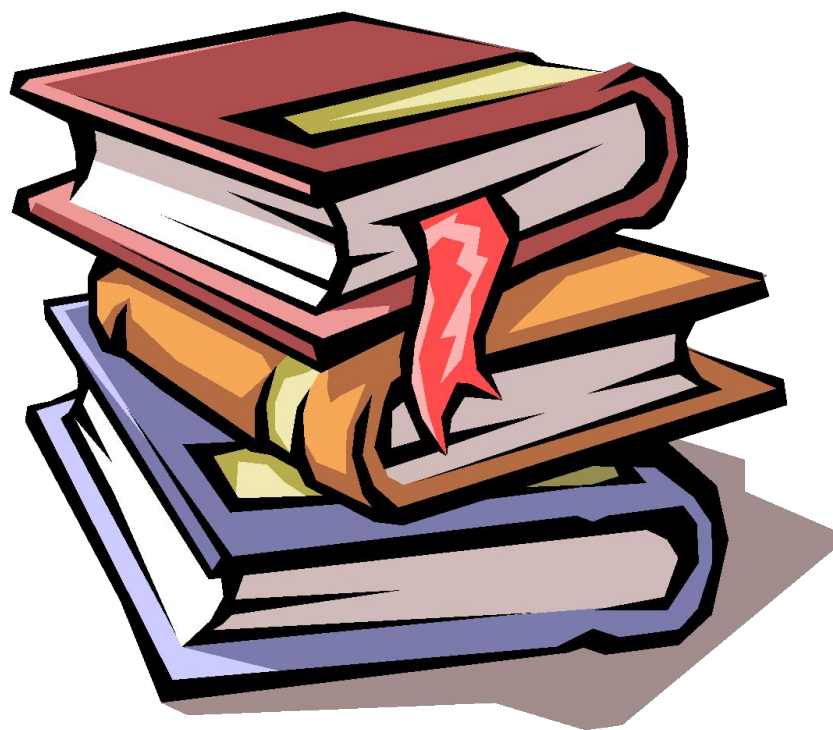


Лекция КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ



Основные вопросы темы:

- **Современные представления о строении и свойствах комплексных соединений.**
- **Биологическая роль и применение в медицине комплексных соединений.**

Реагенты в химии

Лекарственные препараты

Витамины

Катализаторы

Хлорофилл

Гемоглобин

И др.



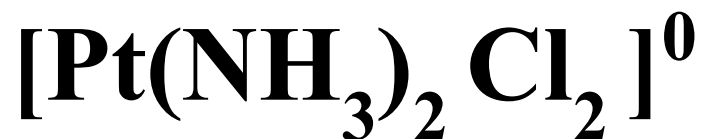
Чугаев Л.А.

Комплексные соединения (КС) – это продукт сочетания простых соединений, способных к самостоятельному существованию

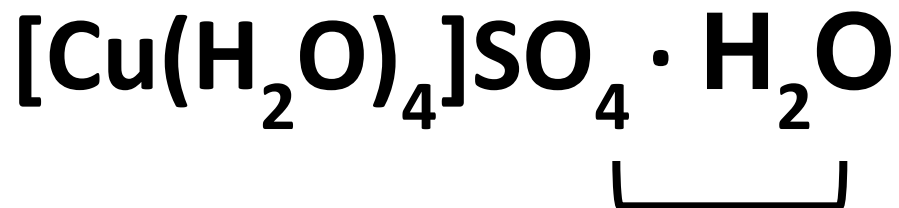
КС– это такие соединения, в узлах кристаллической решётки которых находятся комплексы или комплексные ионы, способные к самостоятельному существованию

Примеры реакций комплексобразования

- $\text{HgI}_2 + 2\text{KI} = \text{K}_2[\text{HgI}_4]$
- $\text{KF} + \text{BF}_3 = \text{K}[\text{BF}_4]$
- $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
- $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$



• Кристаллогидраты: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$



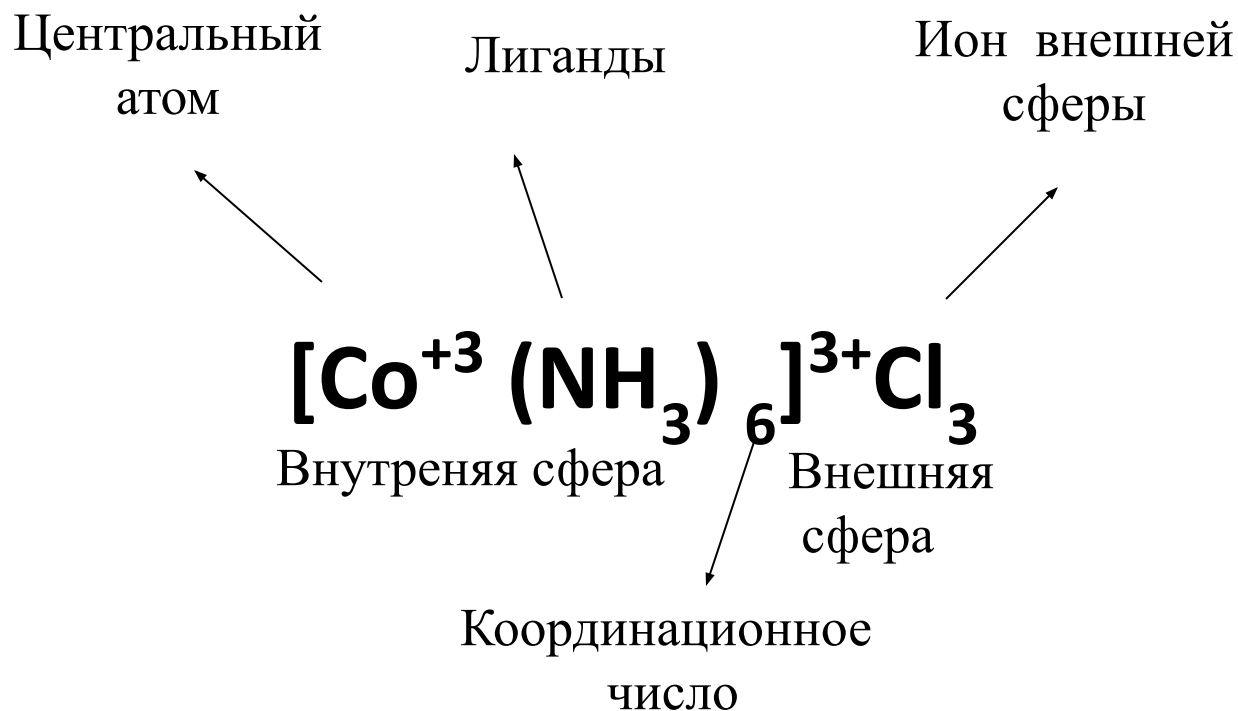
Н - СВЯЗЬ



Альфред Вернер

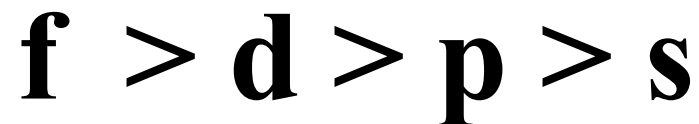
Швейцарский химик,
1893г

Составные части комплексных соединений



Характеристика центрального атома

**Комплексообразующая способность
элементов**



Инертные газы также могут выступать в
качестве комплексообразователя:

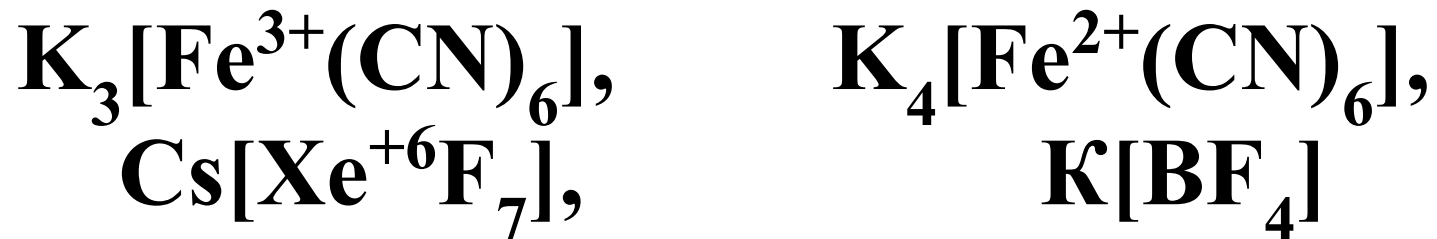


Важнейшие характеристики центрального атома :

