

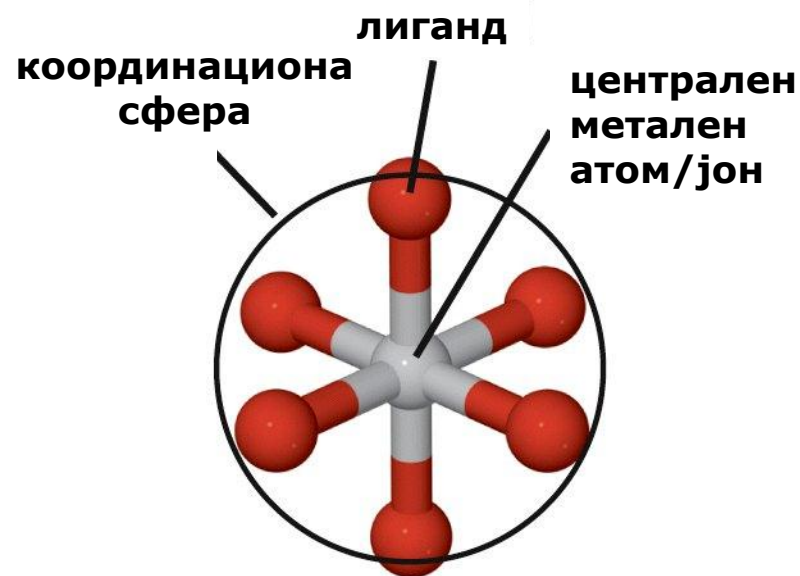


Глава 4: Хемиско сврзување кај комплексни честички

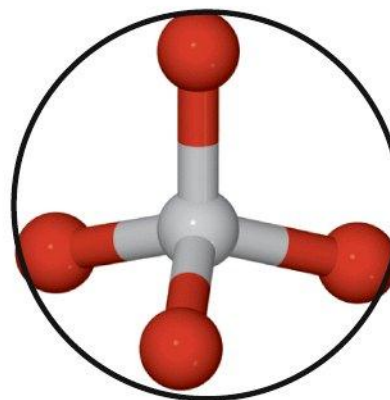
Теоретска неорганска хемија

1

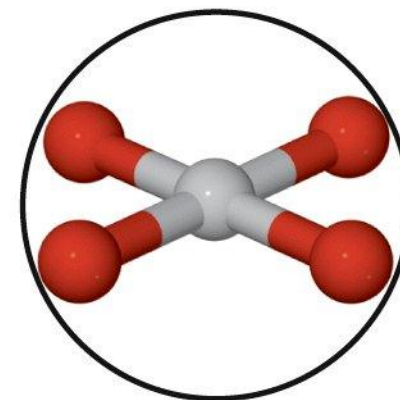
Комплексни честички



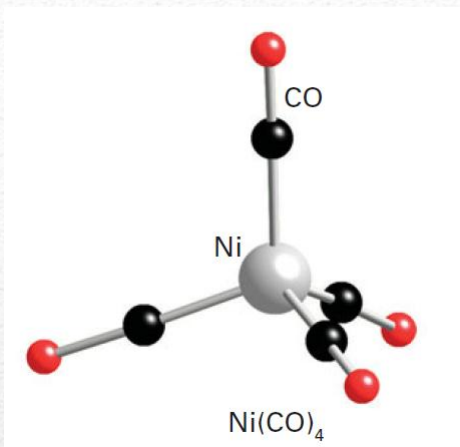
(a) октаедарска



(b) тетраедарска

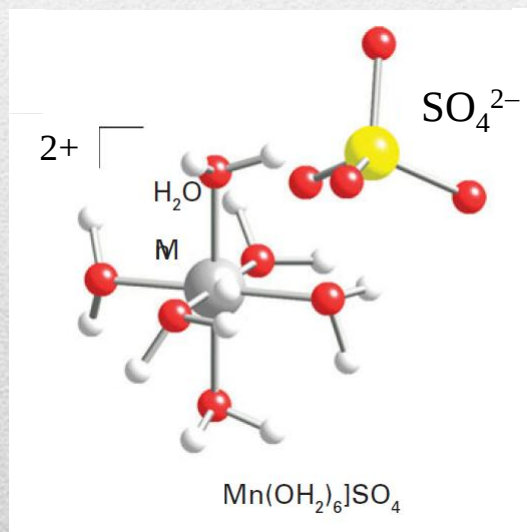
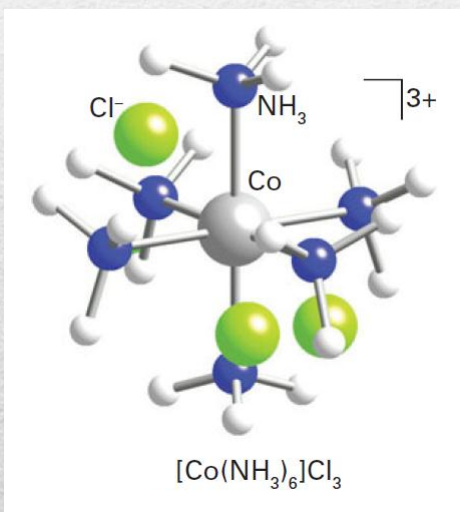


(c) квадратно планарна



Внатрешно-сферен комплекс

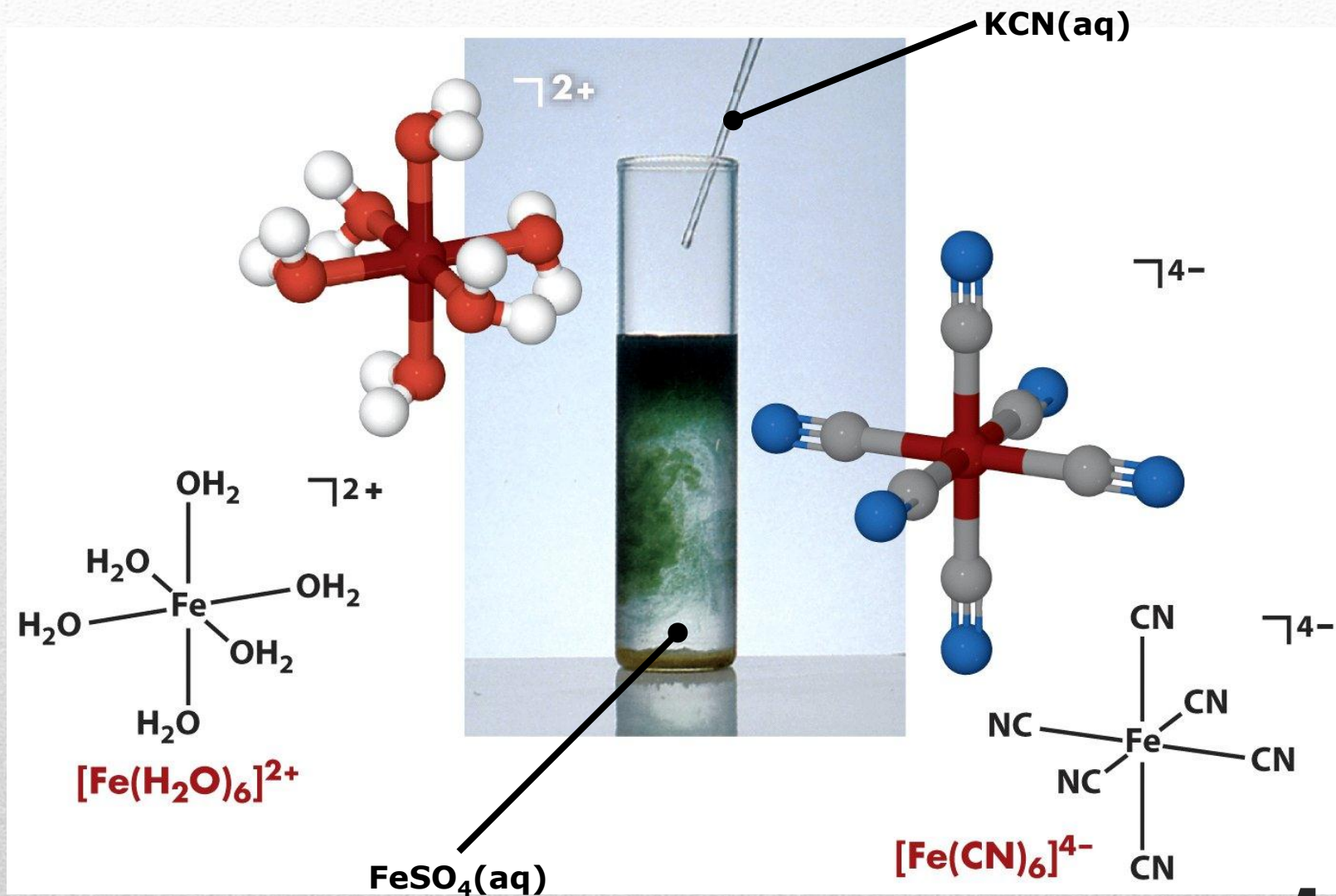
Примарна (внатрешна) координациона сфера



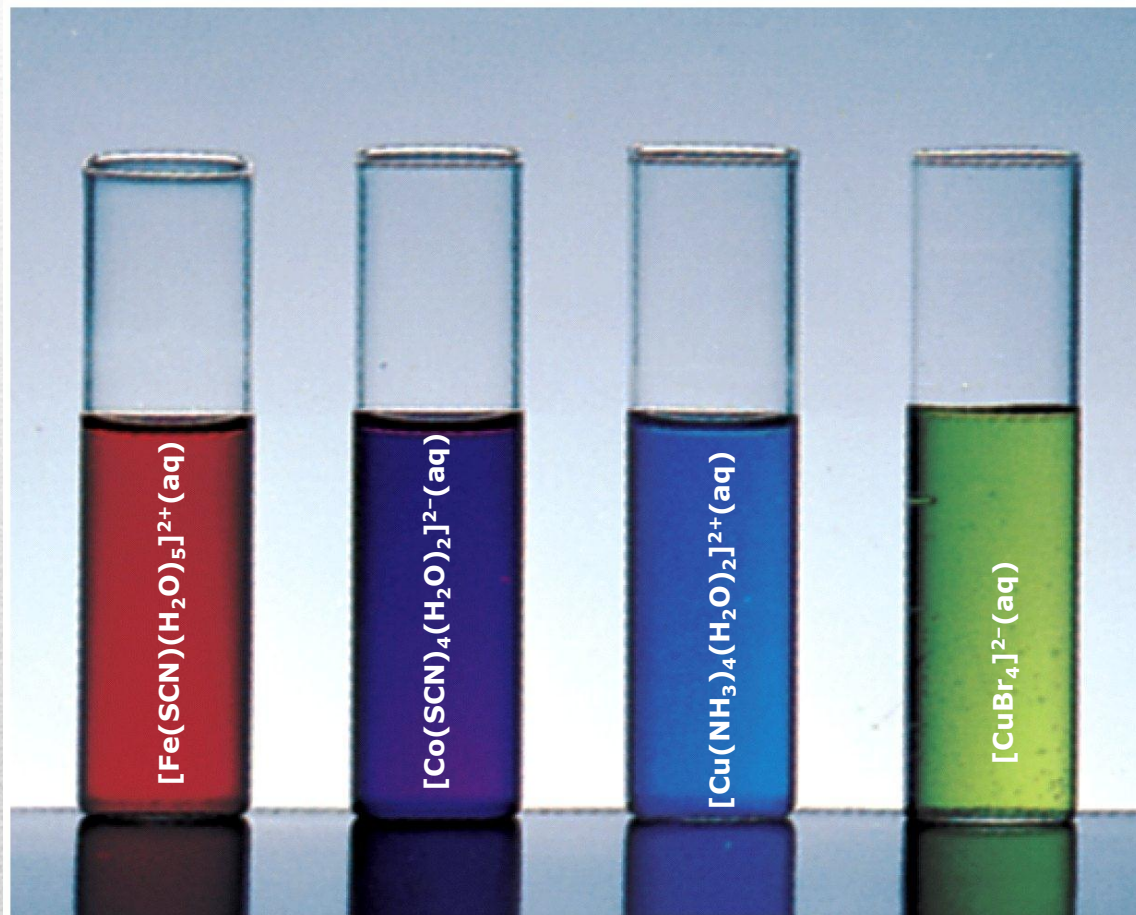
Надворешно-сферен комплекс

Координациони соединенија: неутрални и јонски

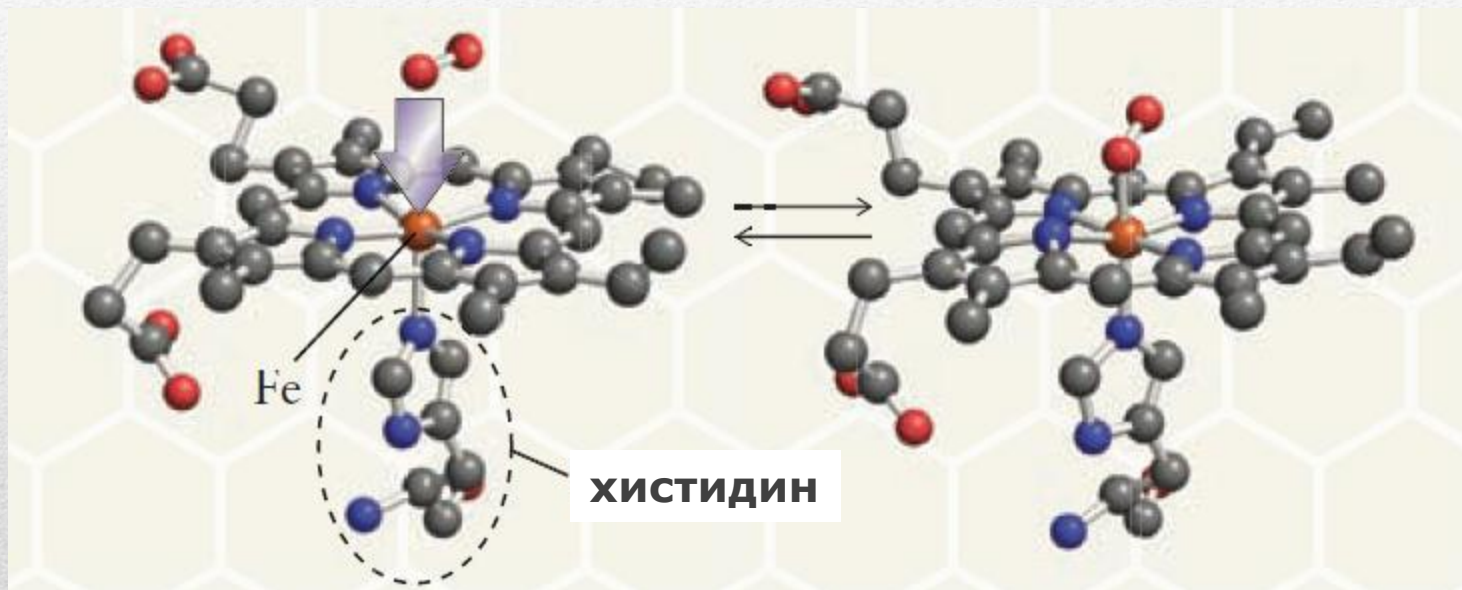
Б.Пејова, ТНХ, 2019

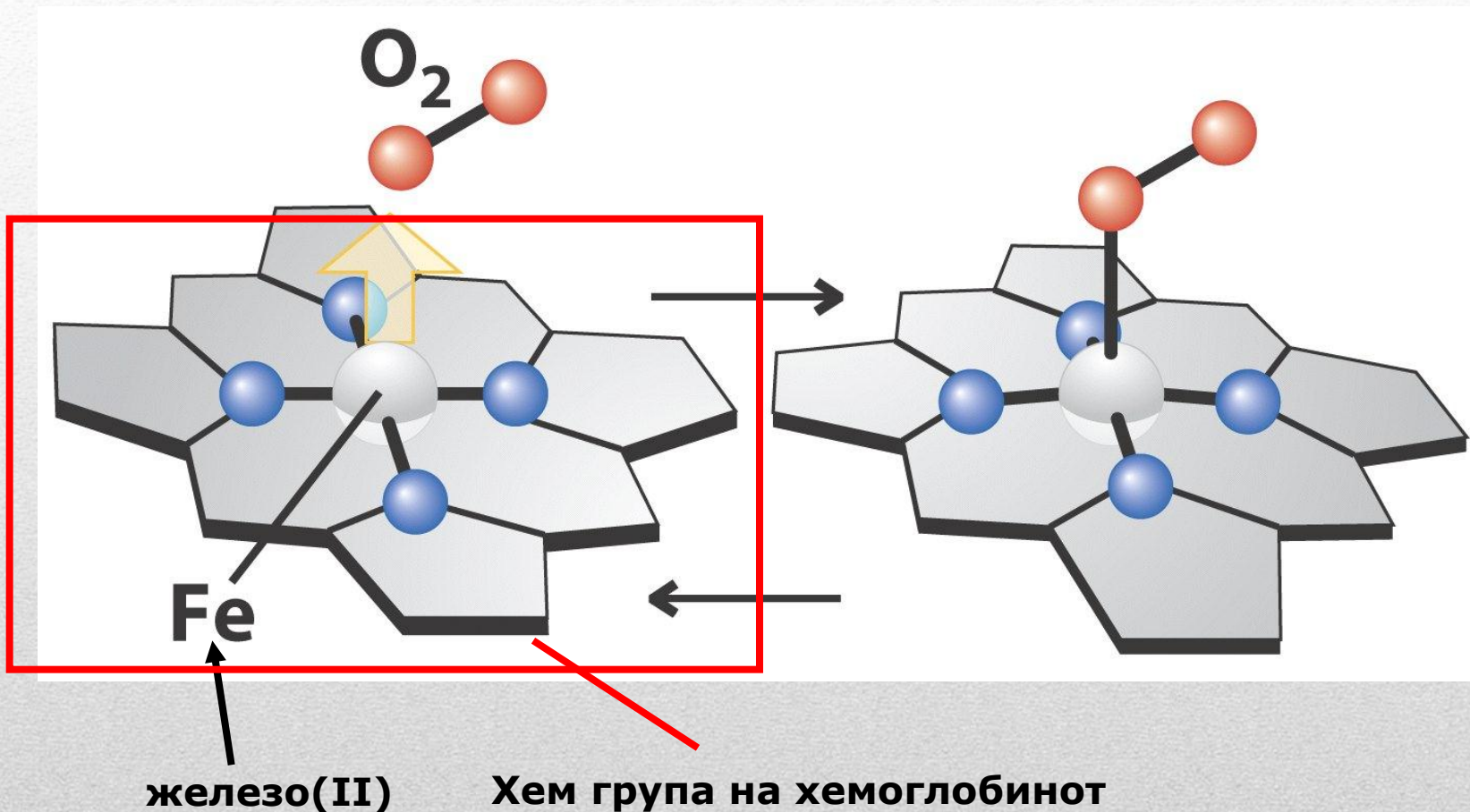


Впечатливи бои –мистерија за Вернер

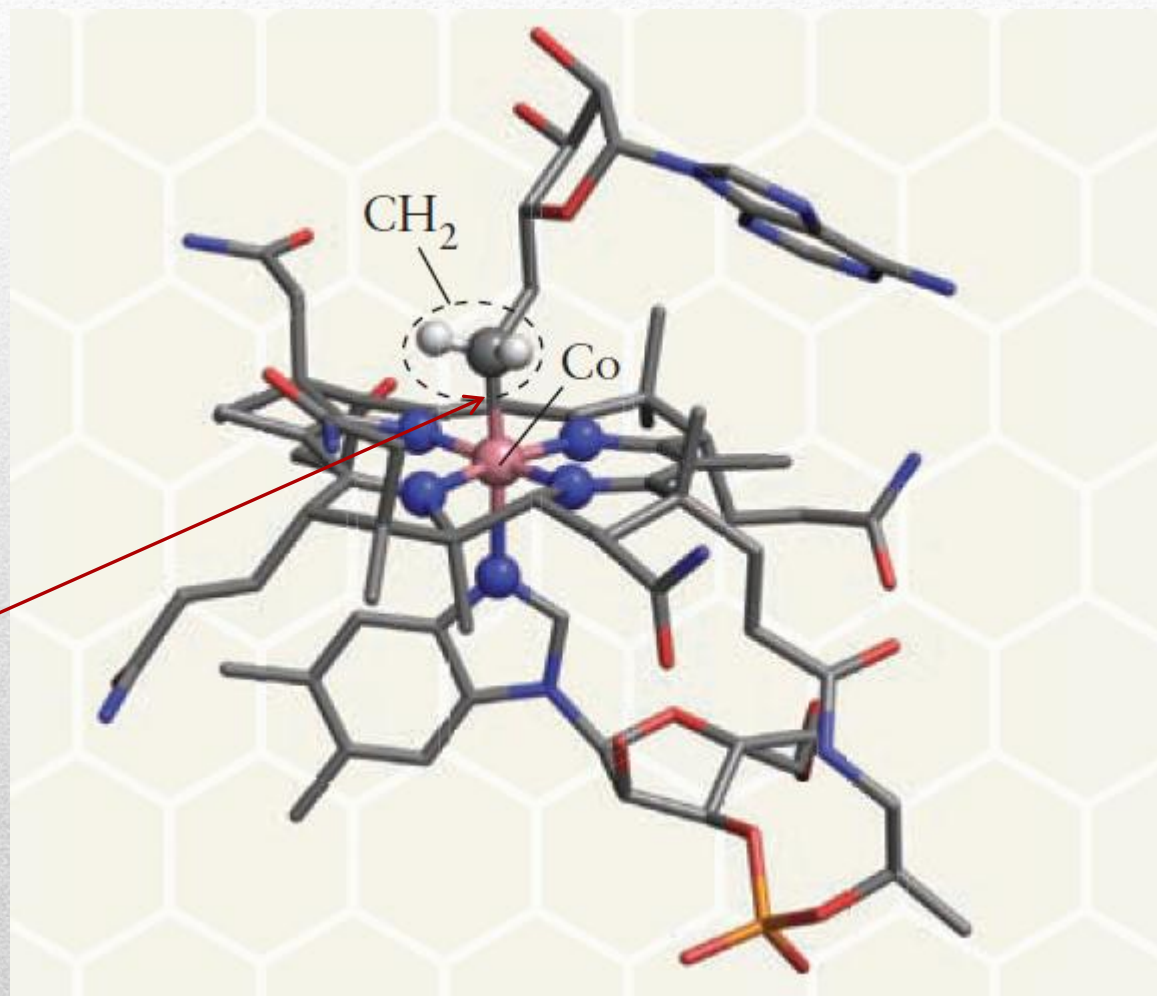


ХЕМОГЛОБИН





ВИТАМИН B₁₂



Слаба врска,
лесно
раскинлива

Лиганди

1) Неутрални лиганди

	формула	име
монодентатни лиганди	H_2O	аква
	NH_3	аммин
	NO	нитрозил
	CO	карбонил
бидентатен	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	етилендиамин (en)
тридентатен	$\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NHCCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	диетилентриамин (dien)

Номенклатура

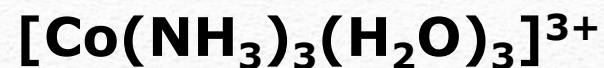
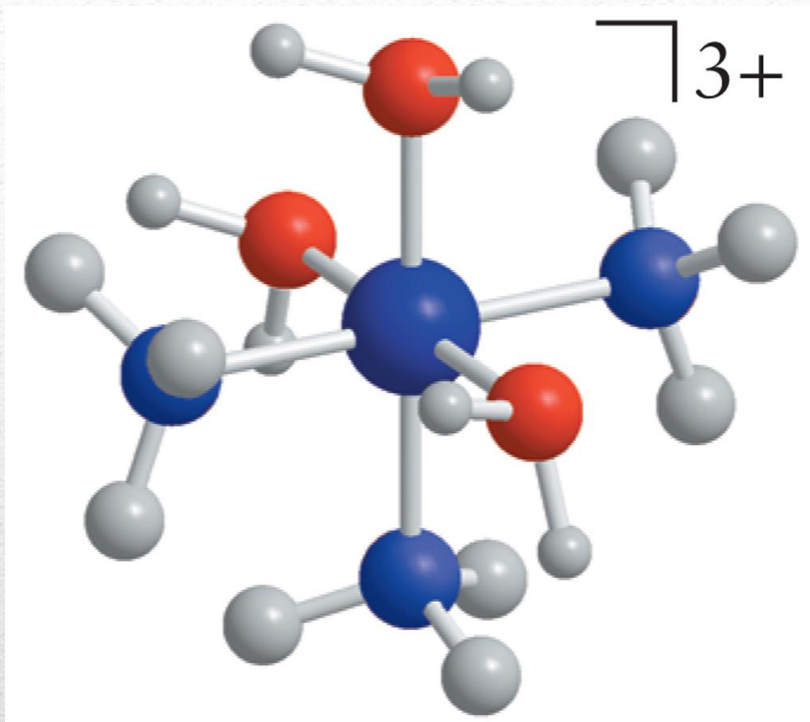
Лиганди

2) Анјонски лиганди

	формула	име
Амбидентатни лиганди	F^-	флуоро
	Cl^-	хлоро
	Br^-	бромо
	I^-	јодо
	OH^-	хидроксо
	O^{2-}	оксо
	CN^-	цијано
	NC^-	изоцијано
	SCN^-	тиоцијанато
	NCS^-	изотиоцијанато
	ONO^-	нитрито
	NO_2^-	нитро
	$CO_3^{2-} (O\text{CO}_2^{2-})$	карбонато
	$C_2O_4^{2-} (-OOC-COO^-)$	оксалато (ох)
	$SO_4^{2-} (OSO_3^{2-})$	сулфато

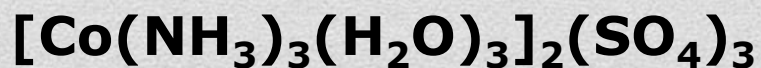
Номенклатура

10



триамминтриакобалт(III) катјон

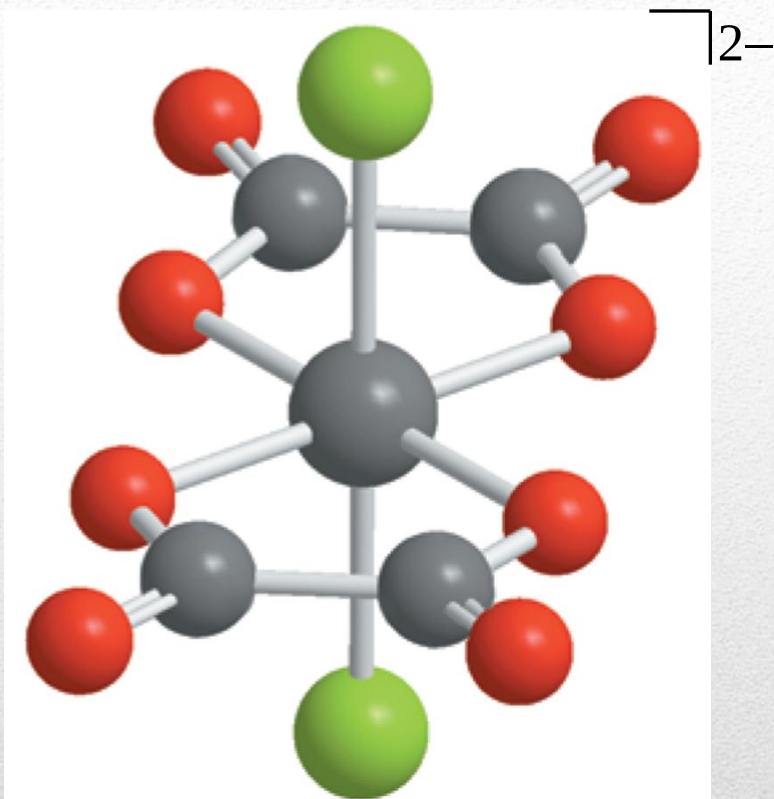
триамминтриакобалт(3+) јон



триамминтриакобалт(III) сулфат

Номенклатура

11



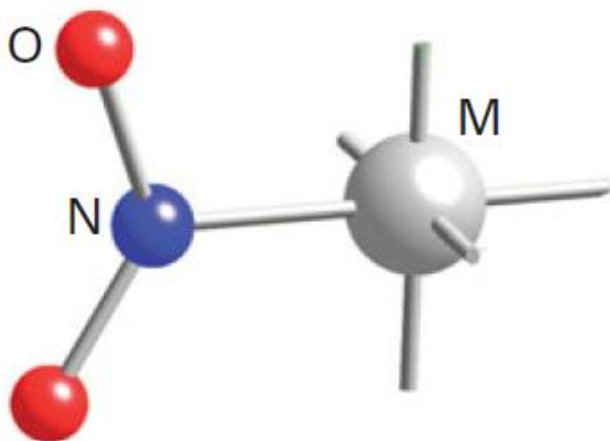
дихлоробис(оксалато)платинат(IV) анјон



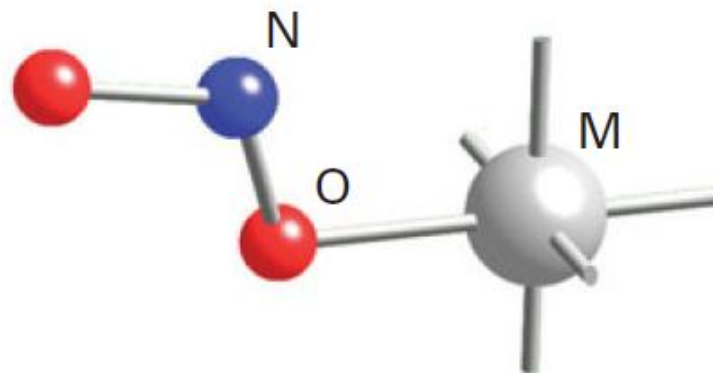
натриум дихлоробис(оксалато)платинат(IV)

Номенклатура

12



нитро
или
нитрито-κN



нитрито
или
нитрито-κO

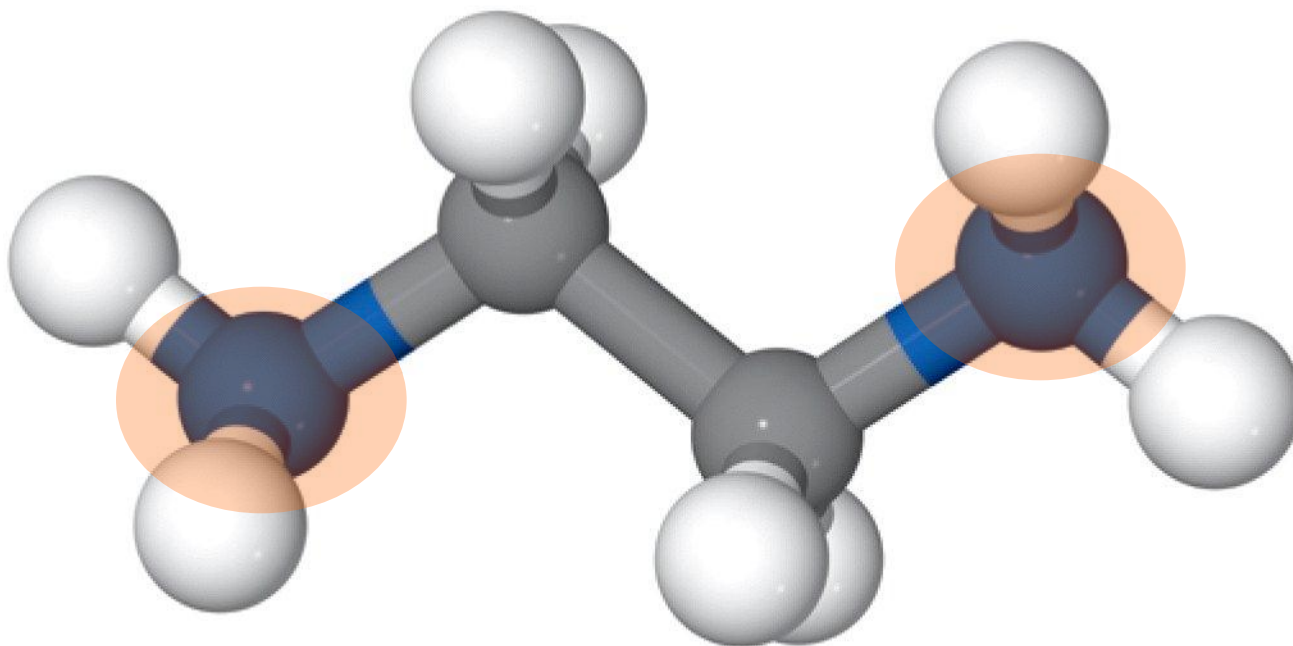
Амбидентатни лиганди

13

Етилендиамин, $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$

Бидентатен лиганд

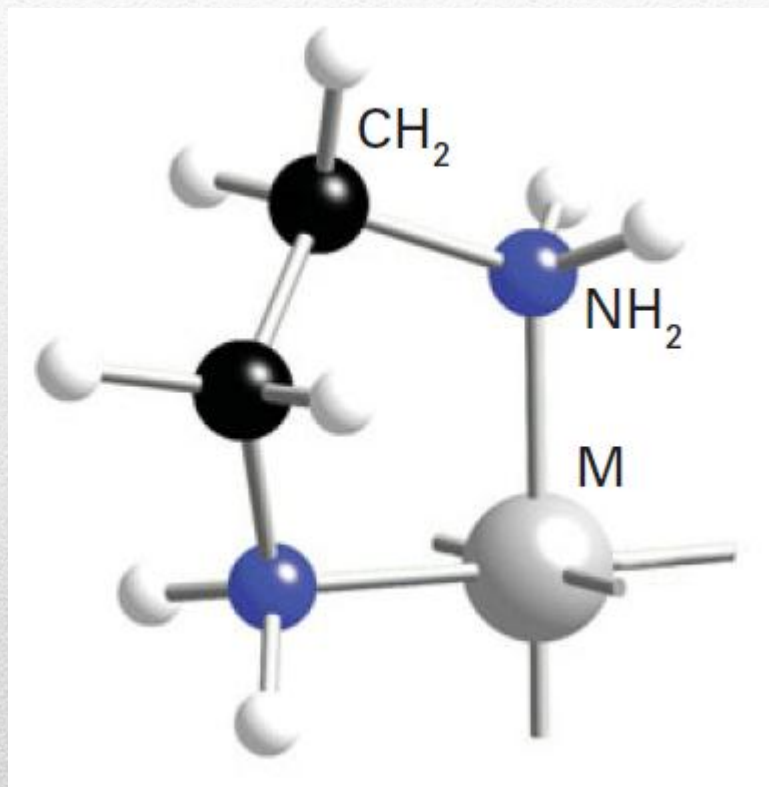
Зафаќа две позиции во координационата сфера



Полидентатни лиганди

14

Етилендиамин (en)

