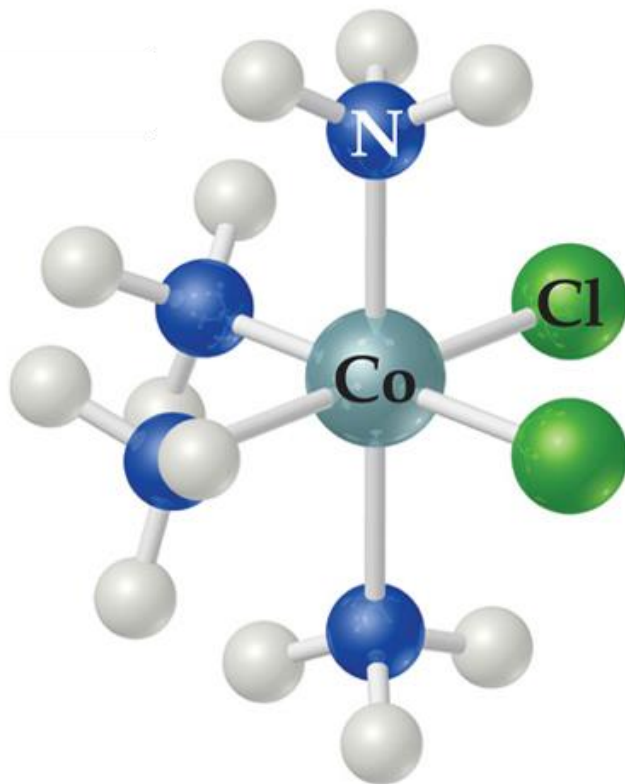


KOMPLEKSNA JEDINJENJA

Kompleksi

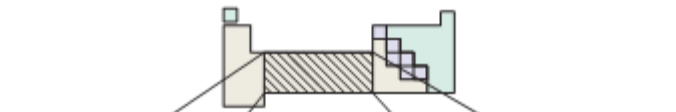


KOMPLEKSNA JEDINJENJA



Prelazni metali

- Međusobno imaju slične osobine
- Dosta se razlikuju od alkalih i zemnoalkalnih metala
- Imaju visoku tačku topljenja, veliku gustinu, uglavnom veliku tvrdoću, dobri su provodnici



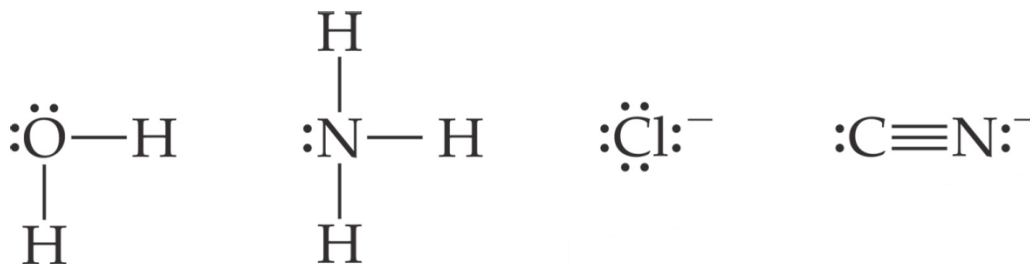
3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn
39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd
71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg

Prelazni metali

- Međusobno imaju slične osobine
- Dosta se razlikuju od alkalih i zemnoalkalnih metala
- Imaju visoku tačku topljenja, veliku gustinu, uglavnom veliku tvrdoću, dobri su provodnici

	4s	3d				
Sc	↑↓	1				
Ti	↑↓	1	1			
V	↑↓	1	1	1		
Cr	1	1	1	1	1	1
Mn	↑↓	1	1	1	1	1
Fe	↑↓	↑↓	1	1	1	1
Co	↑↓	↑↓	↑↓	1	1	1
Ni	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	1	1
Cu	1	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓
Zn	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓

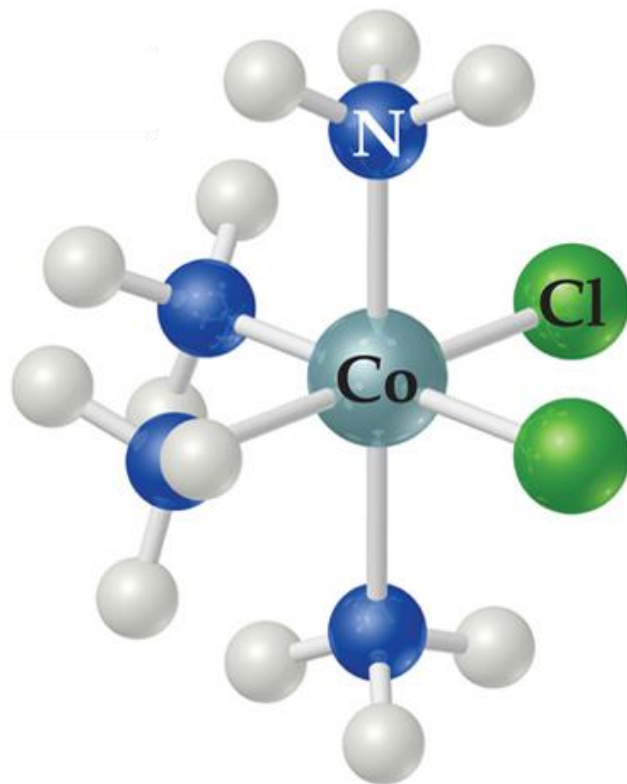
KOMPLEKSNA JEDINJENJA



Ligandi

- Molekuli ili joni koji se koordinuju za metal
- Uglavnom su to anjoni ili polarni molekuli
- Moraju imati slobodan elektronski par

