

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να γνωρίσουμε τι είναι σύμπλοκο ιόν (σύμπλοκη ένωση), πώς σχετίζεται ο σχηματισμός ενός συμπλόκου με τη θεωρία του Lewis περί οξέων και βάσεων, χρήσιμους όρους (αριθμός σύνταξης, υποκαταστάτης), τα βασικά σημεία της θεμελιώδους θεωρίας του Werner για τα σύμπλοκα και, τέλος, τις σημαντικότερες γεωμετρίες των συμπλόκων.

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Προσδοκώμενα αποτελέσματα

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

- ❖ Εκτιμάτε την ευρύτητα του ορισμού οξέων – βάσεων κατά Lewis και την εφαρμογή του στον σχηματισμό συμπλόκων.
- ❖ Ορίζετε τι είναι σύμπλοκο ιόν, ένωση σύνταξης, υποκαταστάτης και αριθμός σύνταξης.
- ❖ Βρίσκετε τον αριθμό σύνταξης και τον αριθμό οξείδωσης του κεντρικού μετάλλου ενός συμπλόκου.
- ❖ Διακρίνετε τη διαφορά μεταξύ διπλού άλατος και συμπλόκου.
- ❖ Αναφέρετε βασικά σημεία της θεωρίας του Werner και να περιγράψετε την ευφυέστατη μεθοδολογία που αυτός εφάρμοζε στα πειράματά του.
- ❖ Προβλέπετε τη γεωμετρία ενός συμπλόκου, στηριζόμενοι κυρίως στον αριθμό σύνταξης, και να δίνετε παραδείγματα για τις διάφορες γεωμετρίες συμπλόκων.

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Έννοιες κλειδιά

Αριθμός σύνταξης ή ένταξης

Βάση κατά Lewis

Δευτερεύον σθένος

Διπλό άλας

Εξωτερική σφαίρα συμπλόκου

Εσωτερική σφαίρα συμπλόκου

Θεωρία του Werner

Οξύ κατά Lewis

Πρωτεύον σθένος

Σύμπλοκο

Υποκαταστάτης

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

**Θυμηθείτε!**

Οξύ κατά Lewis (L) είναι κάθε ουσία που μπορεί να δεχθεί ένα ζεύγος ηλεκτρονίων προς σχηματισμό ομοιοπολικού δεσμού.

Συνοπτικά: Οξύ κατά L = δέκτης ζεύγους e.

Για να δεχθεί ζεύγος ηλεκτρονίων το οξύ κατά L πρέπει να διαθέτει κενό (ή κενά) τροχιακό σθένους. Π.χ.,  $H^+$ , Fe,  $Fe^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $CO_2$ ,  $BF_3$ ,  $PF_5$  κ.λπ.

Βάση κατά L είναι κάθε ουσία που μπορεί να προσφέρει ένα ζεύγος ηλεκτρονίων προς σχηματισμό ομοιοπολικού δεσμού.

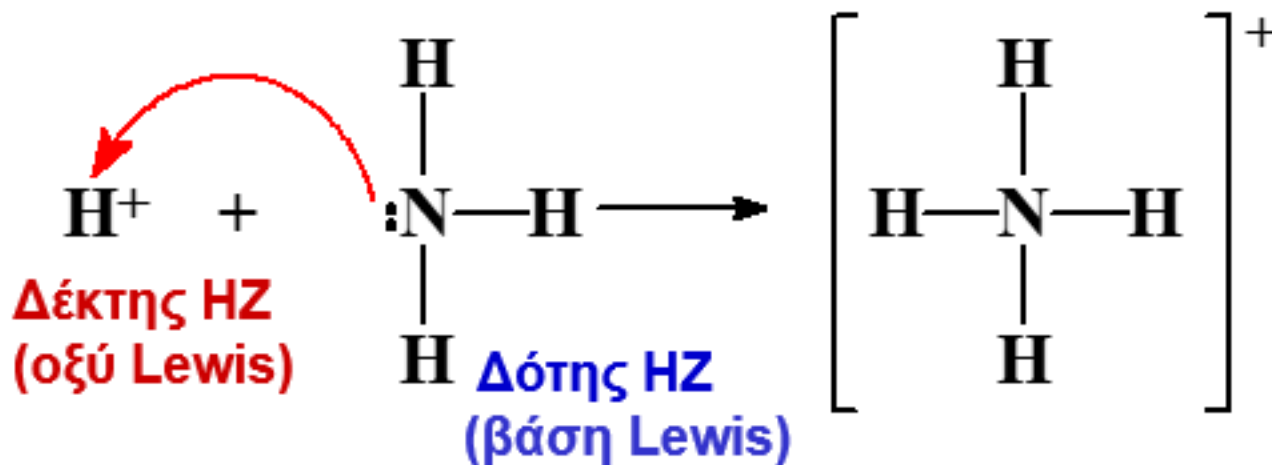
Συνοπτικά: Βάση κατά L = δότης ζεύγους e.

Π.χ.,  $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $Cl^-$ ,  $O^{2-}$ ,  $NO_3^-$ , CO κ.λπ.