- Степень окисления
- Координационное число
- Ионный потенциал

Степень окисления

Положительная



Отрицательная



Нулевая

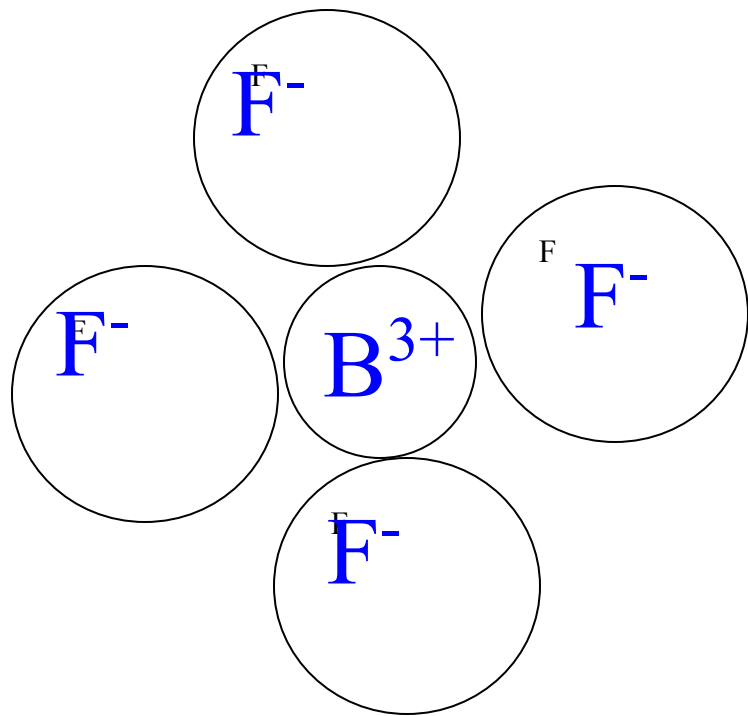


Координационное число (КЧ)

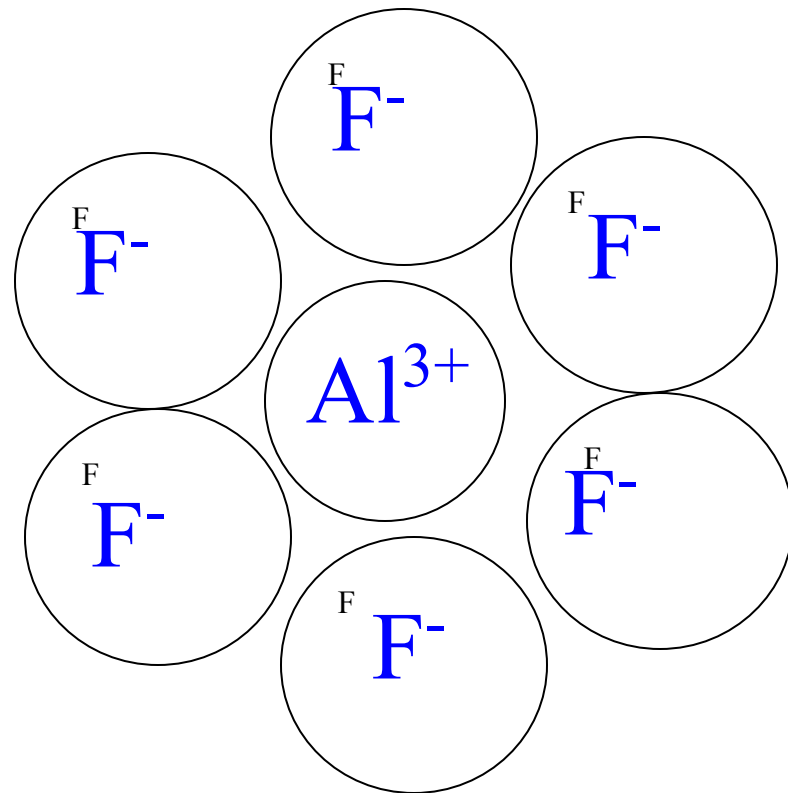
**Это число атомов или
групп атомов,
непосредственно
связанных с центральным
атомом**

КЧ зависит:
- от размеров
центрального атома и
лигандов.

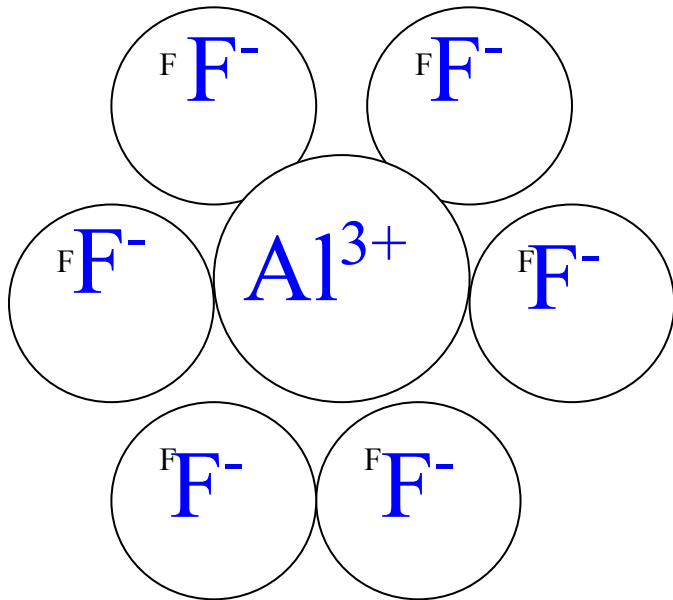
Лат. *liganda* -то, что должно
быть связано



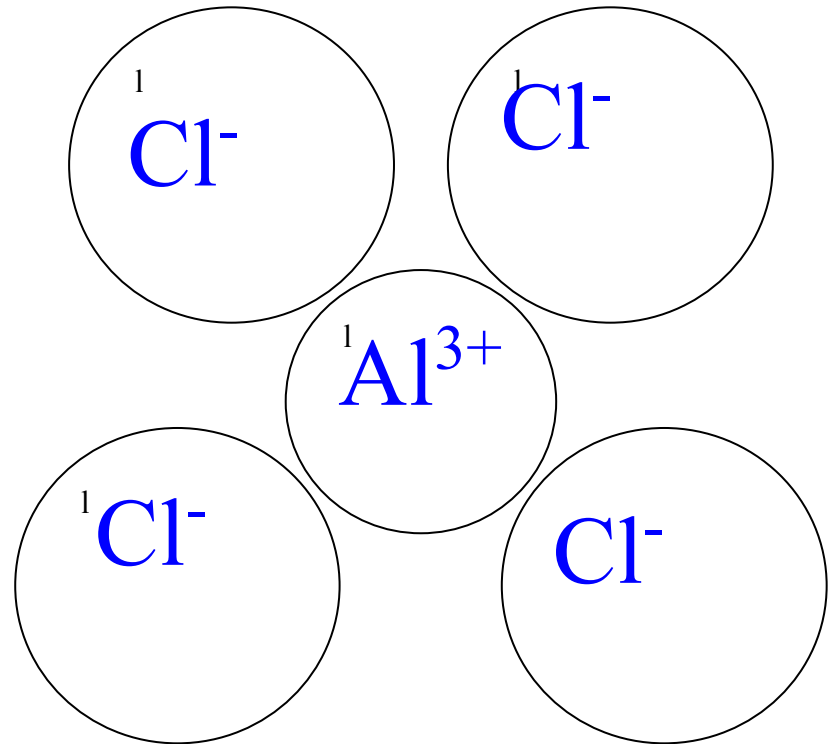
$$r_{\text{B}^{3+}} = 0,02 \text{ HM}$$



$$r_{\text{Al}^{3+}} = 0,057 \text{ HM}$$



$$r_{\text{F}^-} = 0,133 \text{ HM}$$



$$r_{\text{Cl}^-} = 0,181 \text{ HM}$$

- ОТ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ
ЦЕНТРАЛЬНОГО АТОМА:

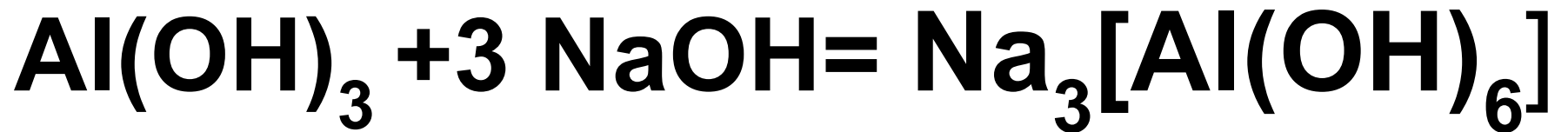
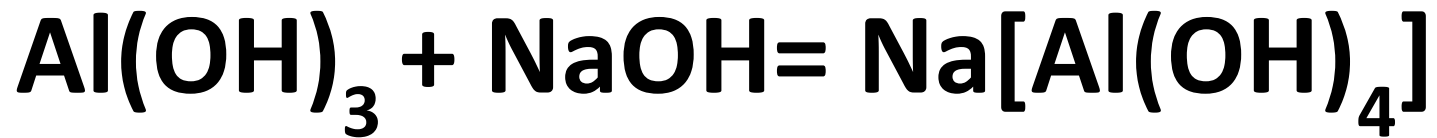
Степень окисления ц.а.	КЧ (подчеркнуто характерное)	Примеры
+1	<u>2</u> , 3	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$
+2	3, <u>4</u> , 6	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$
+3	4, 5, <u>6</u>	$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$
+4	<u>6</u> , 8	$\text{H}_2[\text{SnCl}_6]$

Эмпирическое правило:

*чаще всего КЧ
устойчивого комплекса в
два раза больше степени
окисления ц.а.*

$$KЧ = 2Z$$

- концентрации исходных
компонентов :

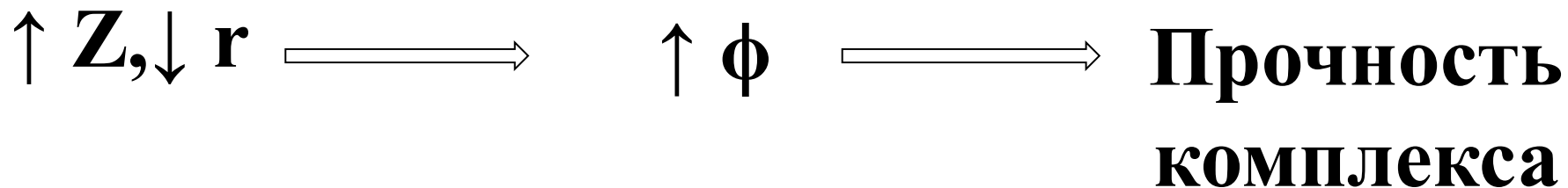


Ионный потенциал

$$\phi = Z / r$$

Z – заряд иона ц.а.

r - радиус иона ц.а.



Характеристика лигандов

Лиганды



**Нейтральные
молекулы**

**NH_3 , H_2O , CO ,
 NO , N_2 , O_2
и др.**

Анионы

**Cl^- , Br^- , I^- , OH^- ,
 SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$
и др.**

Крайне редко лигандами могут быть катионы

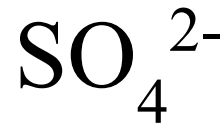
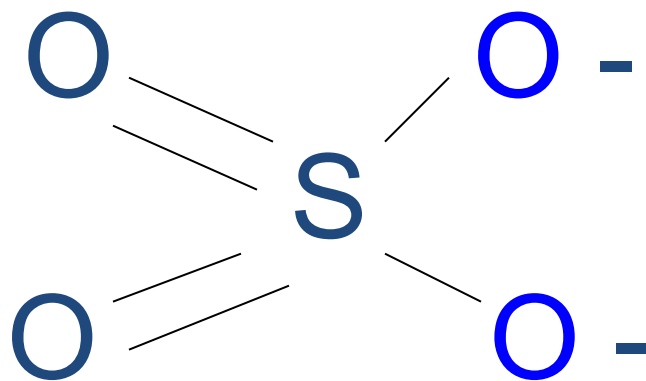
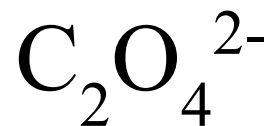
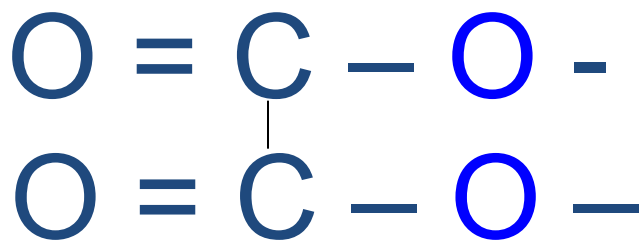
Число донорных атомов в лиганде характеризует его координационную ёмкость – *дендатность*

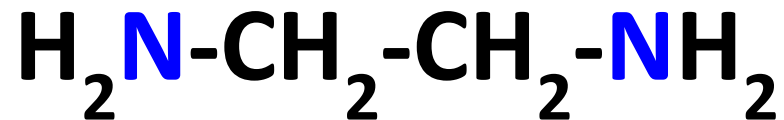
Лат. *dentalus* – имеющий зубы

**-МОНОДЕНТАТНЫЕ ЛИГАНДЫ,
содержат 1 донорный атом**

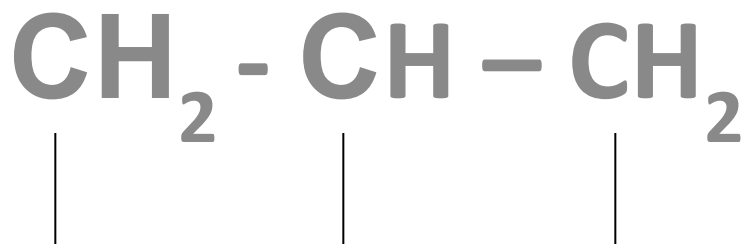
(H_2O , NH_3 , OH^- , Cl^- , Br^-)

-бидентатные лиганды, содержат
2 донорных атома и занимают два
координационных места:



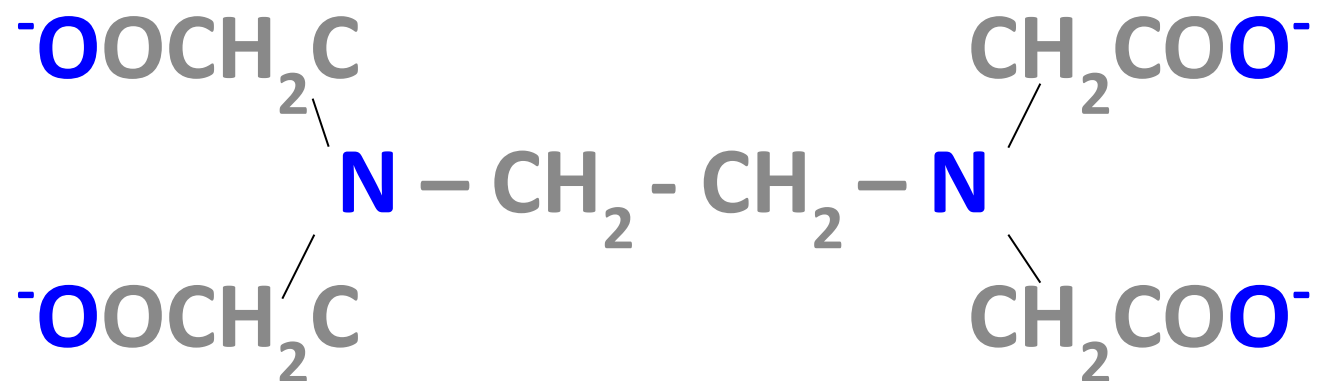


-полидентатные лиганды:



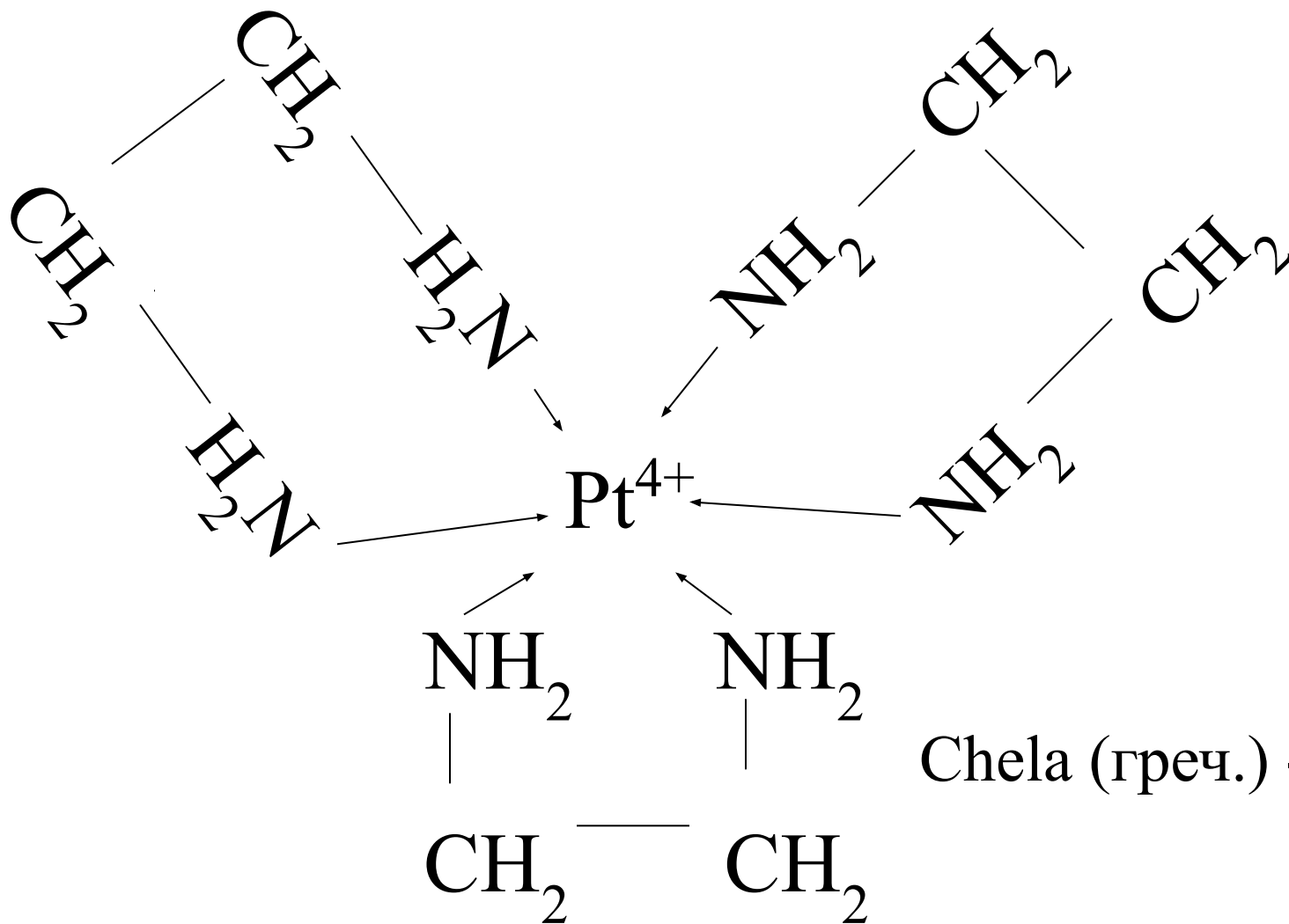
триаминопропан

ЭДТА (этилендиаминтетраацетат –
анион)

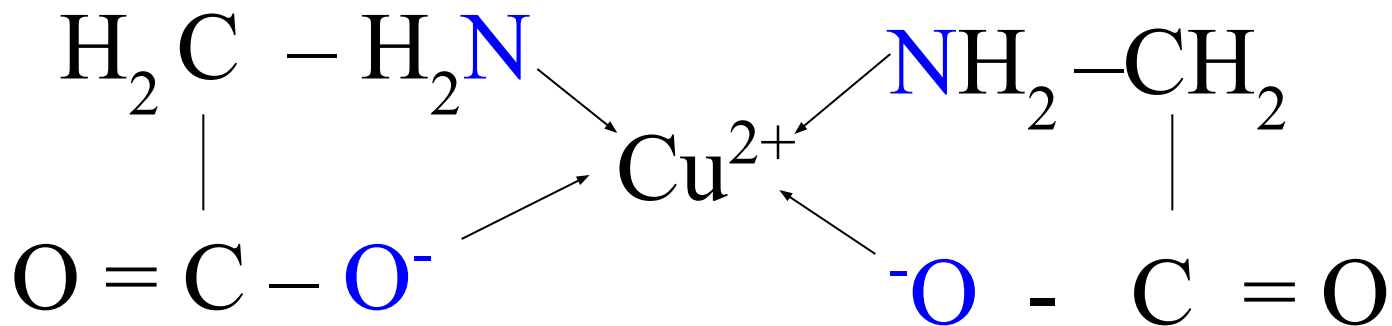


**Комплексы с полидентатными лигандами
называют хелатными**

Этилендиаминовый комплекс платины (IV):



Chela (греч.) - клешня



«Хелатный эффект» - увеличение устойчивости комплексов с полидентатными лигандами по сравнению с комплексами с монодентатными лигандами

Классификация комплексных соединений

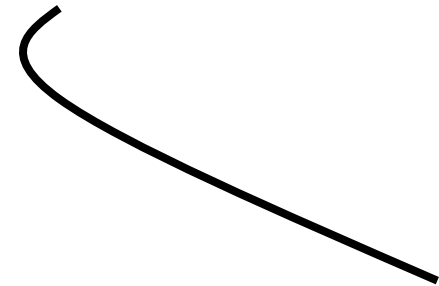
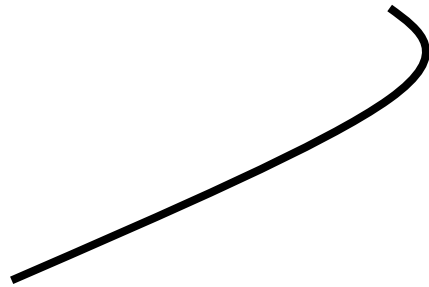
1. По заряду внутренней сферы

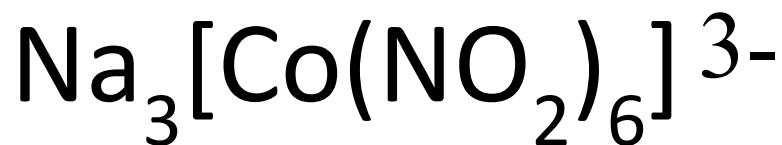
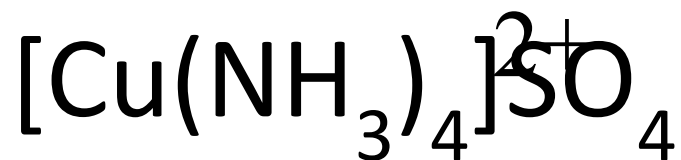
Комплексные соединения

Катионные

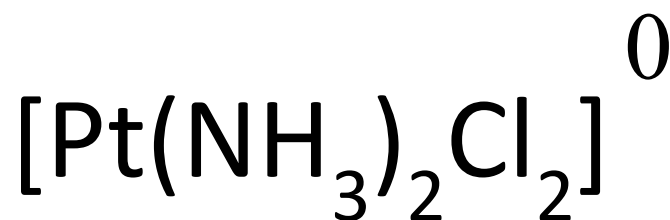
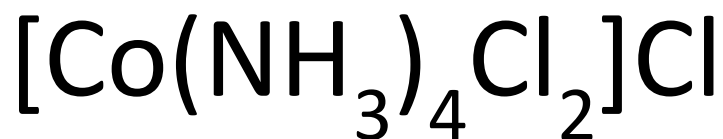
Нейтральные

Анионные

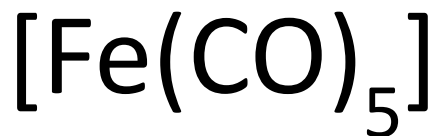




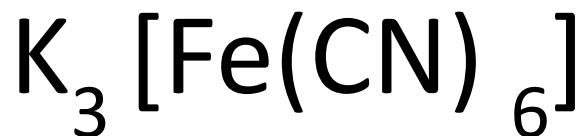
+



0



3-



2. По природе лиганда:

- Гидроксокомплексы (OH^-)
- Аквакомплексы (H_2O)
- Аммиакатные комплексы (NH_3)
- Ацидокомплексы (CN^- - циано, CNS^- - тиоциано, NO_2^- - нитро, Cl^- - хлоро, SO_4^{2-} - сульфато и т.д.)
- Карбонильные (CO)
- И др.