KOMPLEKSNA JEDINJENJA



KOMPLEKSNA JEDINJENJA

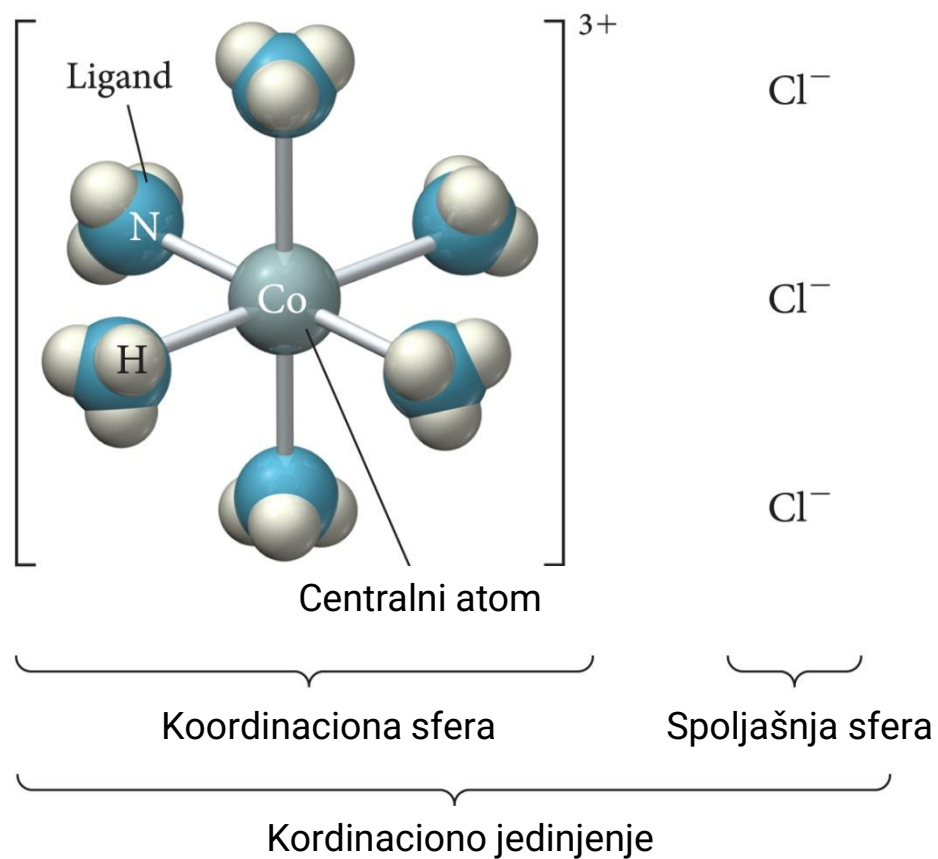
Osobine nekih Co^{3+} kompleksa

Original Formulation	Color	Ions per Formula Unit	"Free" Cl^- Ions per Formula Unit	Modern Formulation
$\text{CoCl}_3 \cdot 6 \text{NH}_3$	Orange	4	3	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$
$\text{CoCl}_3 \cdot 5 \text{NH}_3$	Purple	3	2	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$
$\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$	Green	2	1	<i>trans</i> - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$
$\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$	Violet	2	1	<i>cis</i> - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$

Isti metal, isti ligandi, jedinjenja disosuju na različit broj jona

Isti metal, isti ligandi, jedinjenja su različitih boja

KOMPLEKSNA JEDINJENJA



KOMPLEKSNA JEDINJENJA

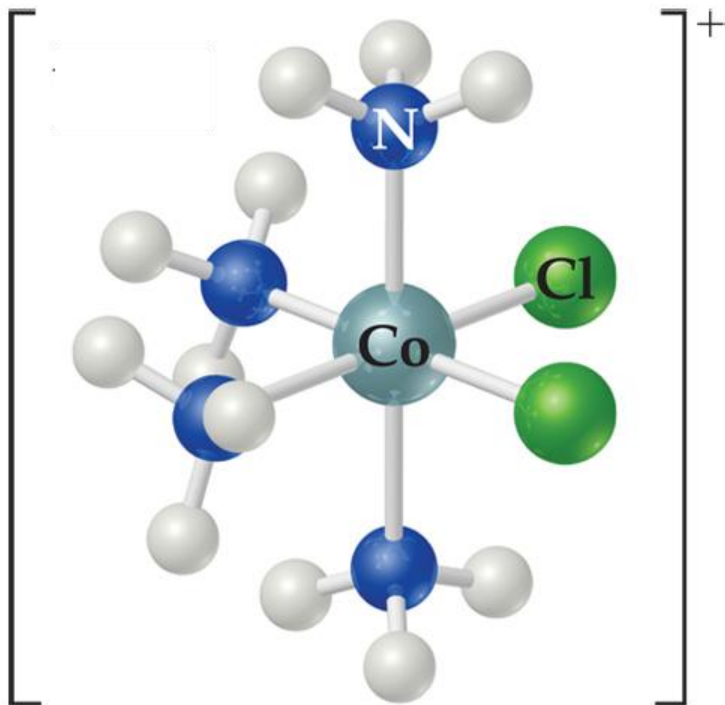
Osobine nekih Co^{3+} kompleksa

Original Formulation	Color	Ions per Formula Unit	"Free" Cl^- Ions per Formula Unit	Modern Formulation
$\text{CoCl}_3 \cdot 6 \text{NH}_3$	Orange	4	3	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$
$\text{CoCl}_3 \cdot 5 \text{NH}_3$	Purple	3	2	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$
$\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$	Green	2	1	<i>trans</i> - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$
$\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$	Violet	2	1	<i>cis</i> - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$

Isti metal, isti ligandi, jedinjenja disosuju na različit broj jona

Isti metal, isti ligandi, jedinjenja su različitih boja

KOMPLEKSNA JEDINJENJA



Co(III) oksidaciono stanje

Koordinacioni broj je 6

A. Werner , švajcarski hemičar

1839 g. **Teorija koordinovanja**

KOMPLEKSNA JEDINJENJA

- Centralni metal i ligandi su direktno vezani i grade koordinacionu sferu kompleksa
- u $\text{CoCl}_3 \cdot 6 \text{NH}_3$, svih šest liganada su NH_3 a 3 hloridna jona čine spoljašnju sferu.

Original Formulation	Color	Ions per Formula Unit	"Free" Cl^- Ions per Formula Unit	Modern Formulation
$\text{CoCl}_3 \cdot 6 \text{NH}_3$	Orange	4	3	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$
$\text{CoCl}_3 \cdot 5 \text{NH}_3$	Purple	3	2	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$
$\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$	Green	2	1	<i>trans</i> - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$
$\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$	Violet	2	1	<i>cis</i> - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$

KOMPLEKSNA JEDINJENJA

- Centralni metal i ligandi su direktno vezani i grade koordinacionu sferu kompleksa
- u $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$, pet liganada su NH_3 , jedna ligand je Cl^- , dok su dva hloridna jona u spoljašnjoj sferi

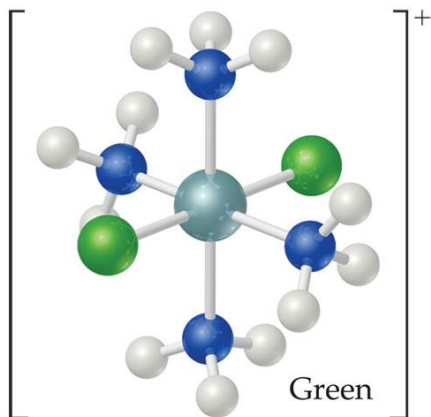
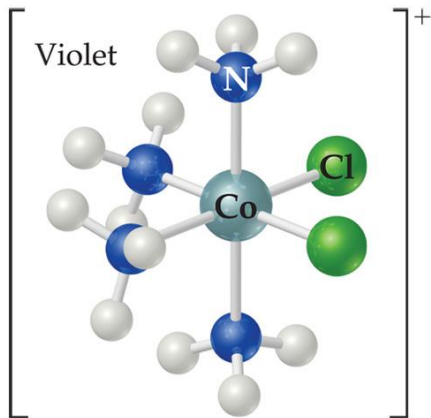
Original Formulation	Color	Ions per Formula Unit	"Free" Cl^- Ions per Formula Unit	Modern Formulation
$\text{CoCl}_3 \cdot 6 \text{NH}_3$	Orange	4	3	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$
$\text{CoCl}_3 \cdot 5 \text{NH}_3$	Purple	3	2	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$
$\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$	Green	2	1	<i>trans</i> - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$
$\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$	Violet	2	1	<i>cis</i> - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$

KOMPLEKSNA JEDINJENJA

- Verner je predložio stavljanje svih molekula i jona koji čine koordinacionu sferu u uglaste zagrade i onih "slobodnih" anjona (koji se odvajaju od kompleksnih jona kada se rastvore u vodi) izvan zagrada.