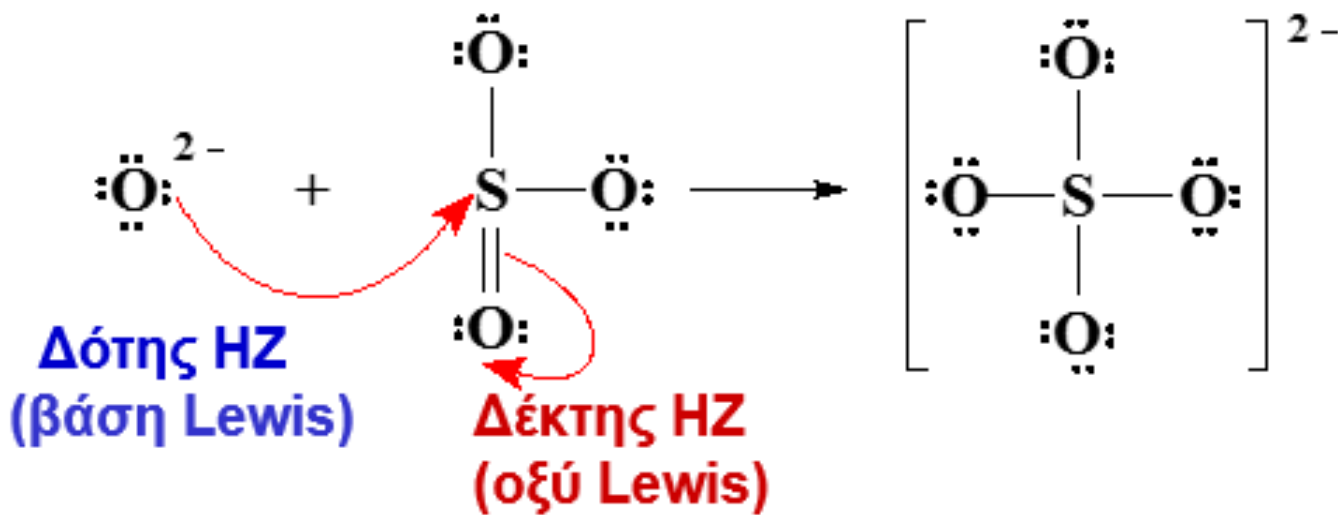
**Συμπέρασμα:** Για να ξεχωρίσω αν μια ουσία μπορεί να δράσει ως οξύ ή βάση κατά L, πρέπει να γνωρίζω να γράφω τον τύπο L της ουσίας.

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Παραδείγματα αντιδράσεων οξέων – βάσεων κατά L



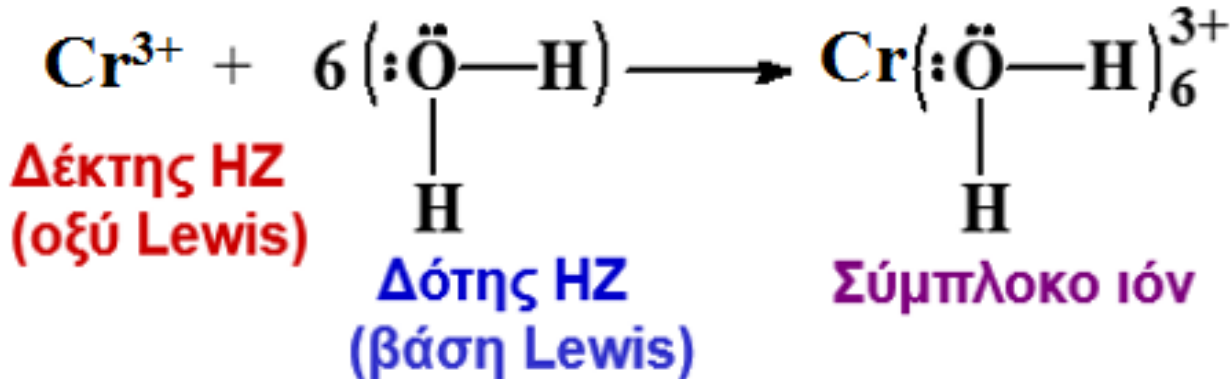
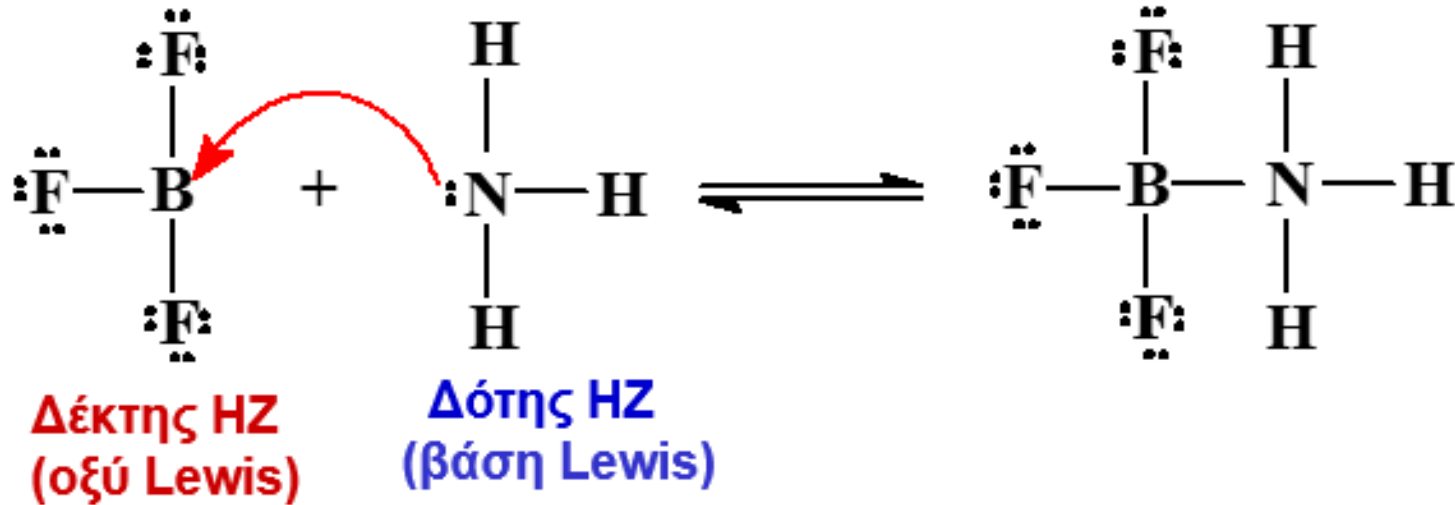
Η εξουδετέρωση  
της αμμωνίας  
από  
υδροχλωρικό οξύ