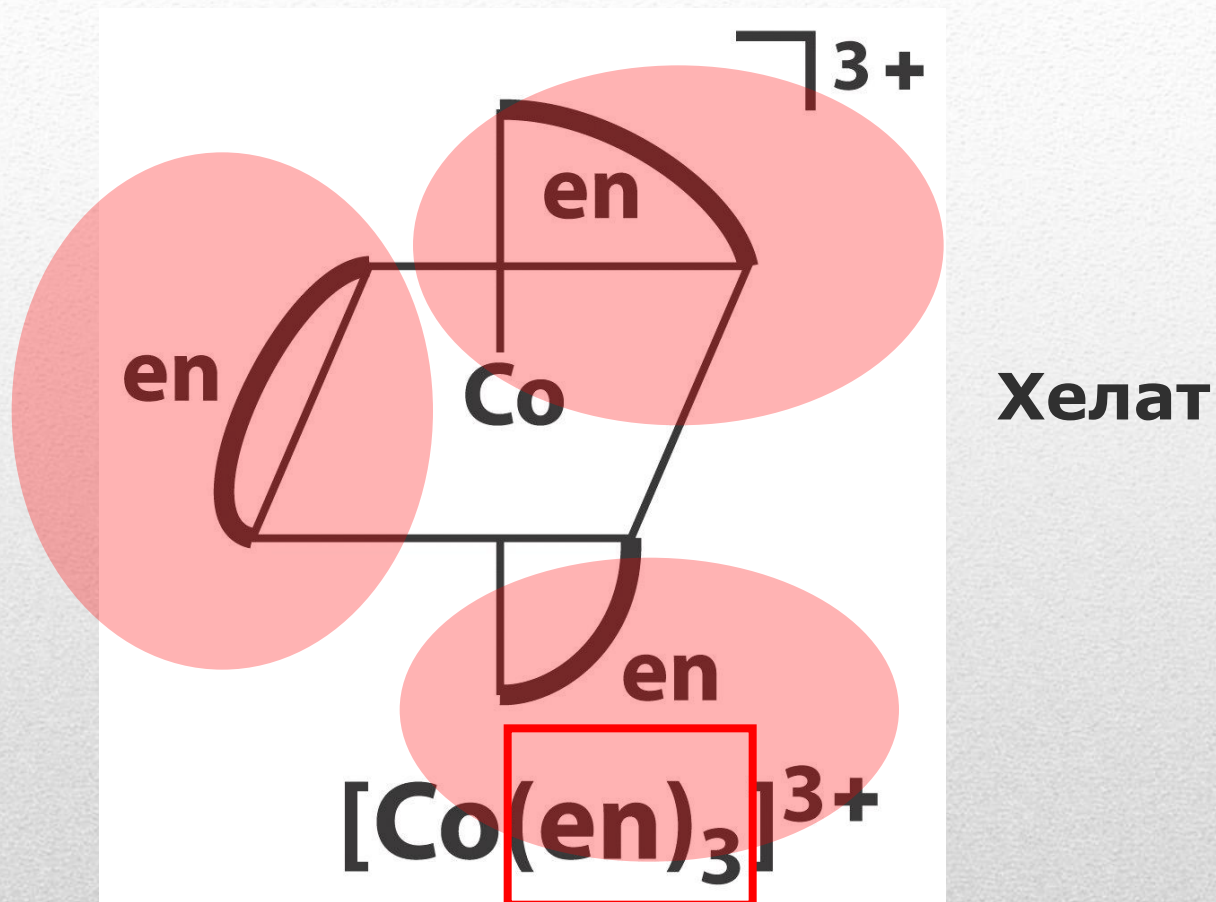


Се образува
петочлен прстен

Хелат

Полидентатни лиганди

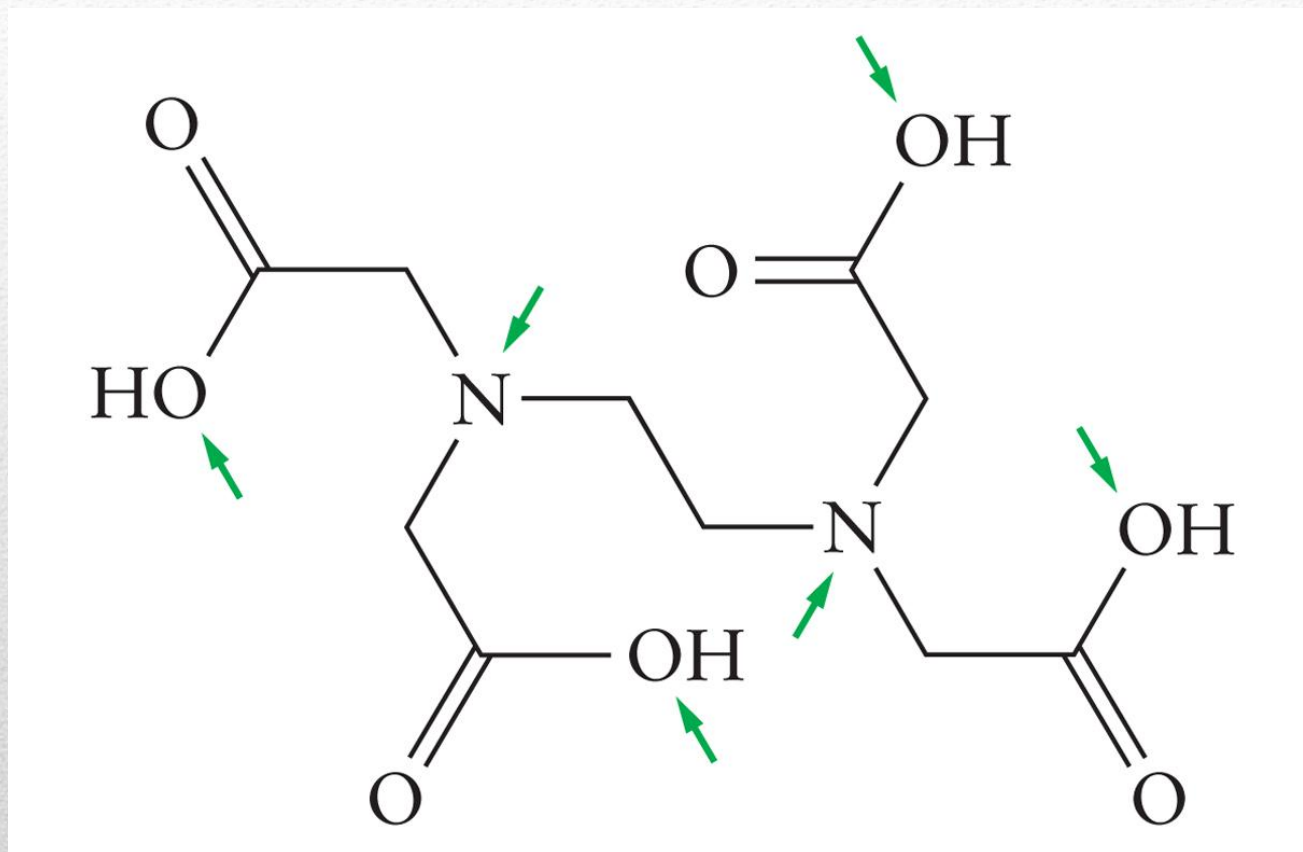
15



Полидентатни лиганди

16

Етилендиаминтетраоцетна киселина

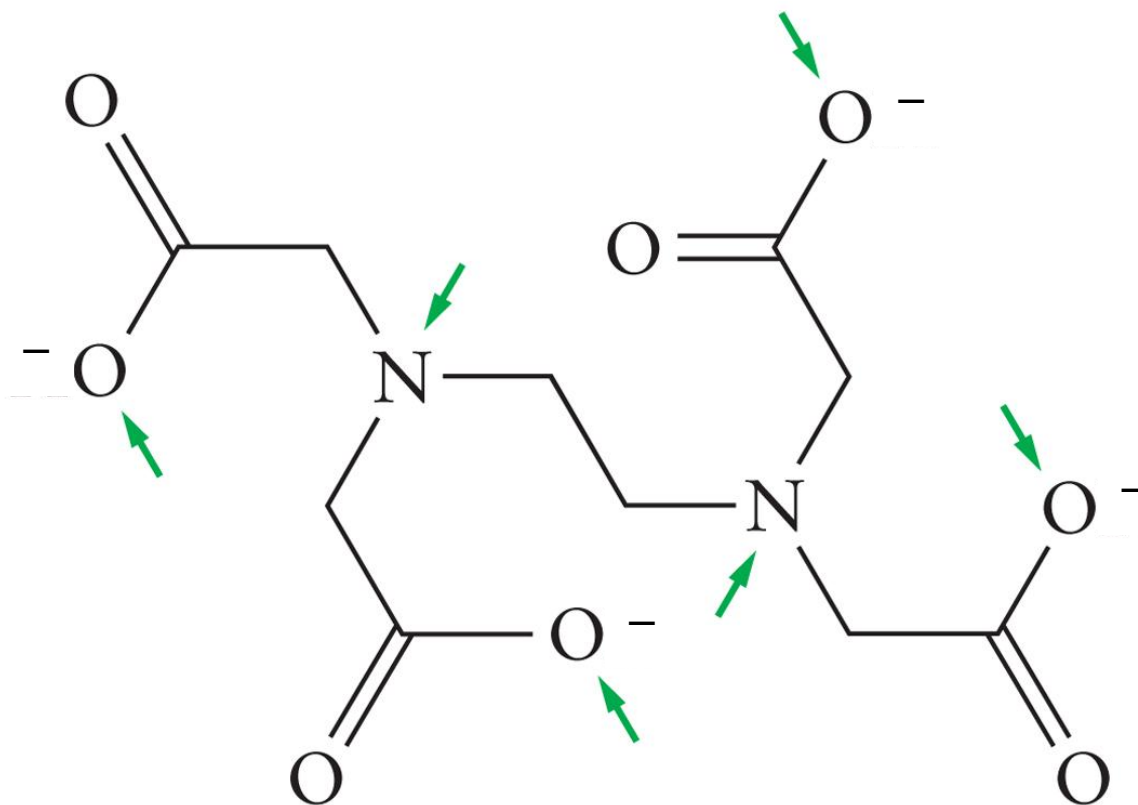


Хексадентатен
лиганд

Полидентатни лиганди

17

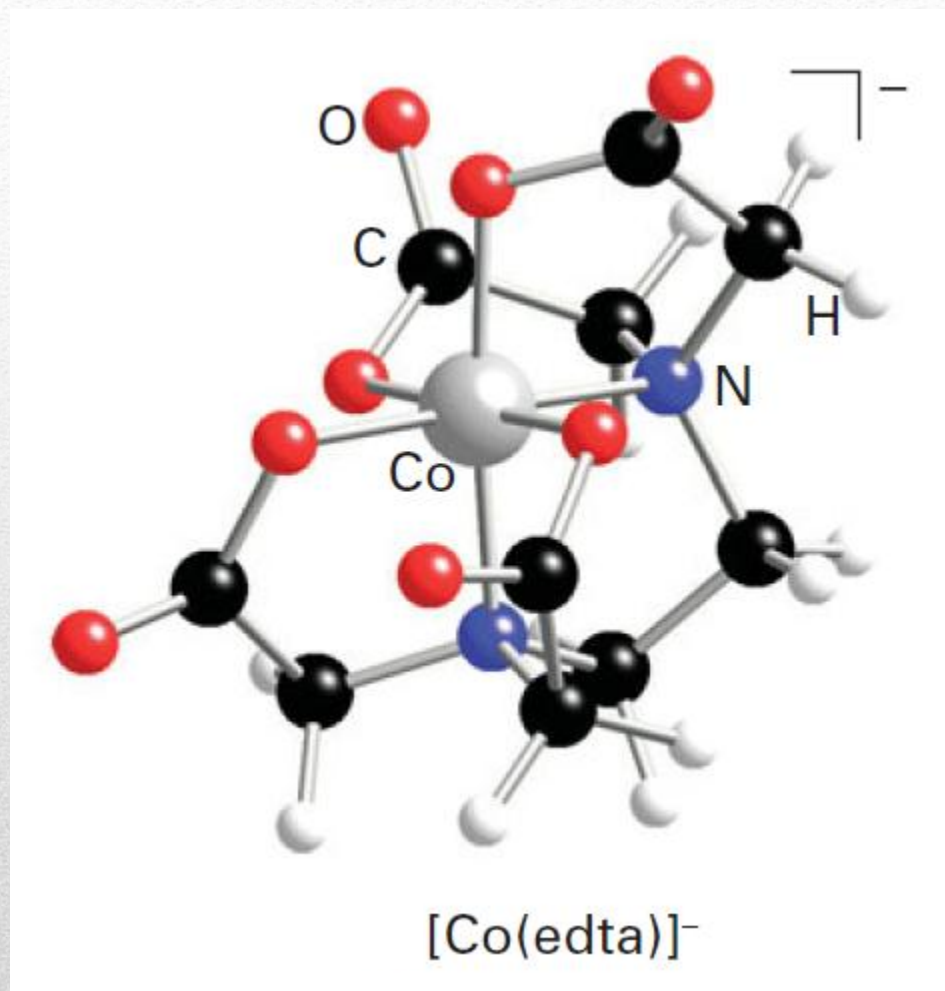
Етилендиаминтетраацетато (edta)



Хексадентатен
лиганд

Полидентатни лиганди

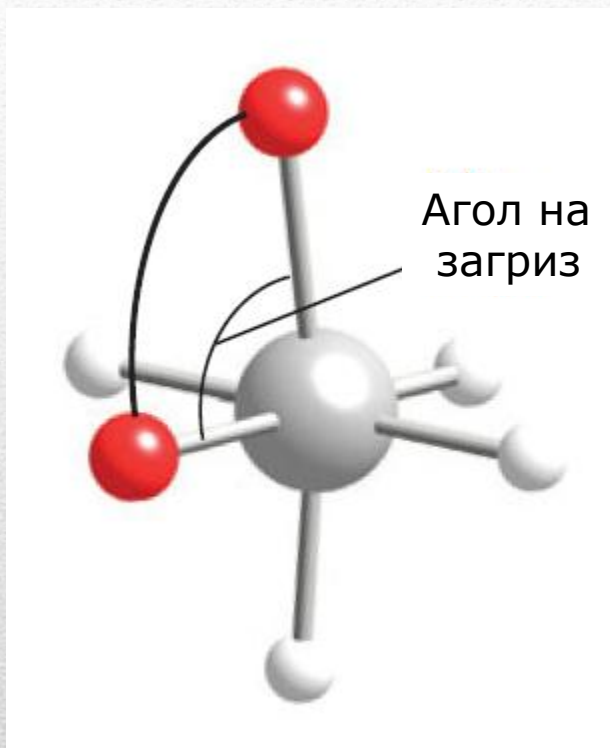
18



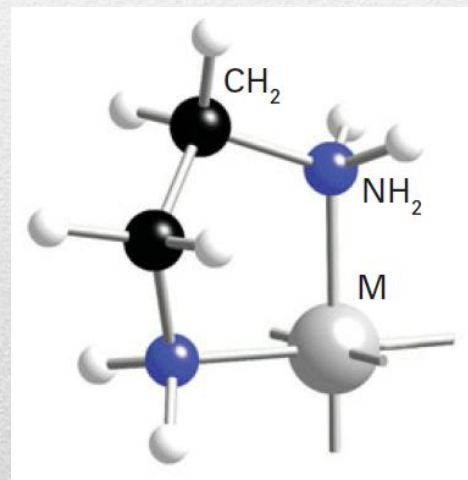
Пет
петочлени
прстени

Полидентатни лиганди

19

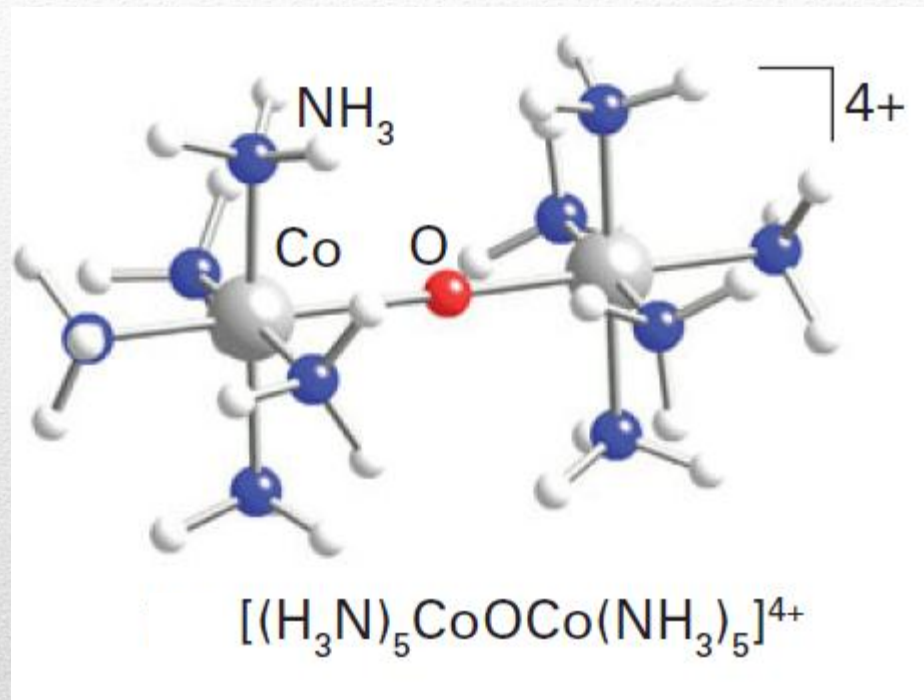
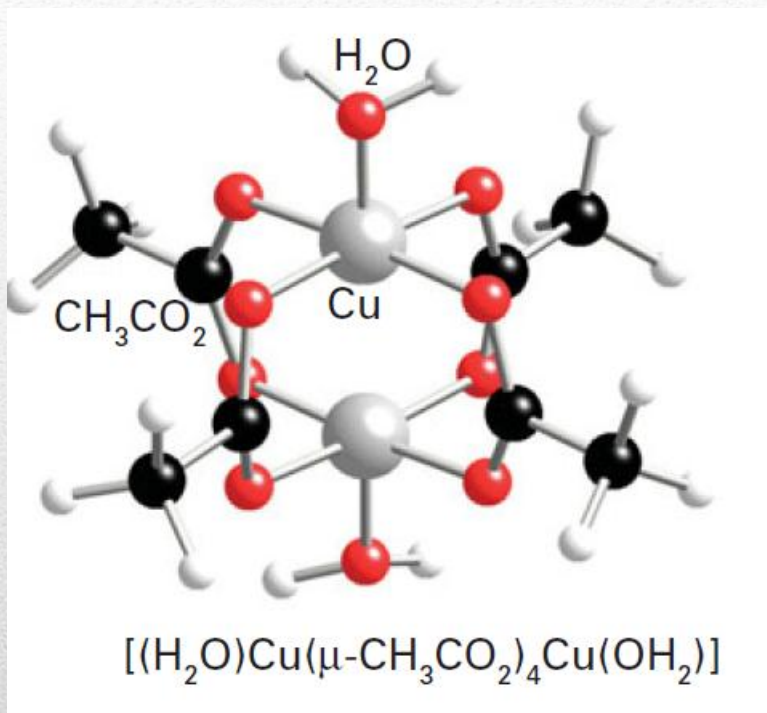


Напнатост во
хелатниот прстен

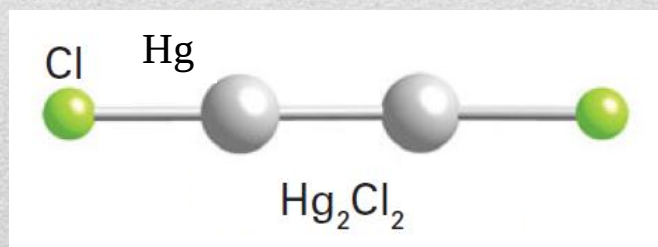
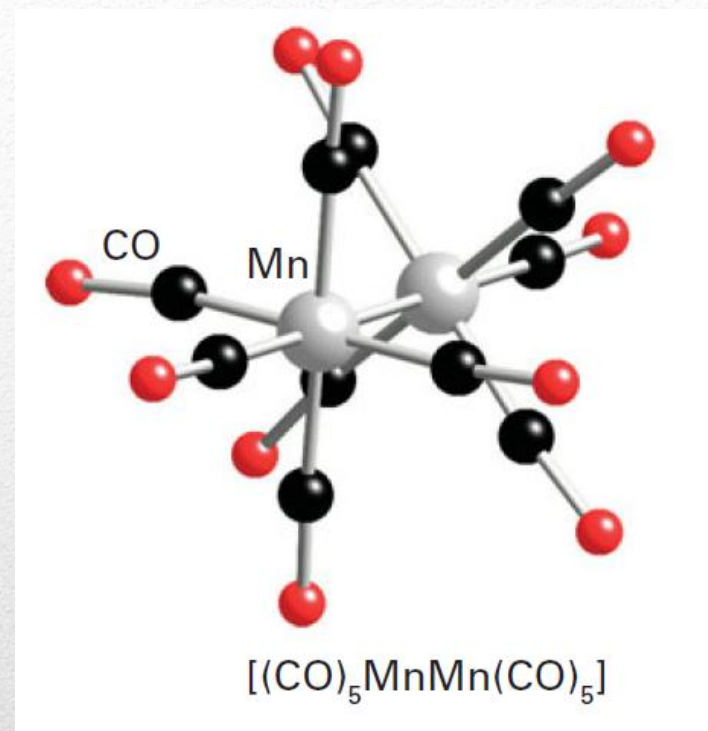
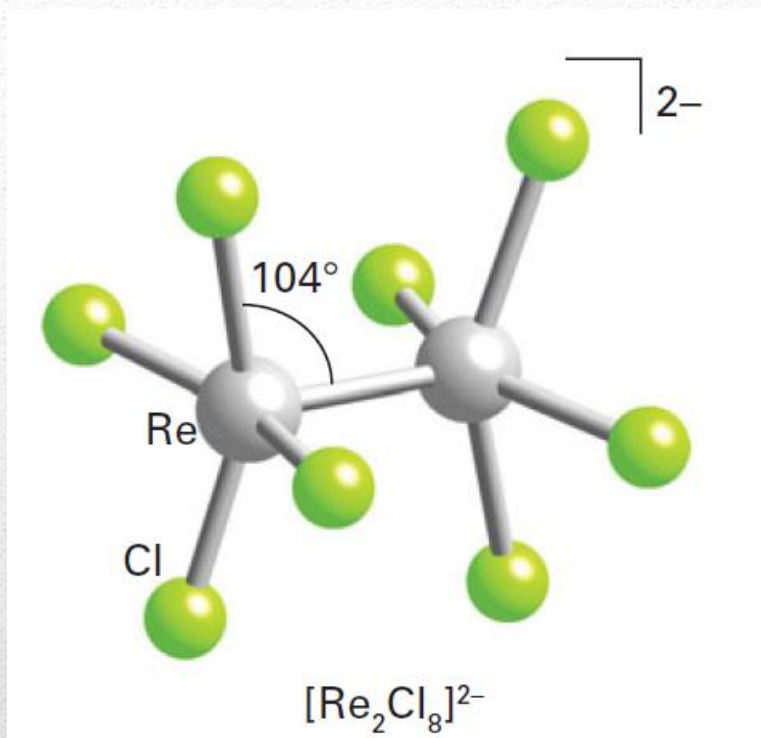


Полидентатни лиганди

20



Полинуклеарни комплекси 21



Метални кластери

Полинуклеарни комплекси

Б.Пејова, ТНХ, 2019

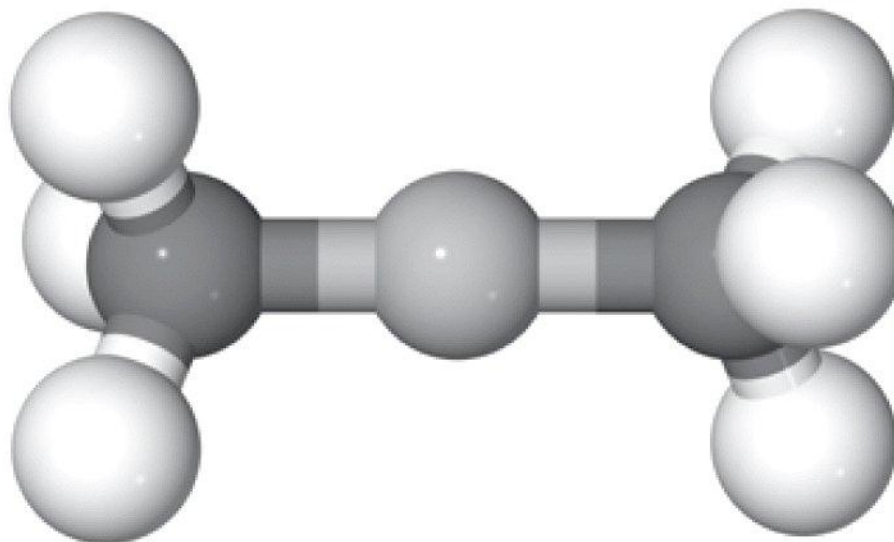
Координациониот број зависи од:

- ❖ Големината на централниот атом или јон
- ❖ Стерните интеракции меѓу лигандите
- ❖ Електронските интеракции меѓу централниот атом/јон и лигандите

Координационен број

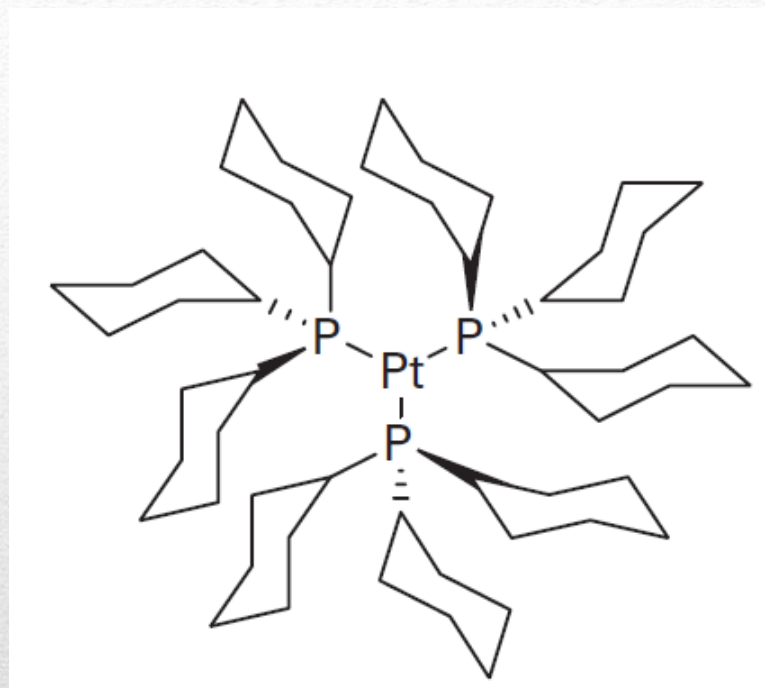
23

Линерна



Диметилжива(0), $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$

Координационен број = 2 ²⁴



Тригонален распоред
на донорните атоми
(од лигандите)

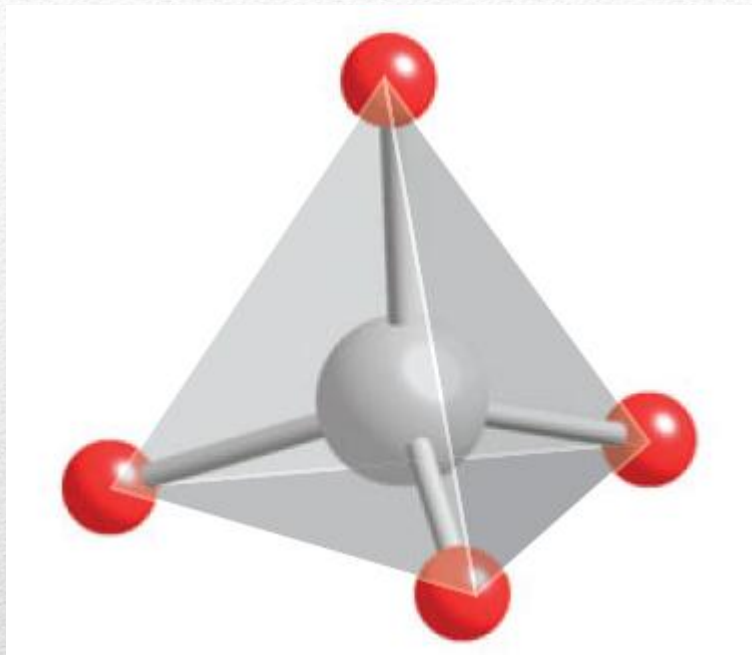


Cy = цикло- C_6H_{11}

PCy_3 = трициклохексилфосфин

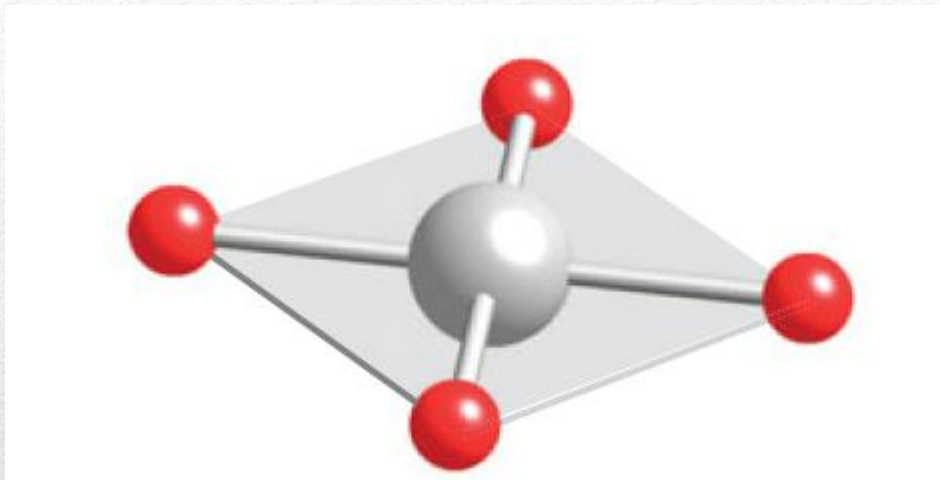
Координационен број = 3 ²⁵

Тетраедарски комплекс

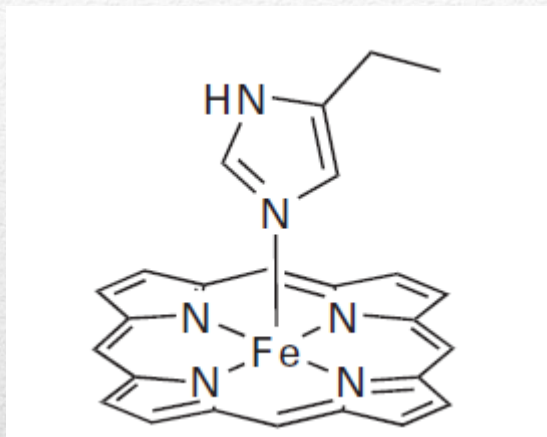


Координационен број = 4 ²⁶

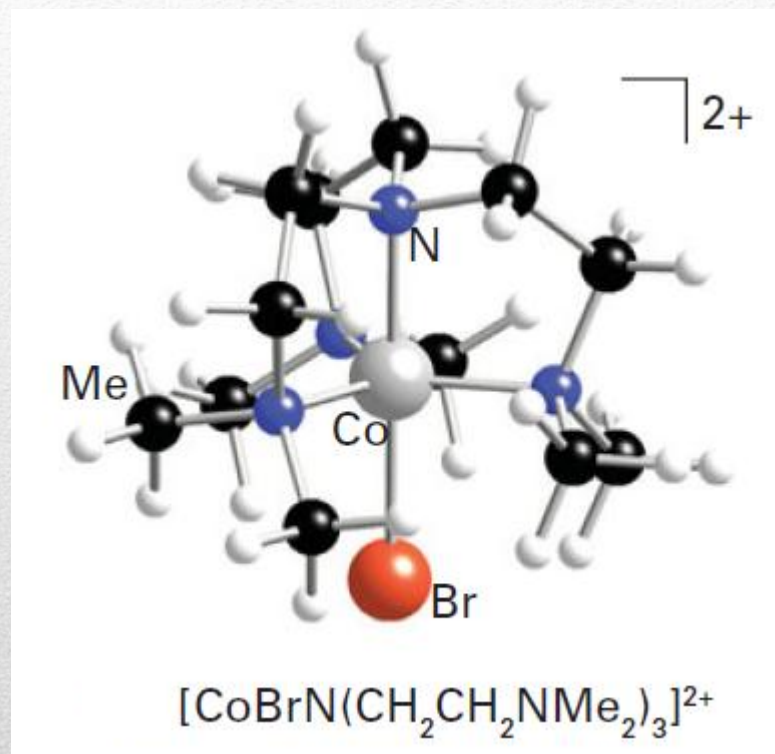
Квадратно-планарен комплекс



Координационен број = 4 ²⁷

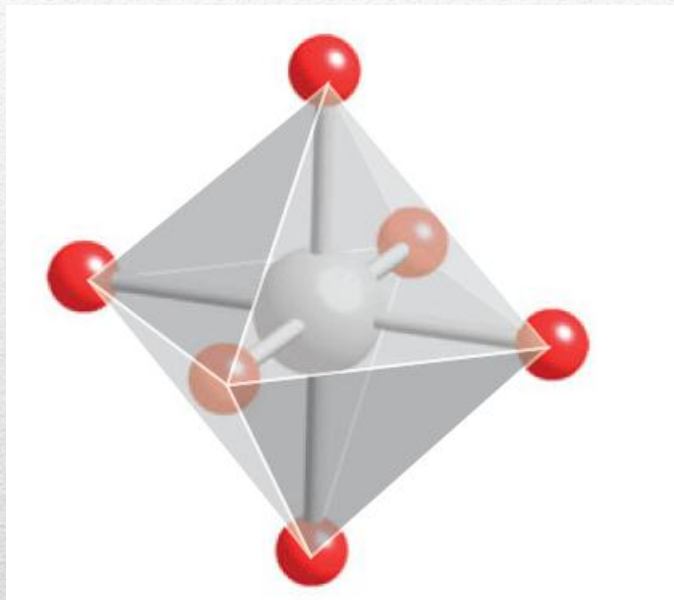


дел од миоглобин

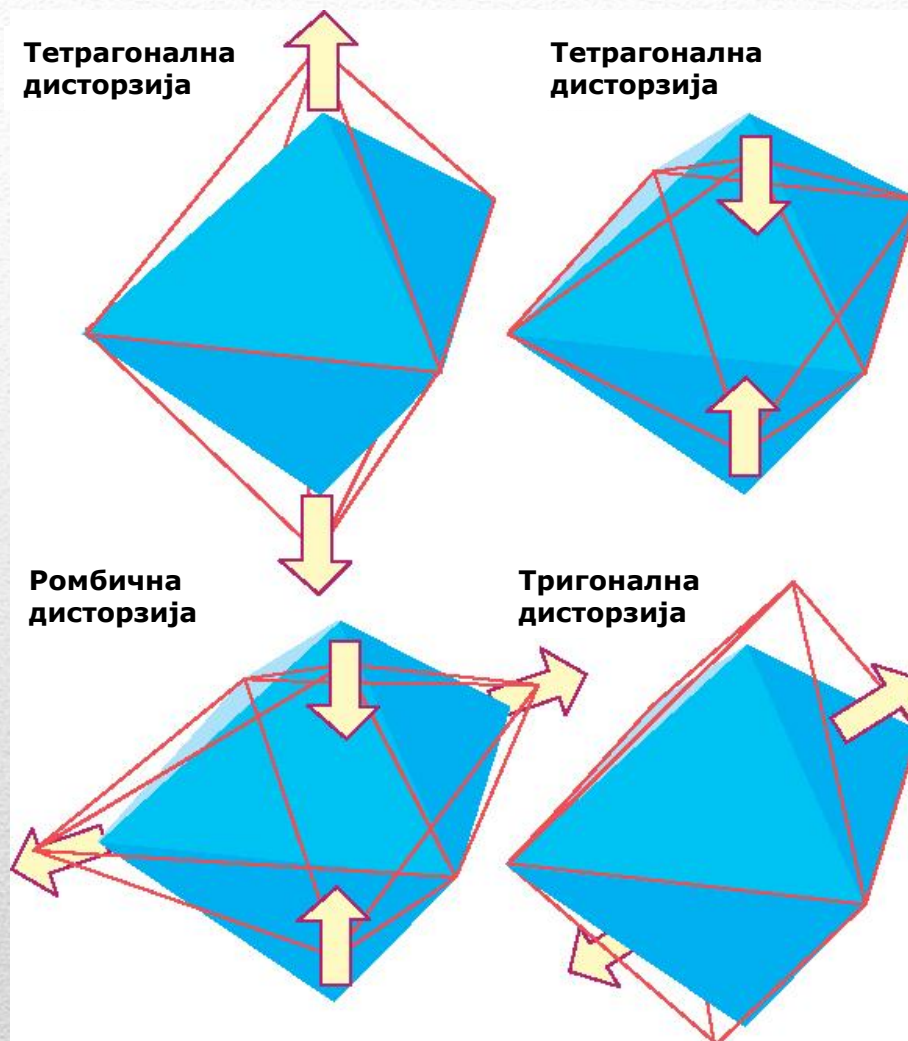


Координационен број = 5 ²⁸

Октаедарски комплекс

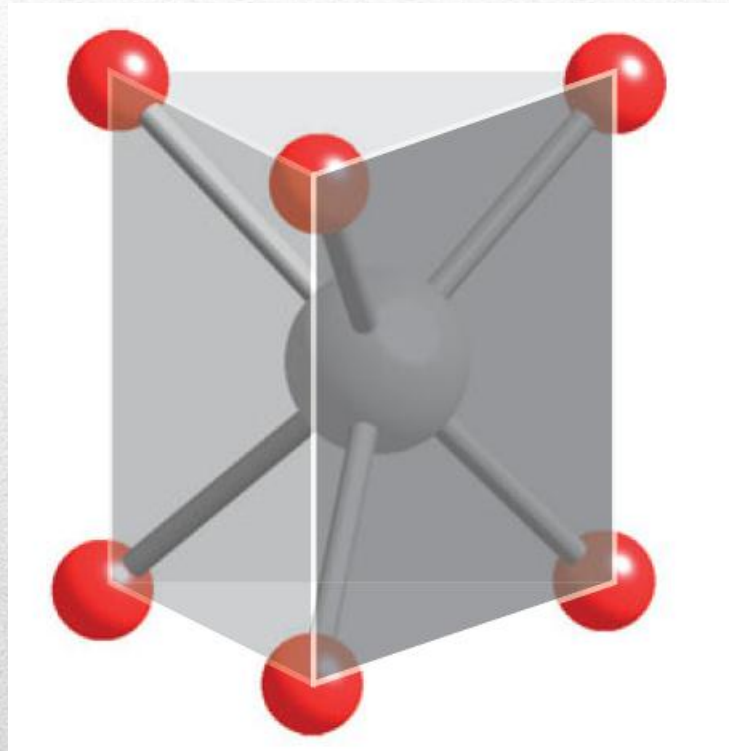


Координационен број = 6 ²⁹



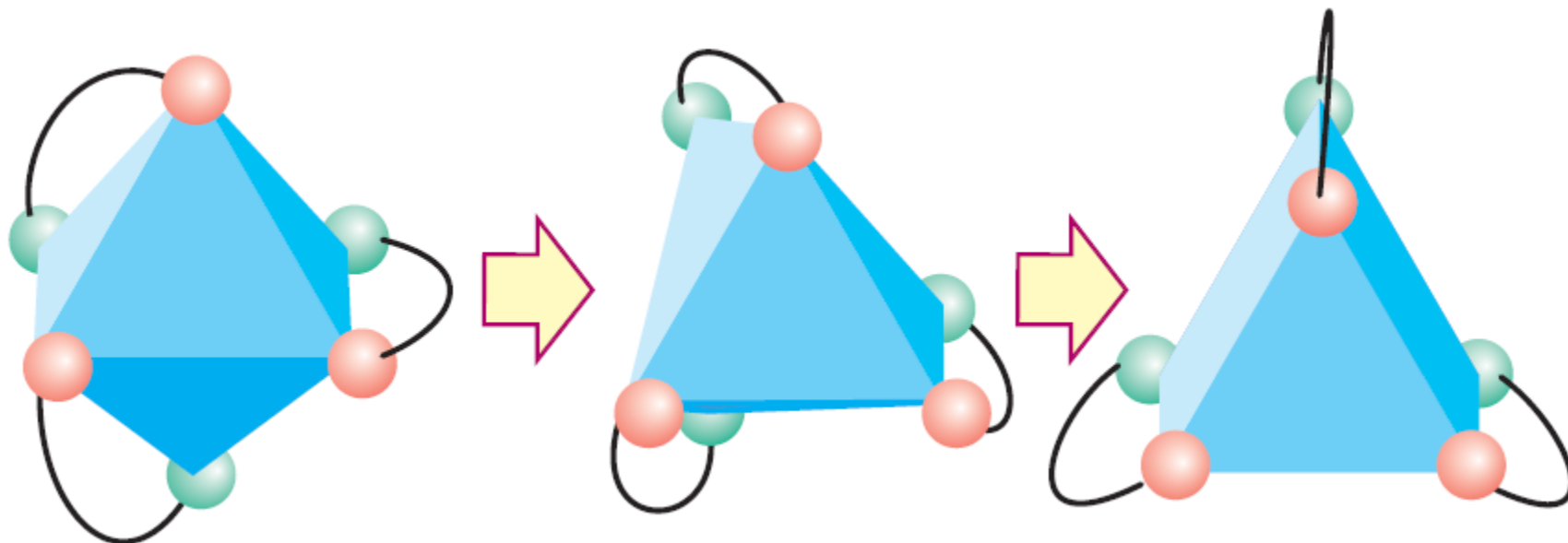
Координационен број = 6 ³⁰

Тригонална призма



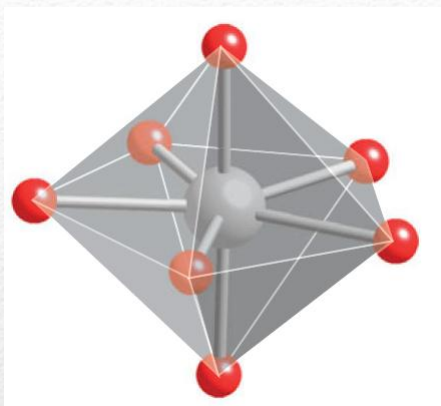
Координационен број = 6 ³¹

Дисторзија на октаедарски комплекс до геометрија на тригонална призма

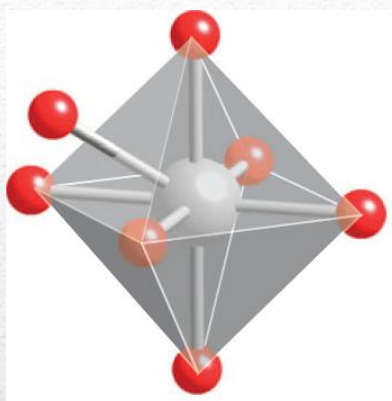


Мала напнатост во хелатниот прстен

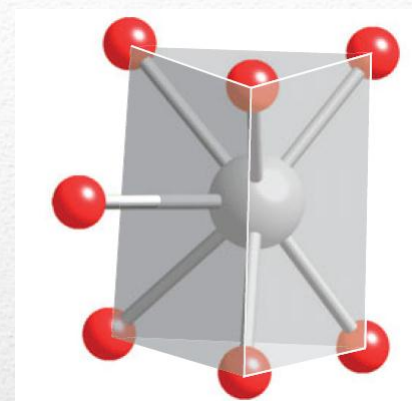
Координационен број = 6 ³²



пентагонална
бипирамида



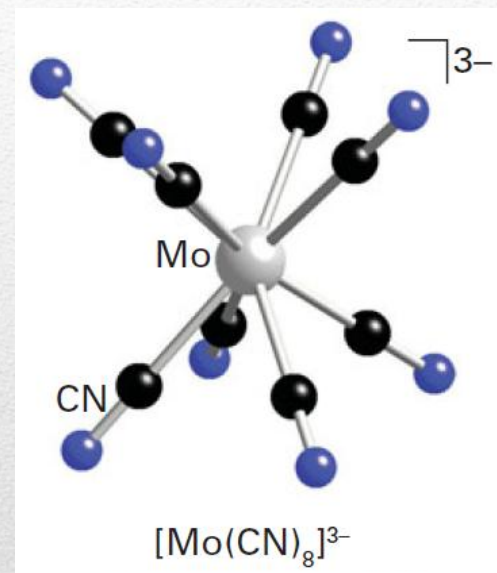
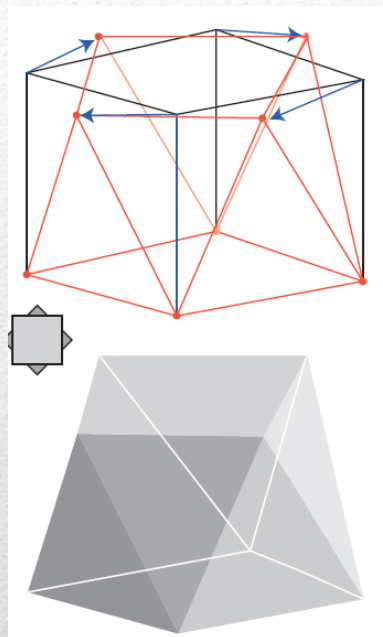
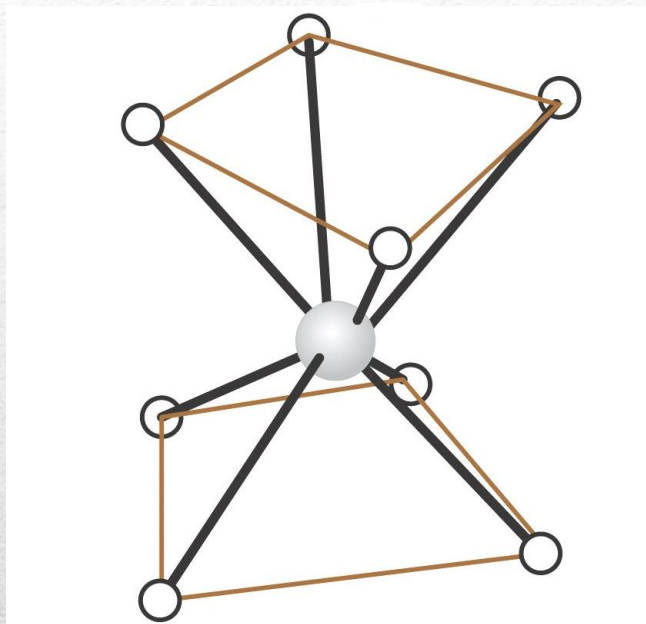
октаедар со капа