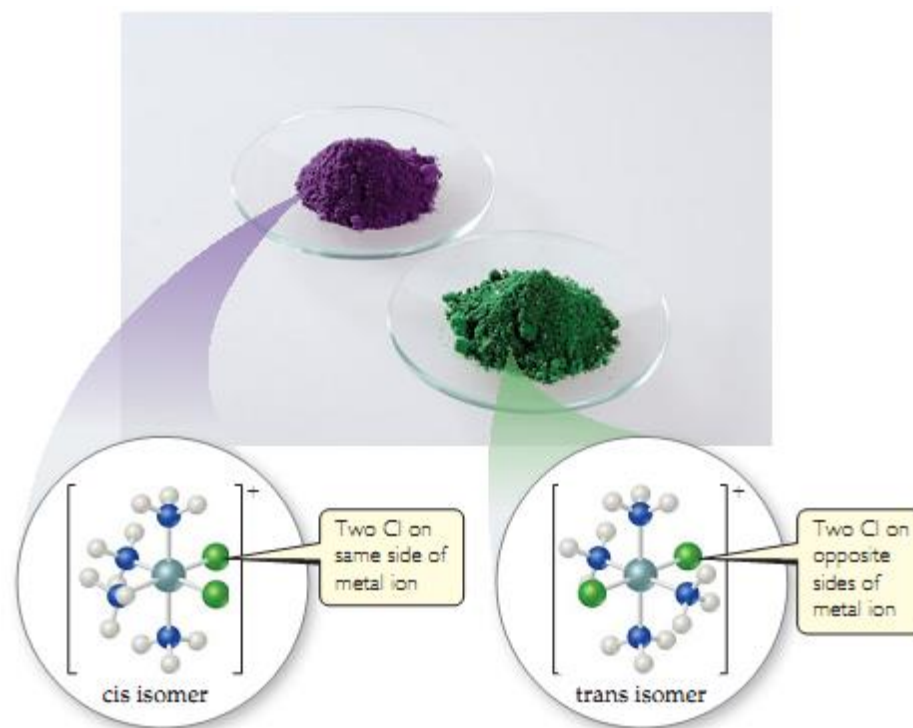
Original Formulation	Color	Ions per Formula Unit	"Free" Cl ⁻ Ions per Formula Unit	Modern Formulation
CoCl ₃ ·6 NH ₃	Orange	4	3	[Co(NH ₃) ₆]Cl ₃
CoCl ₃ ·5 NH ₃	Purple	3	2	[Co(NH ₃) ₅ Cl]Cl ₂
CoCl ₃ ·4 NH ₃	Green	2	1	<i>trans</i> -[Co(NH ₃) ₄ Cl ₂]Cl
CoCl ₃ ·4 NH ₃	Violet	2	1	<i>cis</i> -[Co(NH ₃) ₄ Cl ₂]Cl

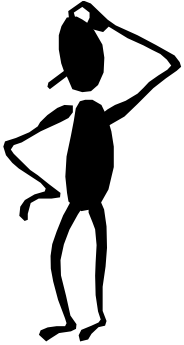
KOMPLEKSNA JEDINJENJA



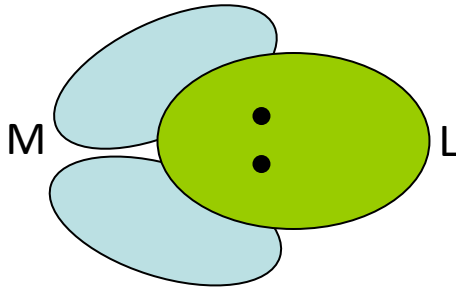
- Ovaj pristup tačno predviđa dvije forme za $\text{CoCl}_3 \cdot 4 \text{NH}_3$.
 - Tačno napisana formula $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$
 - U jednoj formi dva hloridna jona se nalaze jedan do drugog.
 - U drugoj se hloridi nalaze jedan nasuprot drugome.

KOMPLEKSNA JEDINJENJA





- Šta je koordinacija???

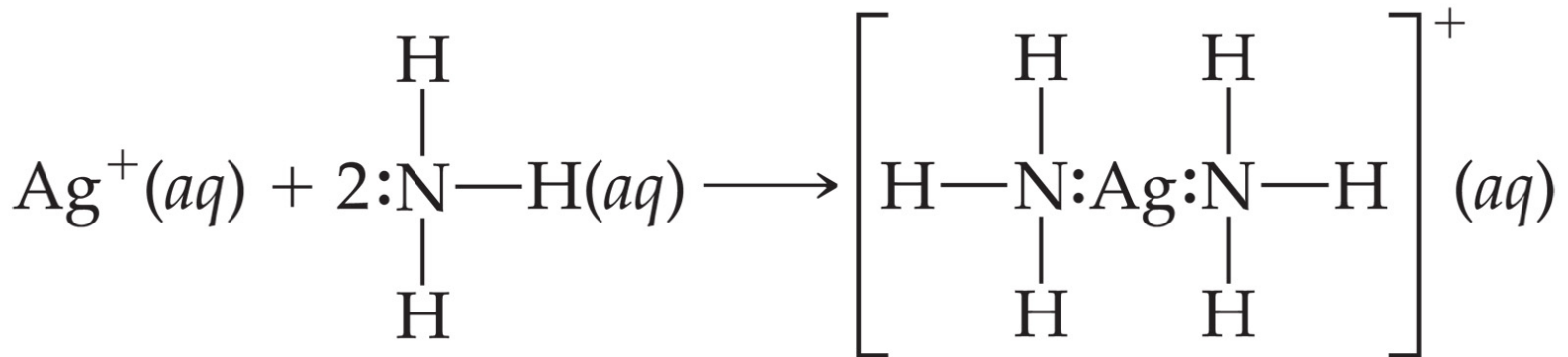


Koordinativno –kovalentna veza

Preklapanjem svih atomskih orbitala iste simetrije dolazi do stvaranja veze između centralnog atoma i liganda.