Η αντίδραση  
 $\text{Na}_2\text{O}$  με  $\text{SO}_3$   
  
Το ιόν  $\text{O}^{2-}$   
προέρχεται από  
το  $\text{Na}_2\text{O}$

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

Ο ορισμός οξέος – βάσεως του Lewis είναι τόσο ευρύς που χωράει και αντιδράσεις, όπως οι επόμενες:



!! Και ο σχηματισμός ενός συμπλόκου ιόντος μπορεί να θεωρηθεί ως αντίδραση οξέος – βάσεως κατά Lewis

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Άσκηση 5.1

Συμπληρώστε την παρακάτω αντίδραση. Γράψτε τους τύπους Lewis των αντιδρώντων και των προϊόντων και χαρακτηρίστε κάθε χημικό είδος ως οξύ ή βάση Lewis.



## Άσκηση 5.2

Στις ακόλουθες αντιδράσεις, βρείτε ποιο είναι το οξύ Lewis και ποια η βάση Lewis.



# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Ορισμοί

Σύμπλοκο ιόν: μεταλλικό ιόν συνδεδεμένο με βάσεις L μέσω ομοιοπολικών δεσμών σύνταξης.

Σύμπλοκο (ή ένωση σύνταξης): ένωση αποτελούμενη είτε από σύμπλοκα ιόντα και άλλα ιόντα αντιθέτου φορτίου είτε από μια ουδέτερη σύμπλοκη χημική οντότητα.

Π.χ. το  $K_4[Fe(CN)_6]$  αποτελείται από το σύμπλοκο ανιόν  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  και τέσσερα ιόντα  $K^+$

Το cisplatin,  $cis-[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ , είναι μια ουδέτερη σύμπλοκη ένωση.

Υποκαταστάτες: Δότες ηλεκτρονικών ζευγών (βάσεις L) που συνδέονται με το μεταλλικό άτομο σε ένα σύμπλοκο.

Δότες ηλεκτρονικών ζευγών: ουδέτερα μόρια (π.χ.  $H_2O$ ,  $NH_3$ ) ή ανιόντα (π.χ.  $CN^-$ ,  $Cl^-$ ), τα οποία διαθέτουν τουλάχιστον ένα άτομο με μονήρες ηλεκτρονικό ζεύγος.



# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Ορισμοί (συνέχεια)

Αριθμός σύνταξης ενός μεταλλικού ατόμου σε ένα σύμπλοκο:

Το σύνολο των δεσμών που σχηματίζει το μεταλλικό άτομο με τους υποκαταστάτες.

Π.χ., στο  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ , το ιόν  $\text{Fe}^{2+}$  συνδέεται με καθένα άτομο οξυγόνου των έξι μορίων νερού. Συνεπώς, ο αριθμός σύνταξης του σιδήρου σε αυτό το ιόν είναι 6.