тригонална
призма со капа

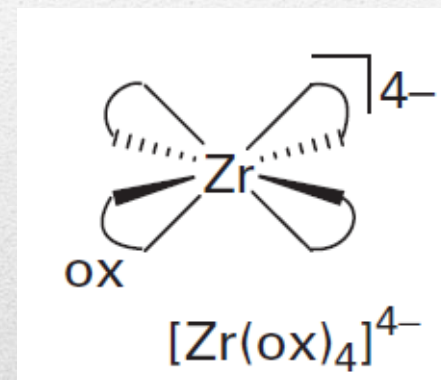
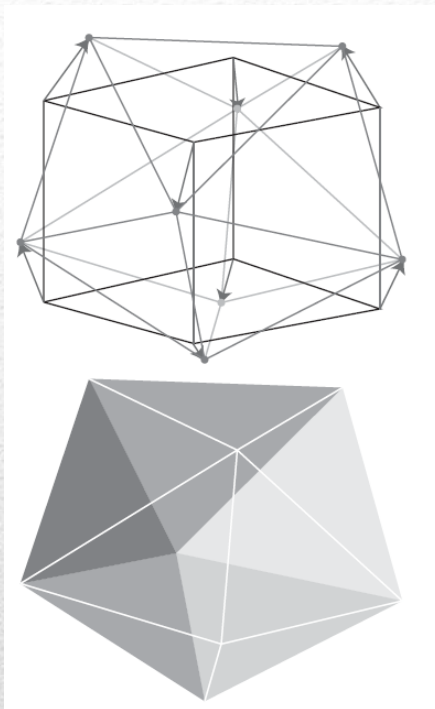
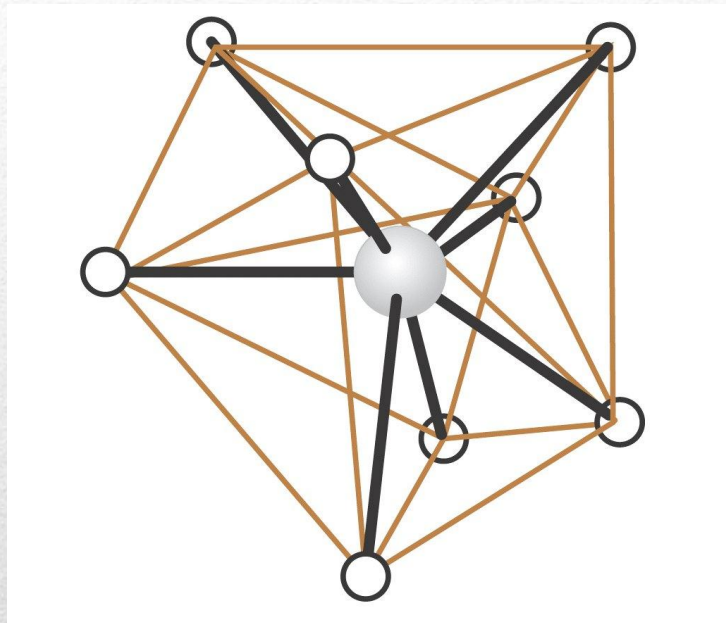
Координационен број = 7 ³³

Квадратна антипризма



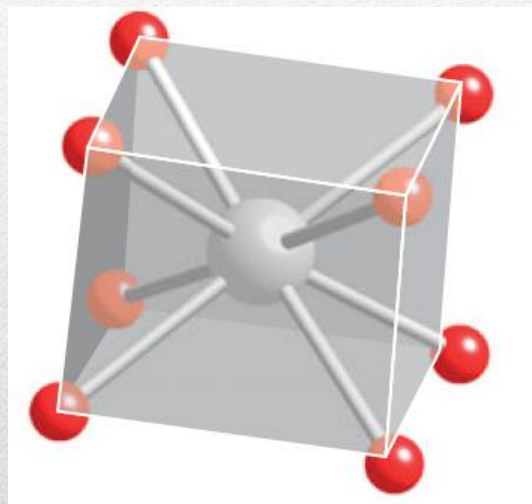
Координационен број = 8 ³⁴

додекаедар

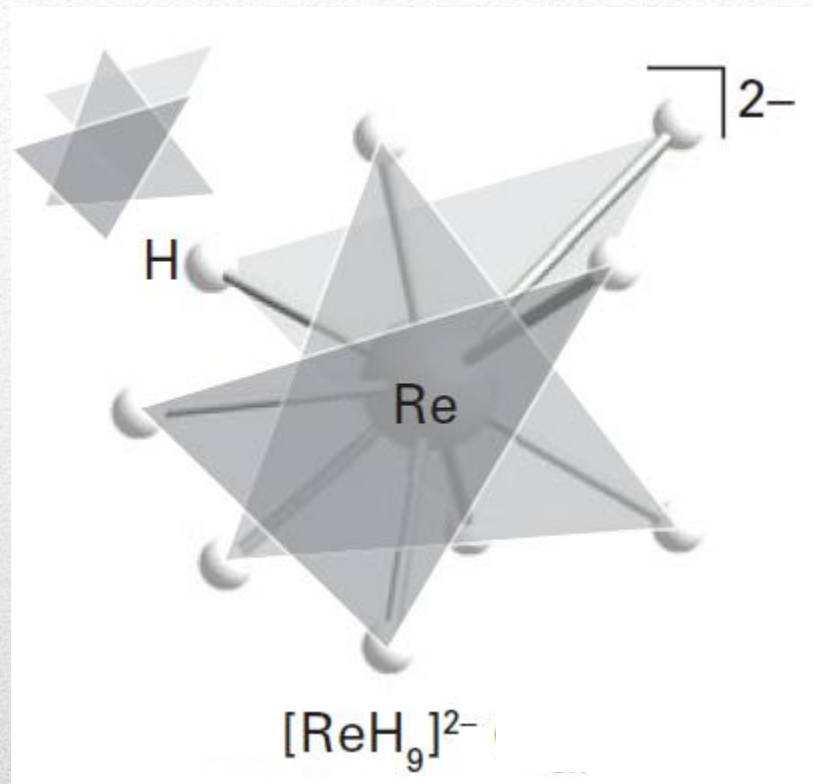


Координационен број = 8 ³⁵

коцка

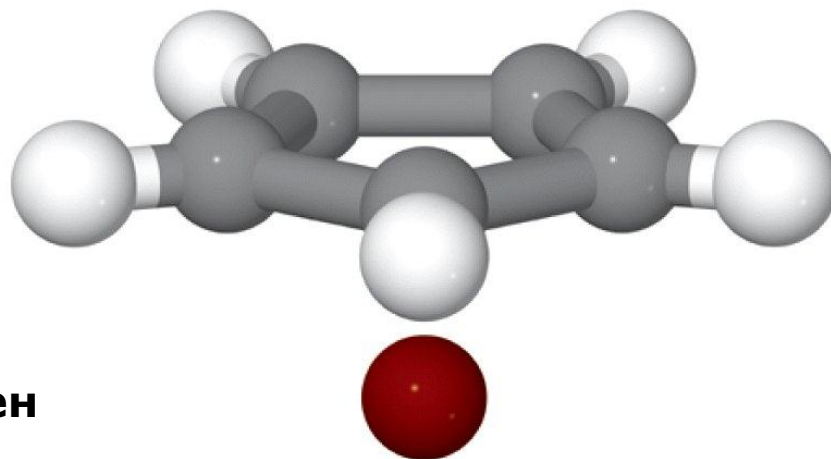


Координационен број = 8 ³⁶

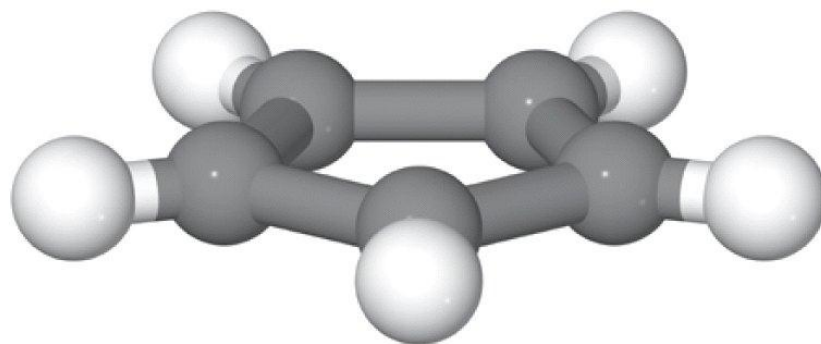


Тригоална призма со три капи

Координационен број = 9 ³⁷

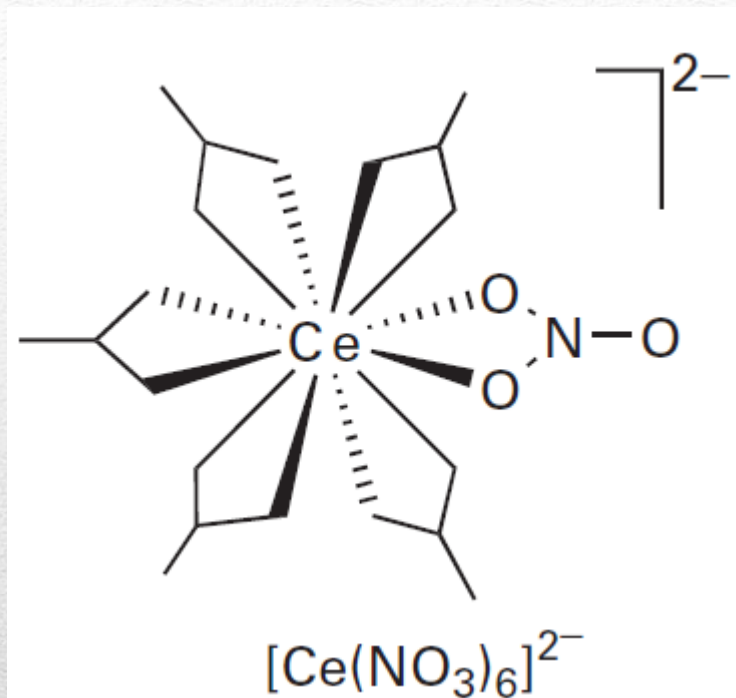


Металоцен

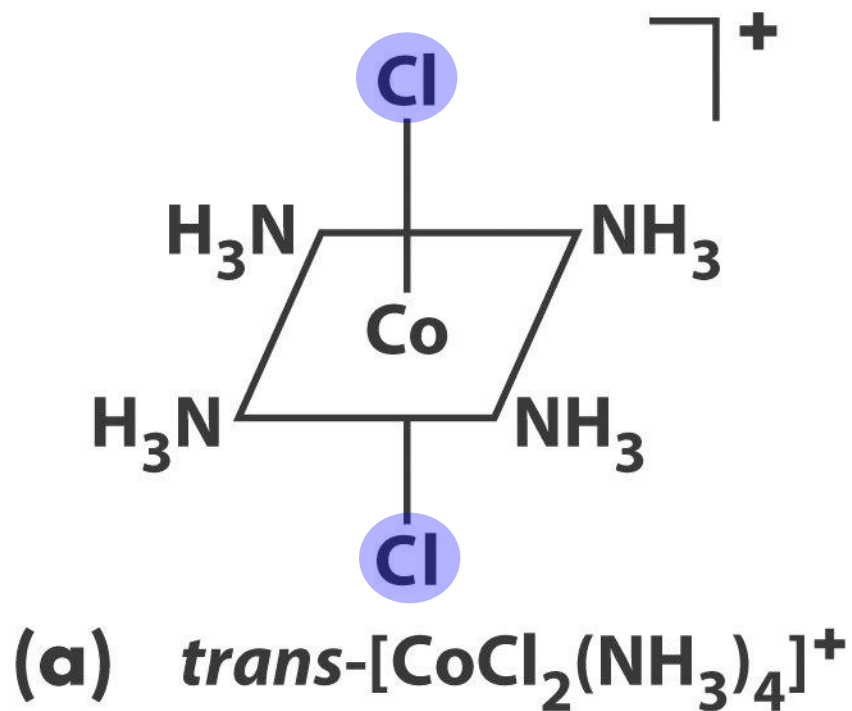


Фероцен, $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$

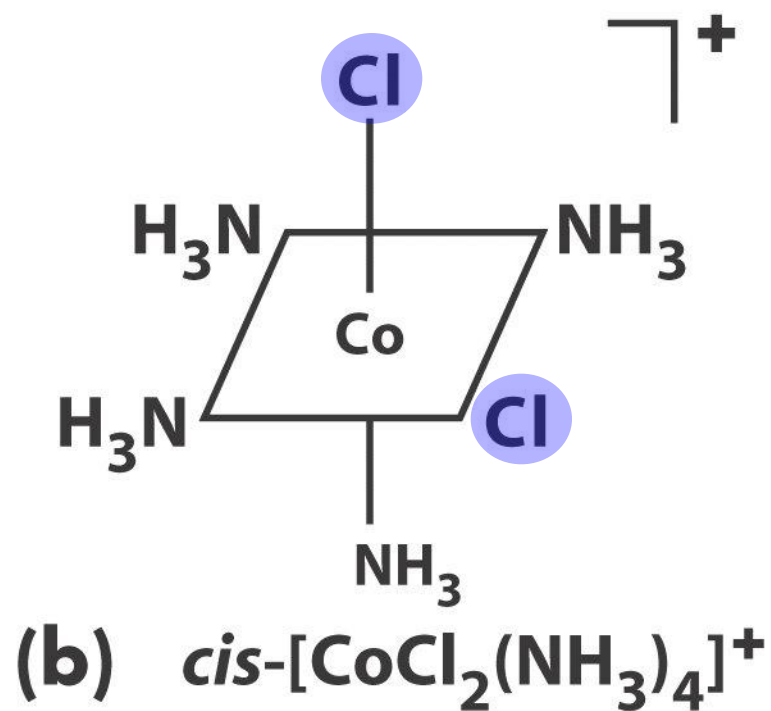
Координационен број = 10 ³⁸



Координационен број = 12 **39**



Аголот меѓу атомите од Cl е 180°.



Аголот меѓу атомите од Cl е 90°.

Комплексни честички: изомерија и хиралност

41

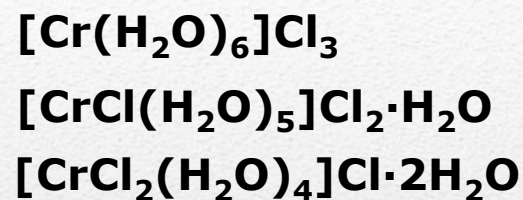
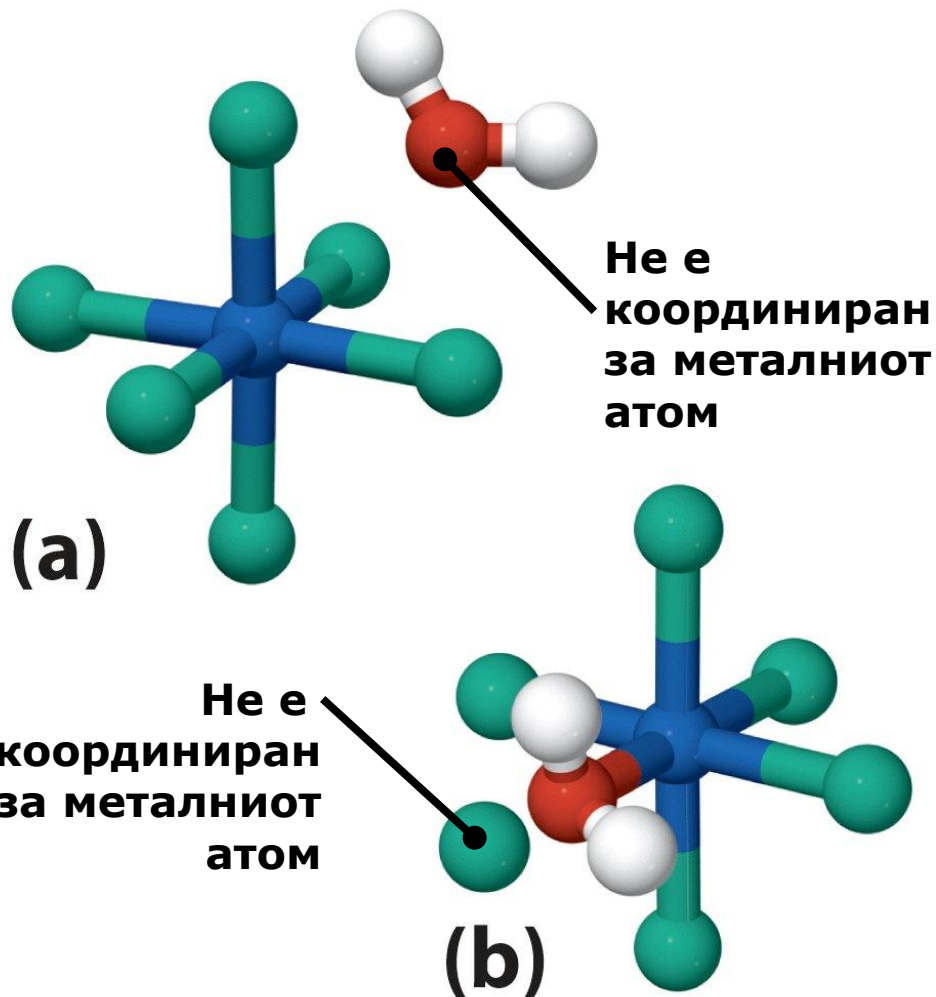




**Во раствор егзистираат како
комплексни честички со различен состав!**

Структурна изомерија:
јонизациони изомери

43



Структурна изомерија: хидратни изомери

44

Задача:

При додавање на сребро нитрат во вишок кон воден раствор, кој содржи 0,0010 mol $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, се образувале:

а) 0,0010 mol AgCl

б) 0,0030 mol AgCl

Кој изомер бил присутен во растворот ?



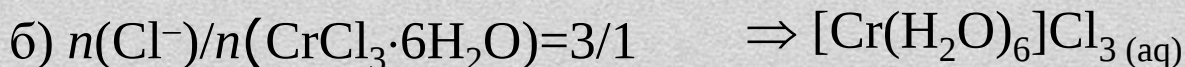
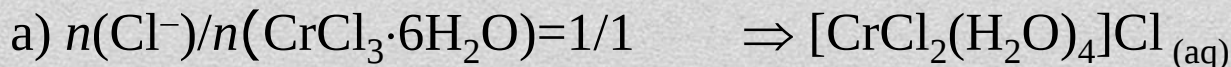
$$\frac{n(\text{Cl}^-)}{n([\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3)} = \frac{3}{1}$$



$$\frac{n(\text{Cl}^-)}{n([\text{CrCl}(\text{H}_2\text{O})_5]\text{Cl}_2)} = \frac{2}{1}$$

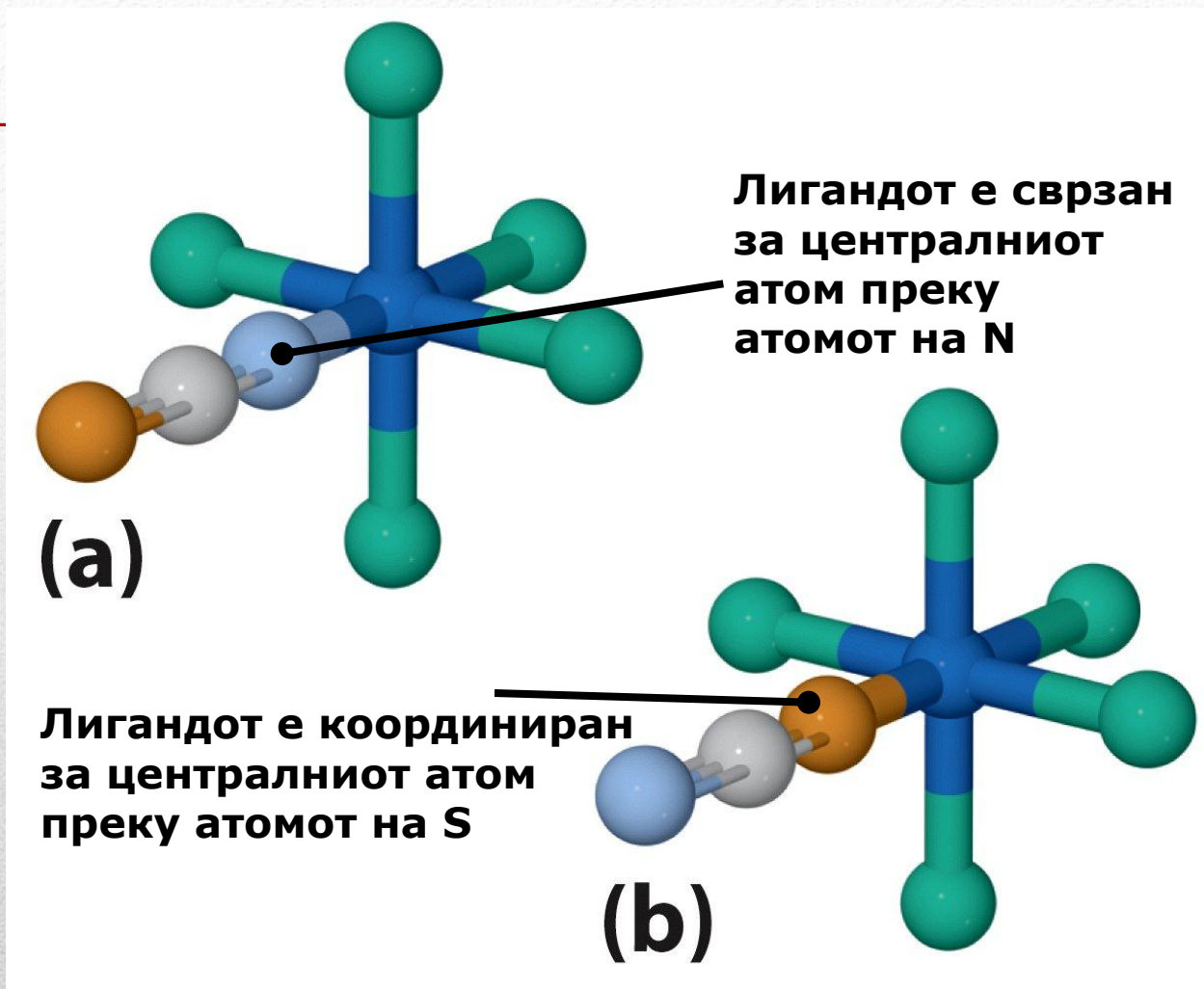


$$\frac{n(\text{Cl}^-)}{n([\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl})} = \frac{1}{1}$$



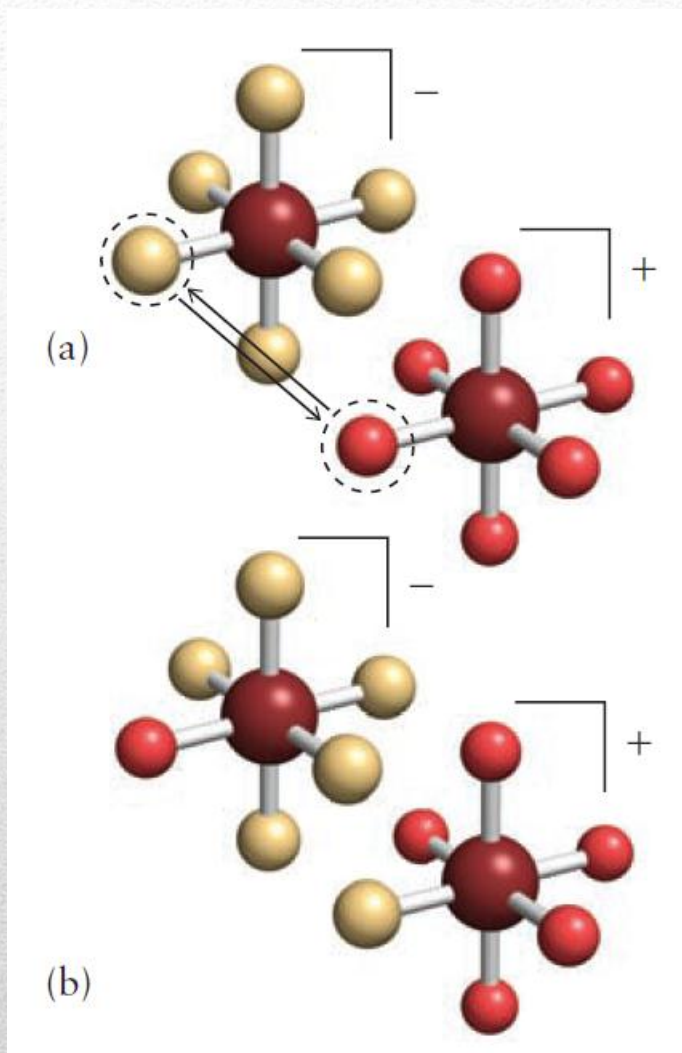
45

Структурна изомерија: хидратни изомери



Структурна изомерија: врзовни изомери

46

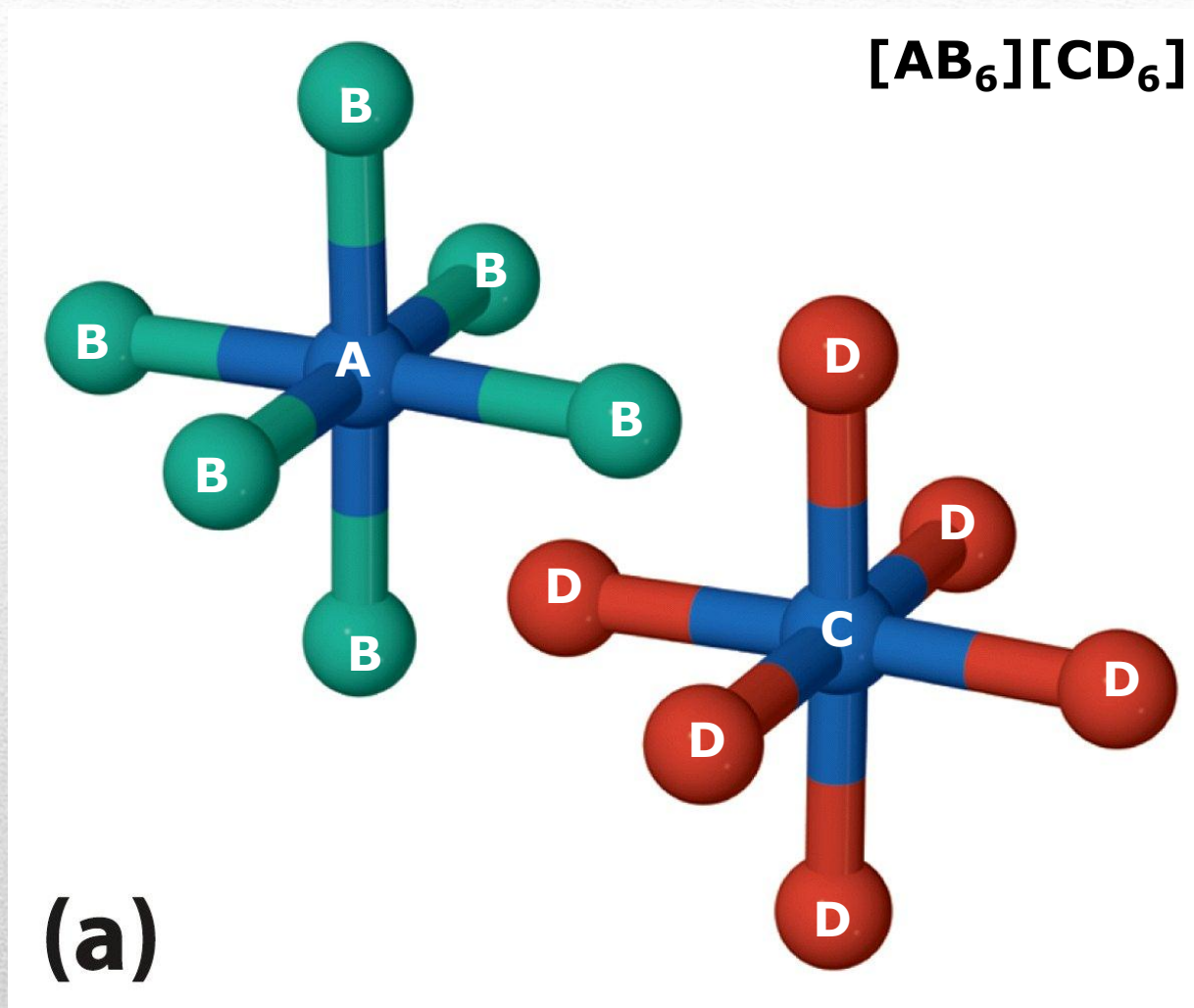


Катјонот и анјонот си ги размениле лигандите

Координационите соединенија под а) и под б) се координациони изомери.

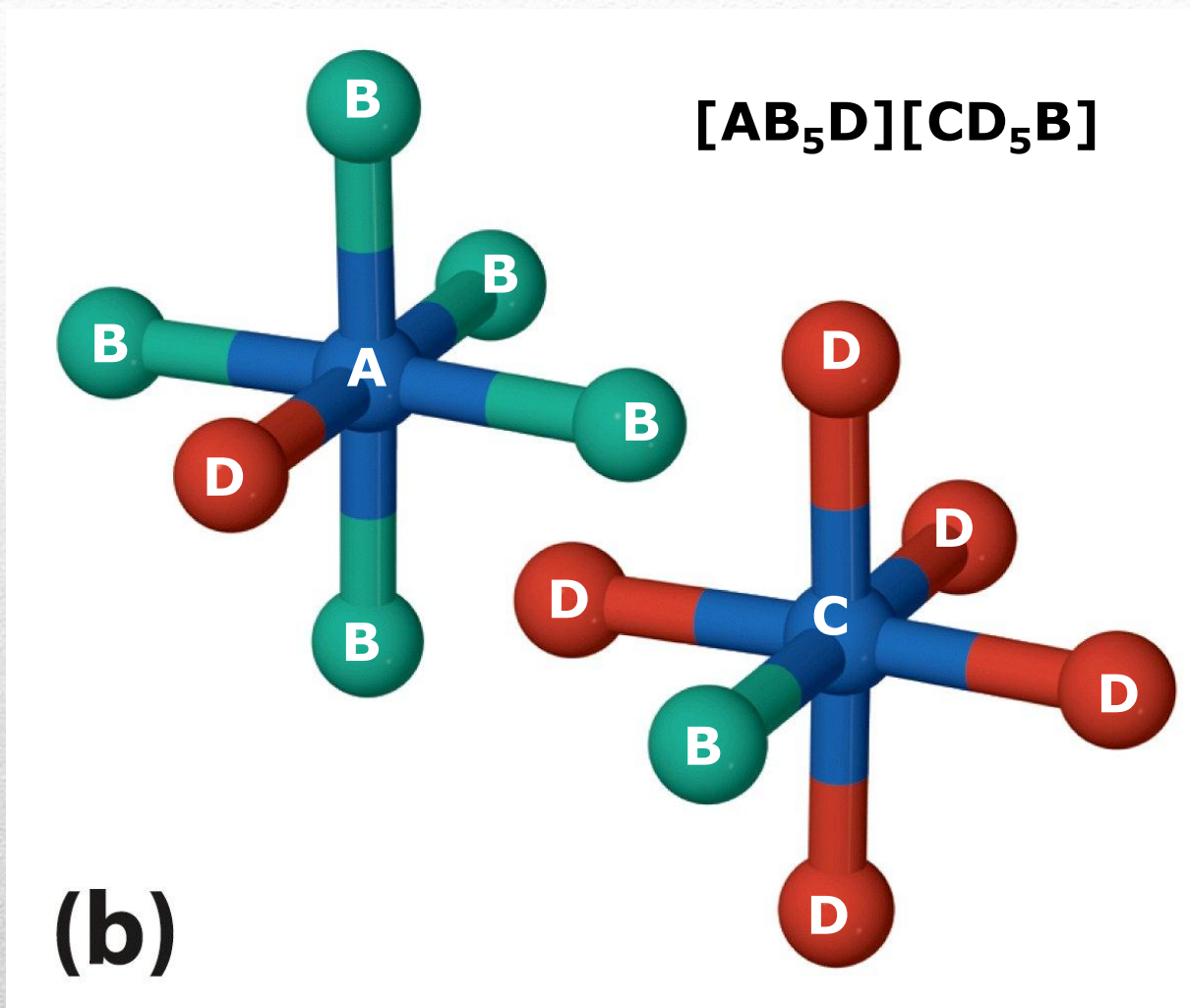
Структурна изомерија: координациони изомери

47



Структурна изомерија: координациони изомери

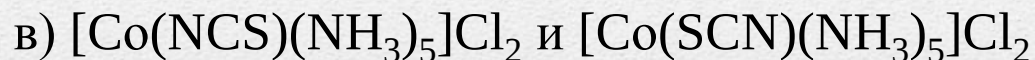
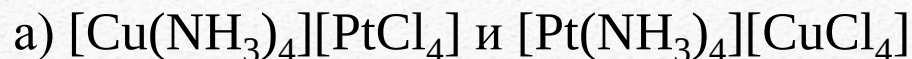
48



Структурна изомерија: координациони изомери

Б.Пејова, ТНХ, 2019

За кој тип изомерија станува збор во случајот на следните парови:

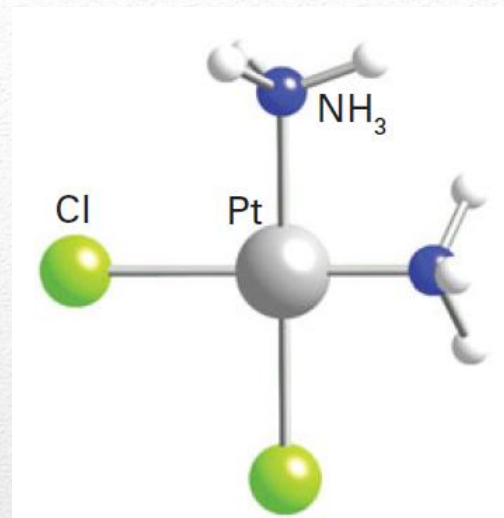
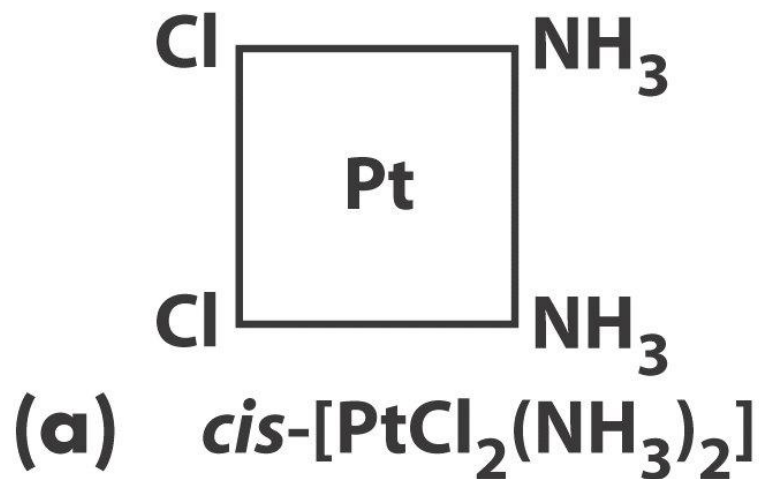