KOMPLEKSNA JEDINJENJA

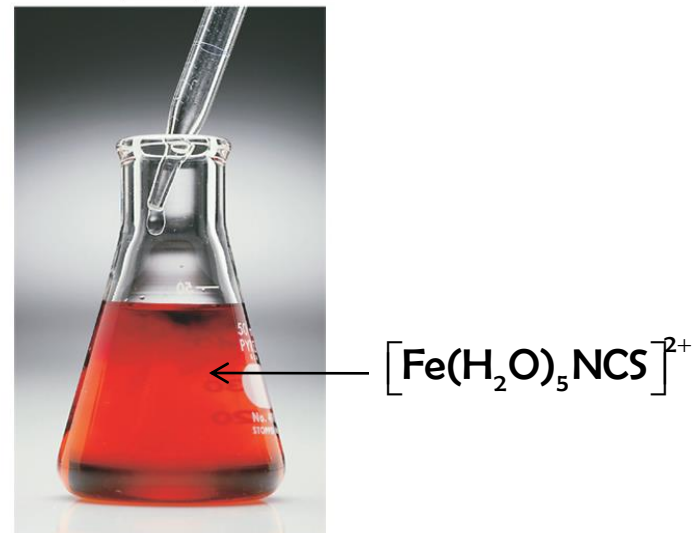
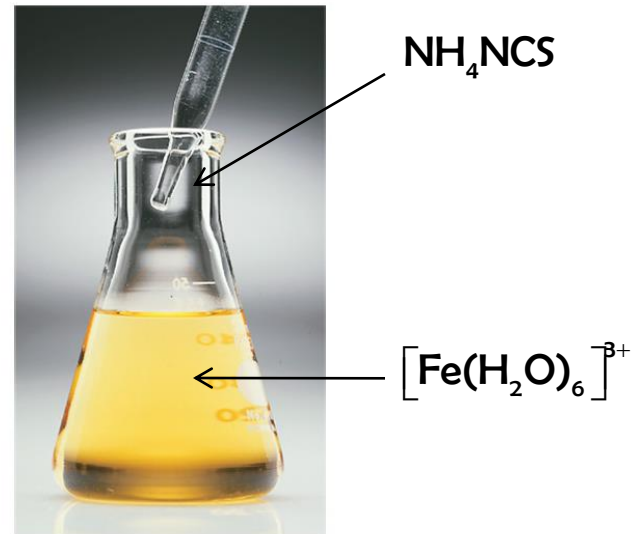
- Veza se formira između Luisovih kiselina i Luisovih baza
 - Ligandi (**Lewis bases**) imaju nevezivne elektrone.
 - Metal (**Lewis acid**) ima prazne orbitale.



KOMPLEKSNA JEDINJENJA

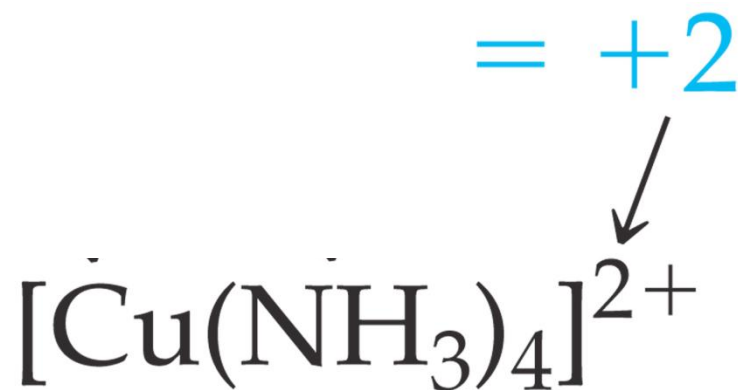
- **Metal-ligand veza**

- Ligandi koordinovani za metal utiču na osobine cijelog kompleksnog jedinjenja (boja, oksidaciona moć).



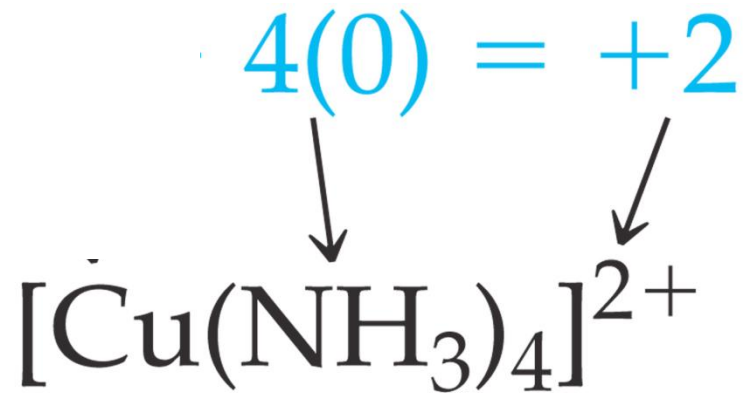


Poznavajući naelektrisanje na složenom jonu i na svakom ligandu, može se odrediti oksidacioni broj metala.



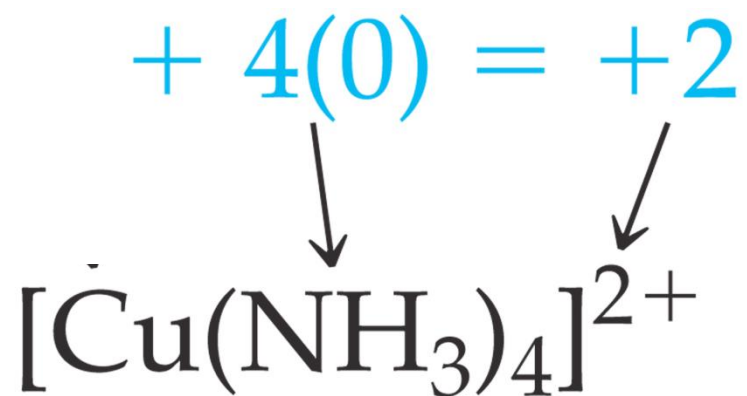
Poznavajući naelektrisanje na složenom jonu i na svakom ligandu, može se odrediti oksidacioni broj metala.

KOMPLEKSNA JEDINJENJA



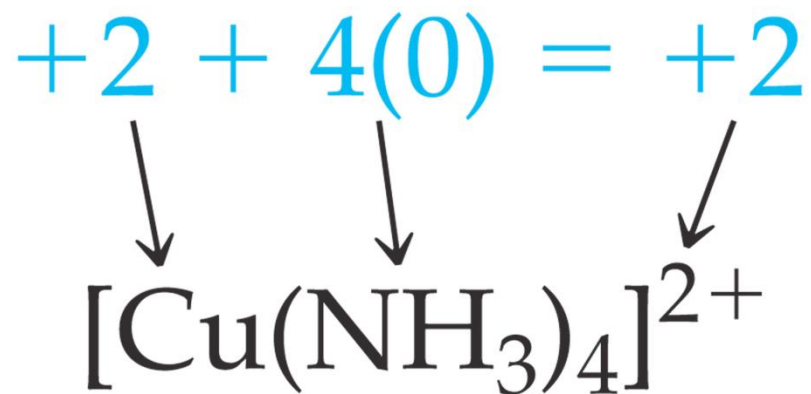
Poznavajući naelektrisanje na složenom jonu i na svakom ligandu, može se odrediti oksidacioni broj metala.

KOMPLEKSNA JEDINJENJA



Poznavajući naelektrisanje na složenom jonu i na svakom ligandu, može se odrediti oksidacioni broj metala.

KOMPLEKSNA JEDINJENJA



Poznavajući naelektrisanje na složenom jonu i na svakom ligandu, može se odrediti oksidacioni broj metala.