## Απόδοση αγγλικών όρων

Coordination = σύνταξη, ένταξη ή συναρμογή

Coordination Chemistry = Χημεία Σύνταξης, Ένταξης ή Συναρμογής

Coordination number = αριθμός σύνταξης, ένταξης ή συναρμογής

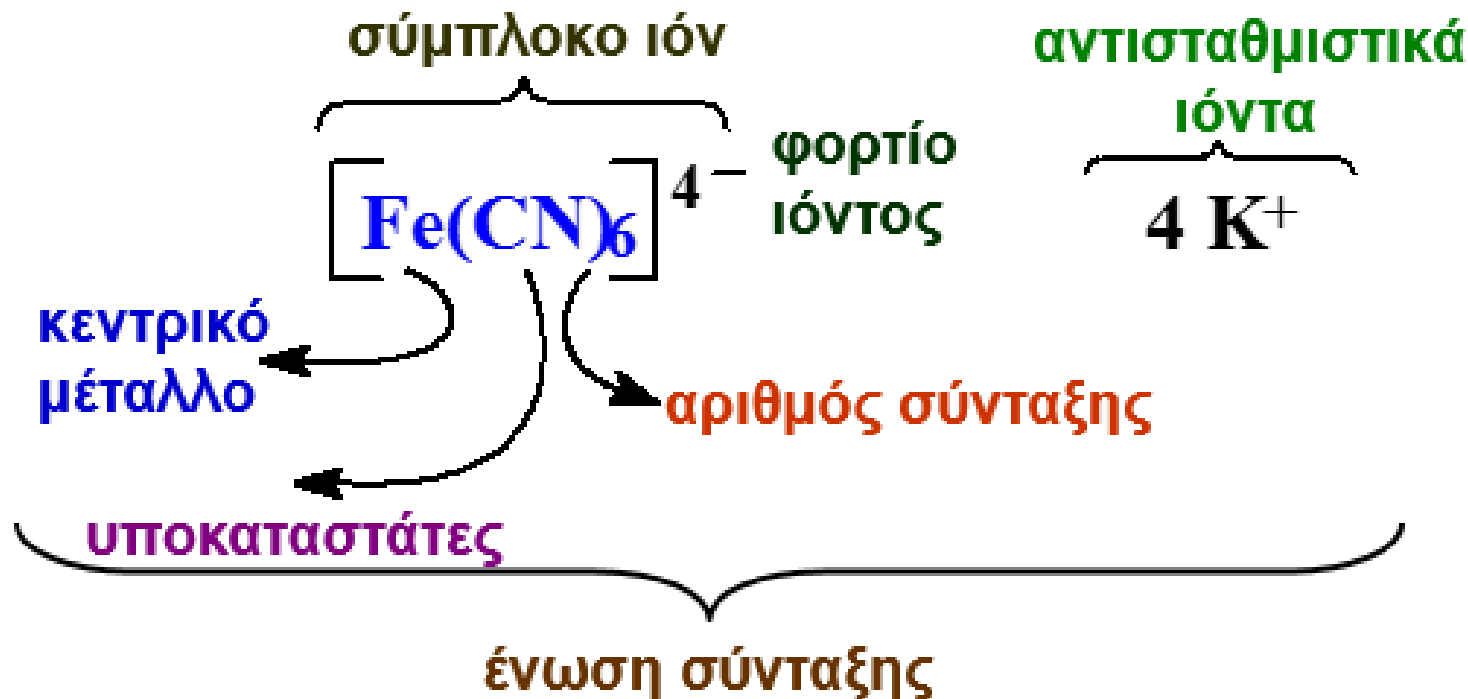
Coordination Theory = Θεωρία σύνταξης, ένταξης ή συναρμογής

Ligand = υποκαταστάτης ή προσδέτης

Complex compound = σύμπλοκη ένωση

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

Αποσαφήνιση βασικών ορισμών στο παράδειγμα του συμπλόκου  $K_4[Fe(CN)_6]$



Ο τύπος του συμπλόκου γράφεται, συνήθως, μέσα σε τετράγωνες αγκύλες!

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Άσκηση 5.3

Αποσαφηνίστε τους βασικούς όρους: σύμπλοκο ιόν, κεντρικό μέταλλο, αριθμός σύνταξης, υποκαταστάτες, φορτίο ιόντος, αντισταθμιστικά ιόντα και ένωση σύνταξης στο παράδειγμα του συμπλόκου  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_2]\text{Cl}_2$ .

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Τα πρώτα σύμπλοκα μεταβατικών μετάλλων

1704: ο Johann Jacob Diesbach, Ελβετός κατασκευαστής χρωμάτων, ανακαλύπτει τυχαία το κυανούν του Βερολίνου,  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ , το πρώτο σύμπλοκο.



1798: ο B. M. Tassaert, Γάλλος χημικός, ανακαλύπτει την πορτοκαλοκίτρινη ένωση  $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ .



Αργότερα, ανακαλύφθηκαν και άλλες ανάλογες ενώσεις, όπως  $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$ ,  $\text{PtCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$ ,  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ ,  $\text{AgCl} \cdot 2\text{NH}_3$  κ.λπ.

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

Τι υποδήλωναν αυτοί οι τύποι, όπως π.χ.  $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$  ;

Ότι οι ουσίες αποτελούνταν από δύο σταθερές ενώσεις (π.χ.  $\text{PtCl}_4$  και  $\text{NH}_3$ ). Γι' αυτό ονομάσθηκαν σύμπλοκες ενώσεις ή απλώς σύμπλοκα.

Οι τελείες στα σύμπλοκα ονομάσθηκαν «τελείες της άγνοιας» (dots of ignorance), ακριβώς διότι ο τύπος των δεσμών στις ενώσεις αυτές ήταν άγνωστος.

Τελείες χρησιμοποιούμε και στα διπλά άλατα (άλατα προερχόμενα από τη συγκρυστάλλωση δύο απλών αλάτων) π.χ.



# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

Σε τι διαφέρει το υδατικό διάλυμα ενός διπλού άλατος από το διάλυμα ενός συμπλόκου;

Ένα υδατικό διάλυμα  $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (διπλό άλας) δείχνει ακριβώς τις ίδιες ιδιότητες που δείχνει ένα ισομοριακό μίγμα των επιμέρους συστατικών του, δηλαδή του  $\text{FeSO}_4$  και του  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

Ποιες είναι αυτές οι ιδιότητες;

Ένα υδατικό διάλυμα συμπλόκου άλατος, π.χ.  $\text{AgCl} \cdot 2\text{NH}_3$ , δεν δείχνει ούτε τις ιδιότητες του  $\text{AgCl}$  (πολύ δυσδιάλυτη ένωση), ούτε τις ιδιότητες της αμμωνίας (βασικό διάλυμα).

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

**Alfred Werner: ερμηνεία της δομής των συμπλόκων**

**Ποια είναι τα βασικά σημεία της θεωρίας του Werner;**

**(α) Στο σύμπλοκο (ένωση σύνταξης), το κεντρικό μέταλλο συνδέεται ομοιοπολικά με ένα σταθερό αριθμό μορίων ή / και ανιόντων.**

**(β) Το σύμπλοκο μπορεί να είναι ουδέτερο ή να φέρει φορτίο (θετικό ή αρνητικό), ίσο με το άθροισμα των φορτίων των συστατικών του.**



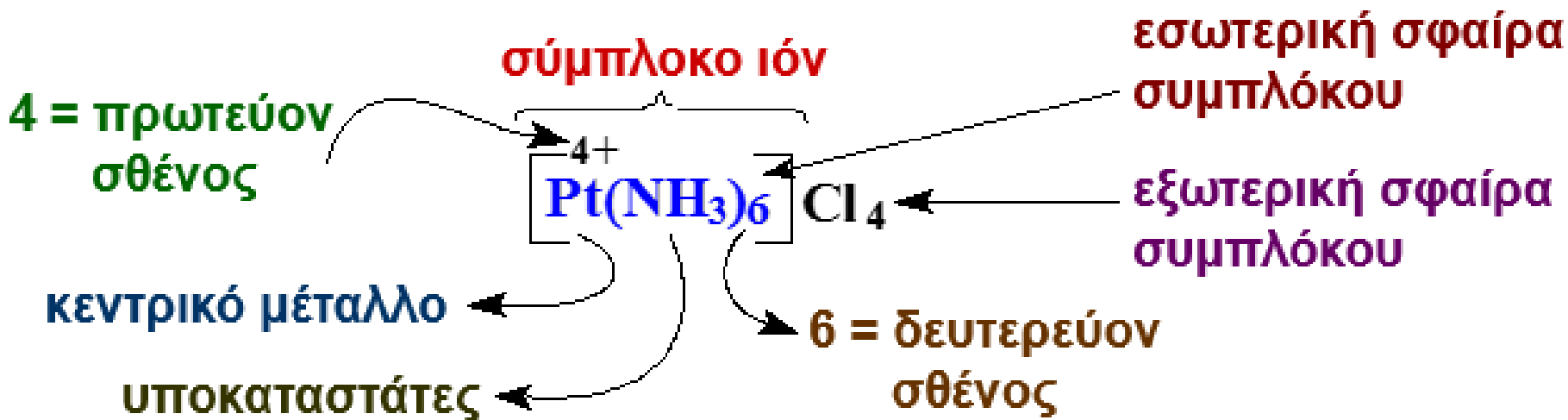
**Alfred Werner  
(1866-1919)  
Ελβετός Χημικός,  
Βραβείο Νομπέλ  
Χημείας 1913.  
Ο πατέρας της  
Χημείας Σύνταξης.**

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

(γ) Υπάρχουν δύο είδη σθένους: το πρωτεύον σθένος (σήμερα αριθμός οξείδωσης) και το δευτερεύον σθένος (σήμερα αριθμός σύνταξης ή ένταξης), το οποίο είναι ο αριθμός των ομοιοπολικών δεσμών που σχηματίζει γύρω του το μέταλλο.

(δ) Ό,τι γράφουμε μέσα στην τετράγωνη αγκύλη αποτελεί την εσωτερική σφαίρα του συμπλόκου και ό,τι είναι έξω από την αγκύλη αποτελεί την εξωτερική σφαίρα του συμπλόκου.

Αποσαφήνιση των βασικών όρων της θεωρίας του Werner στο παράδειγμα του συμπλόκου  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$





# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Άσκηση 5.4

(α) Ποιοι είναι οι βασικοί όροι που χρησιμοποιούνται για ένα σύμπλοκο στη θεωρία του Werner;

(β) Αποσαφηνίστε αυτούς τους βασικούς όρους στο παράδειγμα του συμπλόκου  $\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_4(\text{NH}_3)_2]$

**Θυμηθείτε!** Το πρωτεύον σθένος συμπίπτει με τον σημερινό αριθμό οξείδωσης (α.ο.), οποίος για το κεντρικό μέταλλο προσδιορίζεται ως εξής: Π.χ. έστω ότι ζητείται ο α.ο. =  $x$  του Co στα σύμπλοκα (α)  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$  και (β)  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^+$

