

**(α) Ποια είναι η οξειδωτική κατάσταση του μεταλλικού ατόμου;**

**(β) Δώστε τον τύπο και το όνομα καθενός υποκαταστάτη του ιόντος.**

**(γ) Ποιος είναι ο αριθμός σύνταξης του μεταλλικού ατόμου;**

**(δ) Ποιο θα ήταν το φορτίο του συμπλόκου, αν όλοι οι υποκαταστάτες ήταν ιόντα χλωριδίου;**

**6.11 Γράψτε τον συντακτικό τύπο για καθεμία από τις ακόλουθες ενώσεις.**

**(α) εξακυανομαγγανικό(III) κάλιο**

**(β) τετρακυανοψευδαργυρικό νάτριο**

**(γ) νιτρικό τετρααμινοδιχλωροκοβάλτιο(III)**

**(δ) τετραχλωροχαλκικό(II) εξααμινοχρώμιο(III)**

## Ερωτήσεις – ασκήσεις ανασκόπησης

6.12 Μια ένωση του κοβαλτίου έχει σύσταση που αντιστοιχεί στον τύπο  $\text{Co}(\text{NO}_3)\text{Cl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$ . Από μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας, προσδιορίσθηκε ότι υπάρχουν δύο ιόντα ανά τυπική μονάδα ένωσης. Διάλυμα νιτρικού αργύρου δεν δίνει άμεσα κανένα ίζημα. Γράψτε έναν συντακτικό τύπο σύμφωνα με αυτές τις πληροφορίες.

6.13 Το  $\text{CrCl}_3$  σχηματίζει με την αμμωνία σύμπλοκα του τύπου  $\text{CrCl}_3 \cdot (\text{NH}_3)_x$  ( $x = 3 - 6$ ). Σε αυτά τα σύμπλοκα, ο αριθμός σύνταξης του χρωμίου είναι 6. Όταν σε υδατικό διάλυμα ενός από αυτά τα σύμπλοκα προσθέσουμε διάλυμα  $\text{AgNO}_3$ , καταβυθίζεται αμέσως 1 mol  $\text{AgCl}$  ανά mole συμπλόκου. Βρείτε τον συντακτικό τύπο του συμπλόκου. Ποιο είναι το συστηματικό του όνομα;

6.14 Τη δεκαετία του 1970 χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα το σύμπλοκο ιόν  $[\text{SnCl}_3]^-$  ως υποκαταστάτης με άτομο-δότη το Sn. Γιατί αυτό είναι δυνατόν;