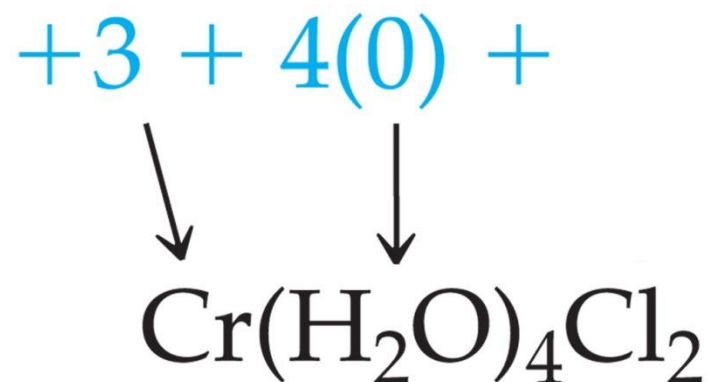
KOMPLEKSNA JEDINJENJA

+3 .



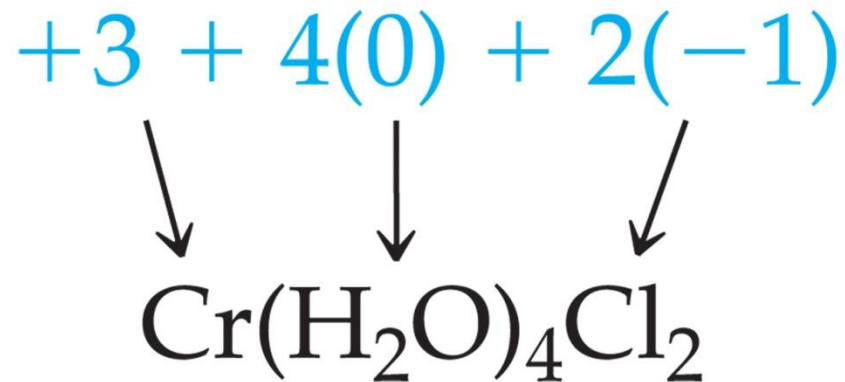
Ili poznajući oksidacioni broj metala, i oksidaciona stanja liganada možemo odrediti naelektrisanje koordinacione sfere

KOMPLEKSNA JEDINJENJA



Ili poznajući oksidacioni broj metala, i oksidaciona stanja liganada možemo odrediti naelektrisanje koordinacione sfere

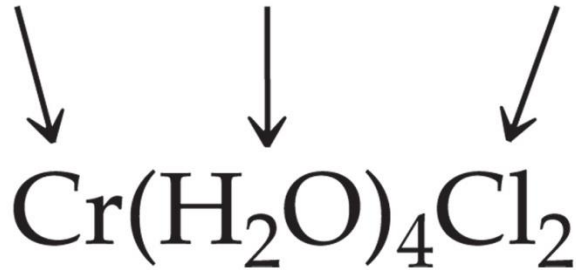
KOMPLEKSNA JEDINJENJA



Ili poznajući oksidacioni broj metala, i oksidaciona stanja liganada možemo odrediti naelektrisanje koordinacione sfere

KOMPLEKSNA JEDINJENJA

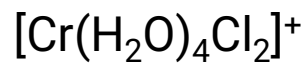
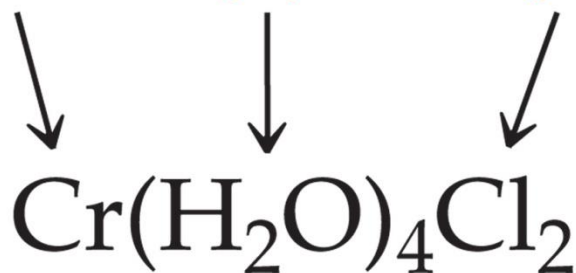
$$+3 + 4(0) + 2(-1) = +1$$



Ili poznajući oksidacioni broj metala, i oksidaciona stanja liganada možemo odrediti naelektrisanje koordinacione sfere

KOMPLEKSNA JEDINJENJA

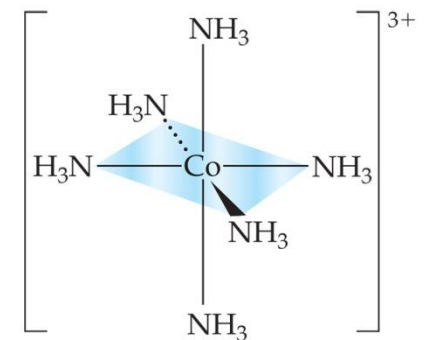
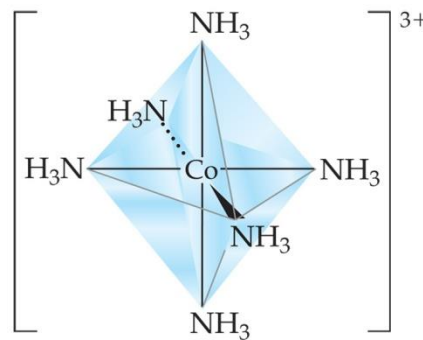
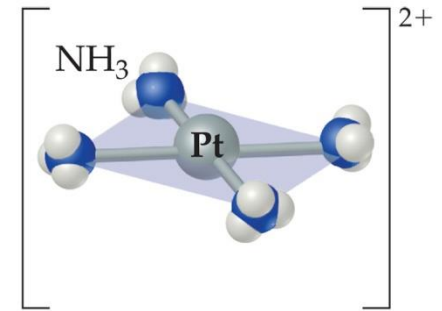
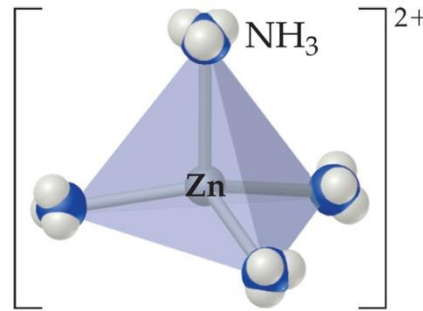
$$+3 + 4(0) + 2(-1) = +1$$



KOMPLEKSNA JEDINJENJA

Atom koji snabdijeva elektronima metal je atom donor.