Классификация КС по природе лигандов

Лиганды	Название	Примеры
ОН⁻	Гидроксокомплексы	Na₃[Al(OH)₆], Na₂[Zn(OH)₄]
Анионы кислотных остатков: Cl⁻, Br⁻, SO₄²⁻, CO₃²⁻ и др.	Ацидокомплексы	K₂[HgI₄], K₄[Fe(CN)₆]
Нейтральные молекулы: NH₃, H₂O, и др.	Аммиакаты, аквакомплексы	[Zn (NH₃)₄]Cl₂ [Al(H₂O)₆]Cl₃

3. По способности ионизировать:

- Электролиты $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$
- Неэлектролиты $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$

4. По свойствам электролита:

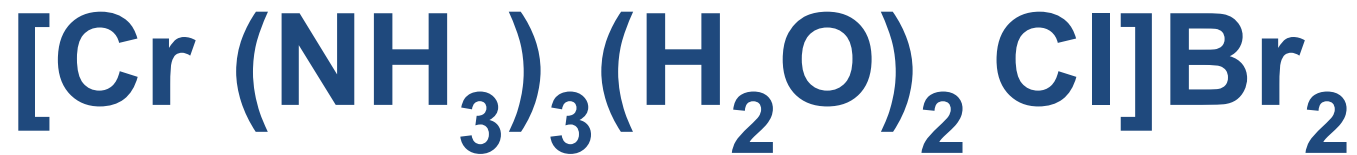
- Кислоты $\text{H}[\text{AuCl}_4]$
- Основания $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4](\text{OH})_2$
- Соли $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

Номенклатура КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Лиганды	Название	Лиганды	Названия	Лиганды	Название
F⁻	фторо	:OH⁻	гидрокси	:CN⁻	циано
Cl⁻	хлоро	:H₂O	аква	:SCN⁻	тиоцианато
Br⁻	бром	:NH₃	аммин	:NCS⁻	изотиоцианато
I⁻	иодо	:CO	карбонил	:NO₂⁻	нитро



Сульфат тетраамминмеди (II)



Бромид хлородиакваквадриамминхрома (III)



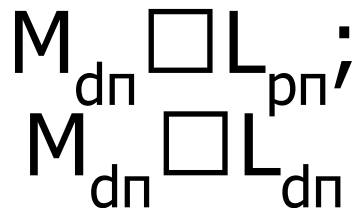
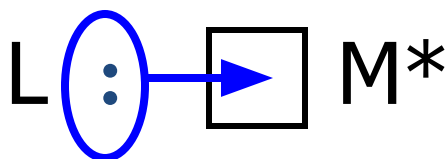
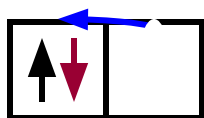
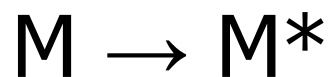
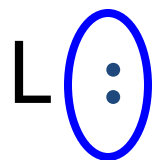
Гексанитрокобальтат (III) натрия



Дихлородиаамминплатина

Природа химической связи в комплексных соединениях

Метод валентных связей: связь – ковалентная,
лиганд – **донор**, комплексообразователь - **акцептор**



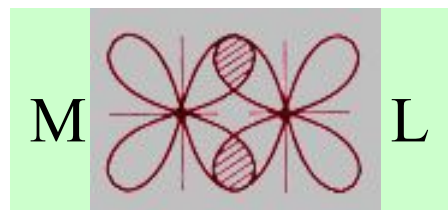
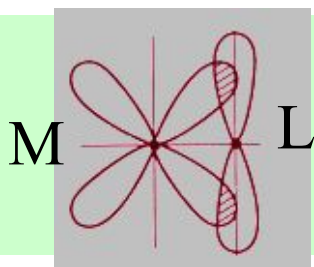
1) L предоставляет пару электронов

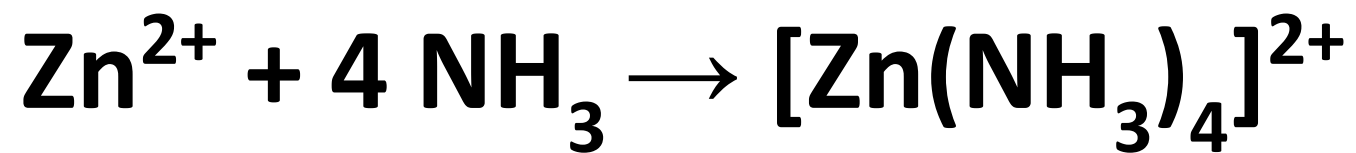
2) M переходит в возбужд. сост.,
происходит гибридизация АО

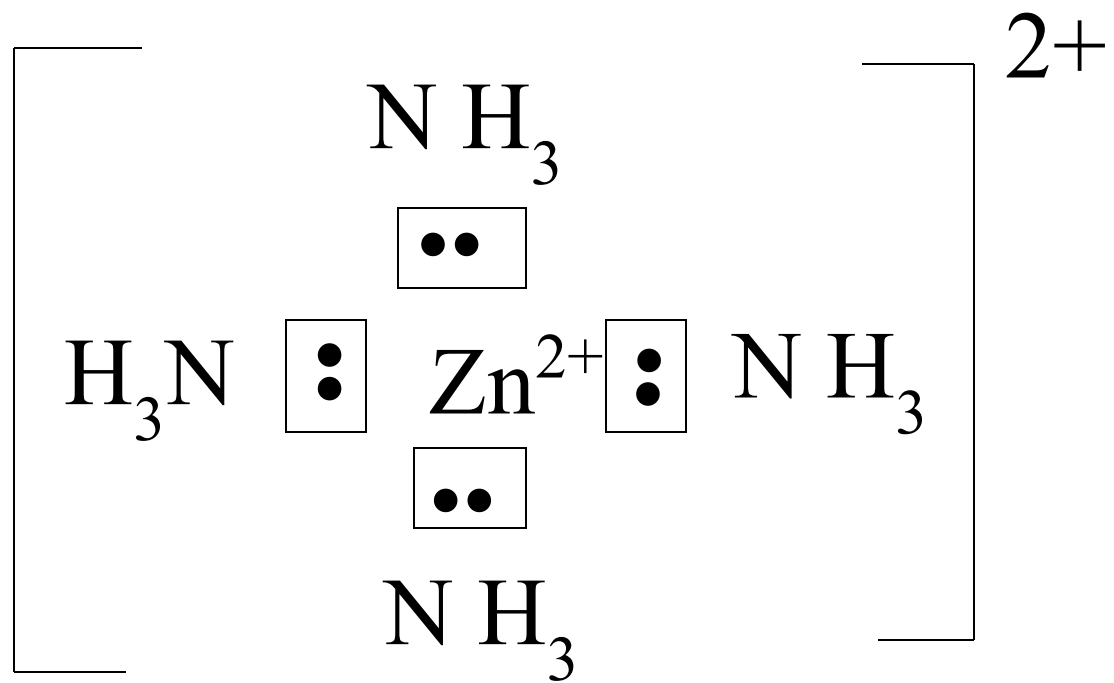
3) Объед. неспар. эл-нов комплексообр.
(обр. вакантных АО)

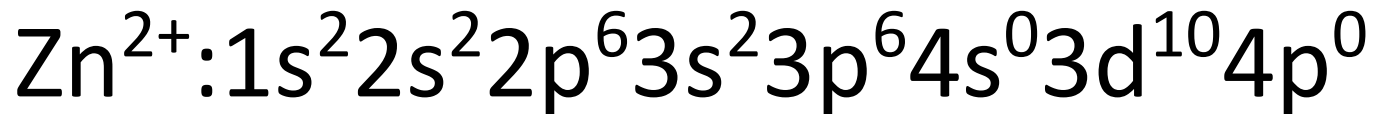
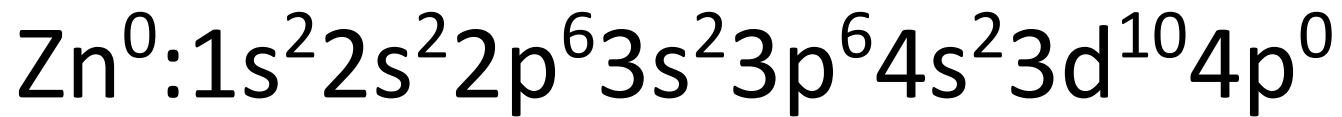
4) Перекрывание АО пары эл-нов L и
вакантной АО M*

5) Доп. дативное π-связывание M и L







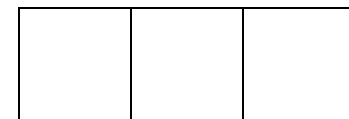
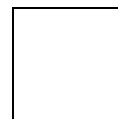
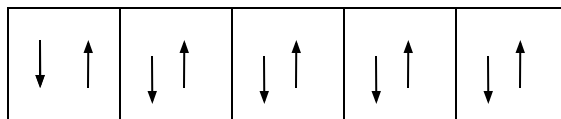