Γνωρίζουμε ότι ο α.ο. των μονατομικών ιόντων συμπίπτει με το φορτίο τους. Για ουδέτερους υποκαταστάτες: α.ο. = 0  $\Rightarrow$

$$\text{α.ο.: } \text{K}^+ = +1, \text{Cl}^- = -1, \text{NH}_3, \text{H}_2\text{O} = 0 \Rightarrow$$

$$\text{(α)} \quad (+1) + x + 2(0) + 4(-1) = 0 \Rightarrow x = +3$$

$$\text{(β)} \quad x + 5(0) + 1(-1) = +1 \Rightarrow x = +2$$

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

Με τι είδους πειράματα κατόρθωσε ο Werner να ερμηνεύσει τους δεσμούς στα σύμπλοκα και να θέσει τα θεμέλια της σύγχρονης θεωρίας σύνταξης;

Ο Werner συνδύασε

(α) πειράματα σταθμικής ανάλυσης (καταβύθισης δυσδιάλυτων αλάτων και ζύγισης προϊόντος) και

(β) πειράματα μετρήσεων αγωγιμότητας

Η αγωγιμότητα, δηλαδή η ικανότητα ενός διαλύματος να άγει τον ηλεκτρισμό, σχετίζεται με τον αριθμό και το φορτίο των Ιόντων.

## Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, πώς ο Werner διευκρίνισε τη δομή των συμπλόκων του  $\text{PtCl}_4$  με  $\text{NH}_3$  του γενικού τύπου  $\text{PtCl}_4 \cdot x\text{NH}_3$  ( $x=2-6$ );

Υπολόγισε, μέσω σταθμικής ανάλυσης, τα moles (m) του  $\text{AgCl}$  που καθιζάνουν ανά mole ενώσεως, μετά από προσθήκη περίσσειας  $\text{AgNO}_3(\text{aq})$  και μέσω μετρήσεων αγωγιμότητας, τον αριθμό (n) των ιόντων ανά τυπική μονάδα ενώσεως.

Κατασκεύασε τον ακόλουθο πίνακα:

| Παλαιός τύπος                      | m | n | Τύπος Werner                                       | Ιόντα  |
|------------------------------------|---|---|--|--|
| $\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3$ | 4 | 5 | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$            | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]^{4+}$ 4 $\text{Cl}^-$            |
| $\text{PtCl}_4 \cdot 5\text{NH}_3$ | 3 | 4 | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$   | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{3+}$ 3 $\text{Cl}^-$   |
| $\text{PtCl}_4 \cdot 4\text{NH}_3$ | 2 | 3 | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$ | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^{2+}$ 2 $\text{Cl}^-$ |
| $\text{PtCl}_4 \cdot 3\text{NH}_3$ | 1 | 2 | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]\text{Cl}$   | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]^+$ 1 $\text{Cl}^-$    |
| $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$ | 0 | 0 | $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$            | δεν δίνει ιόντα  |

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Άσκηση 5.5

Εάν σε υδατικά διαλύματα των χημικών ενώσεων που αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα, προσθέσουμε περίσσεια διαλύματος νιτρικού αργύρου, καταβυθίζεται ίζημα χλωριδίου του αργύρου. Η χημική ανάλυση έδειξε ότι για ένα mole κάθε ένωσης καταβυθίζεται διαφορετική ποσότητα  $\text{AgCl(s)}$ . Με βάση αυτά τα δεδομένα, συμπληρώστε τον πίνακα με τον αριθμό οξείδωσης και τον αριθμό σύνταξης κάθε κεντρικού μετάλλου και γράψτε τον τύπο κατά Werner για κάθε σύμπλοκο.

| Σύμπλοκο                                  | $\text{AgCl(s)}$<br>moles | Αριθμός<br>οξείδωσης | Αριθμός<br>σύνταξης | Τύπος Werner |
|---|---------------------------|----------------------|---------------------|--------------|
| $\text{PdCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$        | 2                         |                      |                     |              |
| $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | 2                         |                      |                     |              |
| $\text{PdCl}_4 \cdot 2\text{HCl}$         | 0                         |                      |                     |              |
| $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$        | 1                         |                      |                     |              |
| $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$        | 0                         |                      |                     |              |

# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Παραδείγματα συμπλόκων διαφόρων αριθμών σύνταξης

| <u>Σύμπλοκο</u>   | <u>Αριθμός σύνταξης</u> |
|---|-------------------------|
| $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  | 2                       |
| $[\text{HgI}_3]^-$  | 3                       |
| $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ , $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$ , $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ | 4                       |
| $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ , $[\text{Co}(\text{CN})_5]^{3-}$                            | 5                       |
| $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ , $[\text{W}(\text{CO})_6]$                           | 6                       |
| $[\text{Mo}(\text{CN})_7]^{4-}$   | 7                       |
| $[\text{W}(\text{CN})_8]^{4-}$  | 8                       |

Συνηθισμένοι αριθμοί σύνταξης: 2, 4, 6

Συνηθέστερος α.σ. το 6

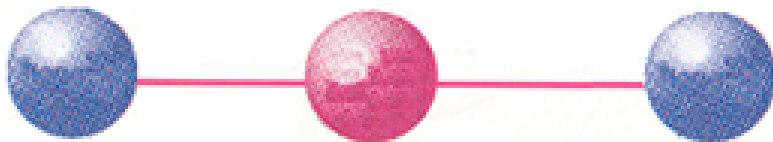
# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

Από πού εξαρτάται η γεωμετρία ενός συμπλόκου;

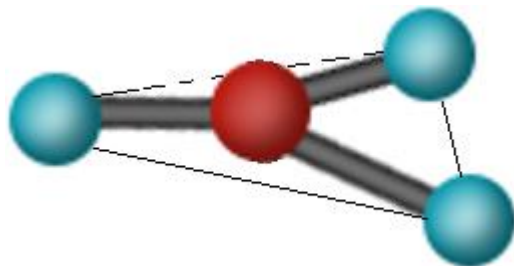
Από τον αριθμό σύνταξης και τη φύση του κεντρικού μεταλλικού ιόντος.