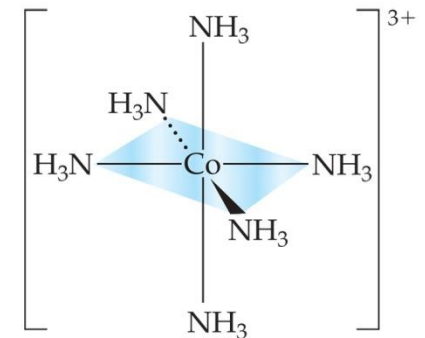
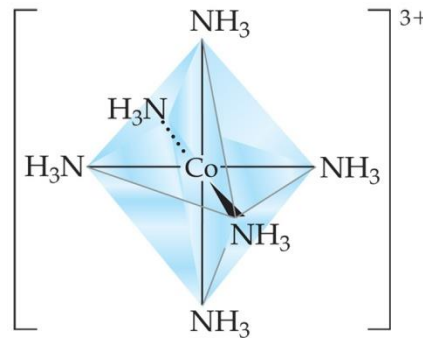
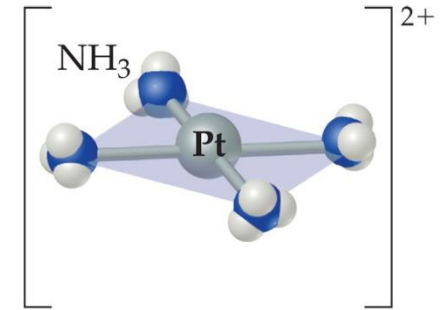
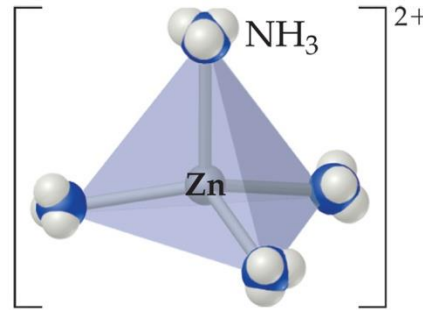
Broj ovih atoma je jednak koordinacionom broju KB.



KOMPLEKSNA JEDINJENJA

Neki metali, kao što su hrom (III) i kobalt (III), konzistentno imaju isti koordinacioni broj (6 u slučaju ova dva metala).

Metali mogu imati različite KB, najčešće 4 i 6.

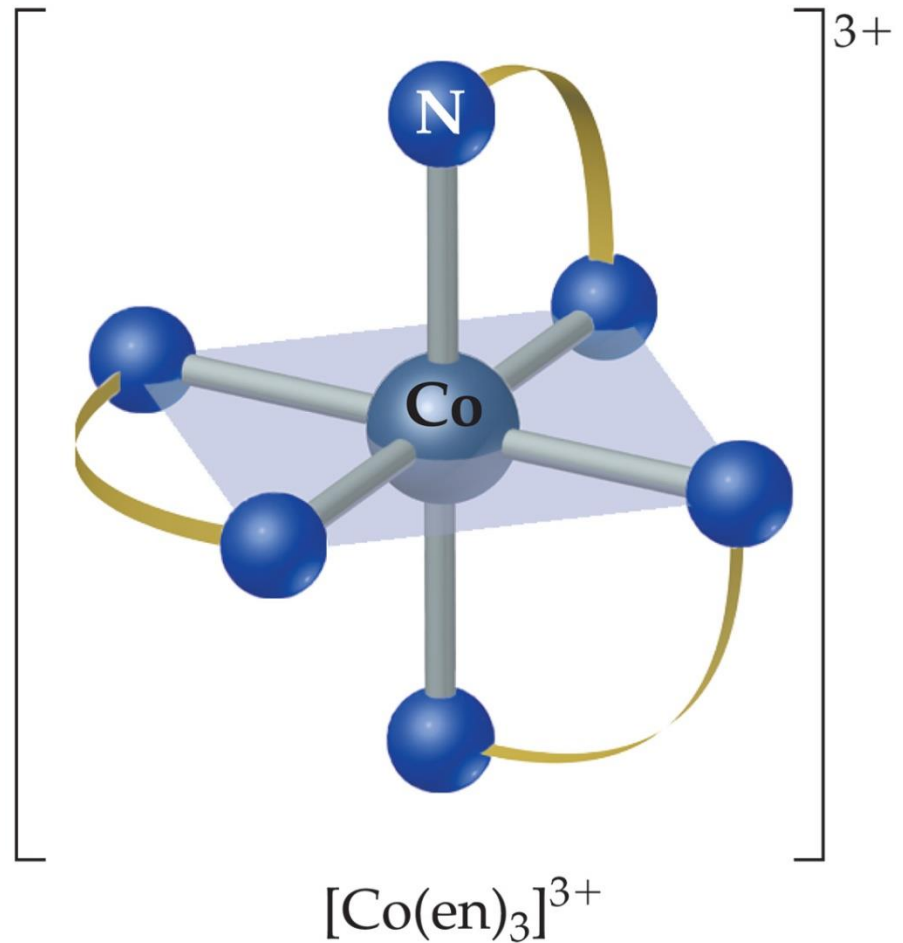


KOMPLEKSNA JEDINJENJA

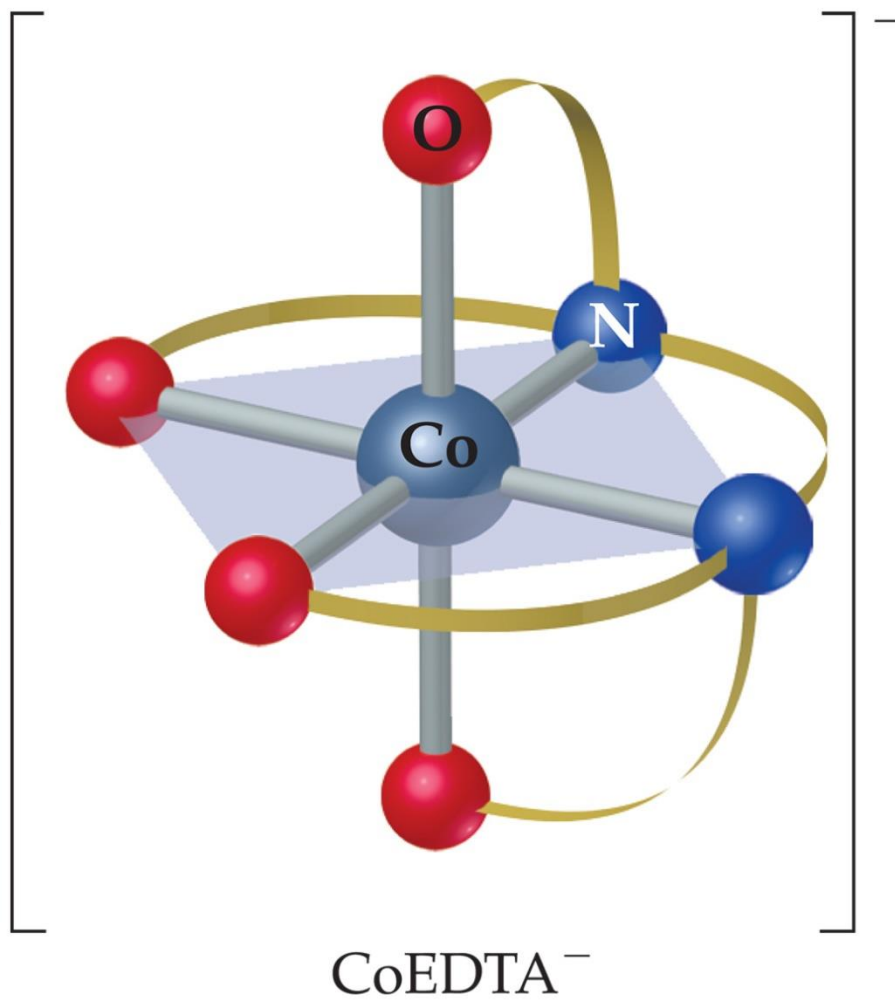
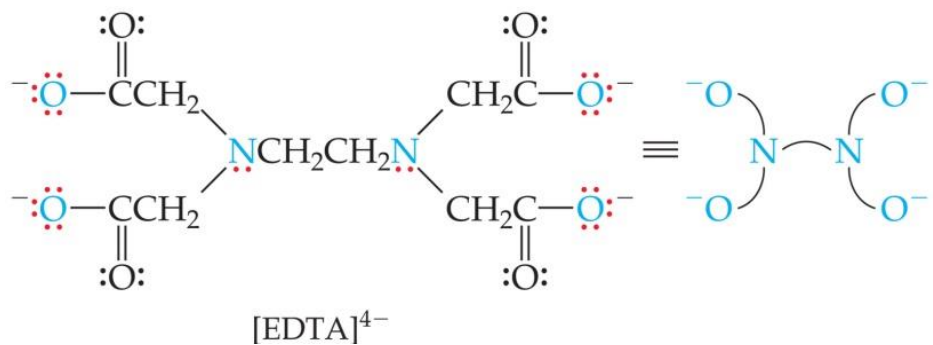
Neki ligandi imaju dva ili više atoma donora.