а) координациона изомерија

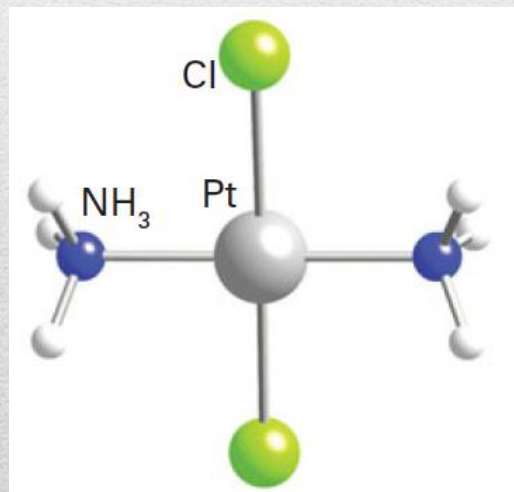
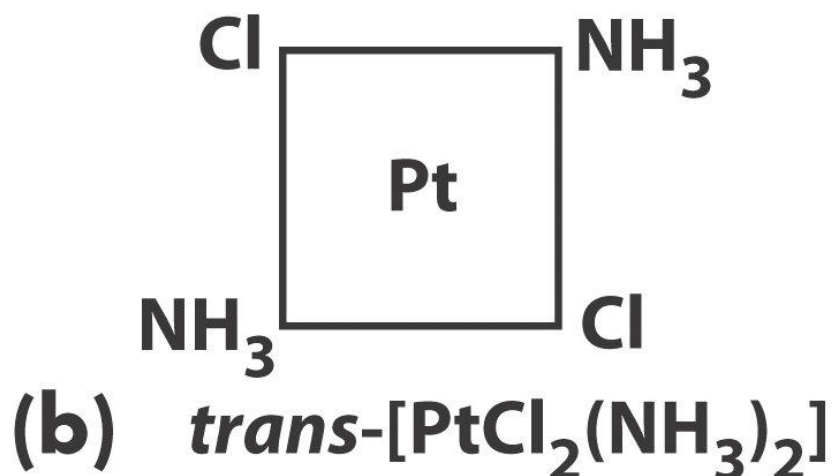
б) јонизациона изомерија

в) врзовна изомерија

г) хидратна изомерија



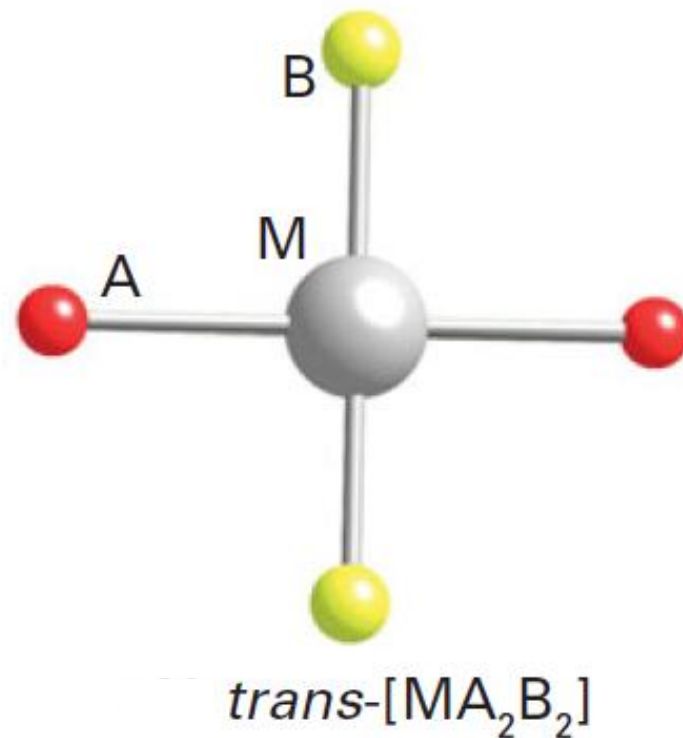
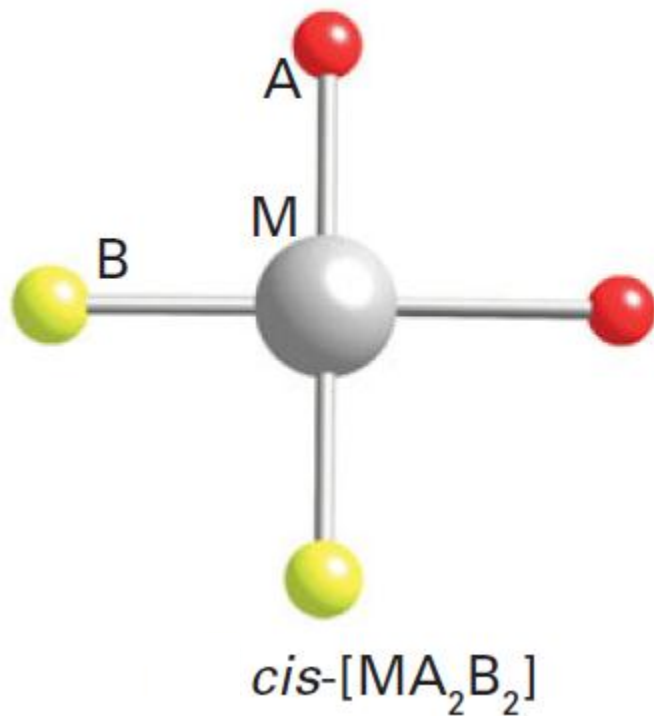
Се користи
при
хемотерапија



Стереоизомерија: Геометриски изомери

Б.Пејова, THX, 2019

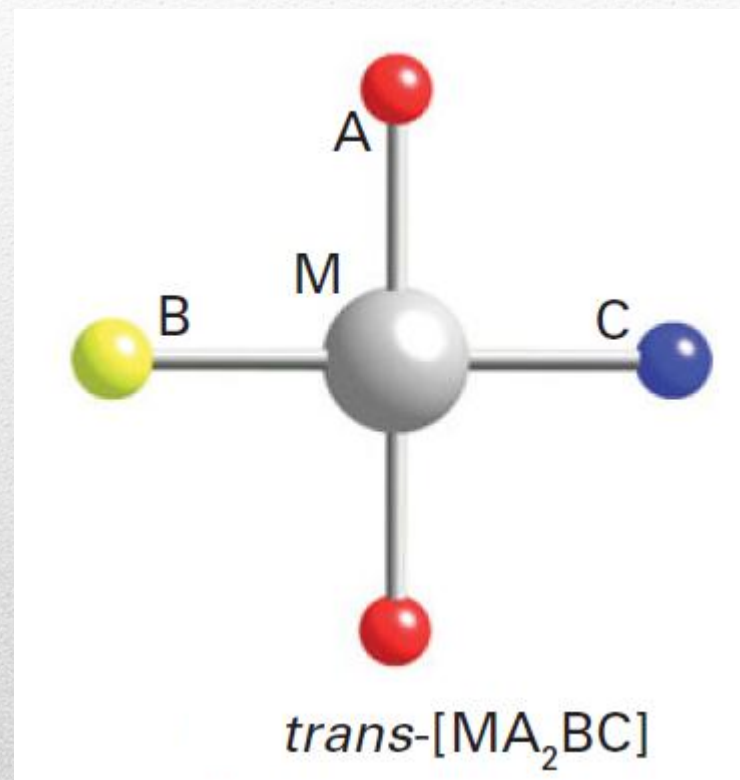
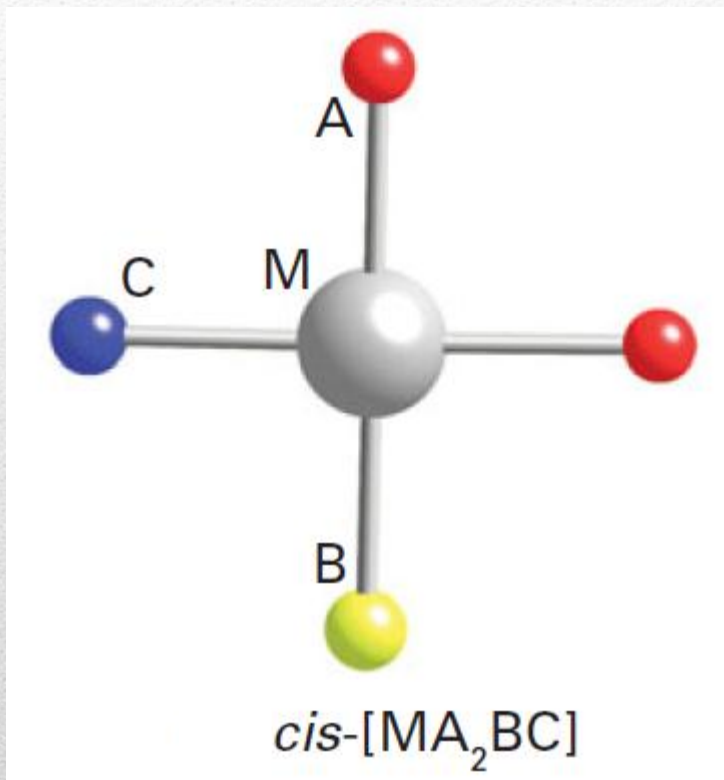
КВАДРАТНО-ПЛАНАРНИ КОМПЛЕКСИ, $[MA_2B_2]$



Стереои́зомерија:
Геометриски изомери

52

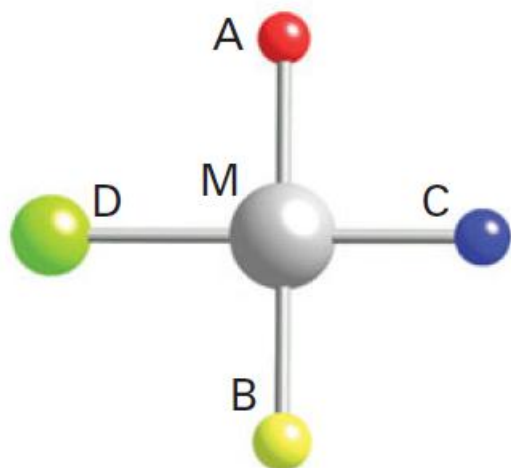
КВАДРАТНО-ПЛАНАРНИ КОМПЛЕКСИ , $[MA_2BC]$



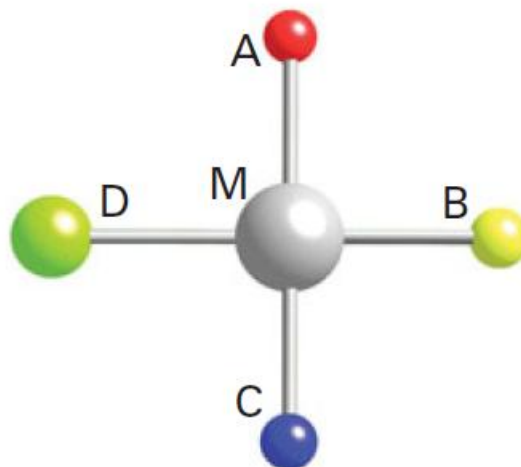
Стереои́зомерија:
Геометриски изомери

53

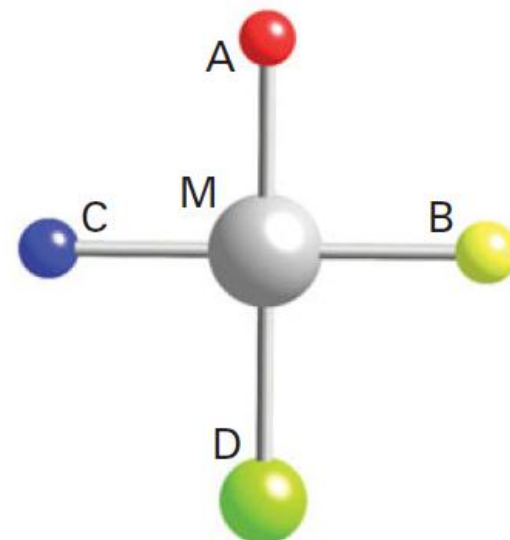
КВАДРАТНО-ПЛАНАРНИ КОМПЛЕКСИ , [MABCD]



[MABCD], A *trans* to B



[MABCD] A *trans* to C

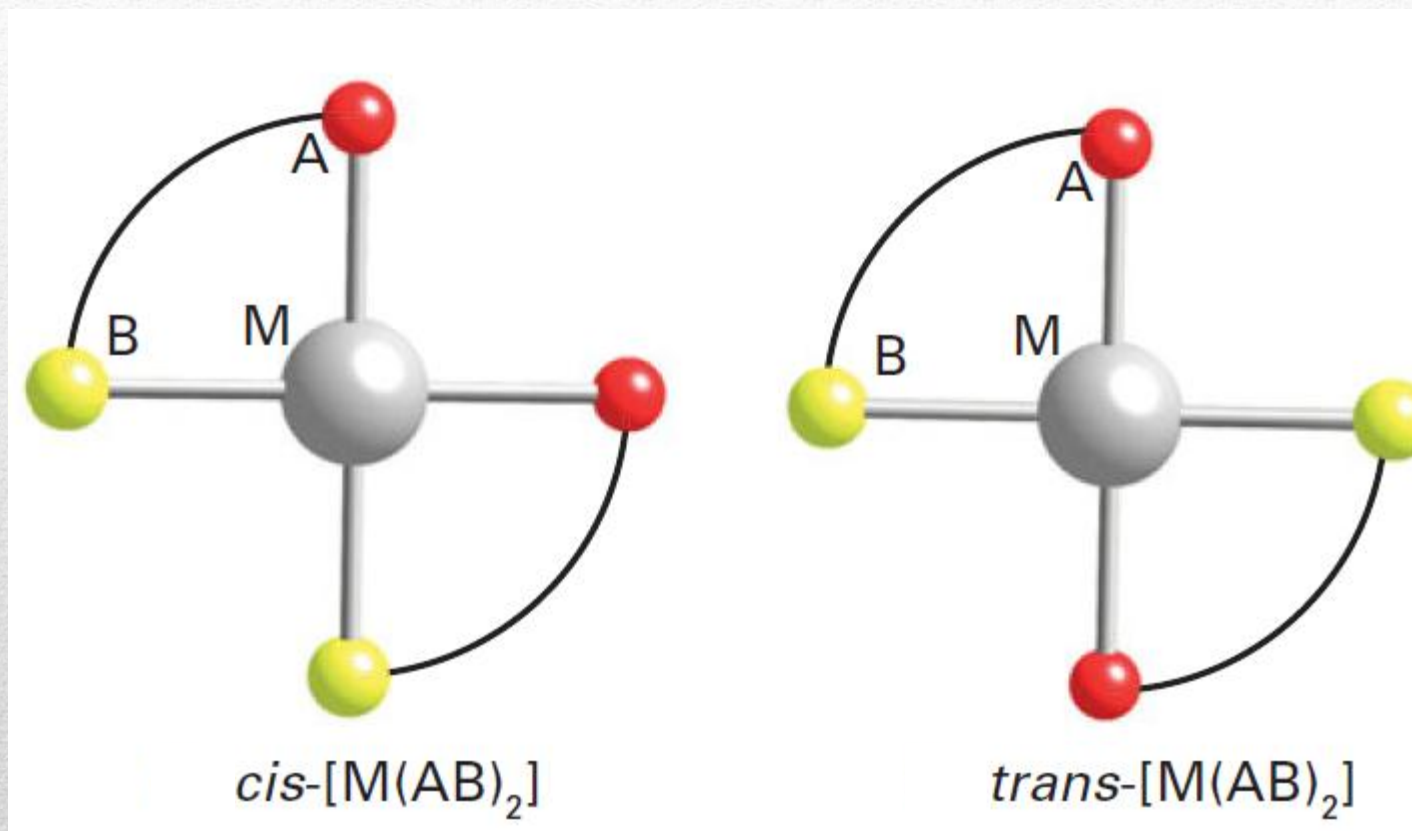


[MABCD] A *trans* to D

Стереои́зомерија: Геометриски изомери

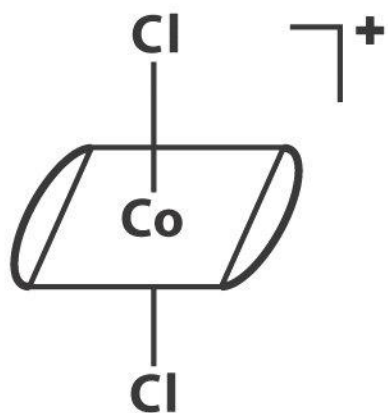
54

КВАДРАТНО-ПЛАНАРНИ КОМПЛЕКСИ , $[M(AB)_2]$

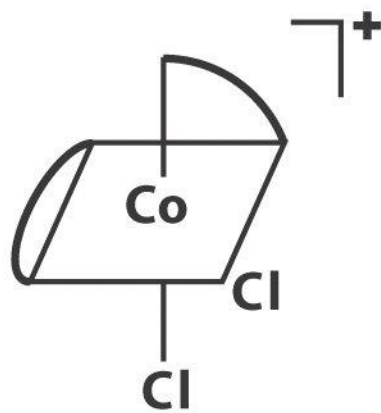


Стереои́зомерија:
Геометриски изомери

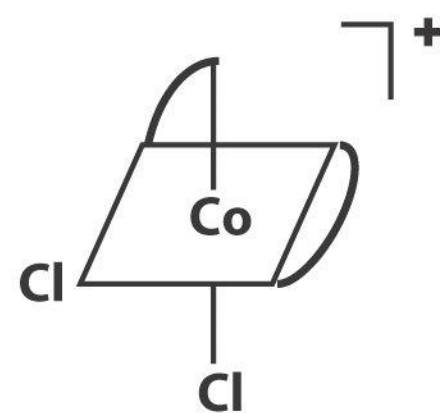
55



(a) *trans*-[CoCl₂(en)₂]⁺



(b) *cis*-[CoCl₂(en)₂]⁺

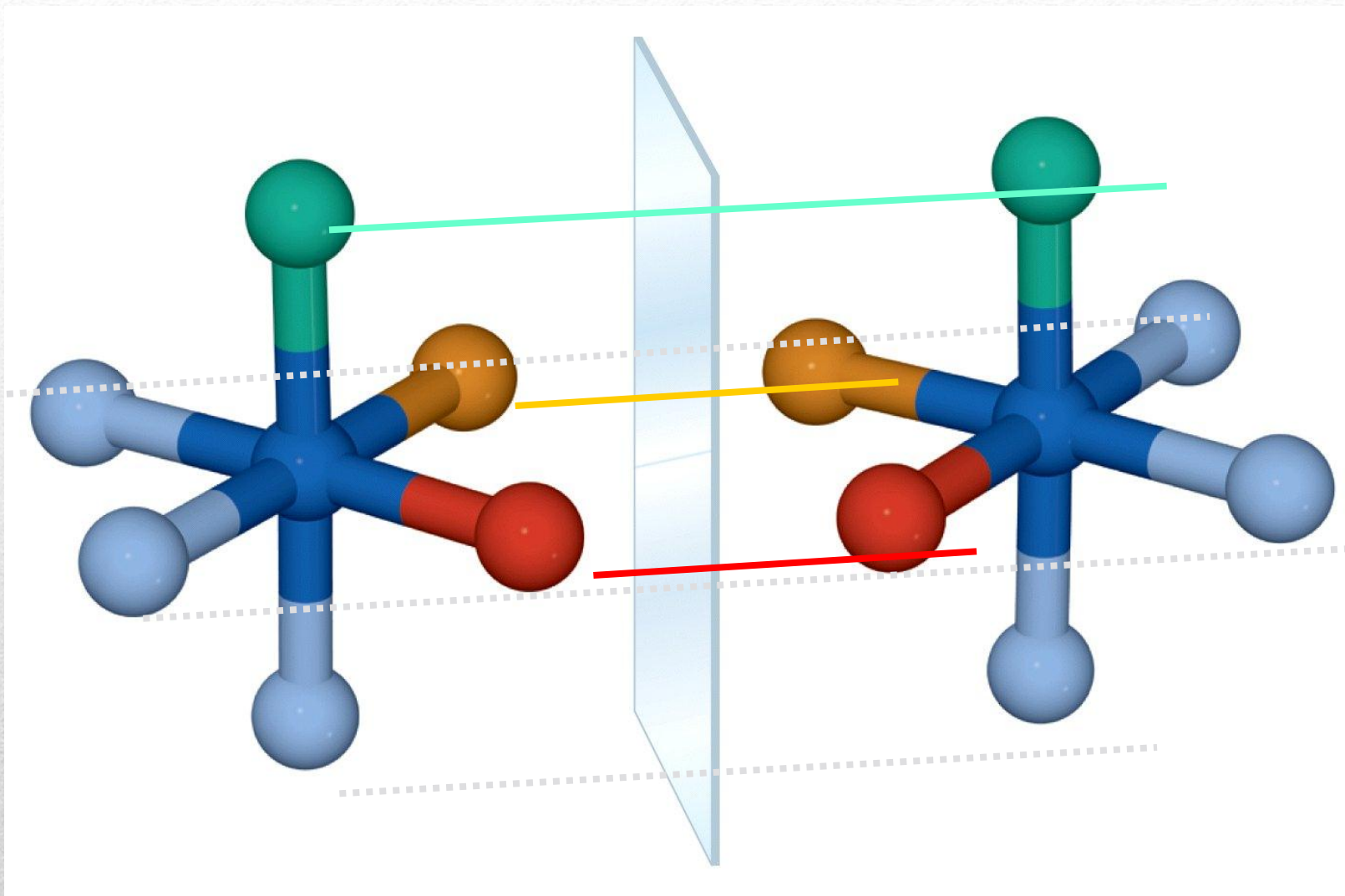


(c) *cis*-[CoCl₂(en)₂]⁺

СтереоиЗОМЕРИЈА:

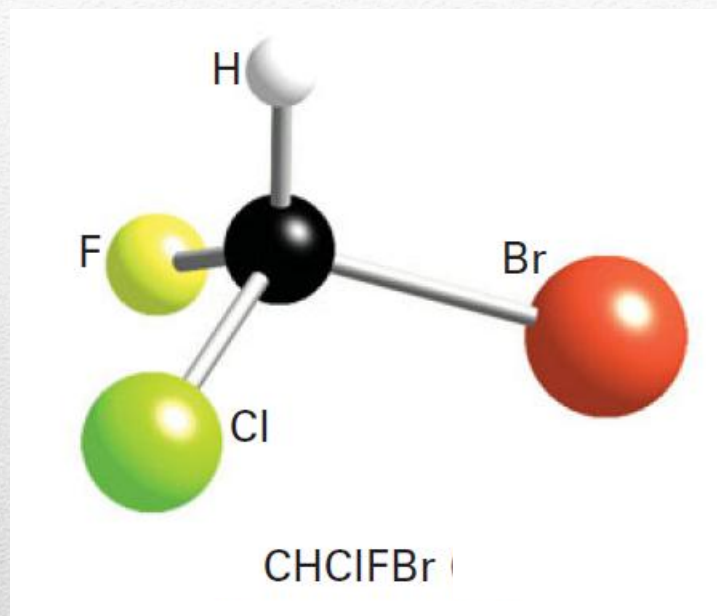
56

Геометриски и оптички изомери



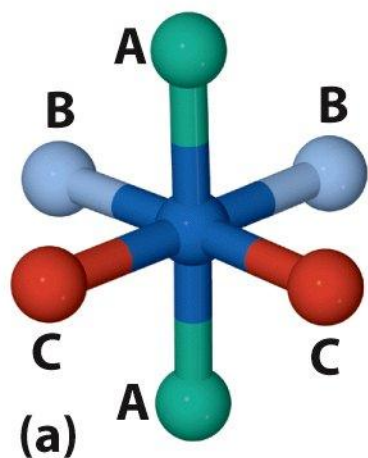
Хирална честичка

57

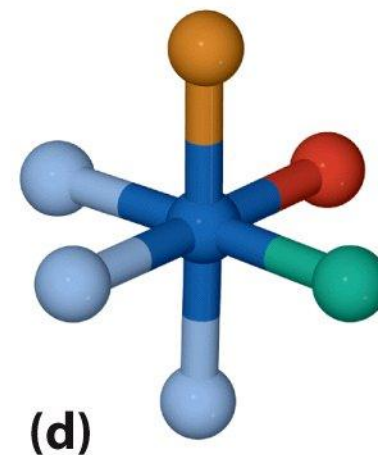
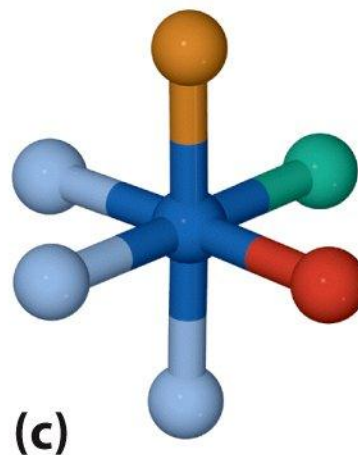
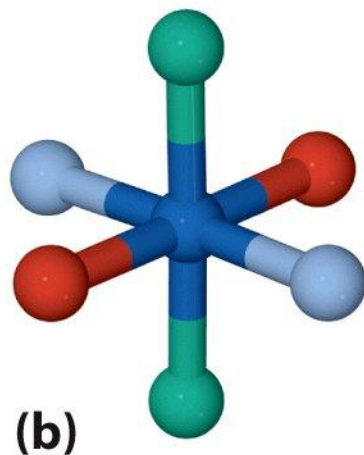


Хирална молекула ?

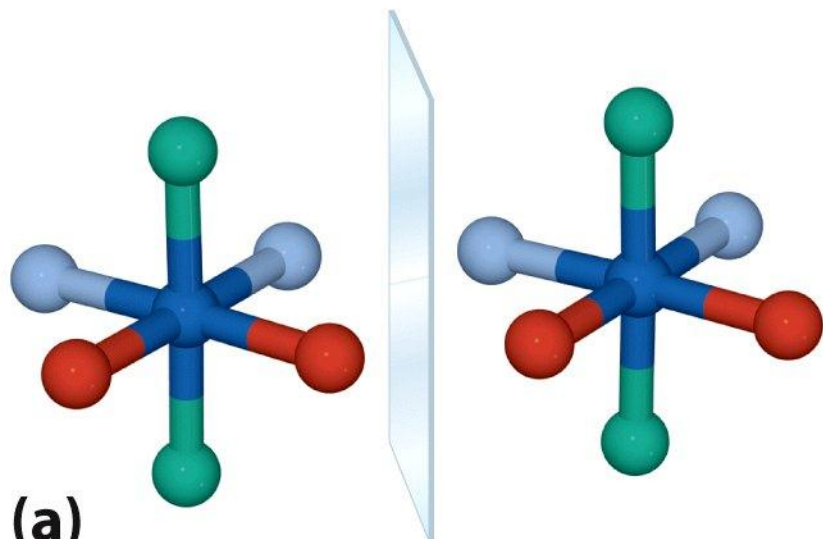
58



**Нехирални, не образуваат
парови од енантиомери**

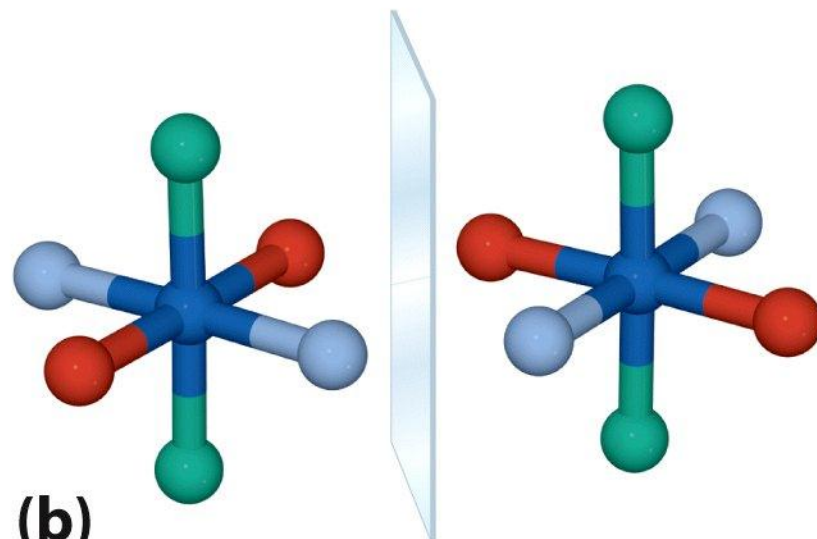


**Хирални, образуваат
парови од енантиомери**



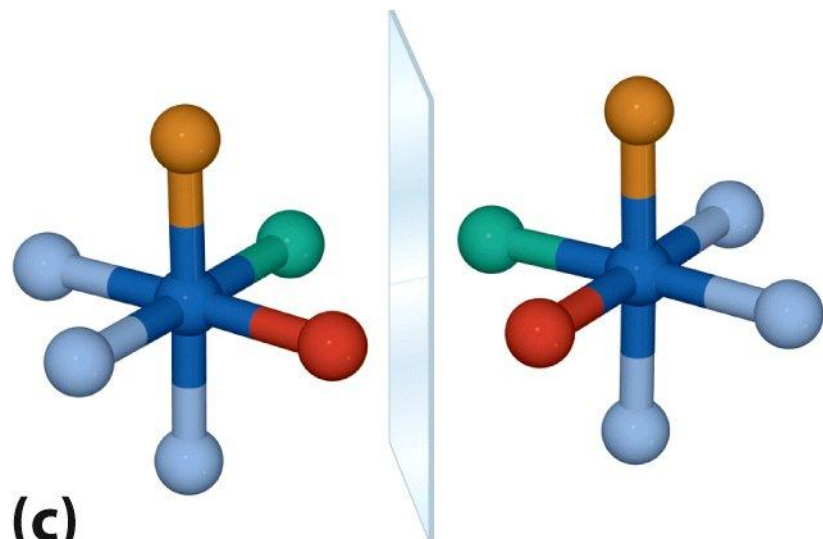
(a)

Се совпаѓаат



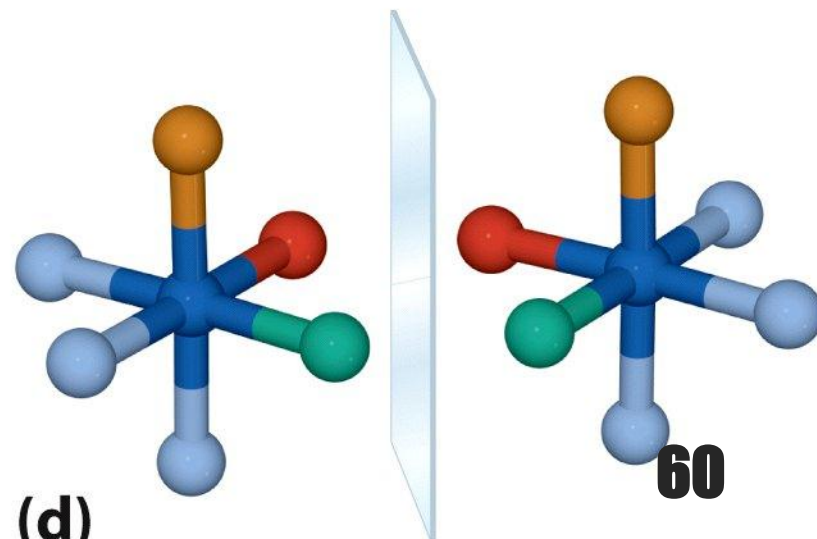
(b)

Се совпаѓаат



(c)

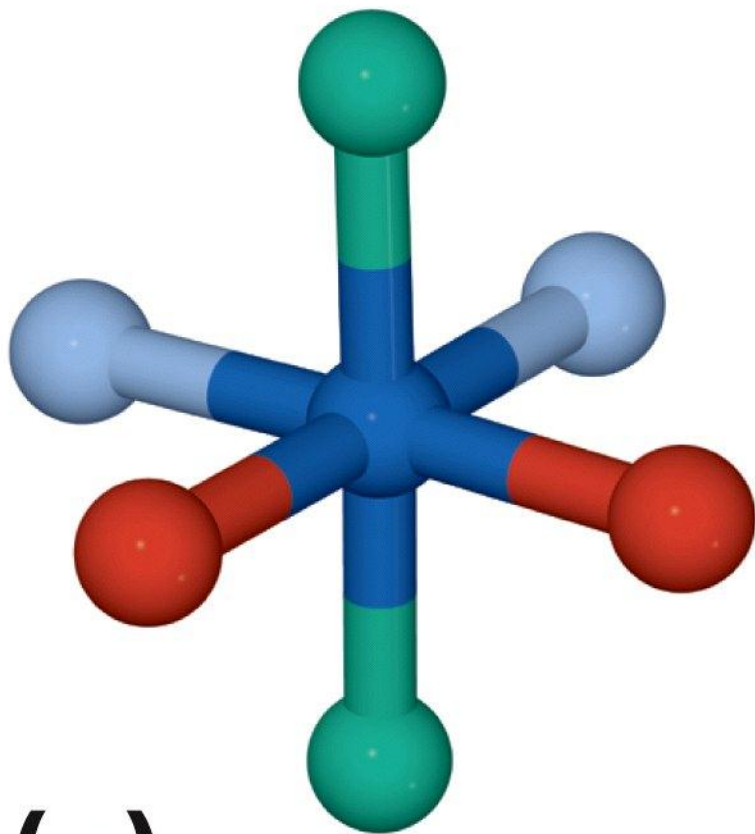
Не се совпаѓаат



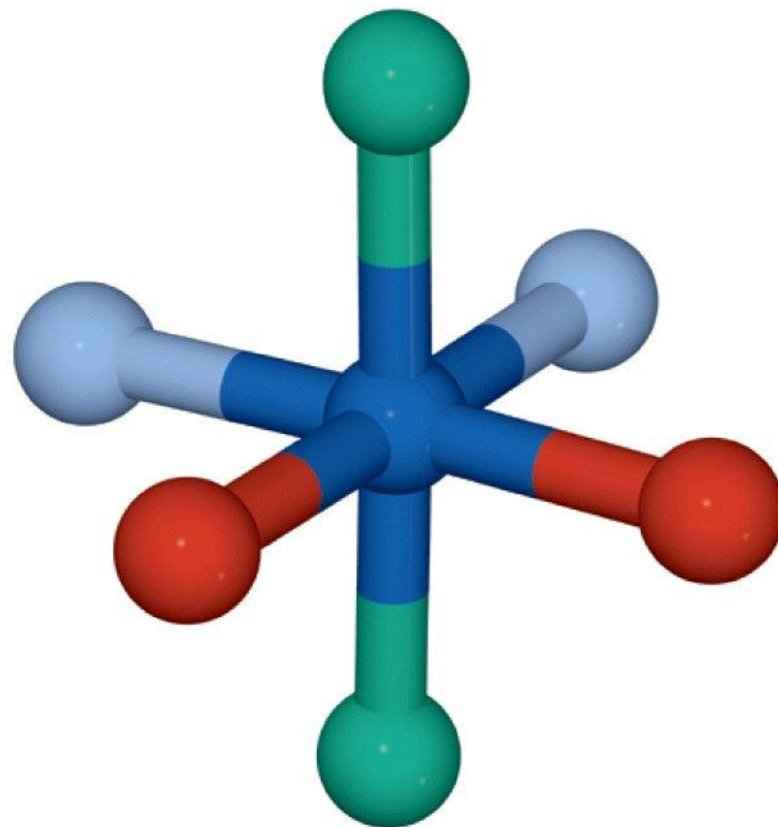
(d)

Не се совпаѓаат

60

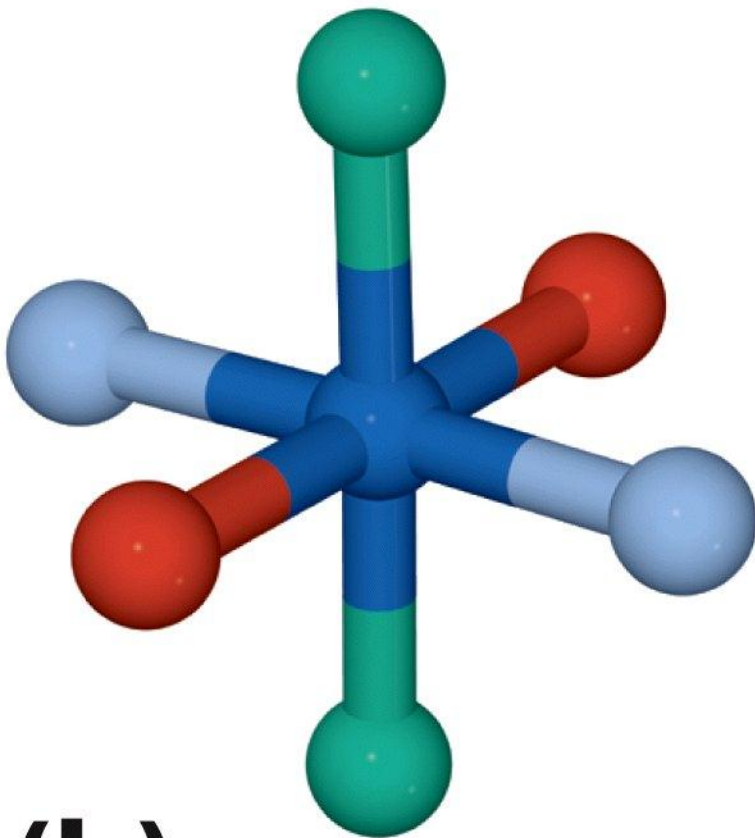


(a)



61

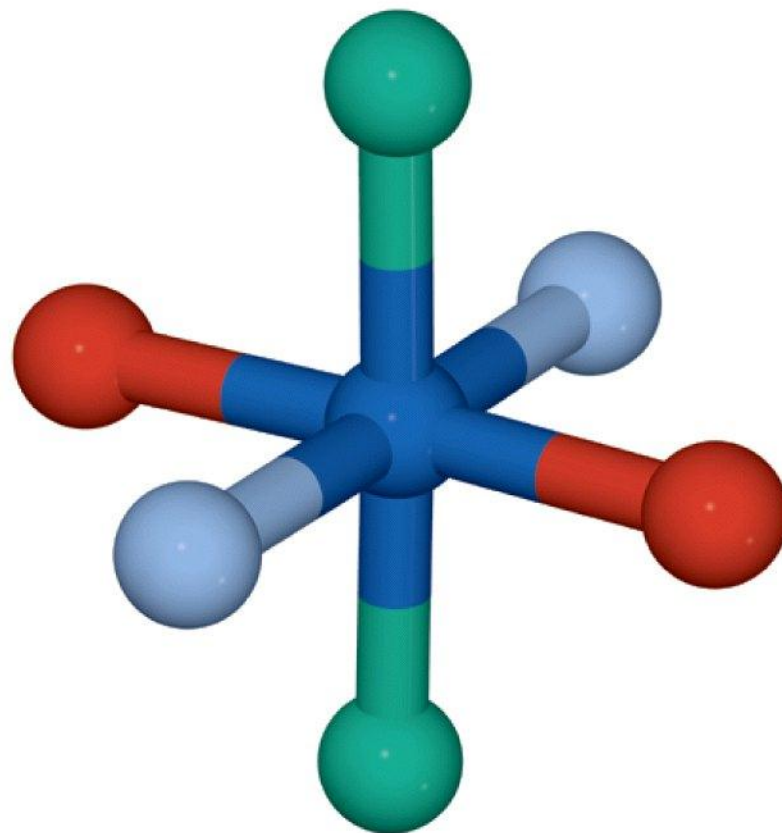
Се совпаѓаат, не се хирални



(b)

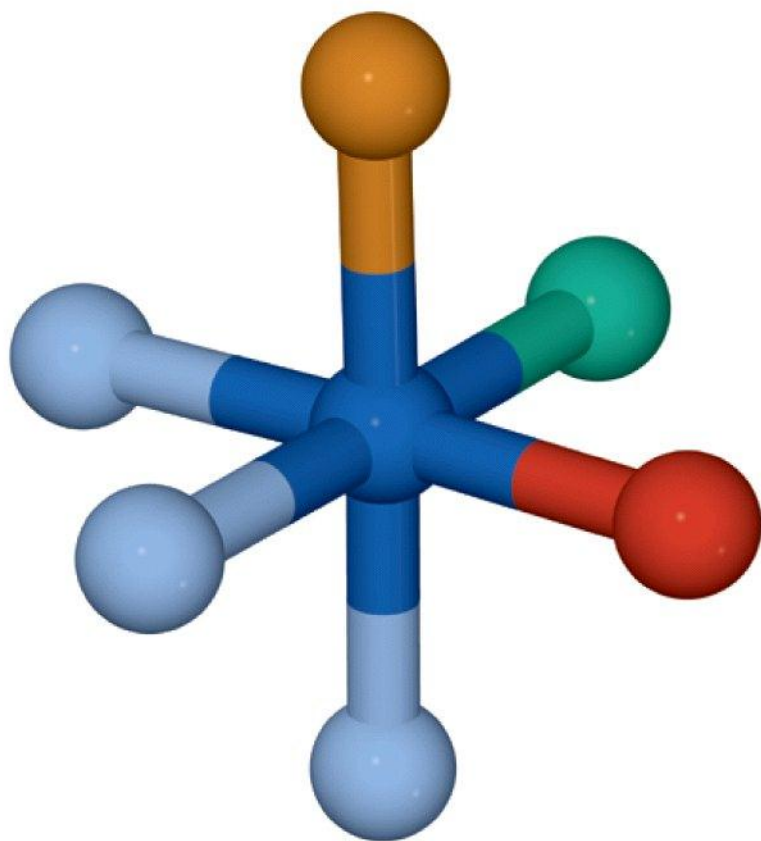


Ротација за 90° во насока на стрелките на часовникот.