3d

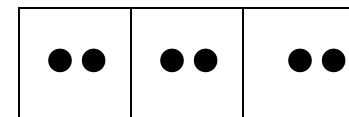
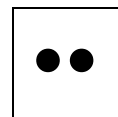
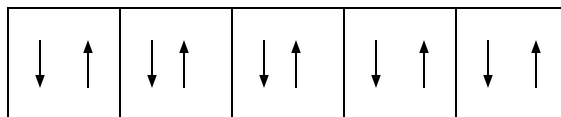
4s

4p

Zn²⁺:



[Zn(NH₃)₄]²⁺



sp³ гибридизация АО

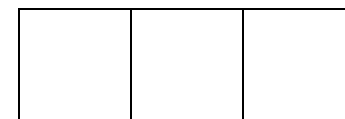
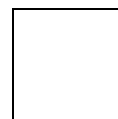
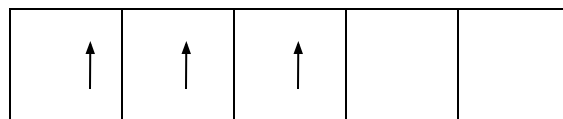
тетраэдрическая структура

3d

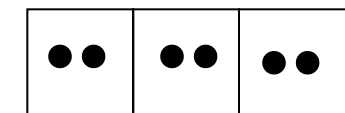
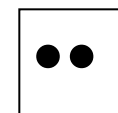
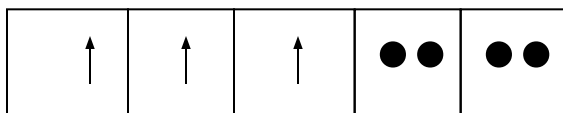
4s

4p

Cr^{3+} :



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

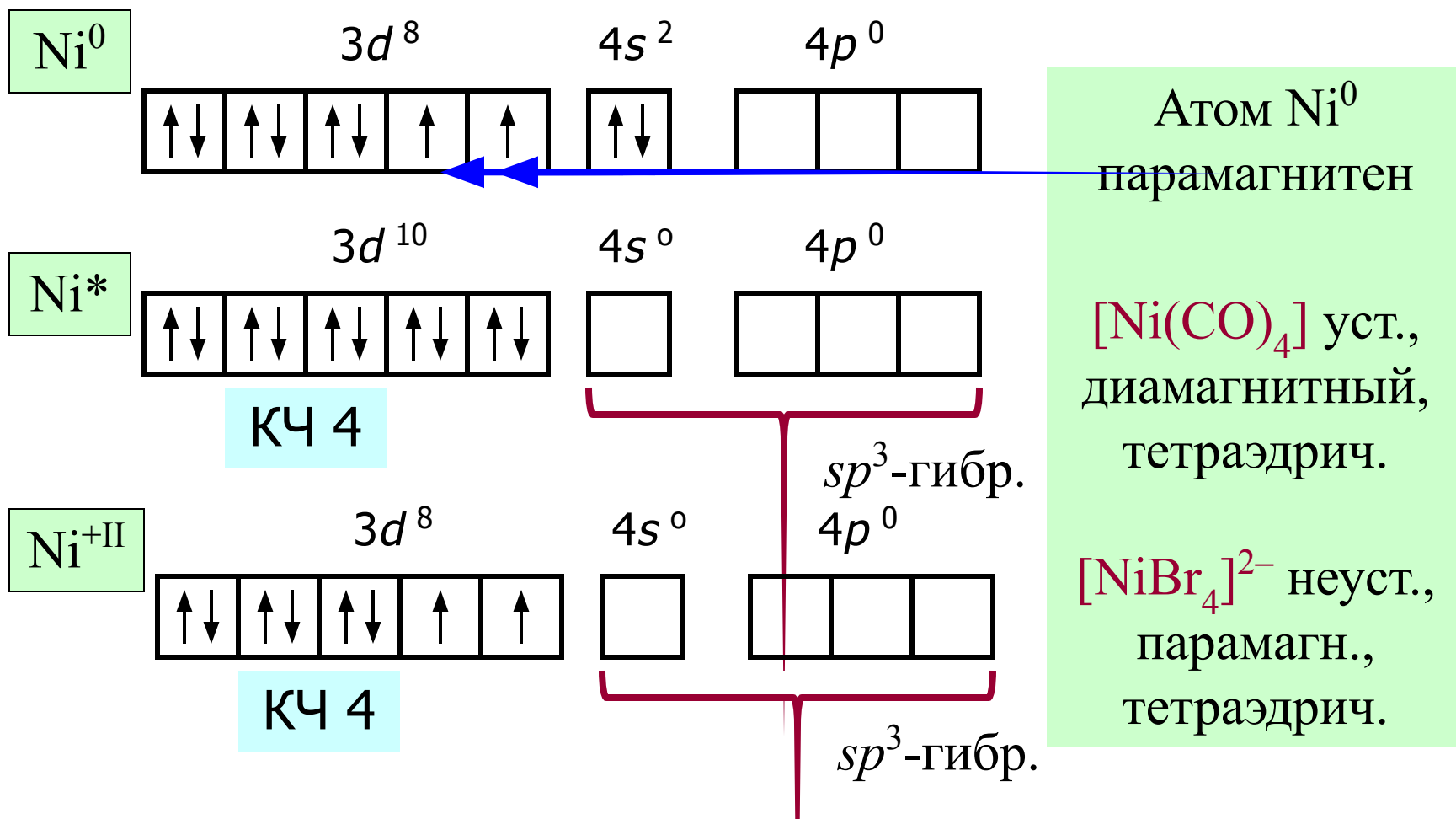


d^2sp^3 гибридизация АО
октаэдрическая структура

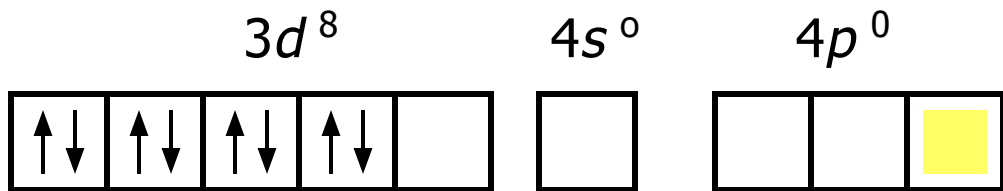
Для атомов комплексообразователей: $E_{(n-1)d}$

$$\approx E_{ns} \approx E_{np} \approx E_{nd}$$

- Пример: комплексы никеля. $\text{Ni}^0 [\text{Ar}] 3d^8 4s^2 4p^0$



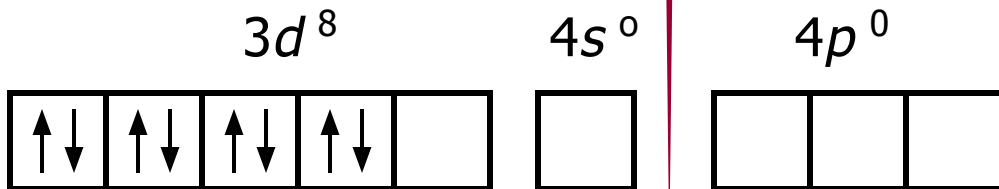
Ni^{+II}



КЧ 4

dsp^2 -гибр.

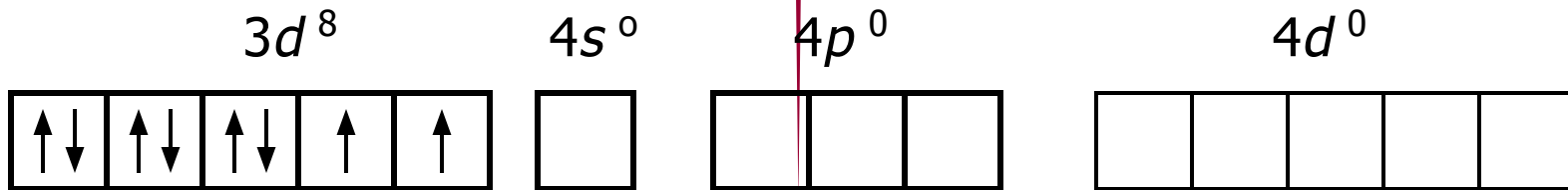
$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ уст.,
диамагн.,
квадрат



КЧ 5

dsp^3 -гибр.