Oni se zovu **polidentatni** ligandi ili helatirajući agensi.

U etilendiaminu, $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, (en), svaki N je donorski atom. Stoga, je en bidentat.



KOMPLEKSNA JEDINJENJA

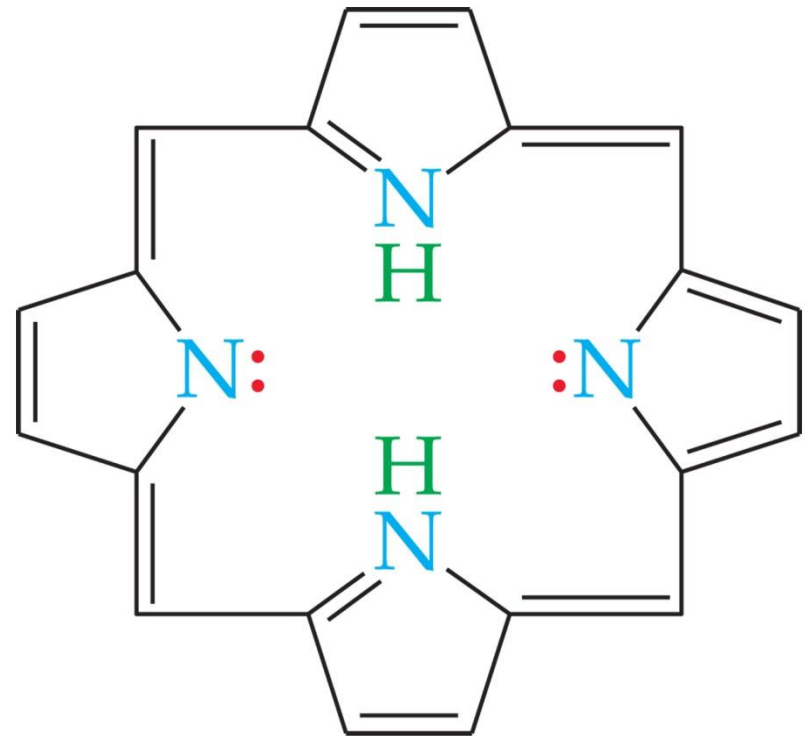


KOMPLEKSNA JEDINJENJA

Porfirinski kompleks gvožđa predstavlja dio hemoglobina koji je odgovoran za transport kiseonika u krvi.

Kompleks koji gradi sa jonom kobalta je katalitički aktivna grupa u vitaminu B12.

Porfirinski kompleks magnezijuma ključni je molekul u procesu fotosinteze.

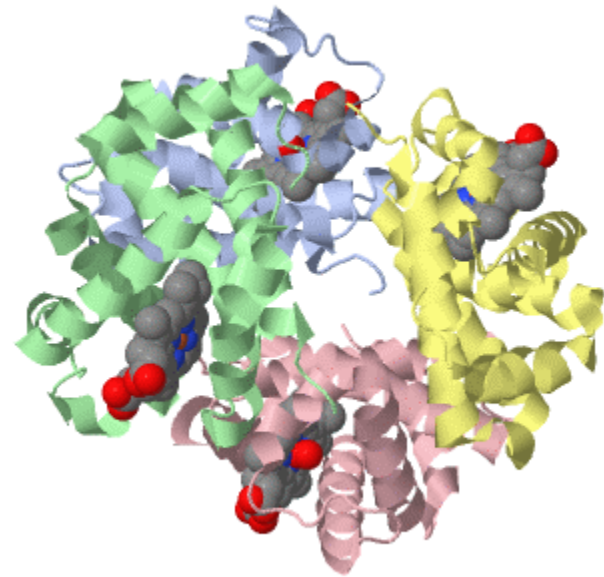


KOMPLEKSNA JEDINJENJA

Porfirinski kompleks gvožđa predstavlja dio hemoglobina koji je odgovoran za transport kiseonika u krvi.

Kompleks koji gradi sa jonom kobalta je katalitički aktivna grupa u vitaminu B12.

Porfirinski kompleks magnezijuma ključni je molekul u procesu fotosinteze.



Jmol

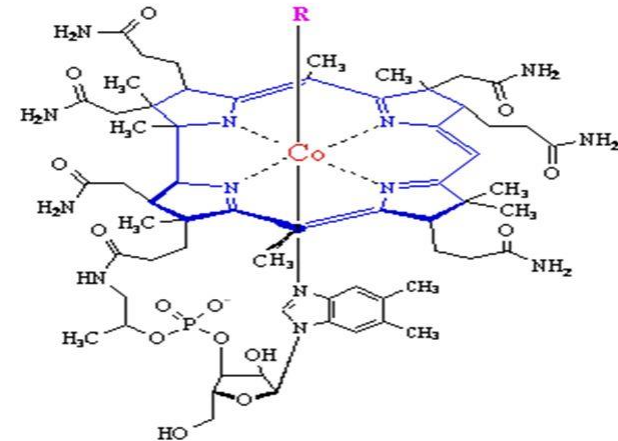
KOMPLEKSNA JEDINJENJA

Porfirinski kompleks gvožđa predstavlja dio hemoglobina koji je odgovoran za transport kiseonika u krvi.

Kompleks koji gradi sa jonom kobalta je katalitički aktivna grupa u vitaminu B12.

Porfirinski kompleks magnezijuma ključni je molekul u procesu fotosinteze.