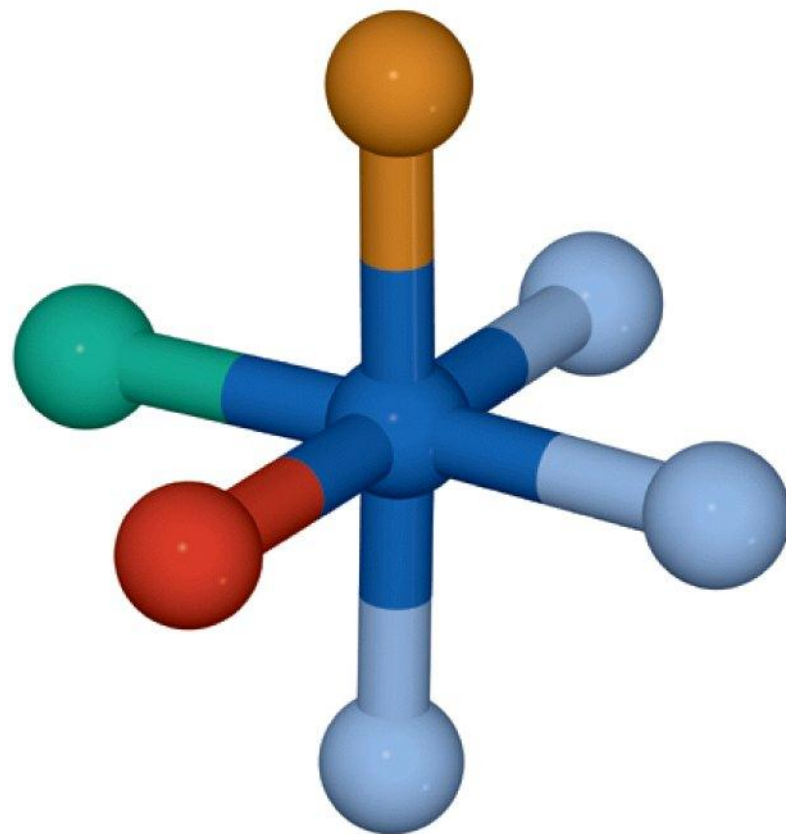


62

Се совпаѓаат, не се хирални

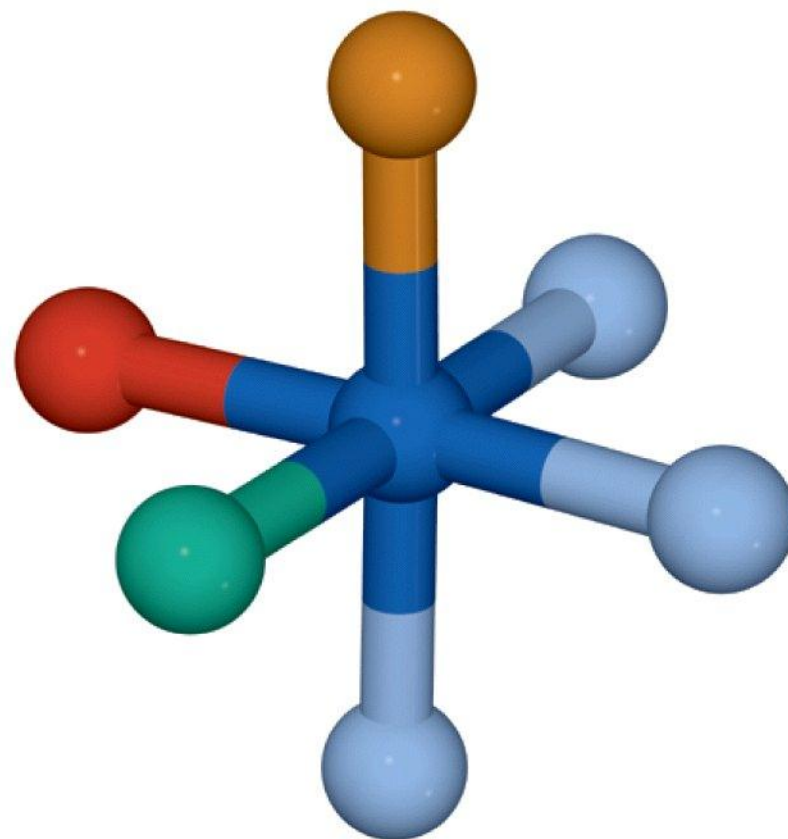
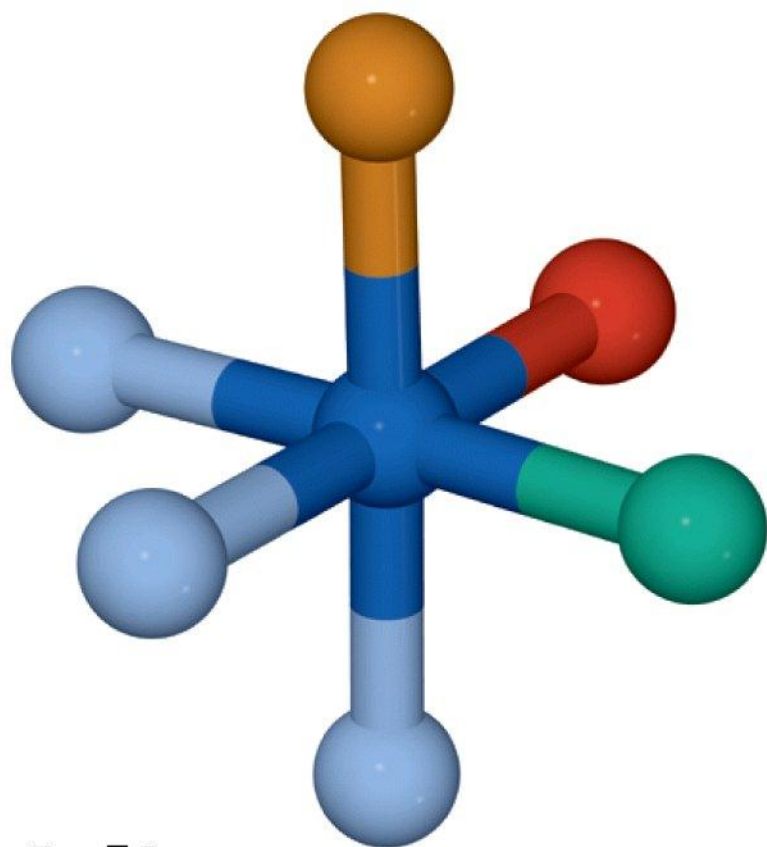


(c)



63

Не се совпаѓаат, хирални

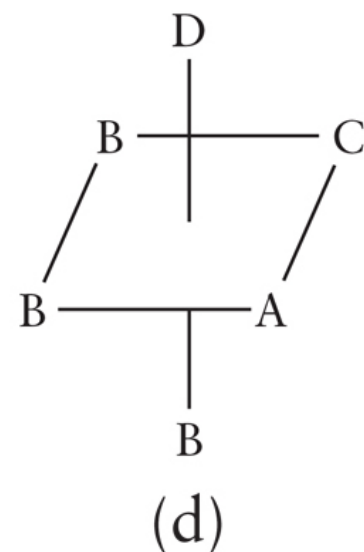
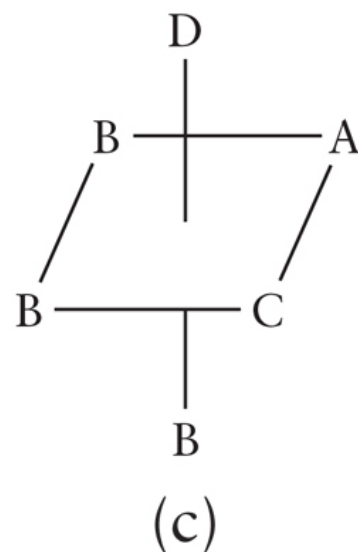
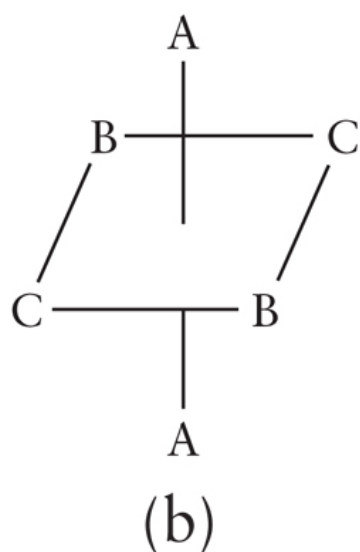
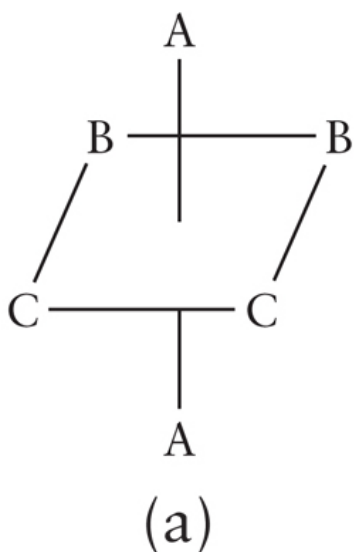


(d)

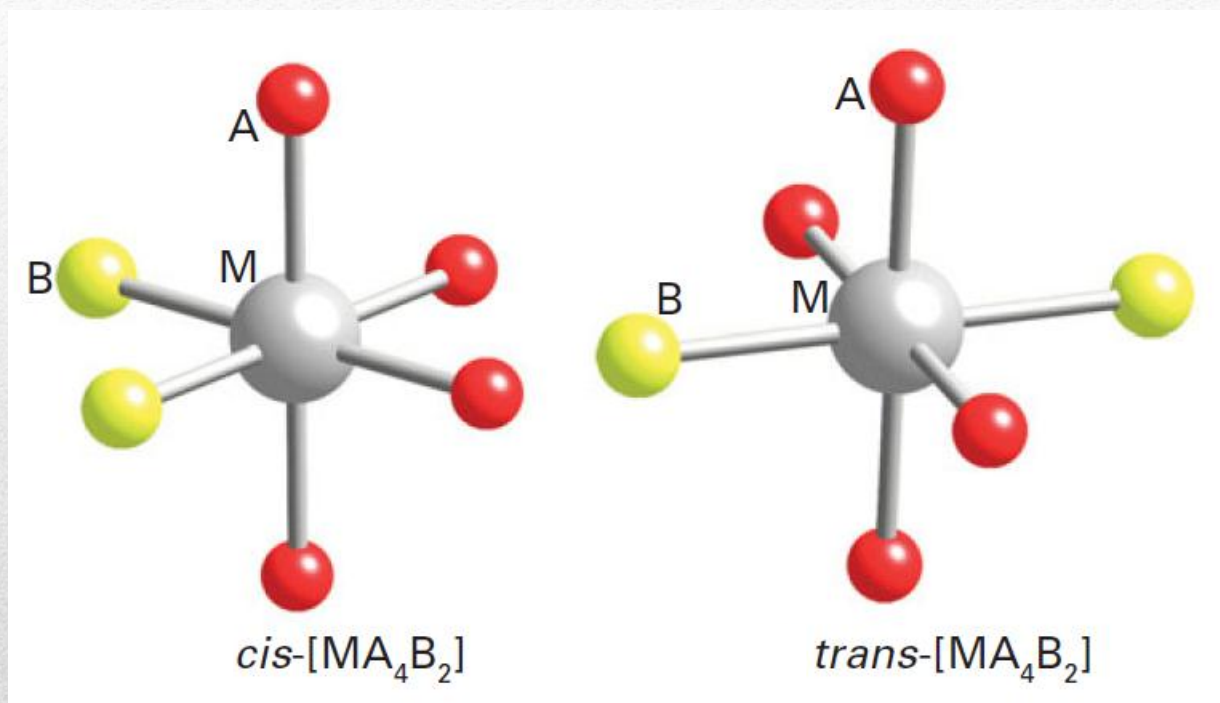
64

Не се совпаѓаат, хирални

Кои честички се хирални?



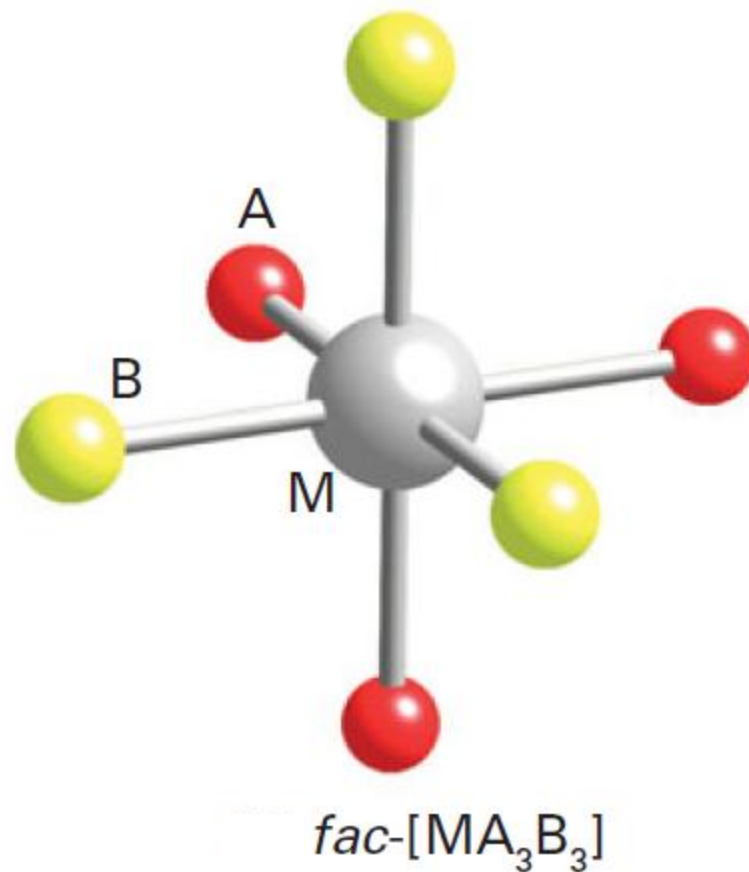
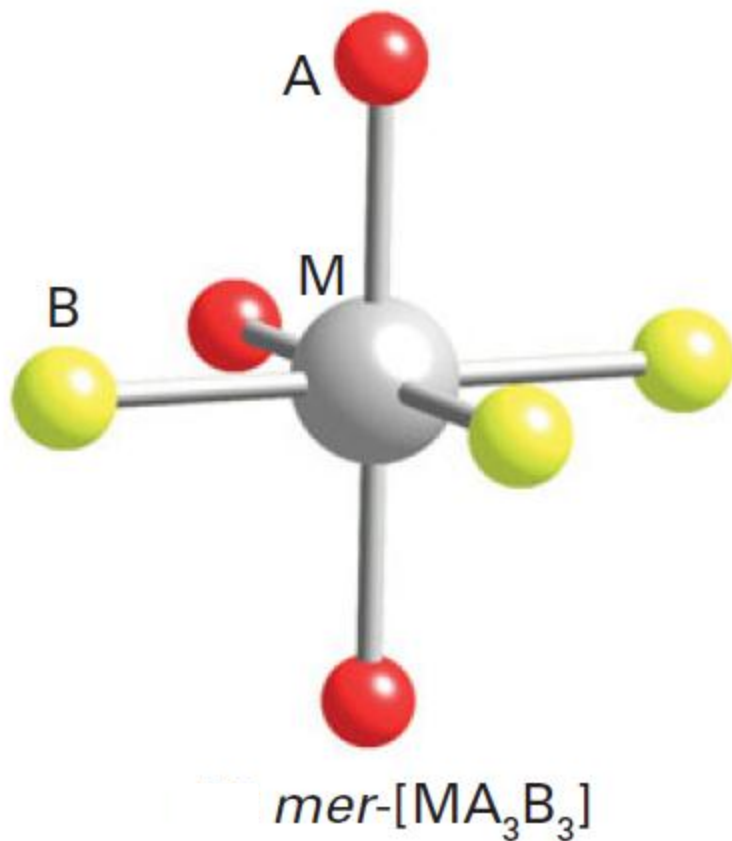
ОКТАЕДАРСКИ КОМПЛЕКСИ, $[MA_4B_2]$



Стереои́зомерија:
Геометриски изомери

66

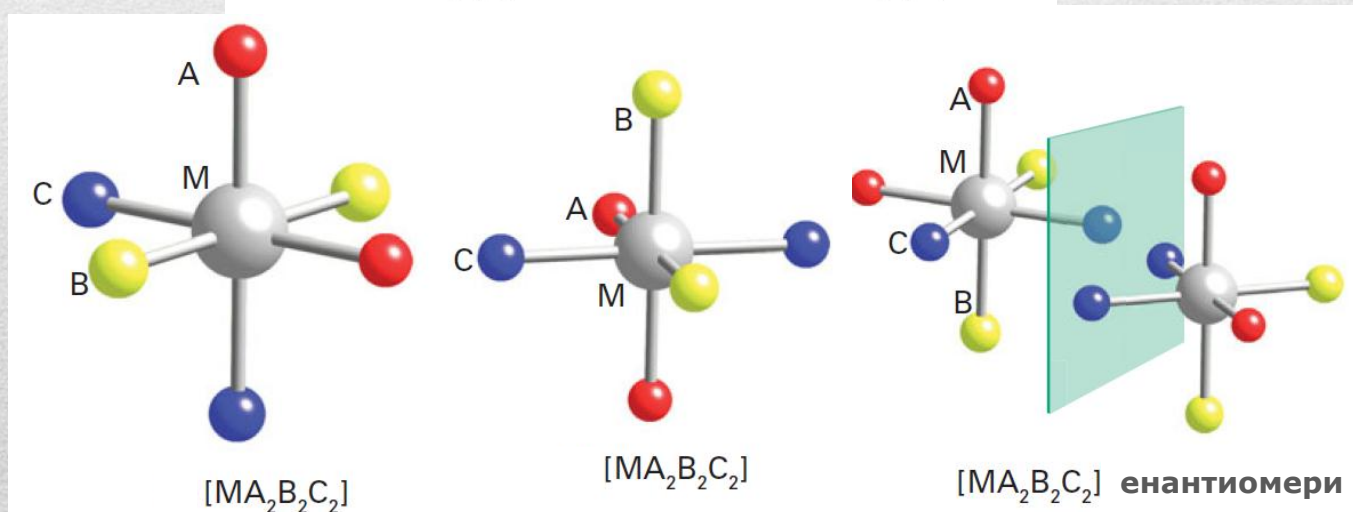
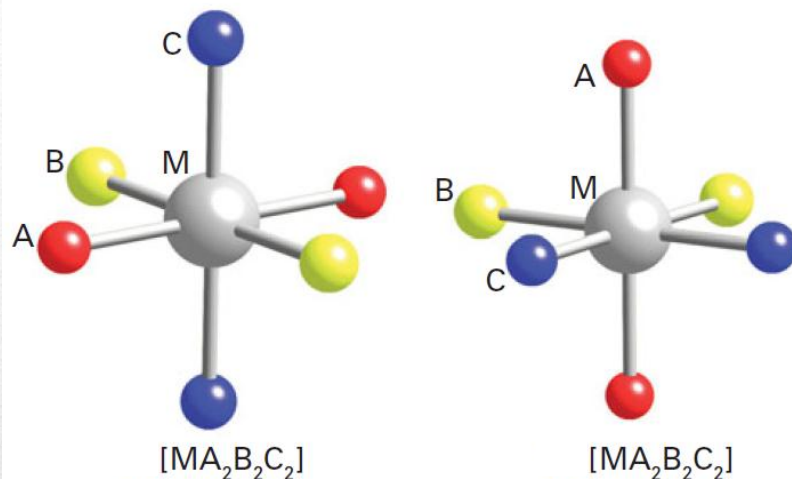
ОКТАЕДАРСКИ КОМПЛЕКСИ, $[MA_3B_3]$



СтереоиЗОМЕРИЈА:
Геометриски изомери

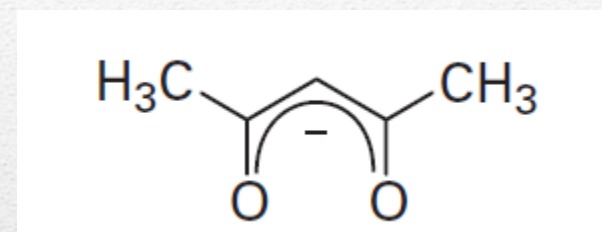
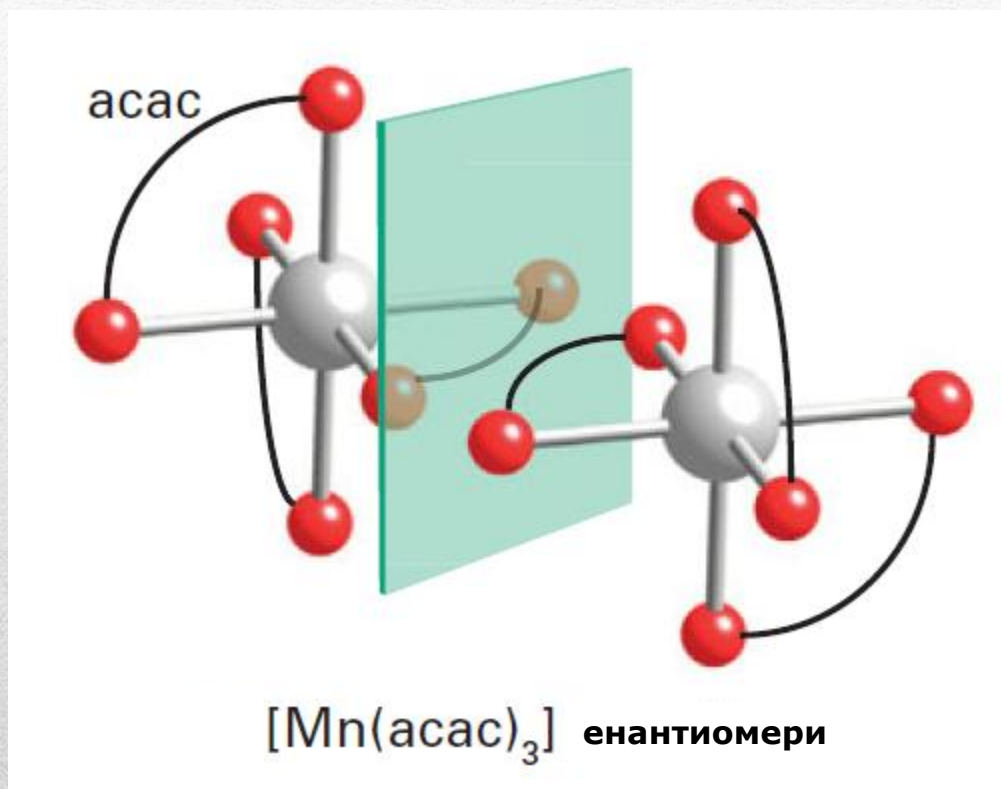
67

ОКТАЕДАРСКИ КОМПЛЕКСИ, $[MA_2B_2C_2]$



СтереоиѲомерија:
Геометриски и оптички изомери

ОКТАЕДАРСКИ КОМПЛЕКСИ

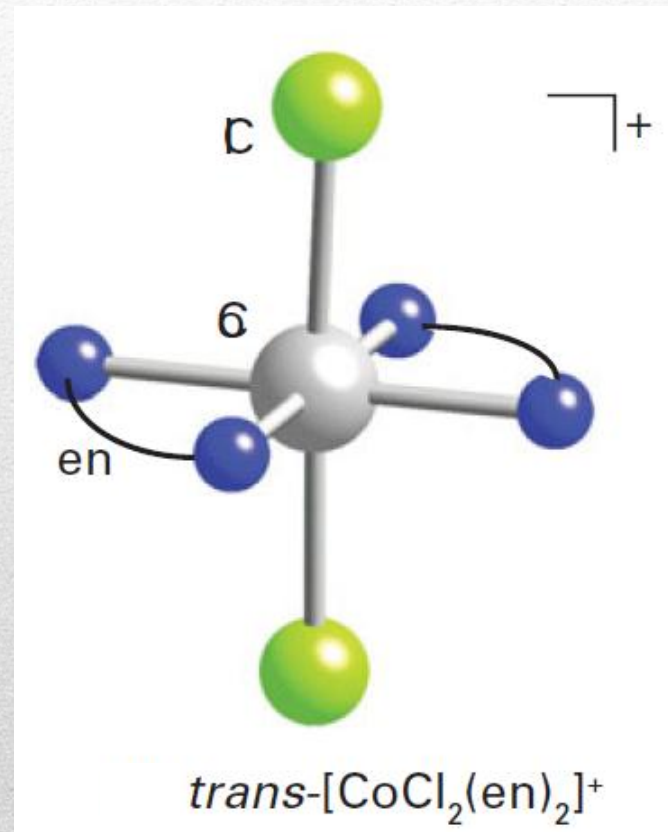
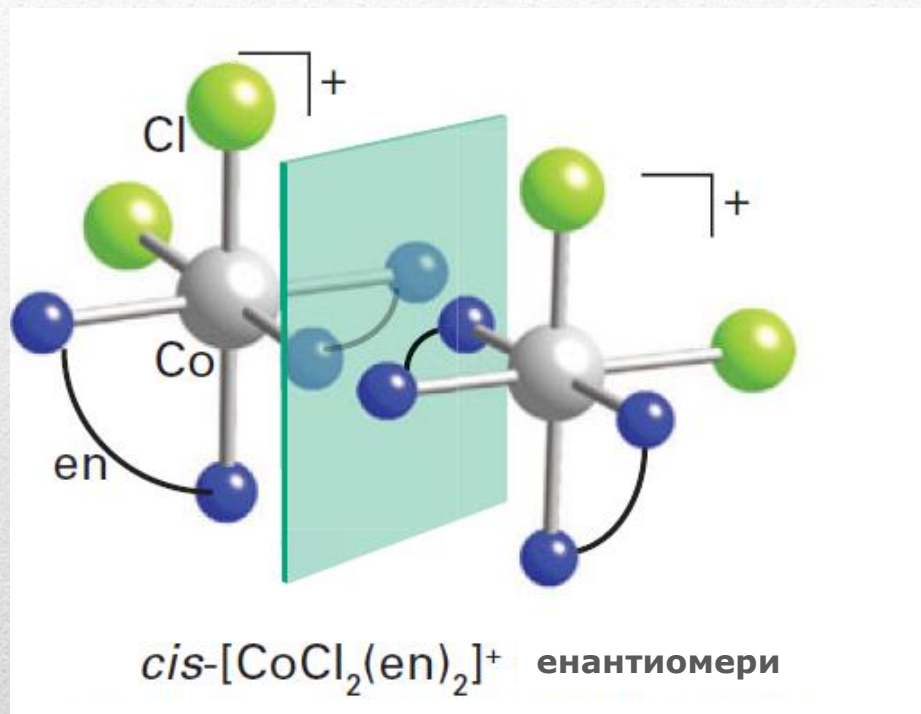


ацетилацетонато

СтереоиЗОМЕРИЈА:
Геометриски изомери

69

ОКТАЕДАРСКИ КОМПЛЕКСИ



Стереои́зомерија:

70

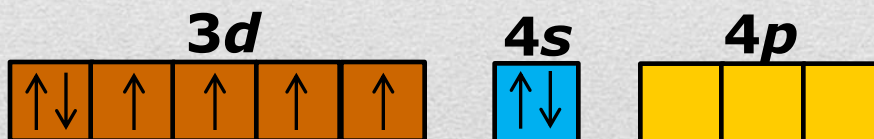
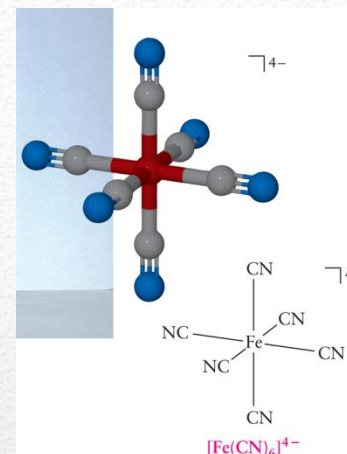
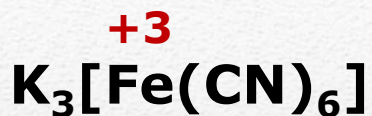
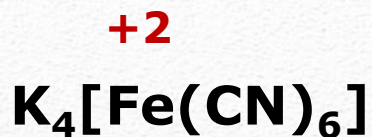
Геометриски и оптички изомери



ХЕМИСКО СВРЗУВАЊЕ КАЈ КОМПЛЕКСНИ ЧЕСТИЧКИ

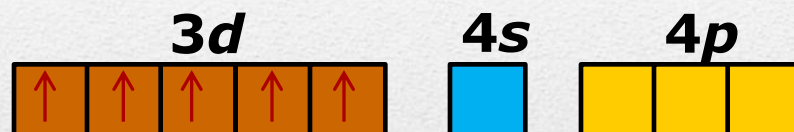
Теорија на валентни врски

71

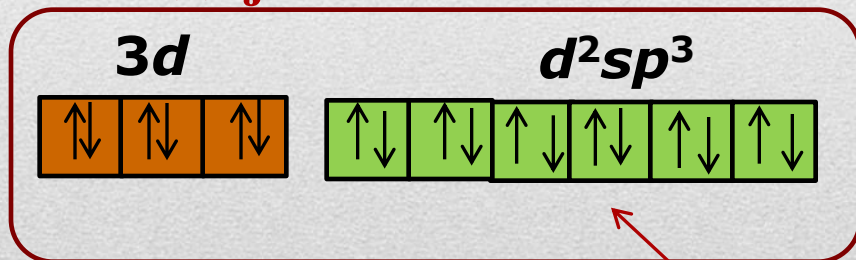


TBB, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ и $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

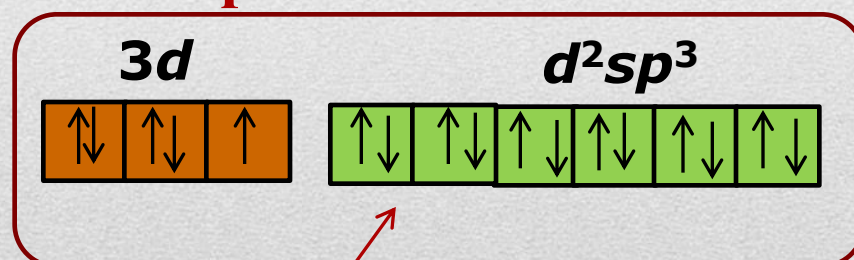
12



дијамагнетична



парамагнетична



Електрони од доворните
атоми на лигандите

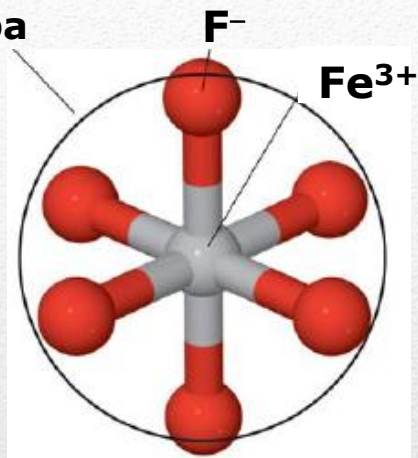
73

TBB, $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ и $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

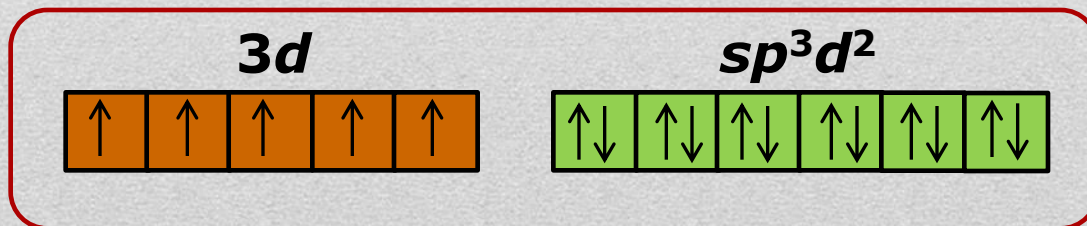
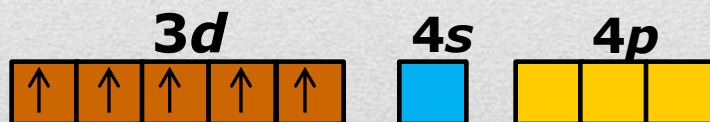
Б.Пејова, ТНХ, 2019



Октаедарска
структура



**Силно
парамагнетична**



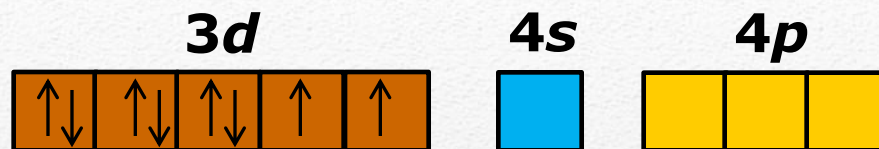
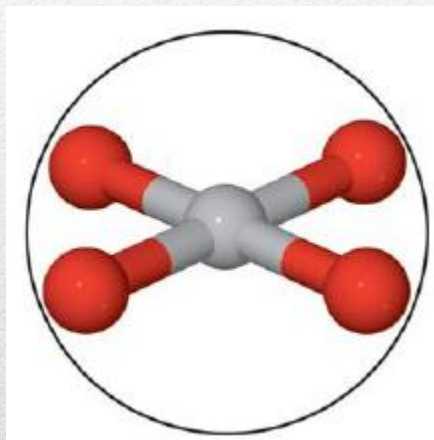
ВИСОКОСПИНСКА

74

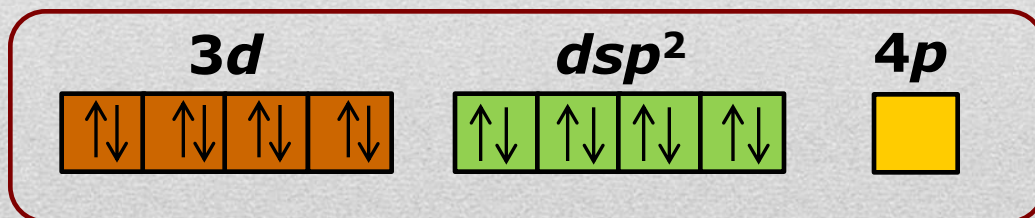
TBB, [FeF₆]³⁻



**Квадратно-планарна
структура**



дијамагнетична

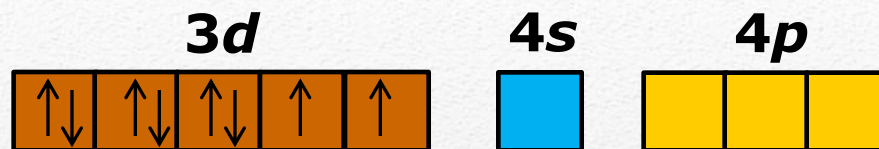
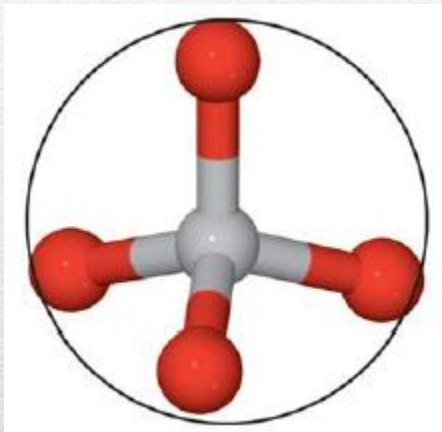