Ποιες είναι οι συνηθέστερες δομές των συμπλόκων;

(α) Γραμμική (α.σ. 2), π.χ.  $[\text{CuCl}_2]^-$ ,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ,  $[\text{AuCl}_2]^-$



(β) Επίπεδη τριγωνική (α.σ. 3), π.χ.  $[\text{HgI}_3]^-$



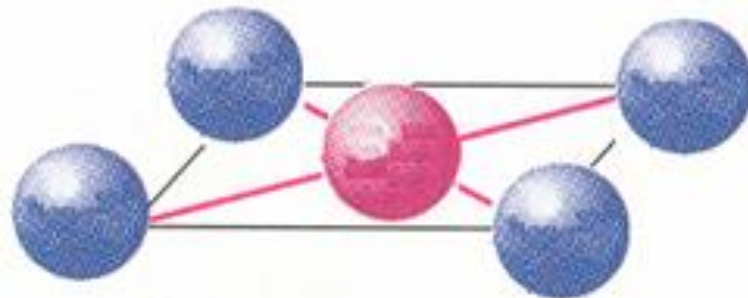
# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

(γ) Επίπεδη τετραγωνική (α.σ. 4), π.χ.  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{PdCl}_4]^{2-}$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

Συνήθης για τα μεταλλικά ιόντα

$\text{Pt}^{2+}$ ,  $\text{Pd}^{2+}$ ,  $\text{Au}^{3+}$

Πιθανή για τα  $\text{Ni}^{2+}$  και  $\text{Cu}^{2+}$



(δ) Τετραεδρική (α.σ. 4), π.χ.

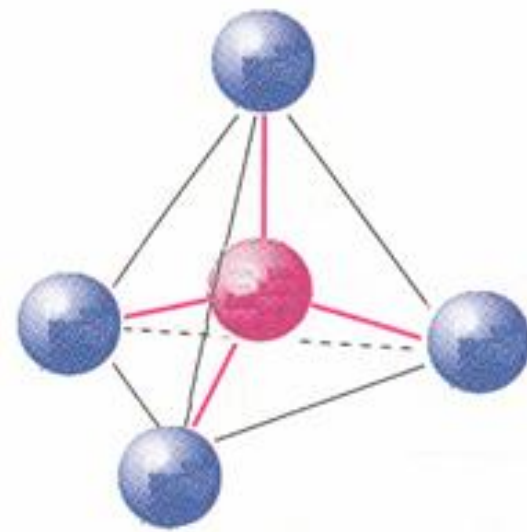
$[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$ ,  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{CdCl}_4]^{2-}$ ,  $[\text{MnCl}_4]^{2-}$

Κοινή για μη μεταβατικά μέταλλα, π.χ.  $[\text{AlF}_4]^-$

Ορισμένα σύμπλοκα των  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Au}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,

$\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  και  $\text{Ni}^0$  είναι επίσης τετραεδρικά,

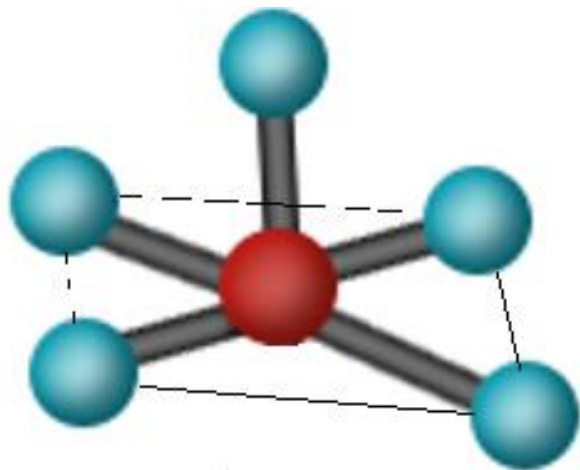
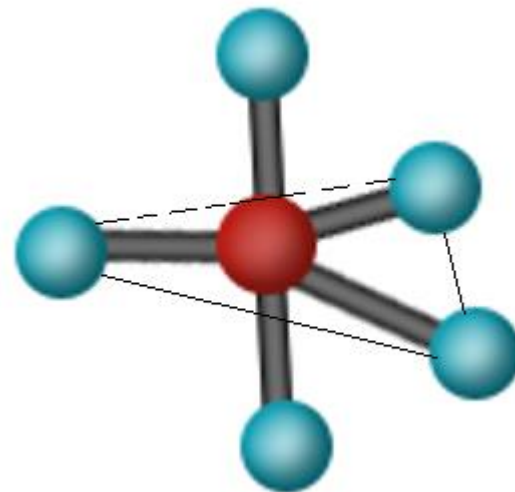
π.χ.  $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$ ,  $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{FeCl}_4]^-$ ,  $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$



# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

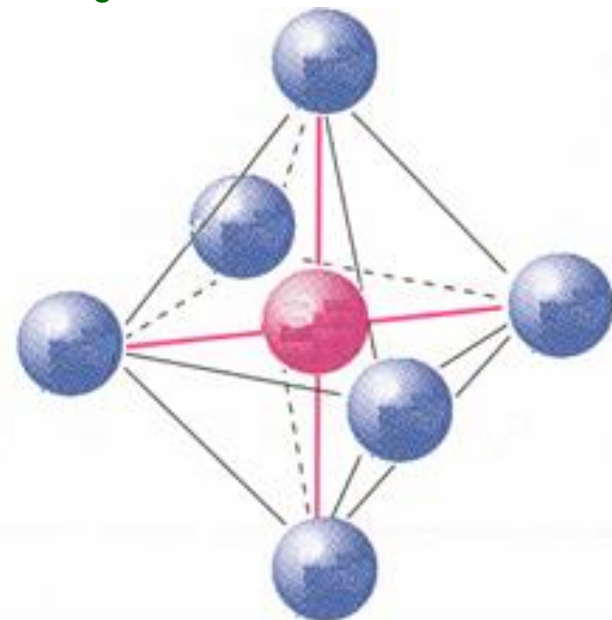
(ε) τριγωνική διπυραμιδική (α.σ. 5)

π.χ.  $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ ,  $[\text{CuCl}_5]^{3-}$ ,  $[\text{HgCl}_5]^{3-}$



(στ) Τετραγωνική πυραμιδική (α.σ. 5)

π.χ.  $[\text{Ni}(\text{CN})_5]^{3-}$ ,  $[\text{MnCl}_5]^{3-}$



(ζ) Οκταεδρική (α.σ. 6)

π.χ.  $[\text{FeCl}_6]^{3-}$ ,  $[\text{V}(\text{CN})_6]^{4-}$ ,

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$ ,  $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$



# Σύμπλοκα ιόντα και ενώσεις σύνταξης (Εισαγωγή)

## Άσκηση 5.6

Με βάση τα προαναφερθέντα για τις γεωμετρίες των συμπλόκων, συμπληρώστε τον ακόλουθο πίνακα:

| Σύμπλοκο                                 | Αριθμός σύνταξης | Γεωμετρία συμπλόκου |
|--|------------------|---------------------|
| $[\text{CoCl}_4]^-$                      |                  |                     |
| $[\text{NiCl}_2(\text{NH}_3)_2]$         |                  |                     |
| $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$             |                  |                     |
| $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ |                  |                     |
| $[\text{Ni}(\text{CN})_5]^{3-}$          |                  |                     |
| $[\text{Cu}(\text{CN})_3]^-$             |                  |                     |

## Ερωτήσεις – ασκήσεις ανασκόπησης

5.7 Προσδιορίστε τον αριθμό σύνταξης και τον αριθμό οξείδωσης του κεντρικού μετάλλου σε καθένα από τα ακόλουθα σύμπλοκα:

(α)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_3$ , (β)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]^{2+}$ , (γ)  $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})]\text{Cl}_2$ ,

(δ)  $(\text{NH}_4)_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , (ε)  $\text{K}[\text{Au}(\text{OH})_4]$

5.8 Σε ποια από τα ακόλουθα σύμπλοκα, το μέταλλο έχει αριθμό οξείδωσης +3;

(α)  $[\text{Ni}(\text{CN})_2\text{Br}_2]^{2-}$ , (β)  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$ , (γ)  $\text{Na}_2[\text{TiF}_6]$ ,

(δ)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$ , (ε)  $[\text{Mn}(\text{CO})_5(\text{SCN})]$

5.9 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.

## Ερωτήσεις – ασκήσεις ανασκόπησης

5.10 Το θειικό ιόν σε υδατικά διαλύματα πιστοποιείται καταβυθιζόμενο ως δυσδιάλυτο λευκό ίζημα  $\text{BaSO}_4$ .

Δίνονται οι ενώσεις:



Σε υδατικά διαλύματα αυτών προστίθεται διάλυμα  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ .

Σε ποια περίπτωση θα δούμε να καταβυθίζεται λευκό ίζημα; Εξηγήστε.

5.11 Συμπληρώστε τον επόμενο πίνακα:

| Κεντρικό ιόν     | Υποκαταστάτης                          | Αριθμός σύνταξης | Τύπος Werner |
|------------------|--|------------------|--------------|
| $\text{Co}^{2+}$ | 4 $\text{NH}_3$ , $\text{H}_2\text{O}$ | 6                |              |
| $\text{Ni}^{2+}$ | $\text{NH}_3$ , $\text{Cl}^-$          | 4                |              |
| $\text{Pt}^{2+}$ | $\text{CN}^-$                          | 5                |              |
| $\text{Cd}^{2+}$ | $\text{Br}^-$                          | 4                |              |
| $\text{Hg}^{2+}$ | $\text{I}^-$                           | 3                |              |
| $\text{Ag}^+$    | $\text{SCN}^-$                         | 2                |              |