Vitamin B₁₂

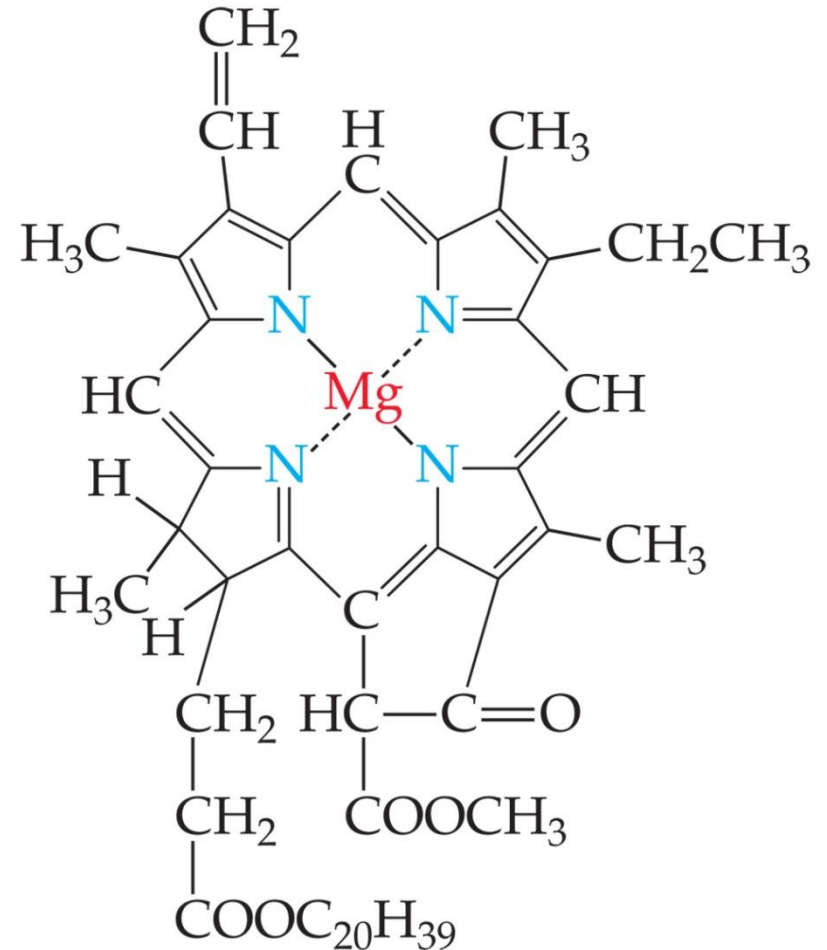


KOMPLEKSNA JEDINJENJA

Porfirinski kompleks gvožđa predstavlja dio hemoglobina koji je odgovoran za transport kiseonika u krvi.

Kompleks koji gradi sa jonom kobalta je katalitički aktivna grupa u vitaminu B12.

Porfirinski kompleks magnezijuma ključni je molekul u procesu fotosinteze.

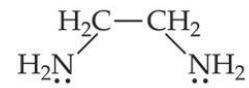


KOMPLEKSNA JEDINJENJA

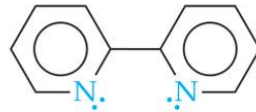
Ligand Type Examples

Monodentate	$\text{H}_2\ddot{\text{O}}:$ Water	$:\ddot{\text{F}}:^-$ Fluoride ion	$[\text{C}\equiv\text{N}:]^-$ Cyanide ion	$[\ddot{\text{O}}-\text{H}]^-$ Hydroxide ion
	$:\text{NH}_3$ Ammonia	$:\ddot{\text{Cl}}:^-$ Chloride ion	$[\ddot{\text{S}}=\text{C}=\ddot{\text{N}}:]^-$ Thiocyanate ion or	$[\ddot{\text{O}}=\ddot{\text{N}}=\ddot{\text{O}}:]^-$ Nitrite ion or

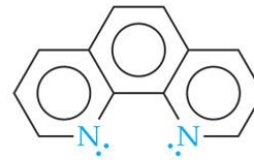
Bidentate



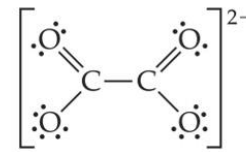
Ethylenediamine (en)



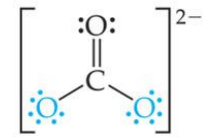
Bipyridine (bipy)



Ortho-phenanthroline (o-phen)

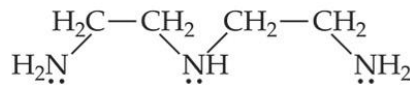


Oxalate ion

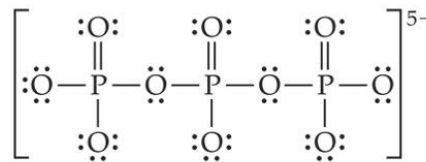


Carbonate ion

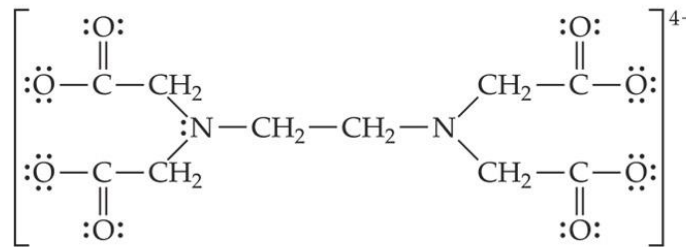
Polydentate



Diethylenetriamine



Triphosphate ion



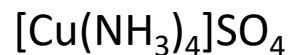
Ethylenediaminetetraacetate ion (EDTA⁴⁻)

KOMPLEKSNA JEDINJENJA

Nazivi kompleksnih jedinjenja

Kod kompleksnih soli koje disocijacijom daju **kompleksni katjon** redosled očitavanja je:

1. ligandi
2. centralni jon
3. spoljašnja sfera



Tetraamminbakar (II)-sulfat



Diamminsrebro(I)-hlorid

KOMPLEKSNA JEDINJENJA

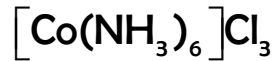
Nazivi kompleksnih jedinjenja

Kod kompleksnih soli koje disocijacijom daju **kompleksni anjon**, redosled očitavanja je:

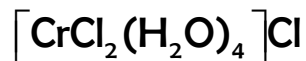
1. spoljašnja sfera,
2. ligand,
3. centralni jon.

$K_4[Fe(CN)_6]$ kalijum-heksacijanoferat (II).

$K_2[HgI_4]$ kalijum-tetraiodomerkurat (II).



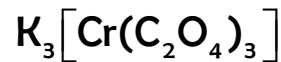
heksaamminkobalt(III)-hlorid



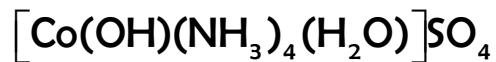
tetraakvadihlorocrom(III)-hlorid



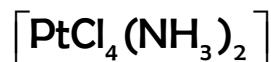
kalijum-dibromotetrahloroplatinat(IV)



kalijum-*tris*(oksalato)hromat(III)



akvatetraamminhidroksokobalt(III)-sulfat



diammintetrahloroplatina(IV)



Heksaakvahrom(III)-hlorid

Tris(etilen-diamin)kobalt(III)-hlorid

Tetrakarbonilnikal(0)

Triammintritocijanatohrom(III)

Tetraamminbakar(II)-sulfat