75

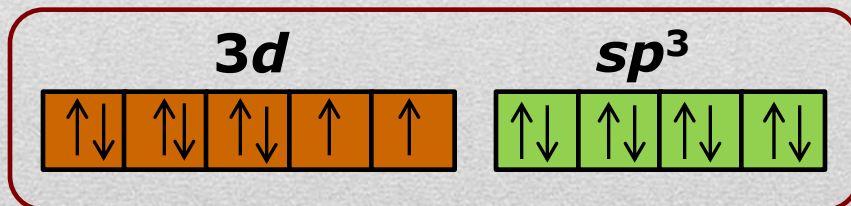
TBB, [Ni(CN)₄]²⁻



тетраедарска
структура



парамагнетична



76

TBB, [NiCl₄]²⁻

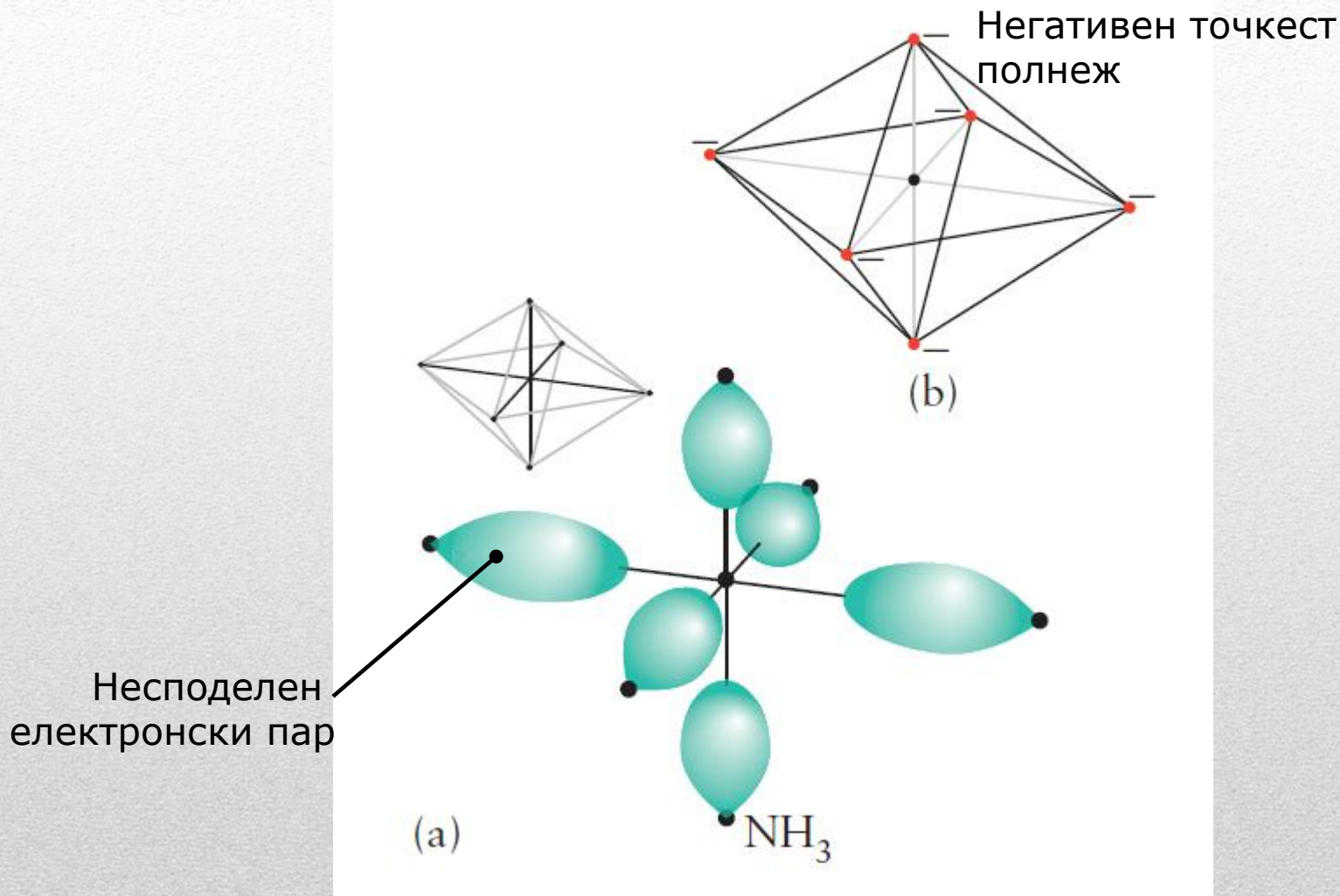


КОМПЛЕКСНИ ЧЕСТИЧКИ

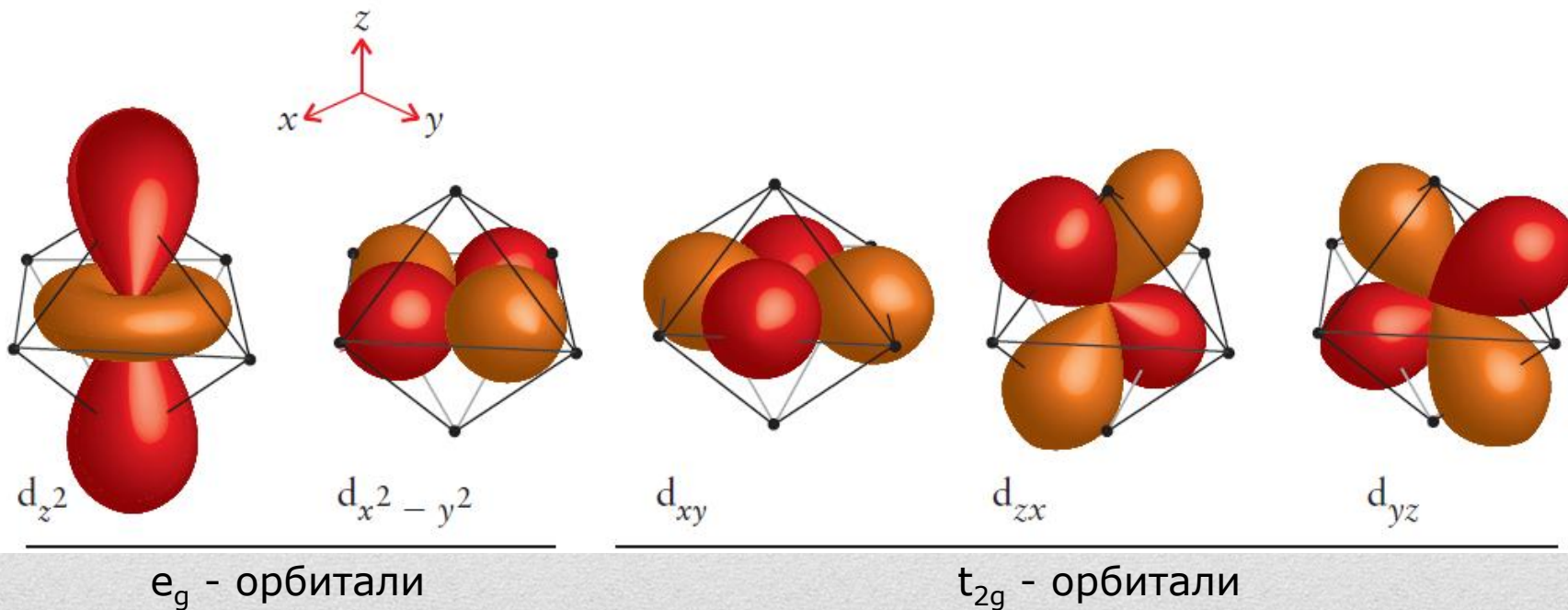
Теорија на кристално поле

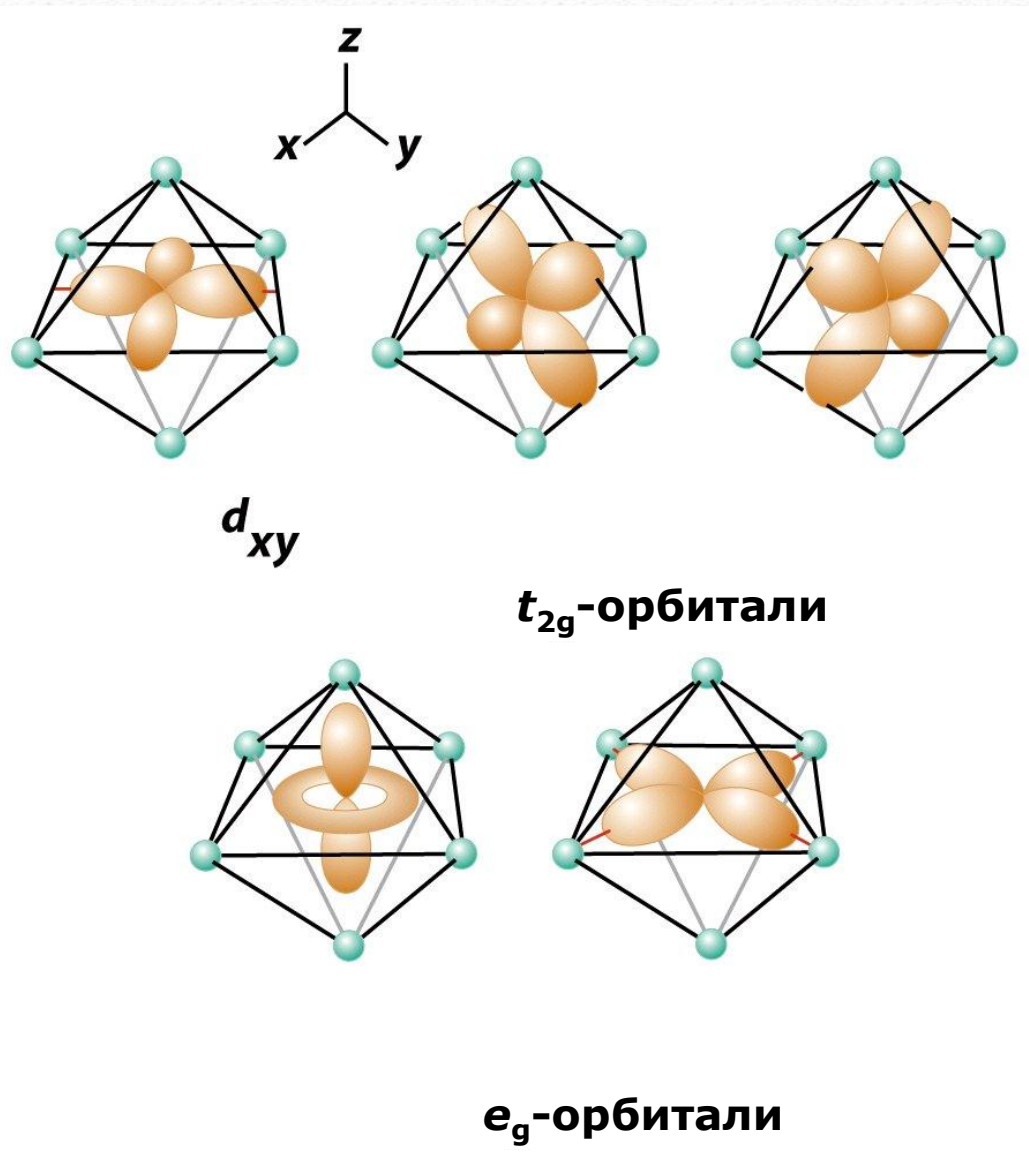
П

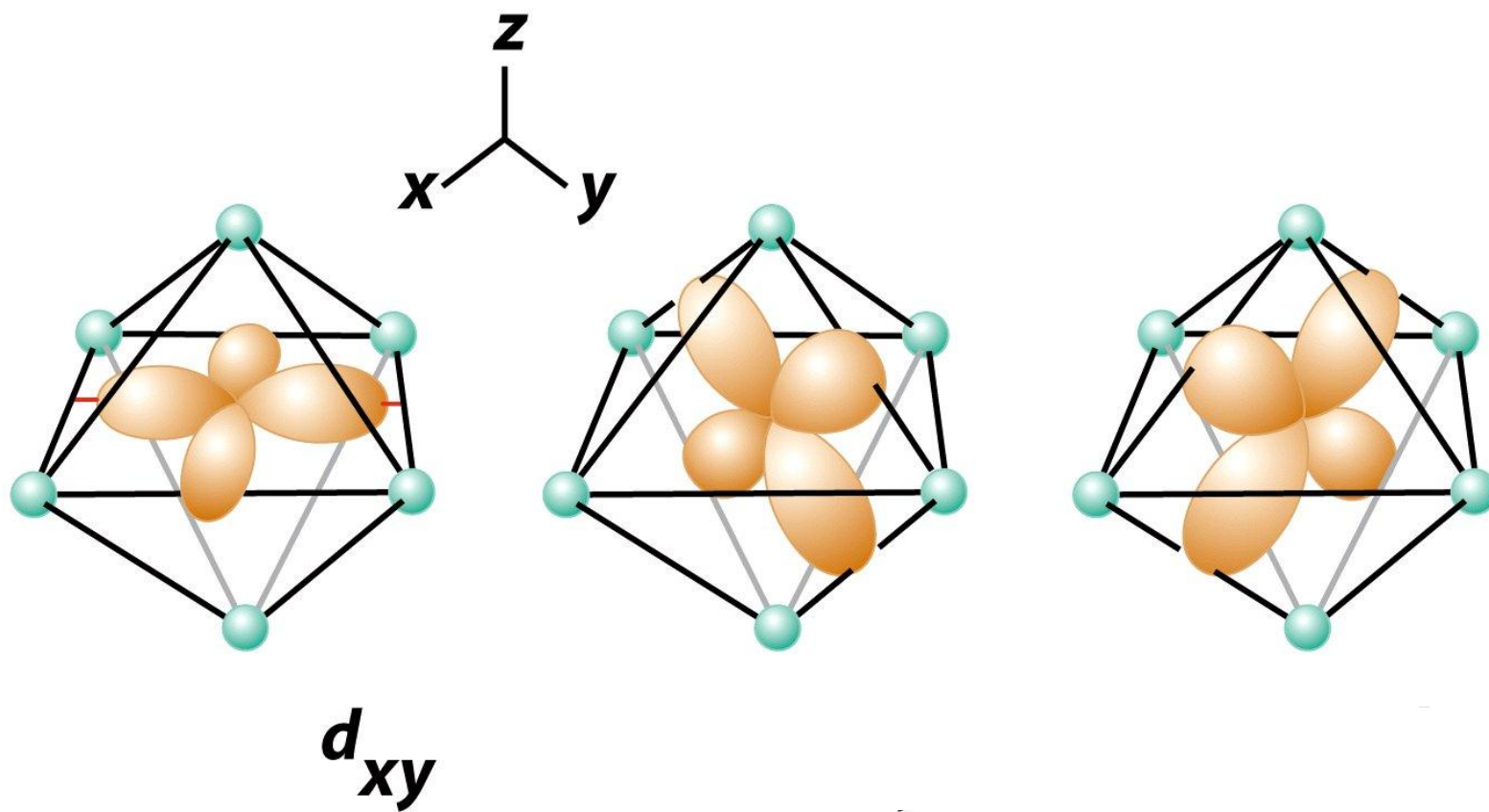
Октаедарско кристално поле



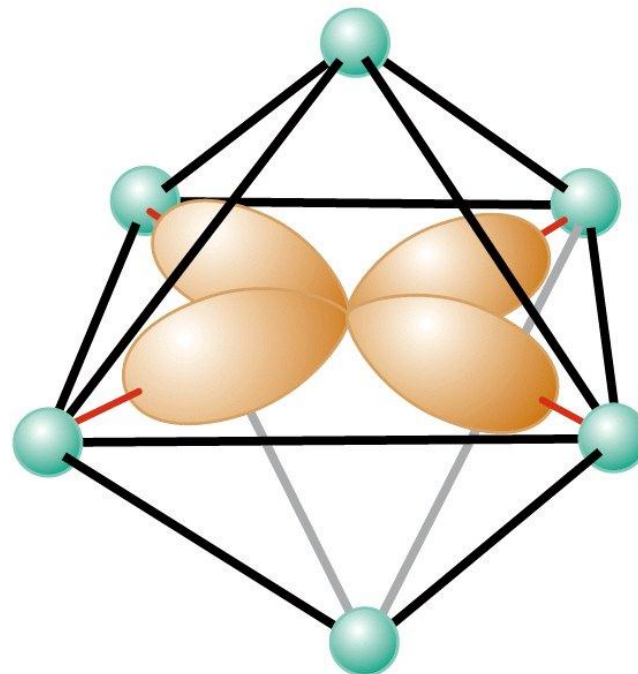
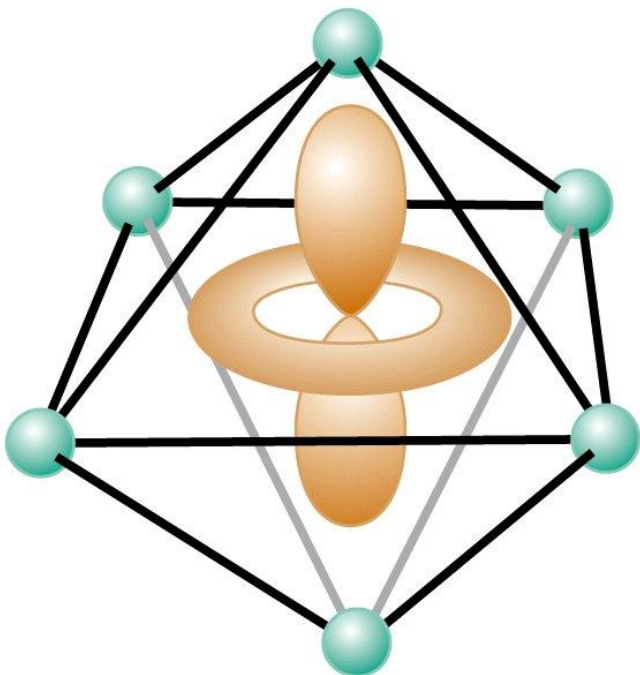
Несподелените електронски парови
се третираат како точкести полнежи.



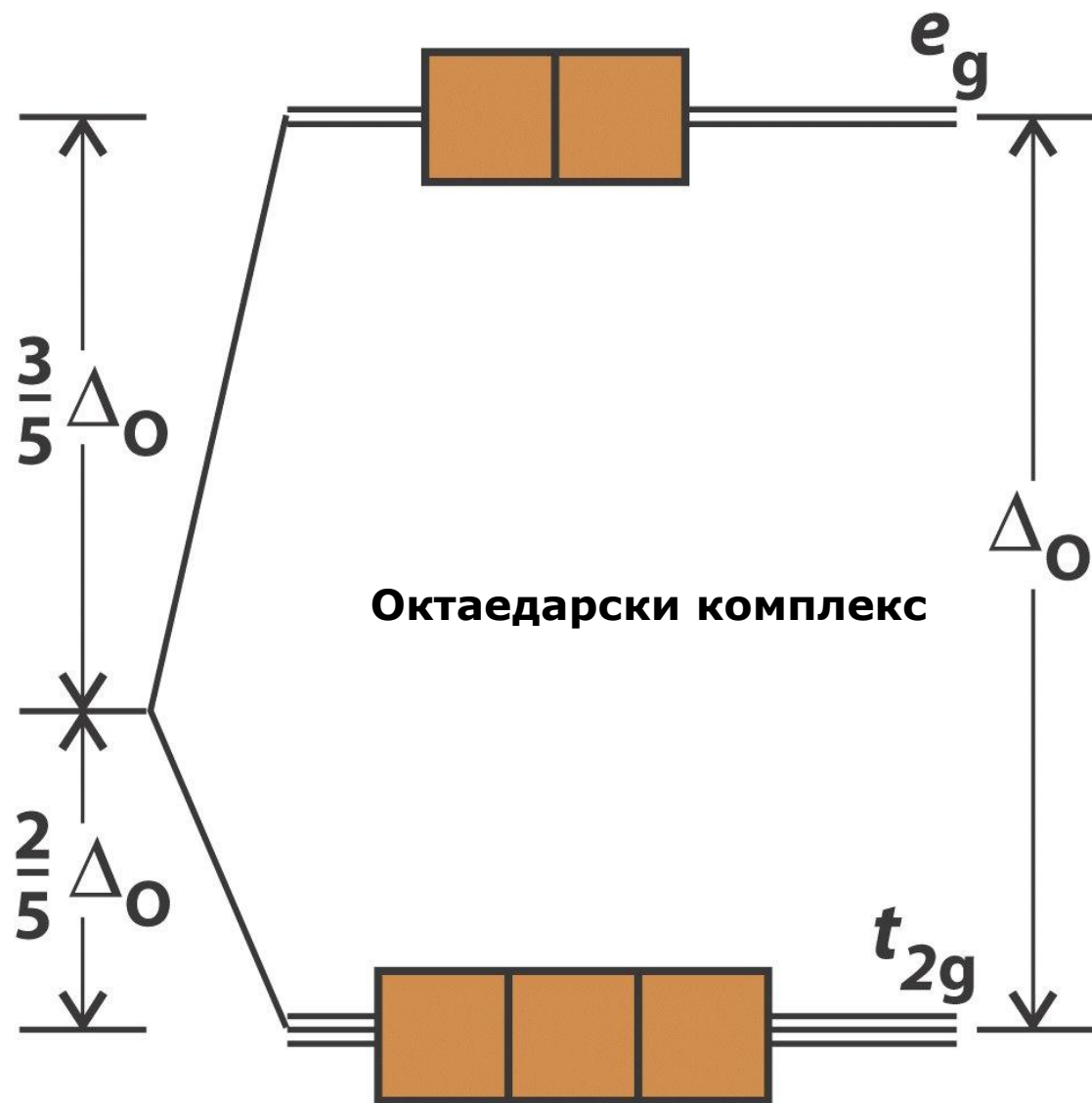




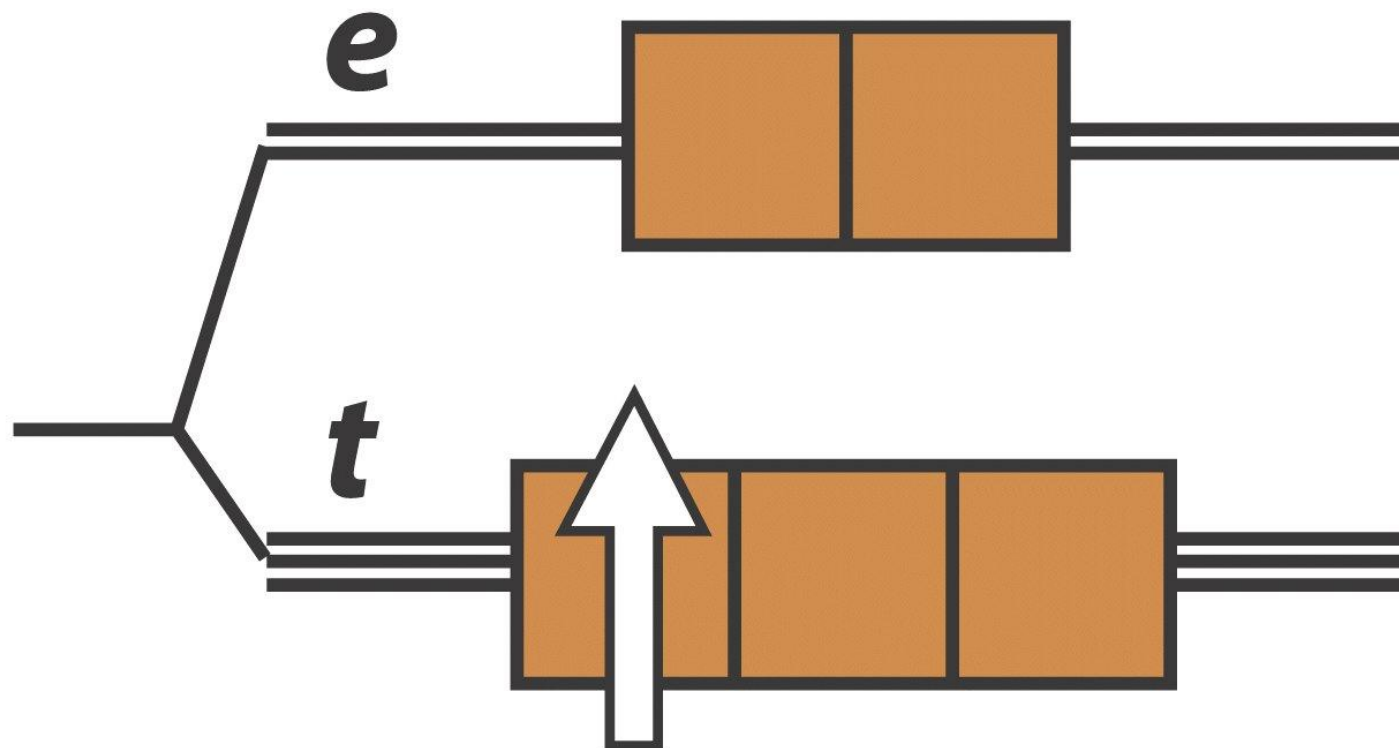
t_{2g} -орбитали



e_g -орбитали



Параметар на
расцепување на
лигандното поле



$\text{Ti}:[\text{Ar}]3d^24s^2$

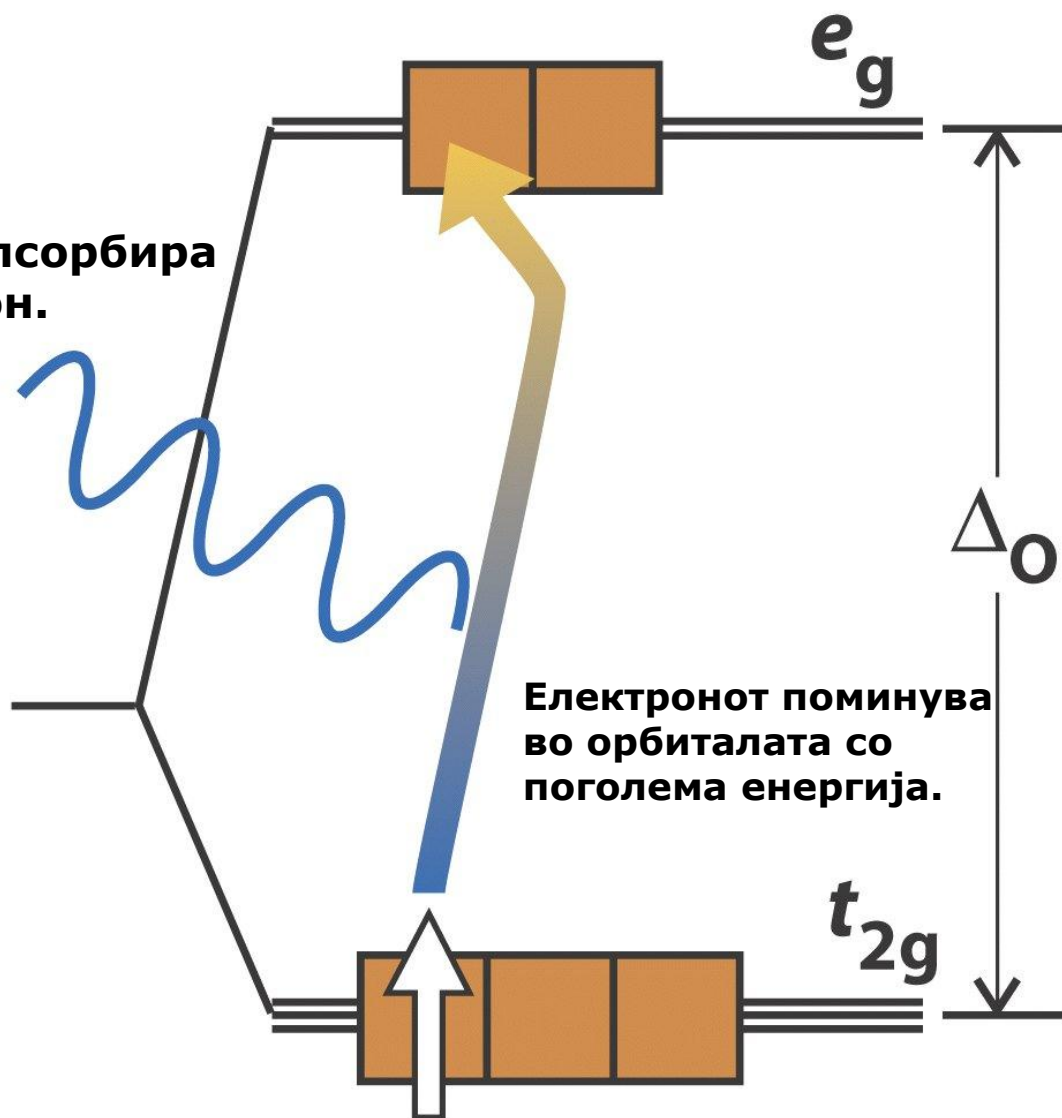
$\text{Ti}^{3+}:[\text{Ar}]3d^1$

t_{2g}^1

84

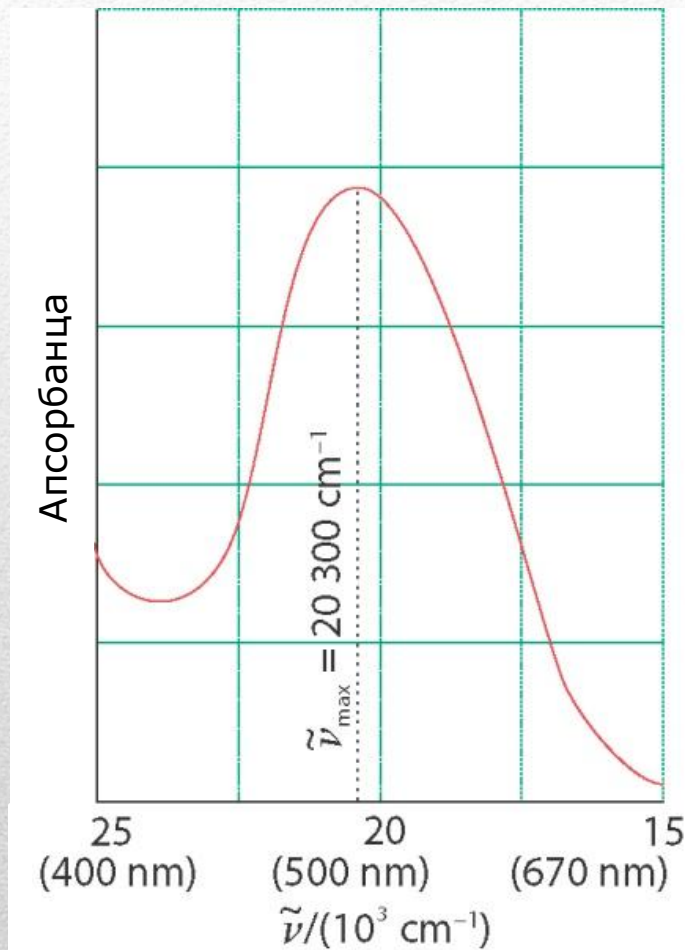
$[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$

Се апсорбира
фотон.

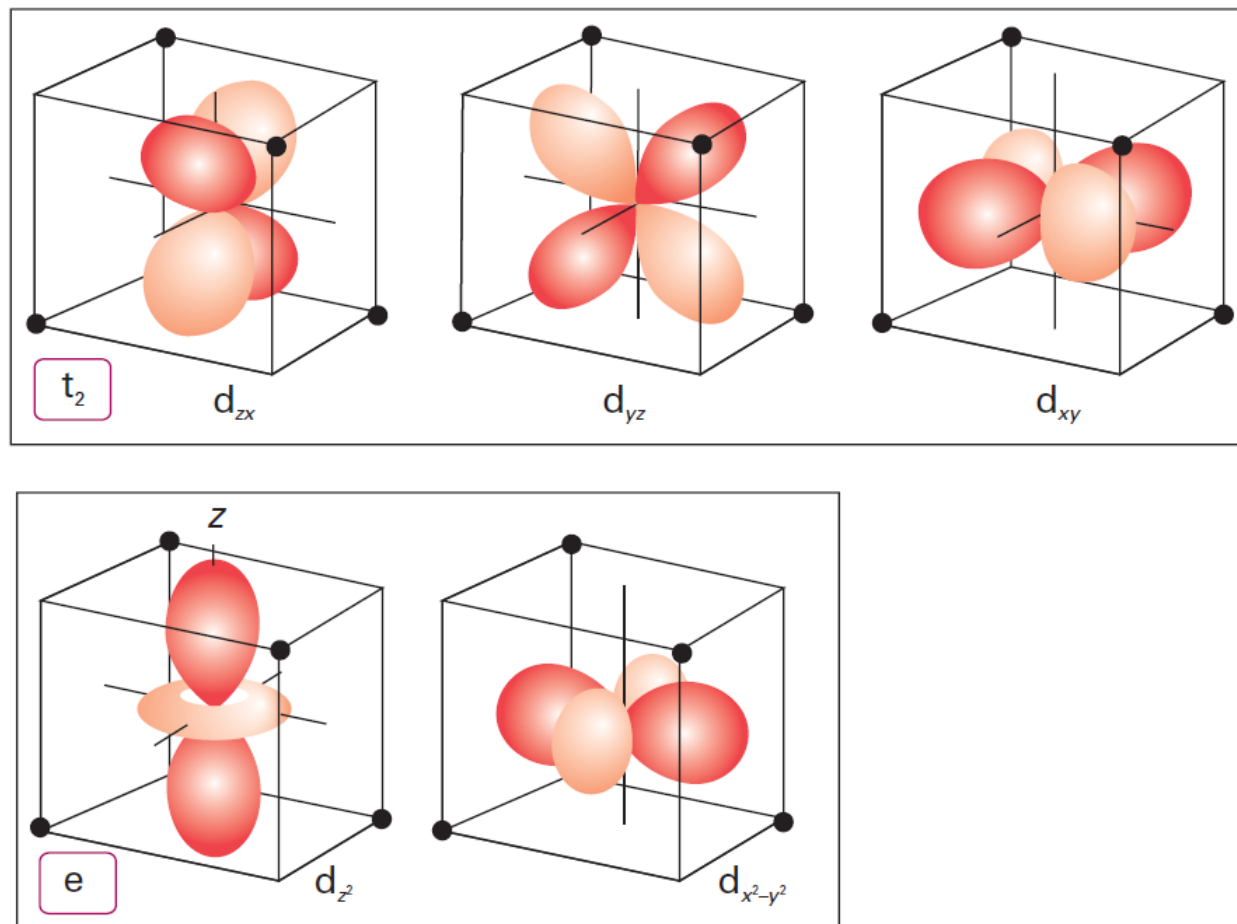


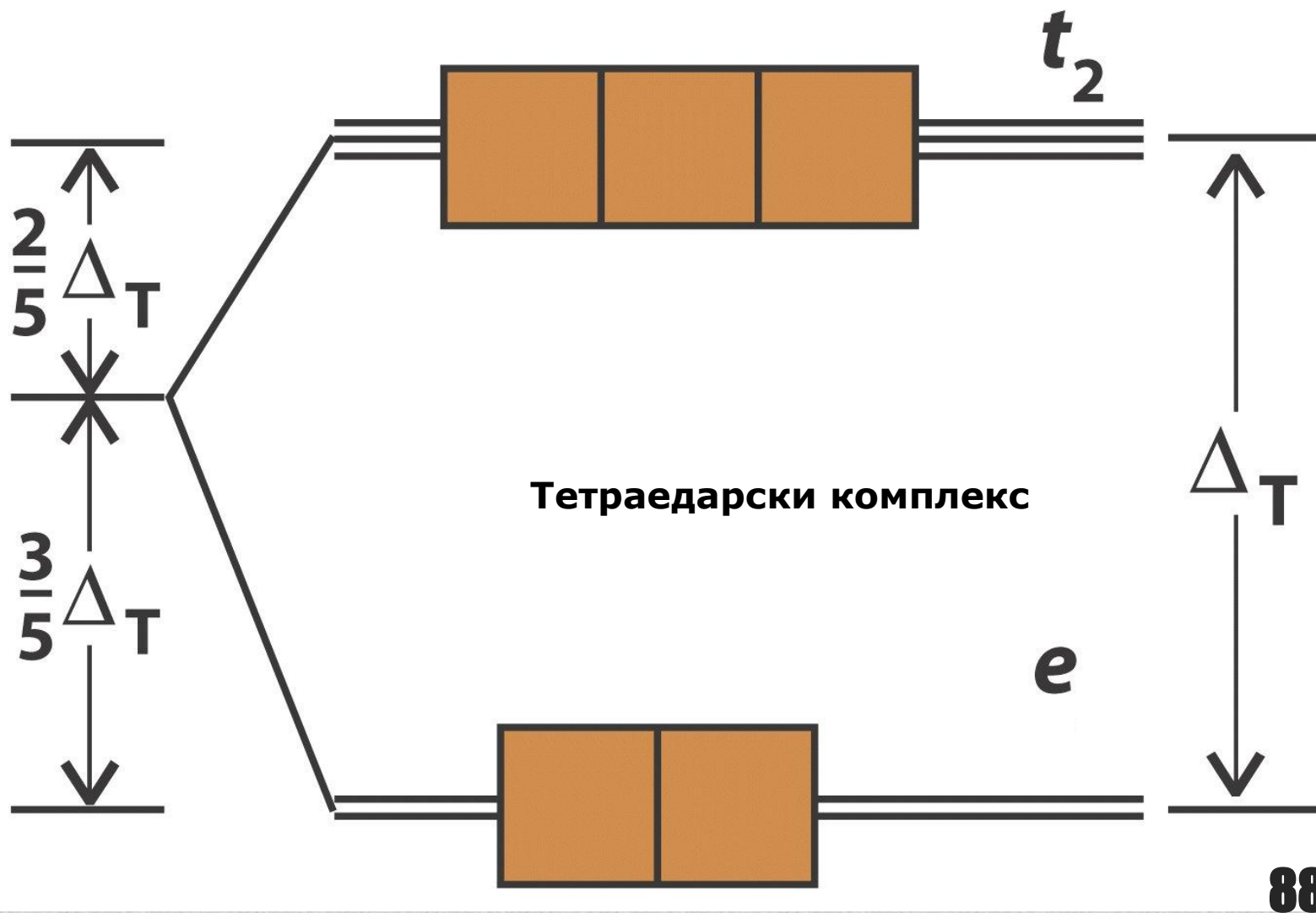
Електронот поминува
во орбиталата со
поголема енергија.

Апсорпционен спектар на $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$

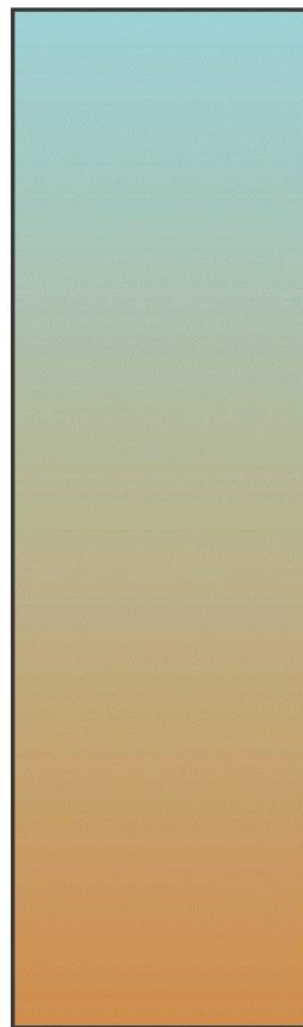


Тетраедарско кристално поле





Лиганд со силно поле



CN^- , CO

NO_2^-

en

NH_3

H_2O

ox

OH^-

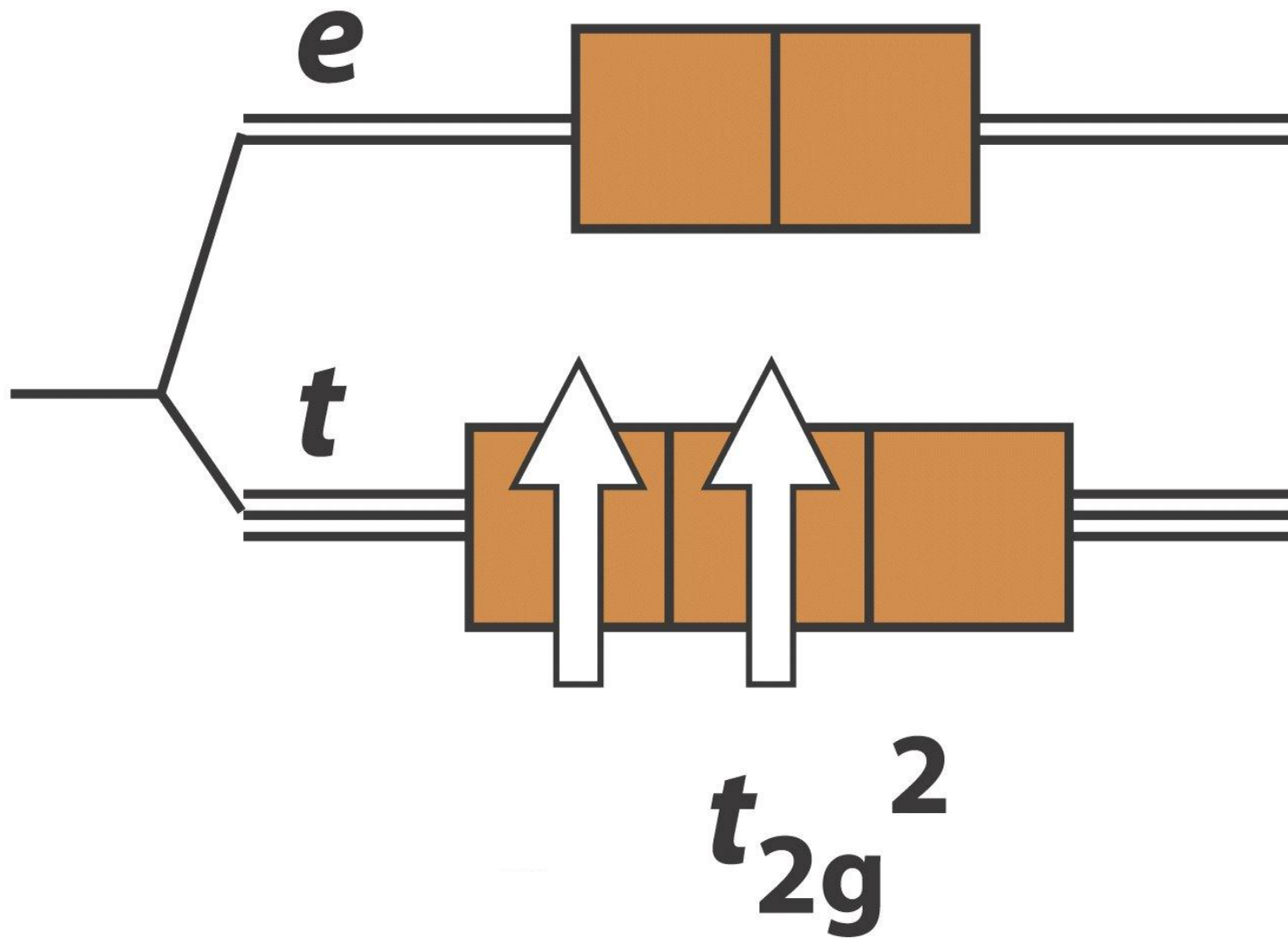
F^-

SCN^- , Cl^-

Br^-

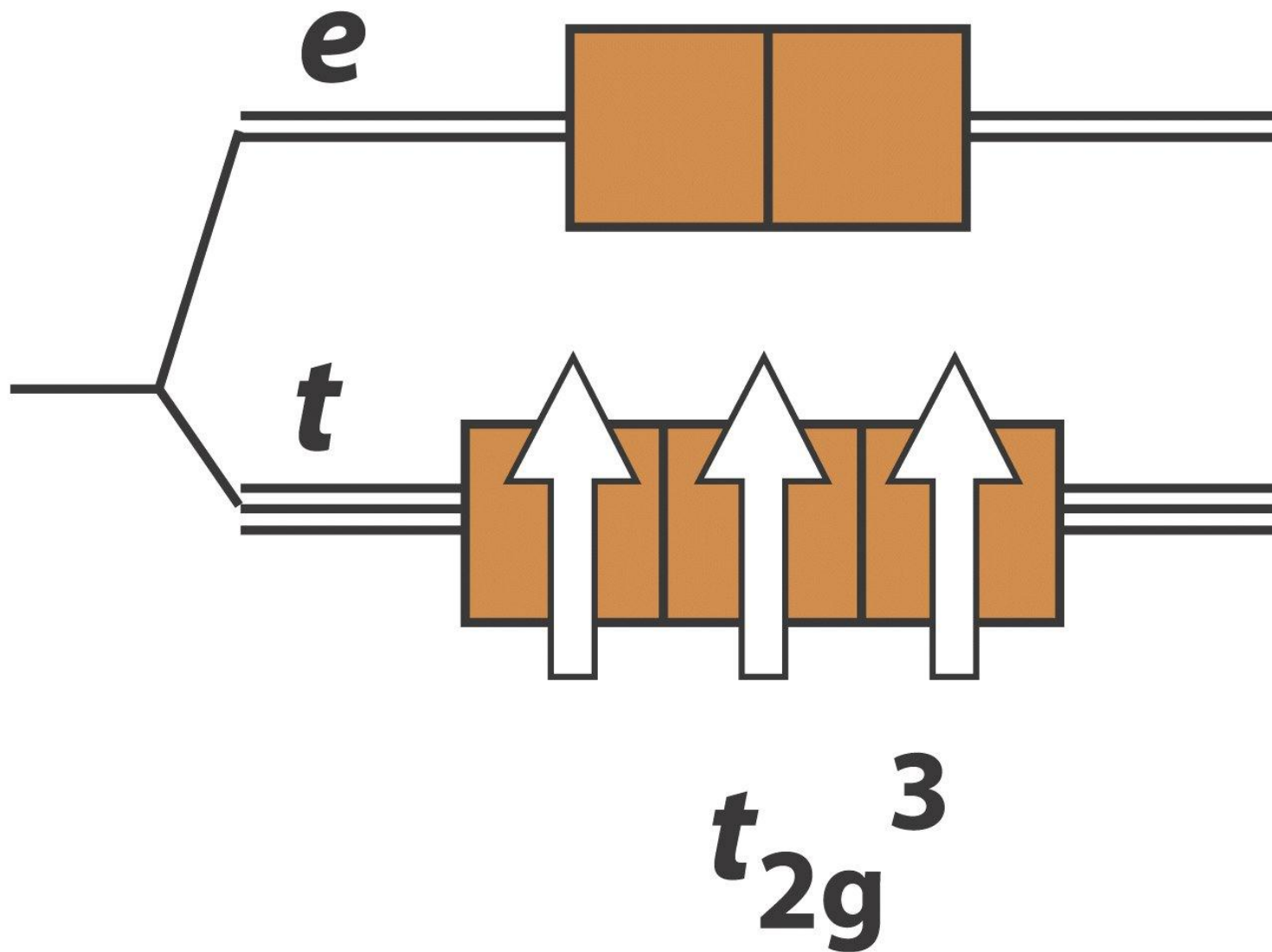
I^-

Лиганд со слабо поле



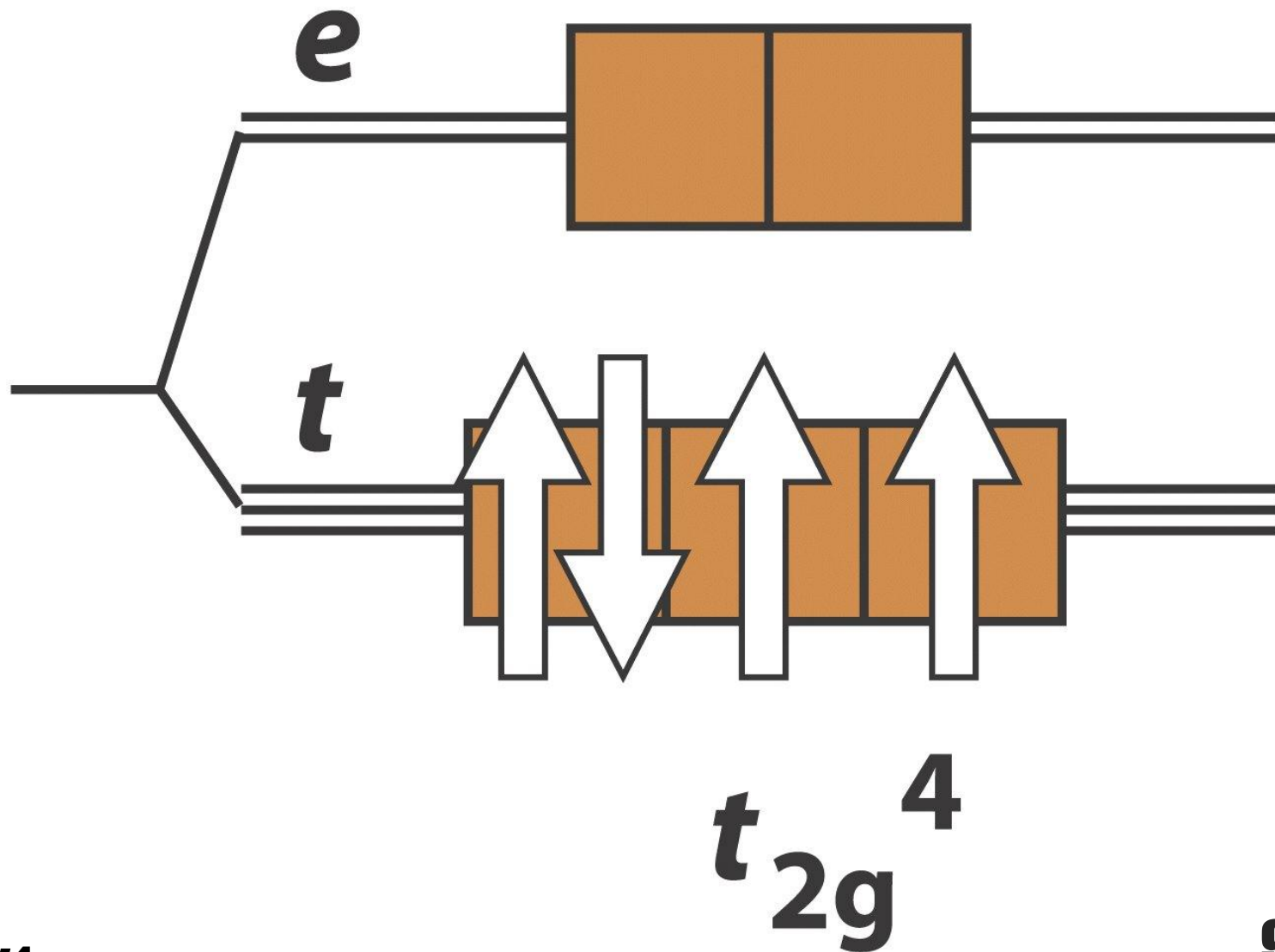
d^2 октаедарски комплекс

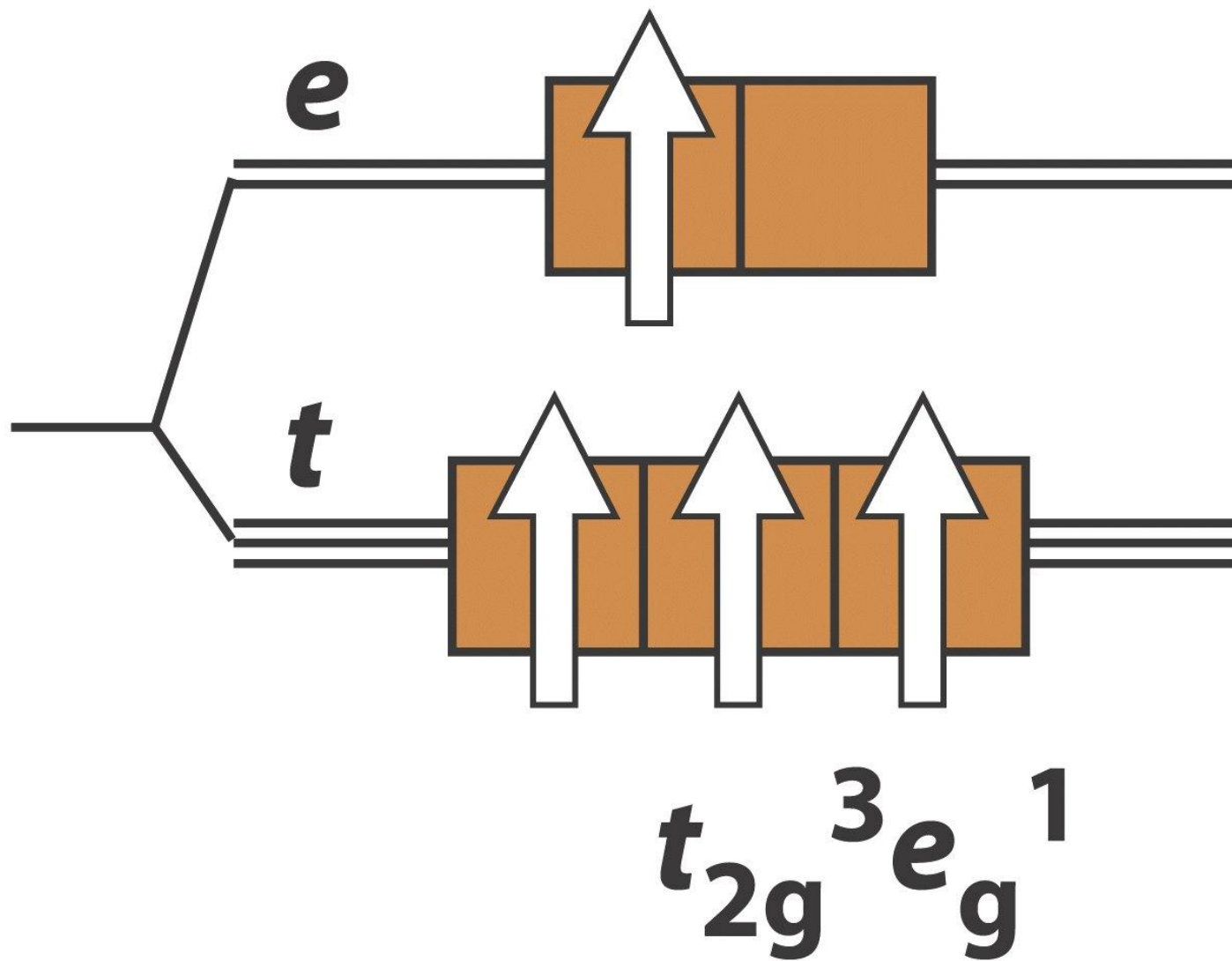
90



d^3 октаедарски комплекс

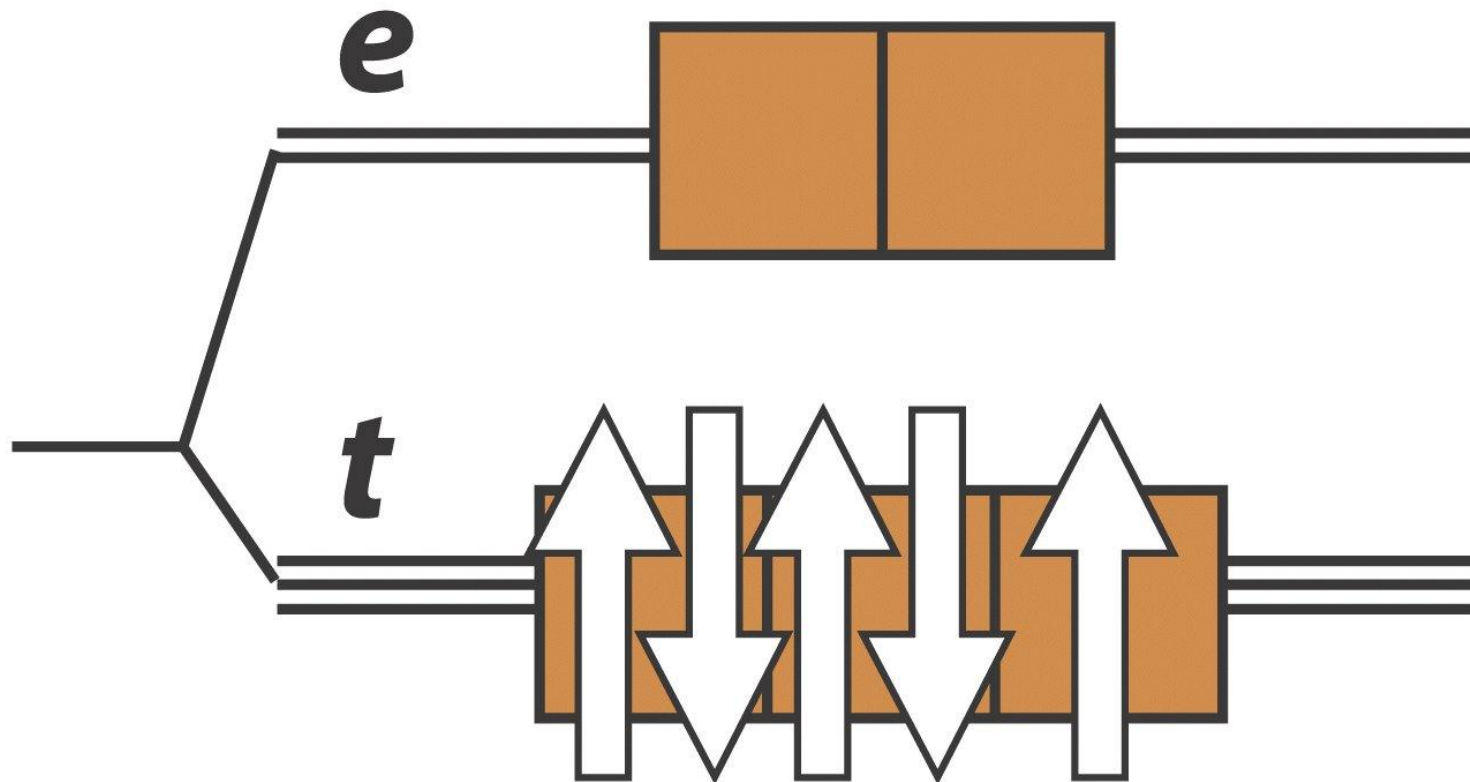
91





d^4 октаедарски комплекс

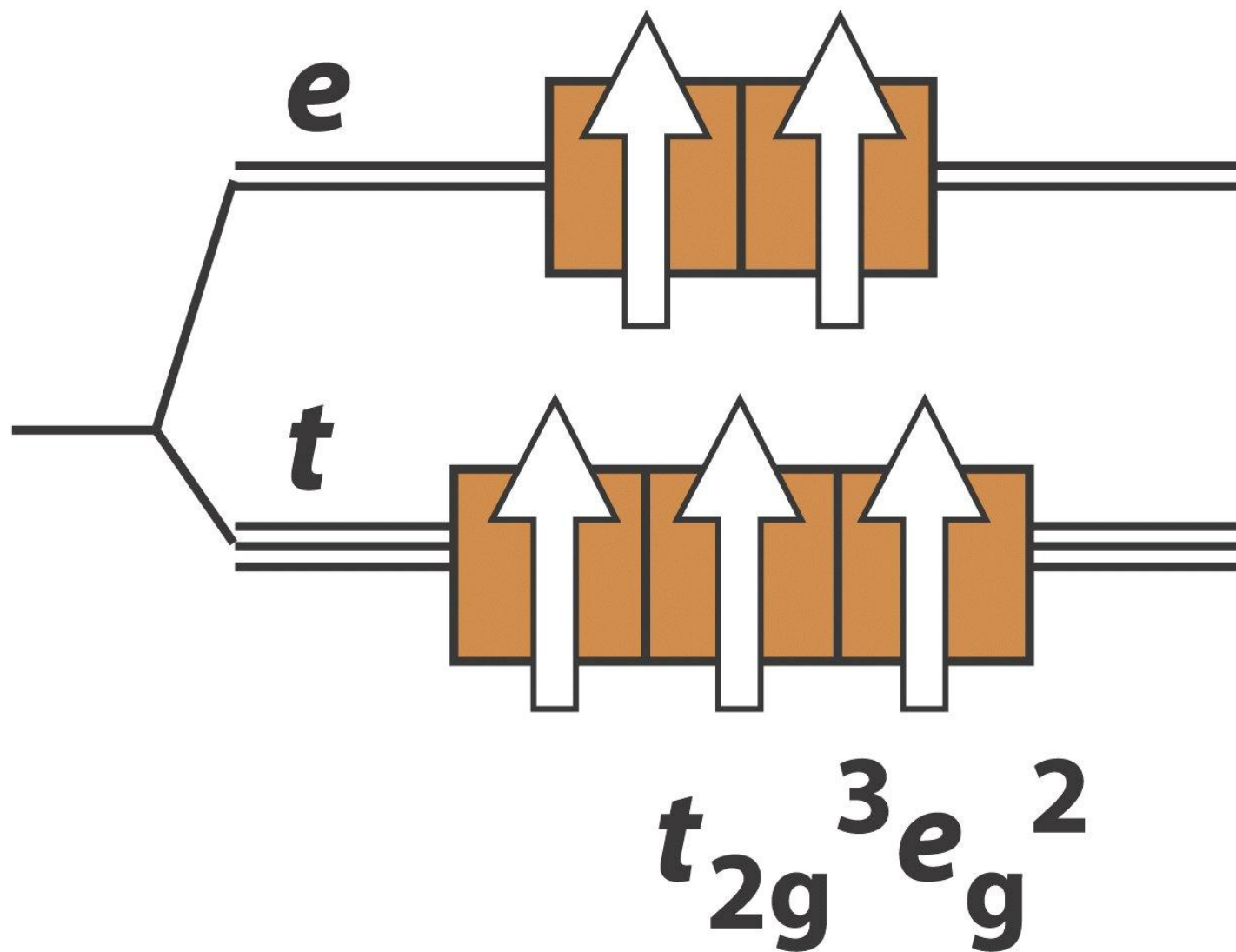
93



t_{2g}^5

d^5 октаедарски комплекс

94



d^5 октаедарски комплекс

95

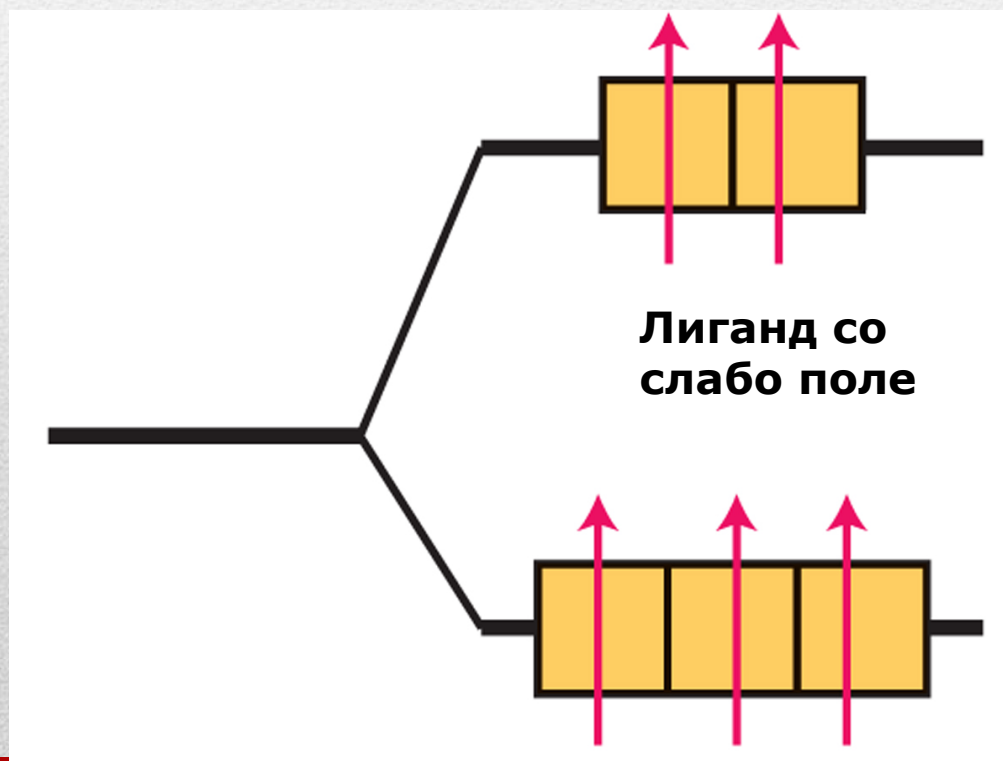
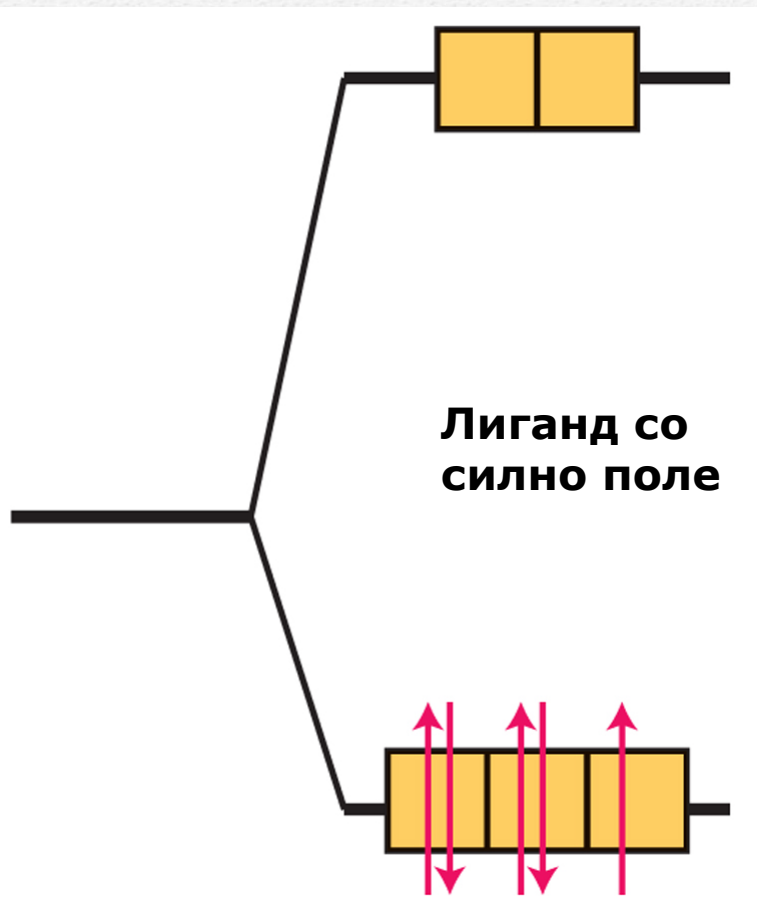
Претскажување на електронската конфигурација

Да се претскаже електронската конфигурација на октаедарски d^5 комплекс со лиганди со:

а) силно лигандно поле

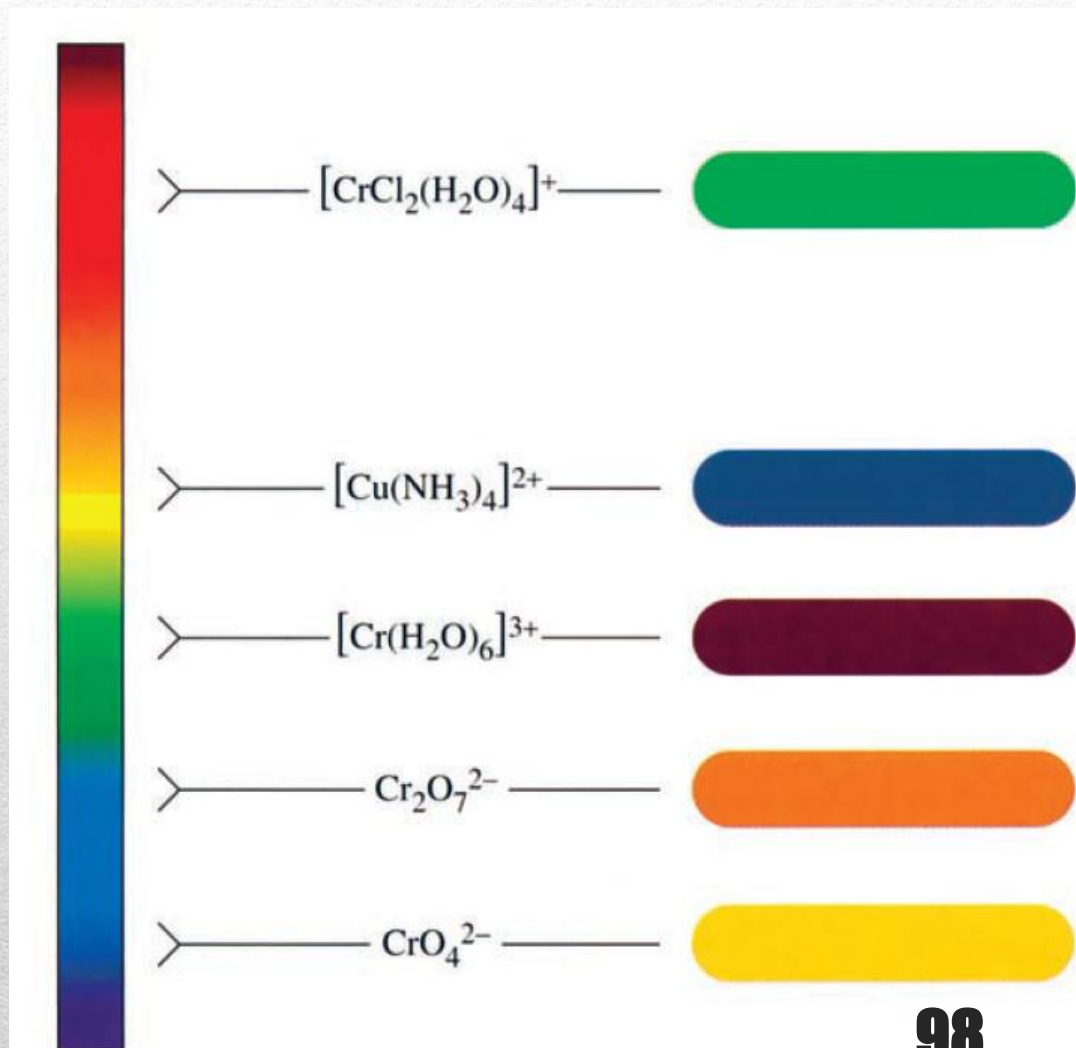
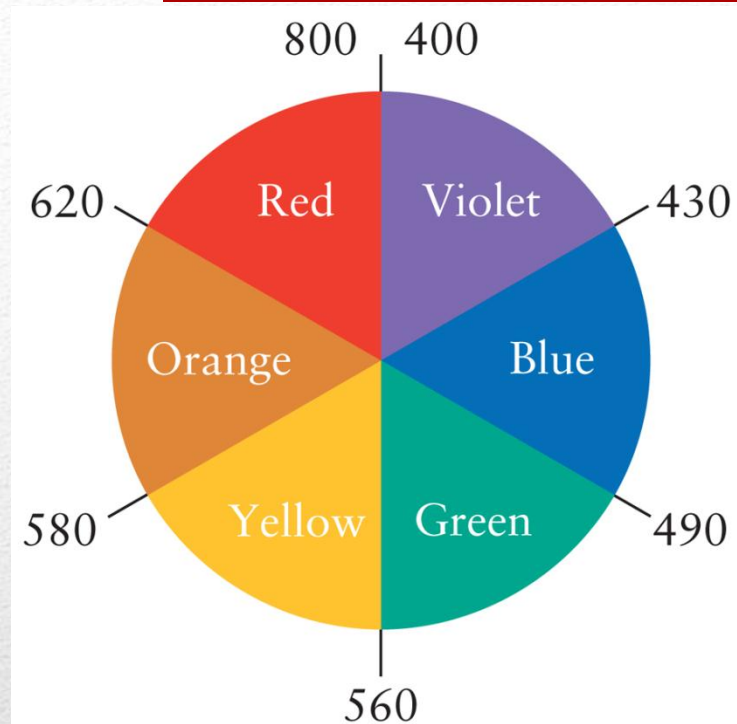
б) слабо лигандно поле

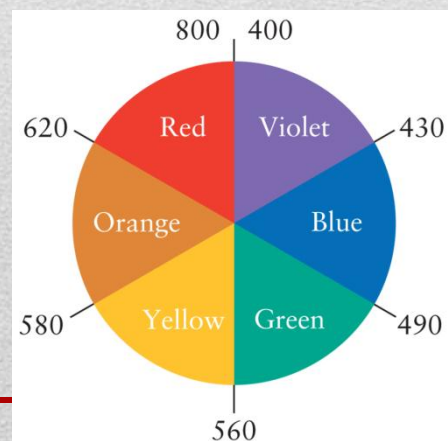
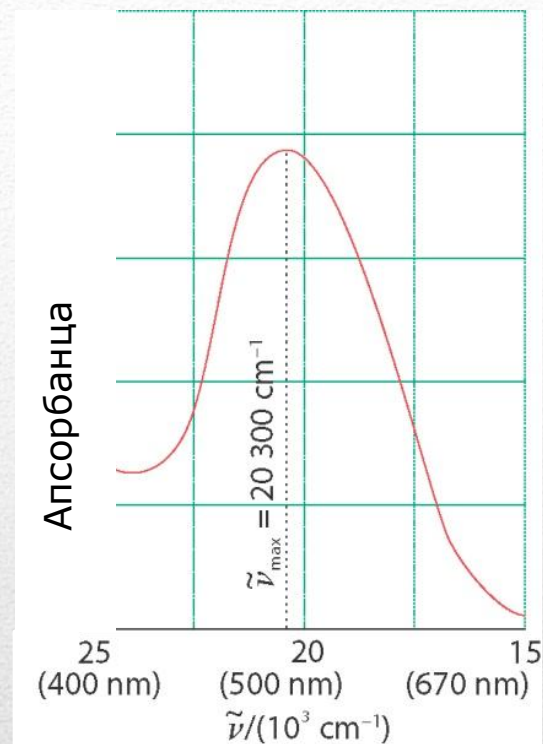
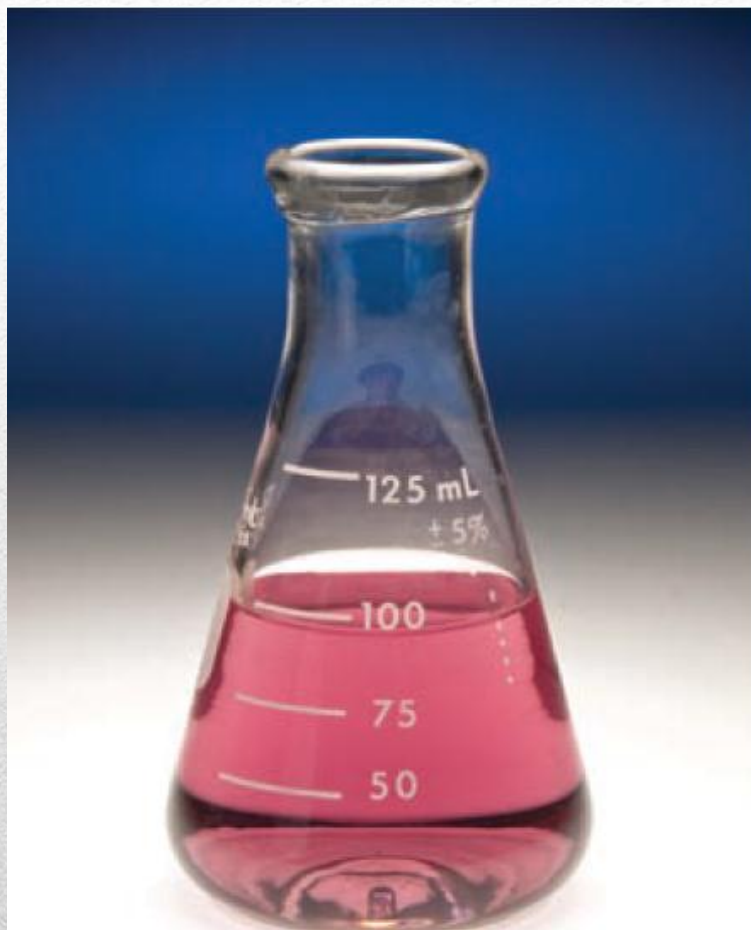
и да се определи бројот на неспарени електрони!



Електронска конфигурација на d^n комплекси

Број на d -електрони	Електронска конфигурација	
	октаедарски комплекси	тетраедарски комплекси
d^1	t_{2g}^1	e^1
d^2	t_{2g}^2	e^2
d^3	t_{2g}^3	$e^2 t_2^1$
	Ниско спински	Високо спински
d^4	t_{2g}^4	$t_{2g}^3 e_g^1$
d^5	t_{2g}^5	$t_{2g}^3 e_g^2$
d^6	t_{2g}^6	$t_{2g}^4 e_g^2$
d^7	$t_{2g}^6 e_g^1$	$t_{2g}^5 e_g^2$
d^8	$t_{2g}^6 e_g^2$	$e^4 t_2^4$
d^9	$t_{2g}^6 e_g^3$	$e^4 t_2^5$
d^{10}	$t_{2g}^6 e_g^4$	$e^4 t_2^6$





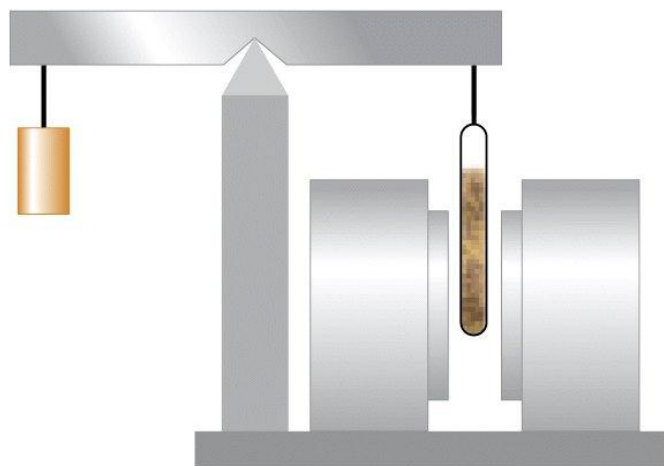


Октаедарски кобалт(III) комплекси

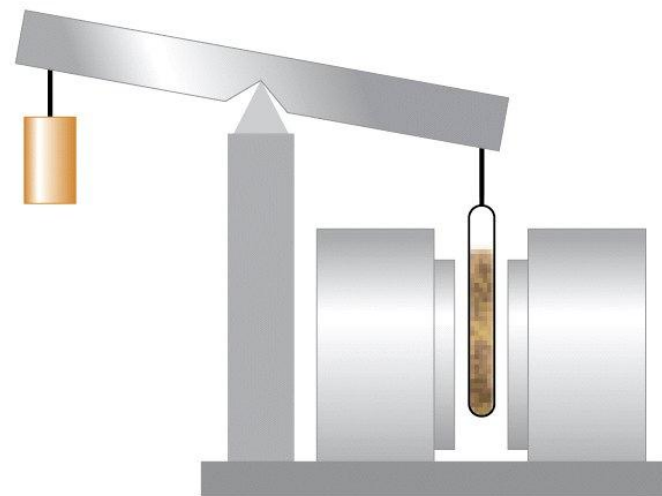


Се зголемува јачината на лигандното поле

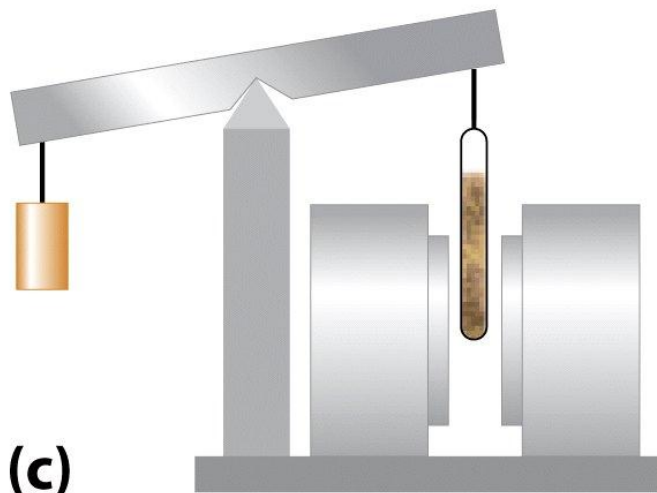
100



(a)



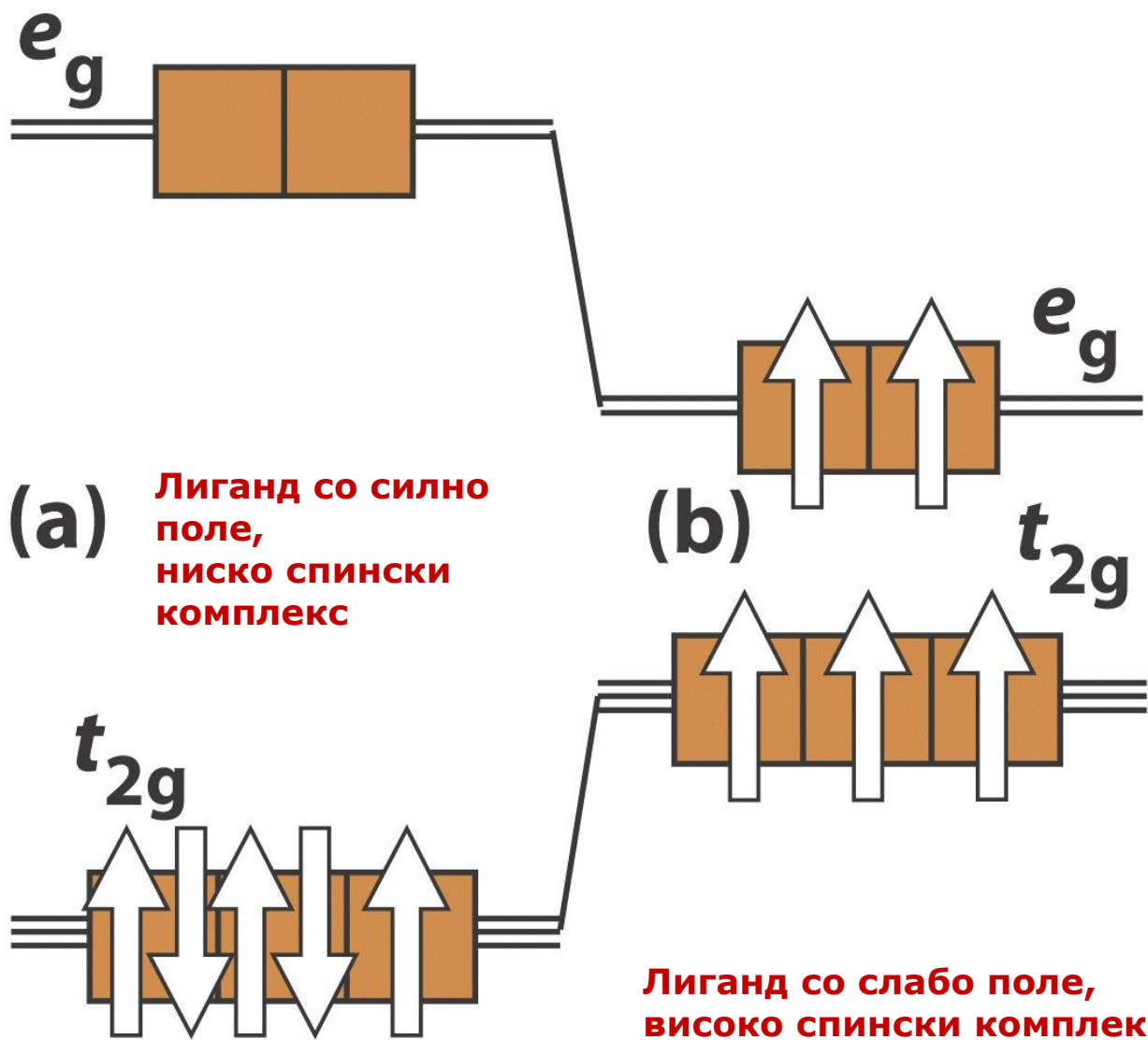
(b) Парамагнетичен примерок



(c)

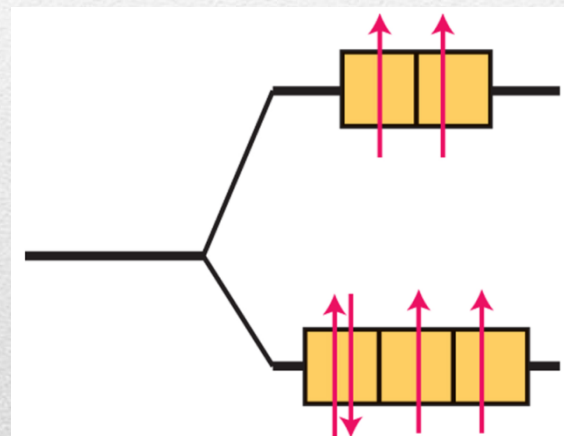
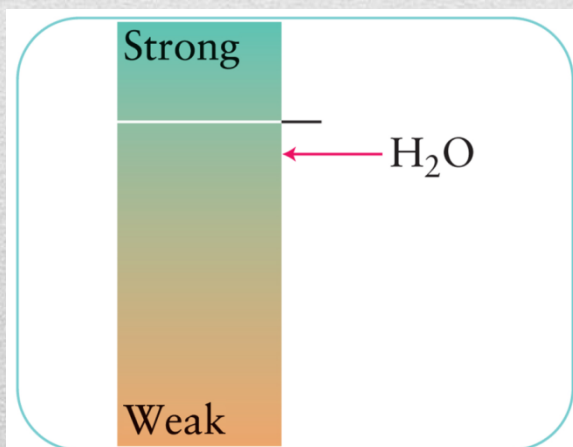
Дијамагнетичен примерок

101



Спореди ги магнетните својства на $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ и $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$?

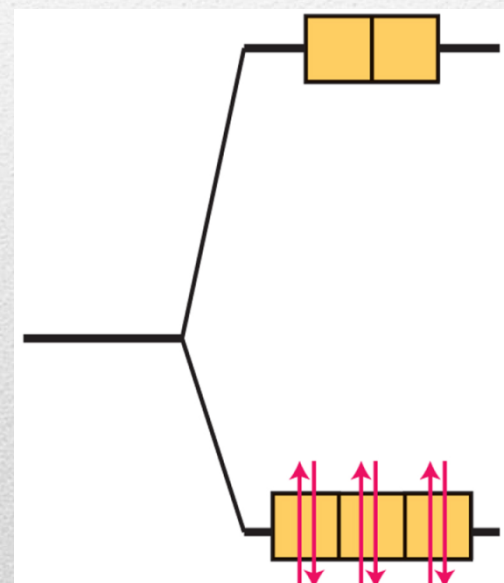
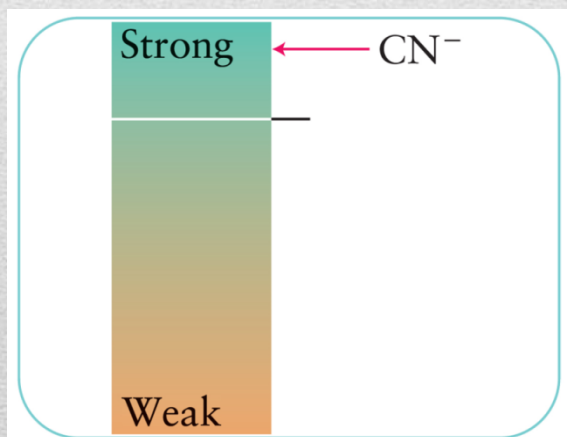
	7	8	9	10	
	Mn	Fe	Co	Ni	
		$3d^6 4s^2$			
	Tc	Ru	Rh		



$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ е парамагнетична.

Спореди ги магнетните својства на $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ и $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$?

	7	8	9	10	
	Mn	Fe	Co	Ni	
		$3d^6 4s^2$			
	Tc	Ru	Rh		



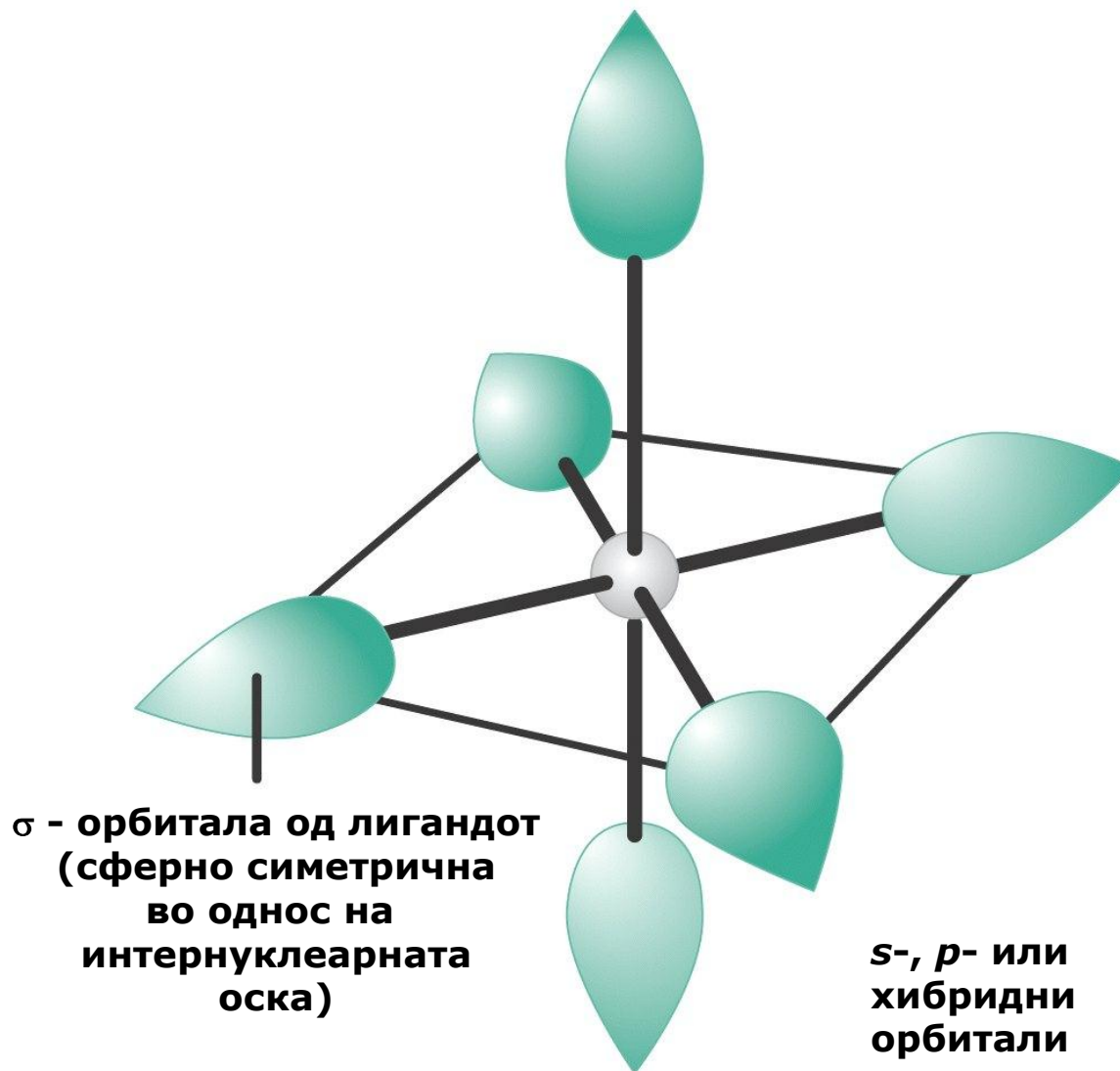
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ е дијамагнетична.



КОМПЛЕКСНИ ЧЕСТИЧКИ

Теорија на лигандно поле

105



Октаедарски комплекс

σ -сврзување

106

Централен метален атом/јон во октаедарска околина

орбитала на централниот атом / јон	симетриска ознака	дегенерација
s	a_{1g}	1
p_x, p_y, p_z	t_{1u}	3
$d_{x^2-y^2}, d_{z^2}$	e_g	2
d_{xy}, d_{yz}, d_{zx}	t_{2g}	3

ЛИГАНД:
Симетриски прилагодени линеарни комбинации
(Symmetry-adapted linear combinations -SALC)

SALC	симетриска ознака	дегенерација
$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6$	a_{1g}	1
$\sigma_1 - \sigma_3,$ $\sigma_2 - \sigma_4,$ $\sigma_5 - \sigma_6$	t_{1u}	3
$\sigma_1 - \sigma_2 + \sigma_3 - \sigma_4,$ $2\sigma_6 + 2\sigma_5 - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_4$	e_g	2

108

Метален атом/јон

s	a_{1g}
p_x, p_y, p_z	t_{1u}
$d_{x^2-y^2}, d_{z^2}$	e_g
d_{xy}, d_{yz}, d_{zx}	t_{2g}

Лиганд

$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6$	a_{1g}
$\sigma_1 - \sigma_3$ $\sigma_2 - \sigma_4$ $\sigma_5 - \sigma_6$	t_{1u}
$\sigma_1 - \sigma_2 + \sigma_3 - \sigma_4$ $2\sigma_6 + 2\sigma_5 - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 - \sigma_4$	e_g

**t_{2g} орбиталите не учествуваат
во образување на δ -врски.**

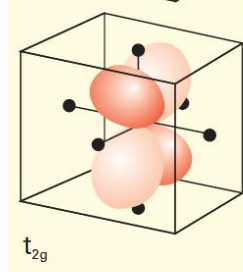
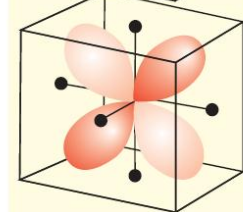
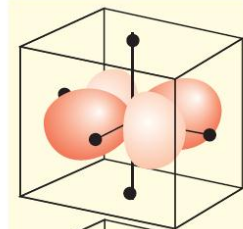
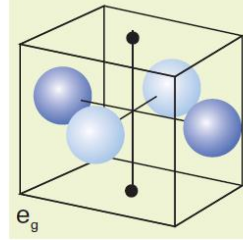
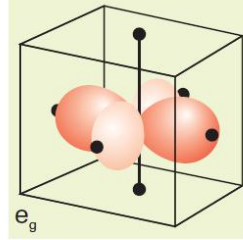
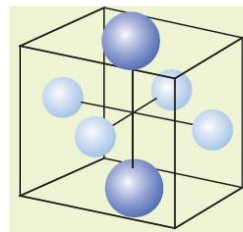
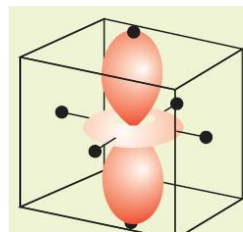
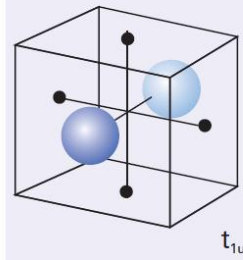
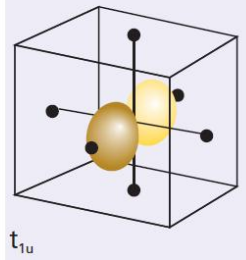
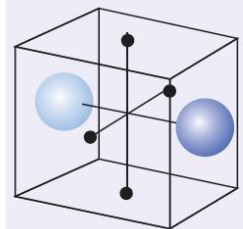
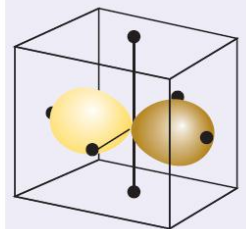
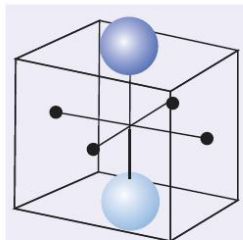
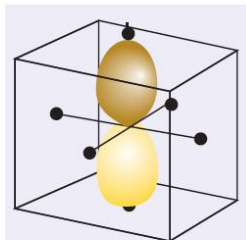
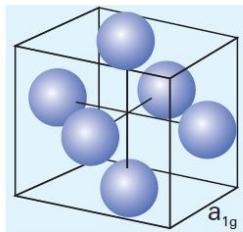
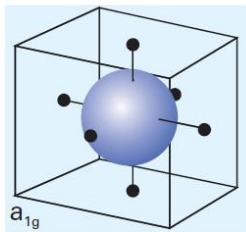
109

Метален атом/јон

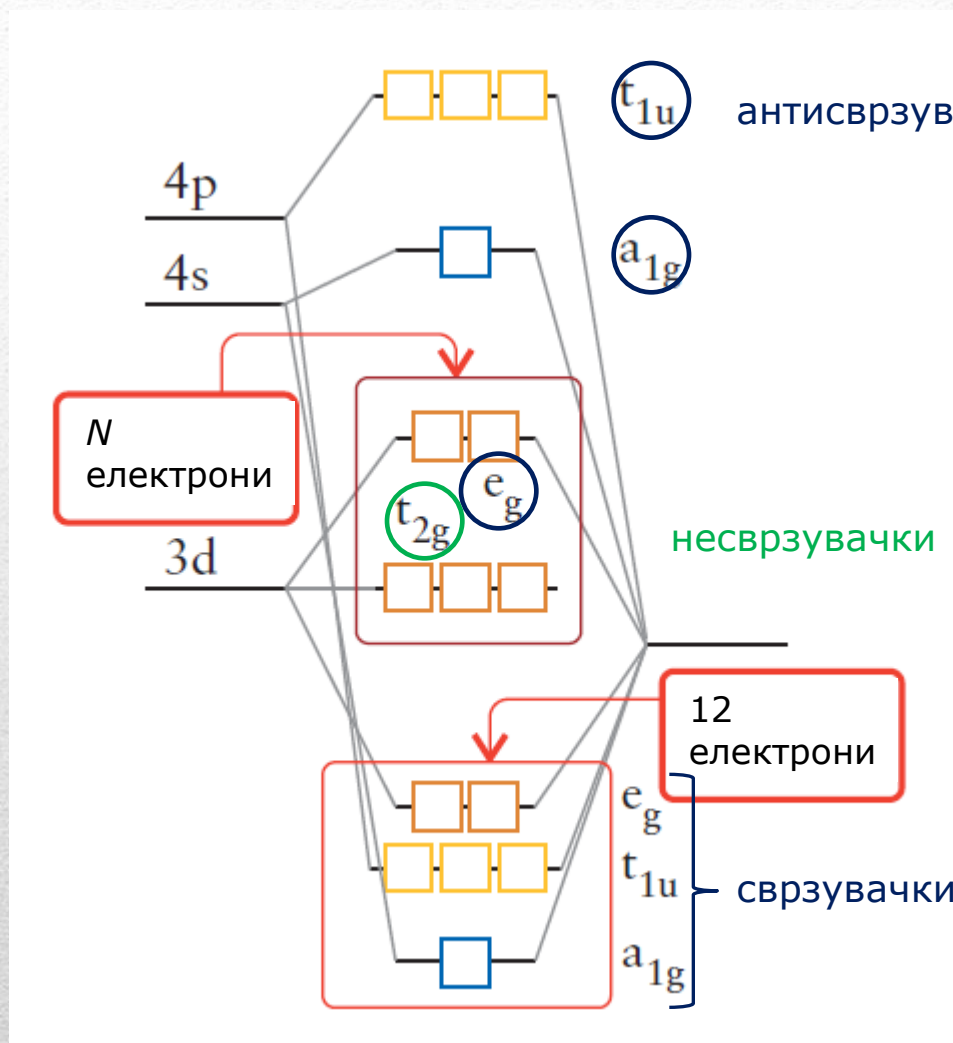
лиганд

Метален атом/јон

лиганд



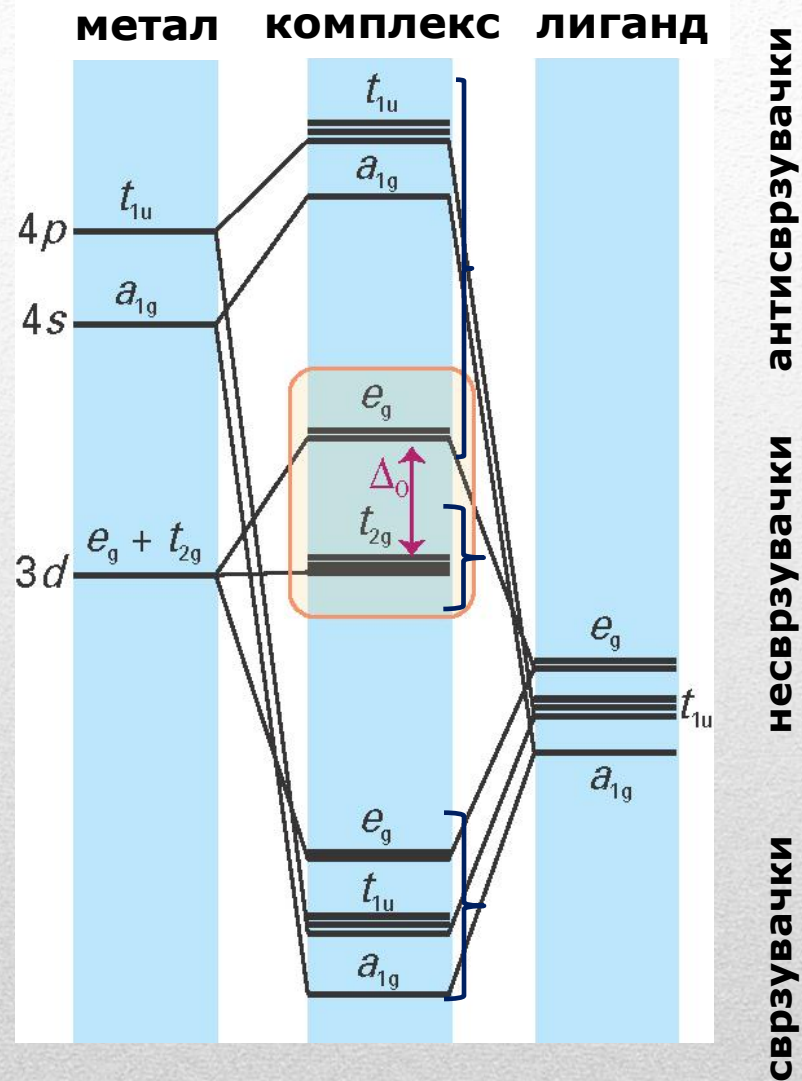
Од металниот
атом/јон



Од лигандите

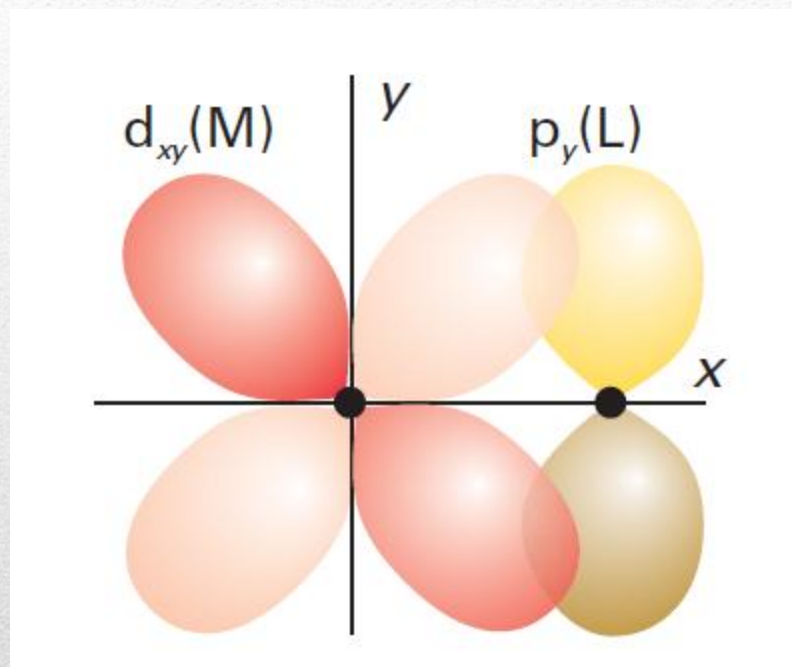
Октаедарски комплекс: Енергетски дијаграм на МО

111



Октаедарски комплекс: Енергетски дијаграм на МО

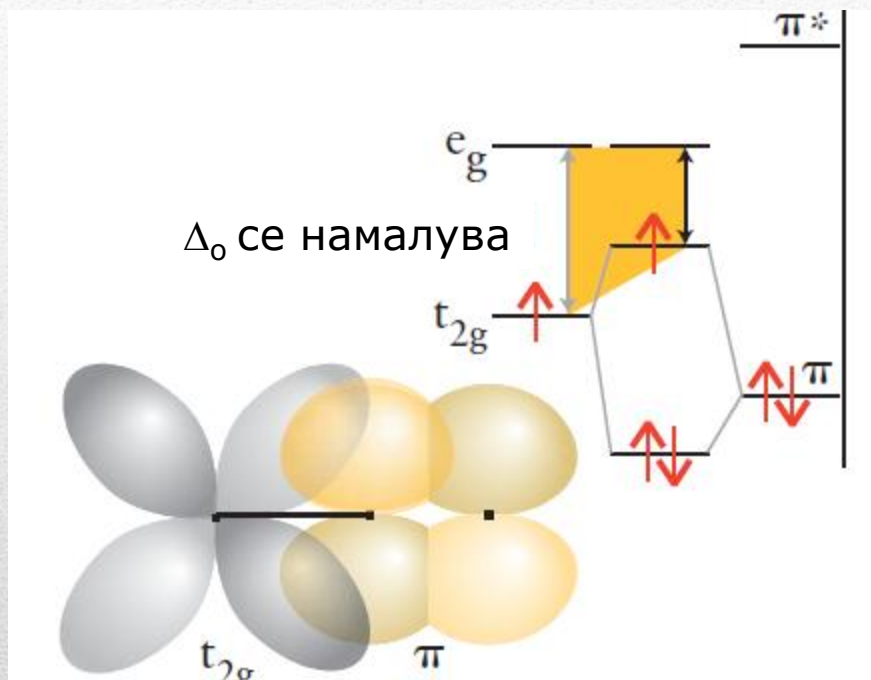
Б.Пејова, ТНХ, 2019



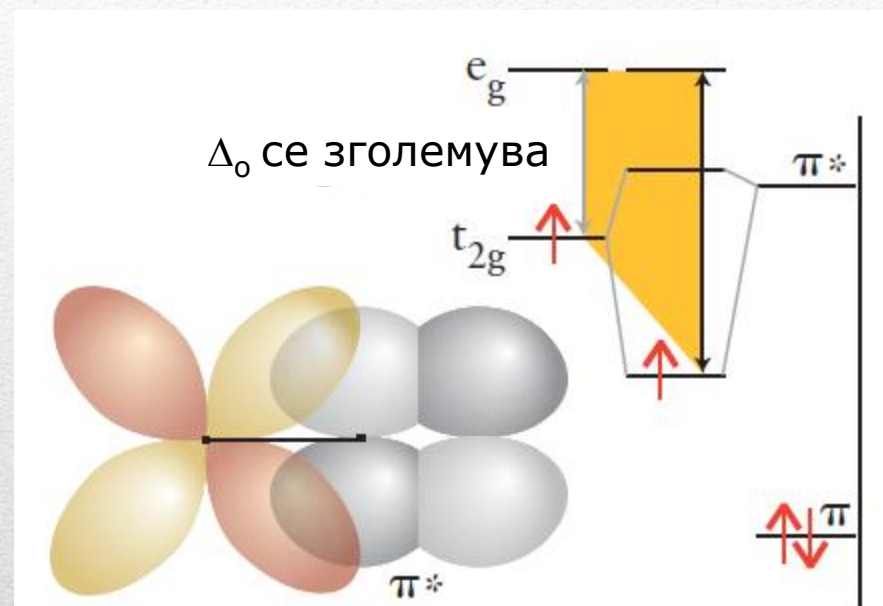
Октаедарски комплекс: π -сврзување

113

π -донорен лиганд (π -база)

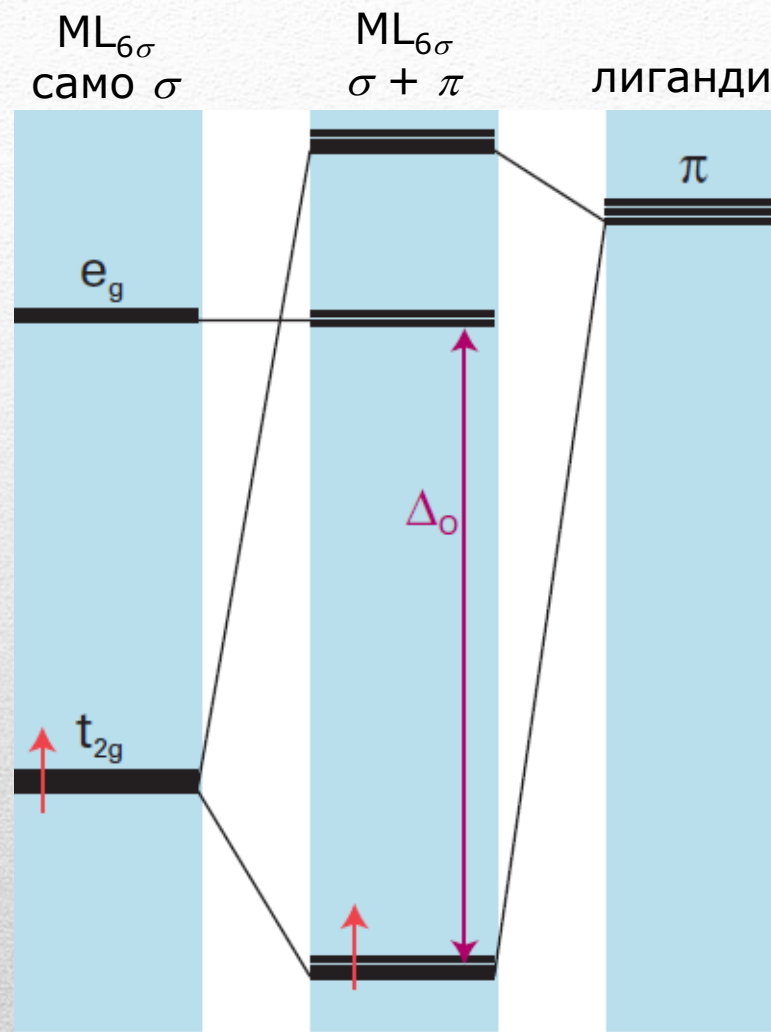
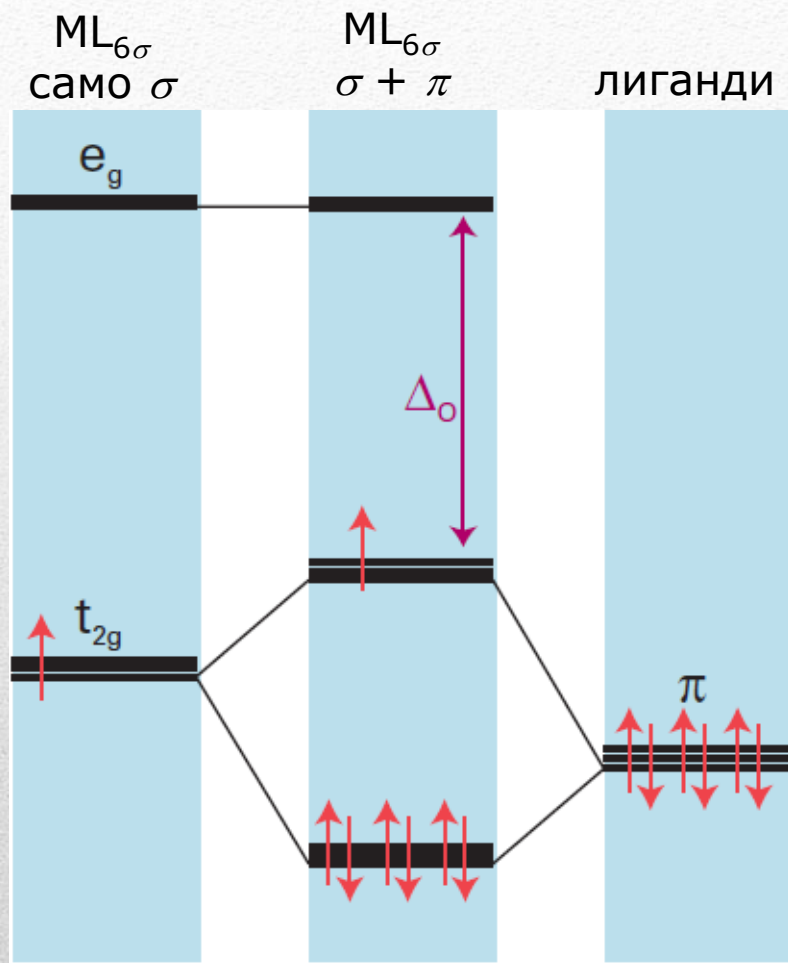


π -акцепторен лиганд (π -киселина)



Октаедарски комплекс: Ефектот на π -сврзување врз Δ_o

Б.Пејова, ТНХ, 2019



Октаедарски комплекс: Ефектот на π -сврзување врз Δ_o

115

Δ_0 се зголемува:

π -донор < слаб π -донор < нема π -ефект < π -акцептор

π -база < слаба π -база < нема π -ефект < π -киселина

π -донор
 I^- , Br^- , Cl^- , F^-

слаб π -донор
 H_2O

нема π -ефект
 NH_3

π -акцептор
 CO

СПЕКТРОХЕМИСКА НИЗА:

116

Последица на ефектот на π -сврзување

Пример:1 Да се предложи хемиски тест за разликување на:
[Ni(SO₄)(en)₂]Cl₂ и [NiCl₂(en)₂]SO₄!

Одговор:

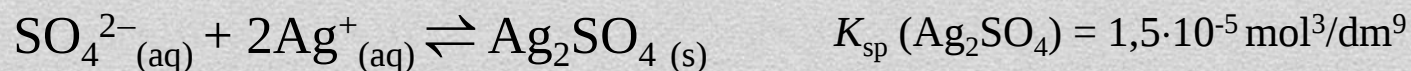
Комплексите [Ni(SO₄)(en)₂]Cl₂ и [NiCl₂(en)₂]SO₄ се јонизациони изомери. Во воден раствор тие генерираат комплексни честички со различен состав:



Имајќи ја предвид растворливоста на AgCl и Ag₂SO₄, наједноставниот начин за разликување на овие комплекси е со помош на AgNO₃. Доколку во растворот е присутен [Ni(SO₄)(en)₂]Cl₂, додавањето на овој реагенс ќе биде проследено со образување на бел талог од AgCl.



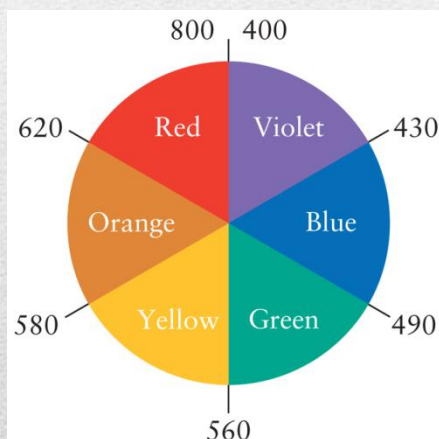
Ако во растворот е присутен другиот комплекс тогаш во присуство на Ag⁺ јони нема да дојде до образување на бел талог. Имено, Ag⁺ јоните може да образуваат бел талог со SO₄²⁻ јони само во случај на концентрирани раствори на сулфатни јони.



Пример:2 Една од двете комплексни честички:

а) $[\text{CoF}_6]^{3-}$ и б) $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$

има жолта, а другата сина боја. Кој комплекс има жолта, а кој сина боја? Објаснете!



F^- : лиганд со слабо лигандно поле
 en : лиганд со силно лигандно поле

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

$[\text{CoF}_6]^{3-}$: сина боја

Пример:3 Кога парамагнетниот јон $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ се редуцира до $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, добиениот јон е дијамагнетичен. Но, кога парамагнетичниот јон $[\text{FeCl}_4]^-$ се редуцира до $[\text{FeCl}_4]^{2-}$, јонот останува парамагнетичен. Објаснете!

	7	8	9	10	
	Mn	Fe $3d^6 4s^2$	Co	Ni	
	Tc	Ru	Rh		

CN^- : лиганд со силно лигандно поле
 Cl^- : лиганд со слабо лигандно поле

+3
 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}: t_{2g}^5$ парамагнетичен

+2
 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{2-}: t_{2g}^6$ дијамагнетичен

+3
 $[\text{FeCl}_4]^-: e^2 t_2^3$ парамагнетичен

+2
 $[\text{FeCl}_4]^{2-}: e^3 t_2^3$ парамагнетичен

Пример:4 Во рамките на теоријата на лигандно поле објаснете дали следните лиганди се π -акцептори или π -донори т.е. π -киселини или π -бази:

a) CN^-

b) Cl^-

c) en

Овие лиганди подредете ги според растечкиот тренд на параметарот на расцепување на лигандното поле!

a) CN^- : π -акцептор

b) Cl^- : π -донор

c) en: нема π -ефект

$\Delta_o(\text{CN}^-) > \Delta_o(\text{en}) > \Delta_o(\text{Cl}^-)$