$[\text{Ni}(\text{CN})_5]^{3-}$ уст.,
диамагн.,
квадратная
пирамида

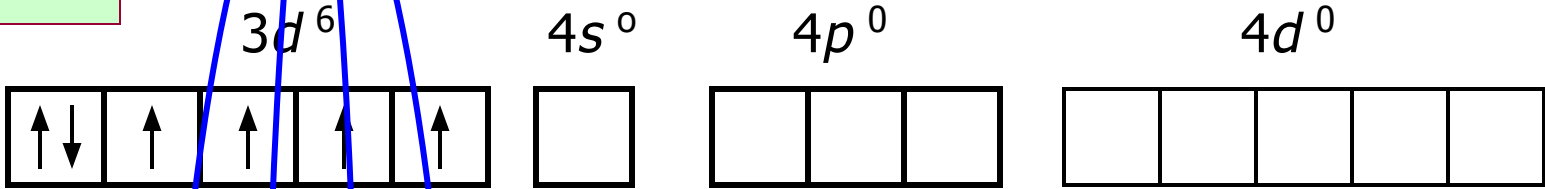


КЧ 6

sp^3d^2 -гибр.

$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NO}_2)_6]^{4-}$: уст., парамагн., октаэдр

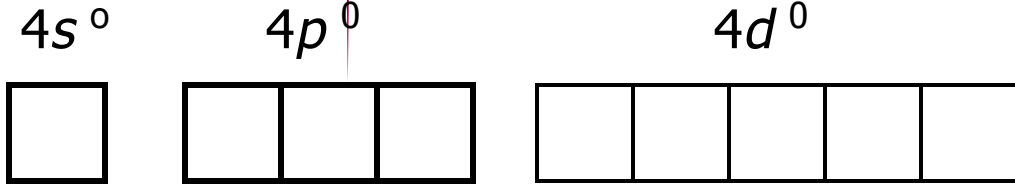
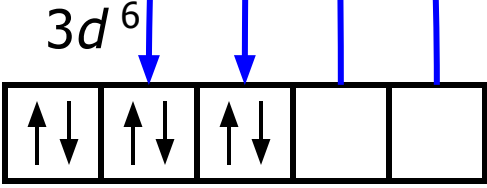
Fe^{+II}



КЧ 6

sp³d²-гибр.

[FeF₆]⁴⁻ уст., парамагн., октаэдр



КЧ 6

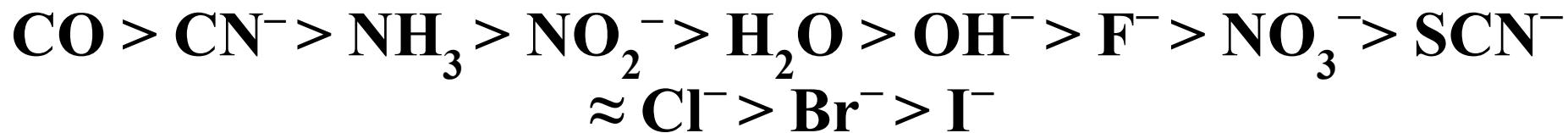
d²sp³-гибр.

[Fe(CN)₆]⁴⁻ уст., диамагн., октаэдр

Геометрическая конфигурация комплексов

Тип гибр.	КЧ	Геом. форма	Примеры
sp	2	линейн.	$[Ag(CN)_2]^-$, $[Cu(NH_3)_2]^+$
sp^2	3	треуг.	$[HgI_3]^-$
sp^3, sd^3	4	тетраэдр	$[Be(OH)_4]^{2-}$, $[MnCl_4]^{2-}$
sp^2d	4	квадрат	$[Ni(CN)_4]^{2-}$, $[PtCl_4]^{2-}$
$sp^3d(z^2), dsp^3$	5	триг. бипир.	$[Fe(CO)_5]$
$sp^3d(x^2-y^2), d(x^2-y^2)sp^3$	5	квадратная пирамида	$[MnCl_5]^{3-}$, $[Ni(CN)_5]^{3-}$
sp^3d^2, d^2sp^3	6	октаэдр	$[Al(H_2O)_6]^{3+}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$
sp^3d^3	7	пентагон. бипирамида	$[V(CN)_7]^{4-}$, $[ZrF_7]^{3-}$

Спектрохимический ряд



4	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓			
3	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	↑	↑	↑

Внешнесферный комплекс $[\text{FeF}_6]^{3-}$

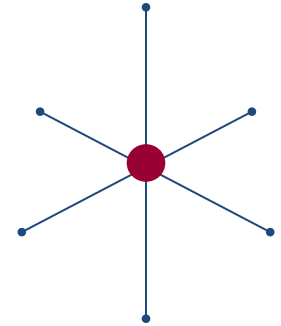
4	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓					
3	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓

Внутрисферный комплекс $[\text{FeCN}_6]^{3-}$

ТЕОРИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ПОЛЯ

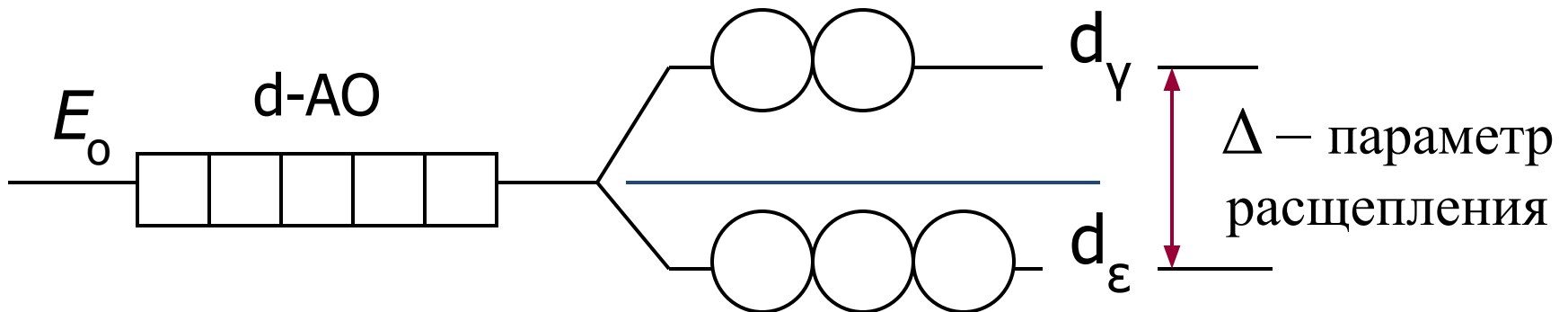
- Лиганды – точечные заряды (кристаллическое поле).
- Связь между лигандами и центральным атомом чисто ионная.
- Вырожденный d -подуровень центрального атома под действием поля лигандов расщепляется в соответствии с симметрией окружения.

В случае $[ML_6]^{v\pm,0}$:
октаэдрическое поле лигандов



- Поле **слабо** влияет (энергия падает) в случае АО $d(xy)$, $d(xz)$ и $d(yz)$, располож. между осей координат (между лигандами)

- Поле **сильно** влияет (энергия растет) в случае АО $d(z^2)$ и $d(x^2-y^2)$, располож. вдоль осей координат (ближе всего к лигандам)



$$|E_\gamma - E_0| = 3/5 \Delta ; |E_\epsilon - E_0| = 2/5 \Delta$$

- Сильное поле лигандов

Δ_{\max} : переход
 электронов $d_{\epsilon} \square d_{\gamma}$
НЕВОЗМОЖЕН

- Слабое поле лигандов

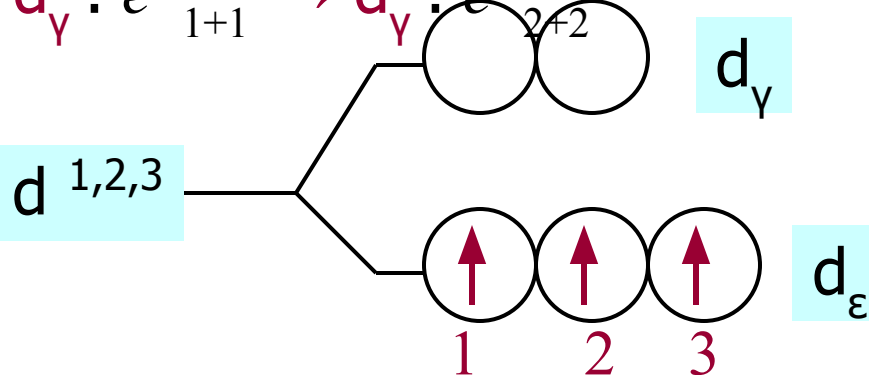
Δ_{\min} : переход
 электронов $d_{\epsilon} \rightarrow d_{\gamma}$
ВОЗМОЖЕН

Принципы заселения d_{ϵ} и d_{γ}

- Сильное поле:

$d_{\epsilon} : e^{-}_{1+1+1} \rightarrow d_{\epsilon} : e^{-}_{2+2+2}$
 \rightarrow

$\rightarrow d_{\gamma} : e^{-}_{1+1} \rightarrow d_{\gamma} : e^{-}_{2+2}$

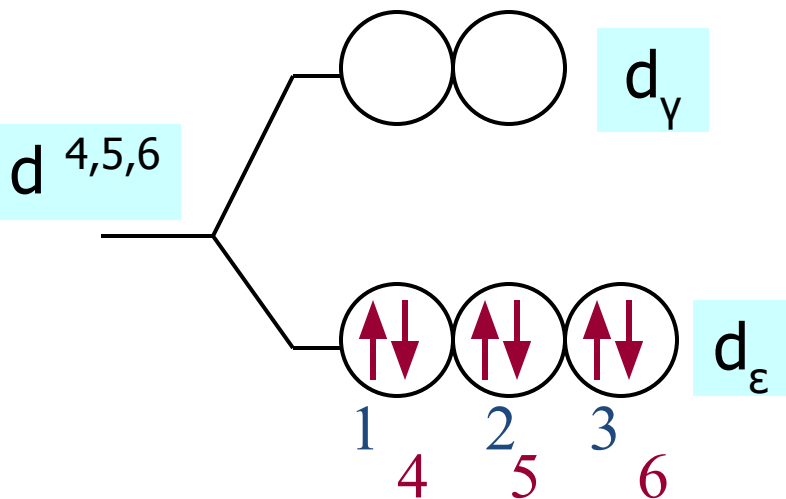


- Слабое поле:

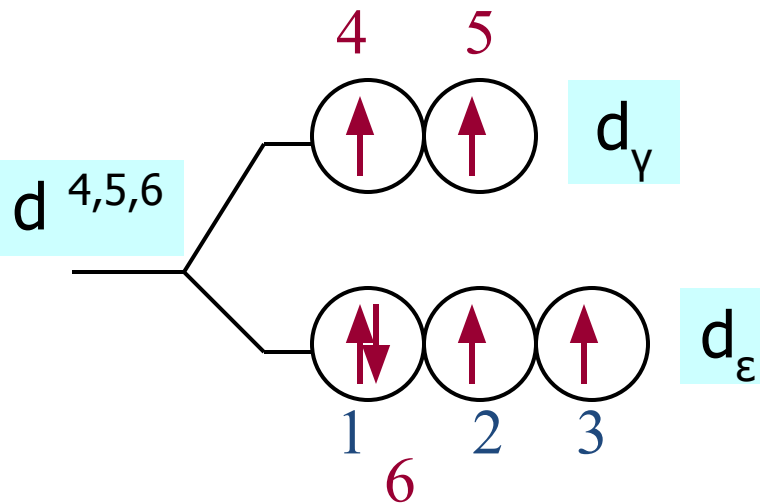
$d_{\epsilon} : e^{-}_{1+1+1} \rightarrow d_{\gamma} : e^{-}_{1+1} \rightarrow$
 $\rightarrow d_{\epsilon} : e^{-}_{2+2+2} \rightarrow d_{\gamma} : e^{-}_{2+2}$

Сильное поле

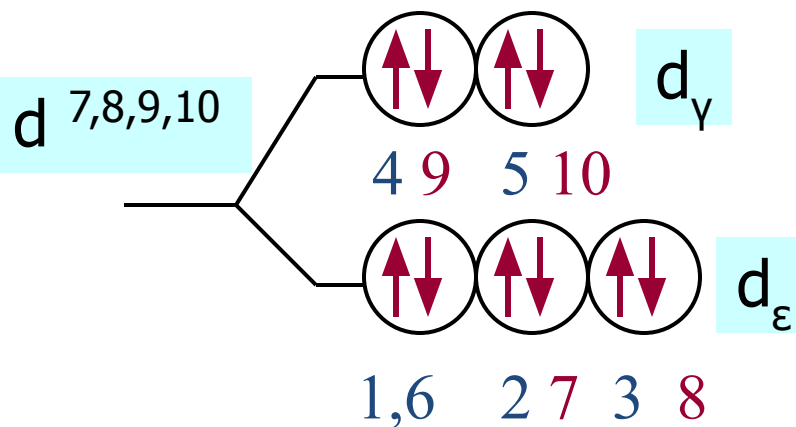
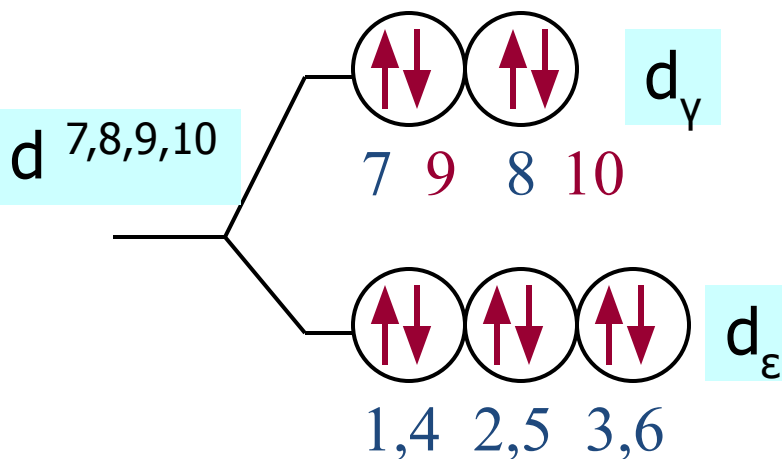
Слабое поле



диамагнитный



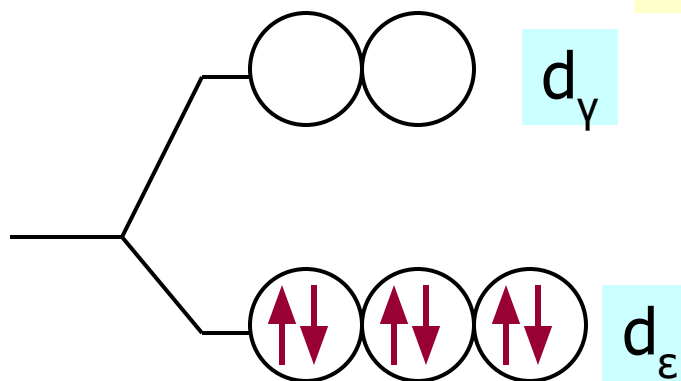
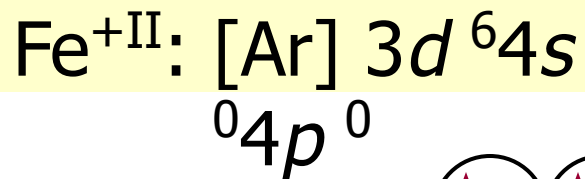
высоко-парамагнитный



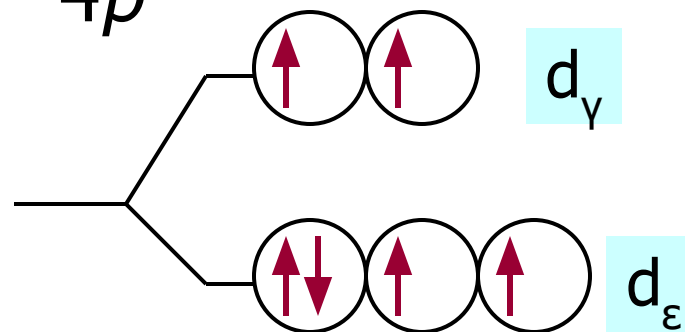
Заселение электронами d_ε и d_γ -орбиталей

	Сильное поле		Слабое поле	
	Число эл.пар	Число неспар.эл.	Число эл.пар	Число неспар.эл.
d^4	1	2	0	4
d^5	2	1	0	5
d^6	3	0 (диамагн.)	1	4
d^7	3	1	2	3

Лиганды сильного и слабого поля

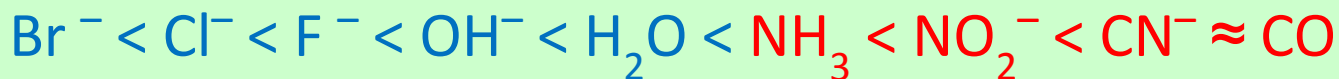


диамагн. $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$



парамагн. $[\text{FeF}_6]^{4-}$

Спектрохимический ряд лигандов:



Увеличение силы поля лигандов

Влияние поля лигандов на окраску комплексов

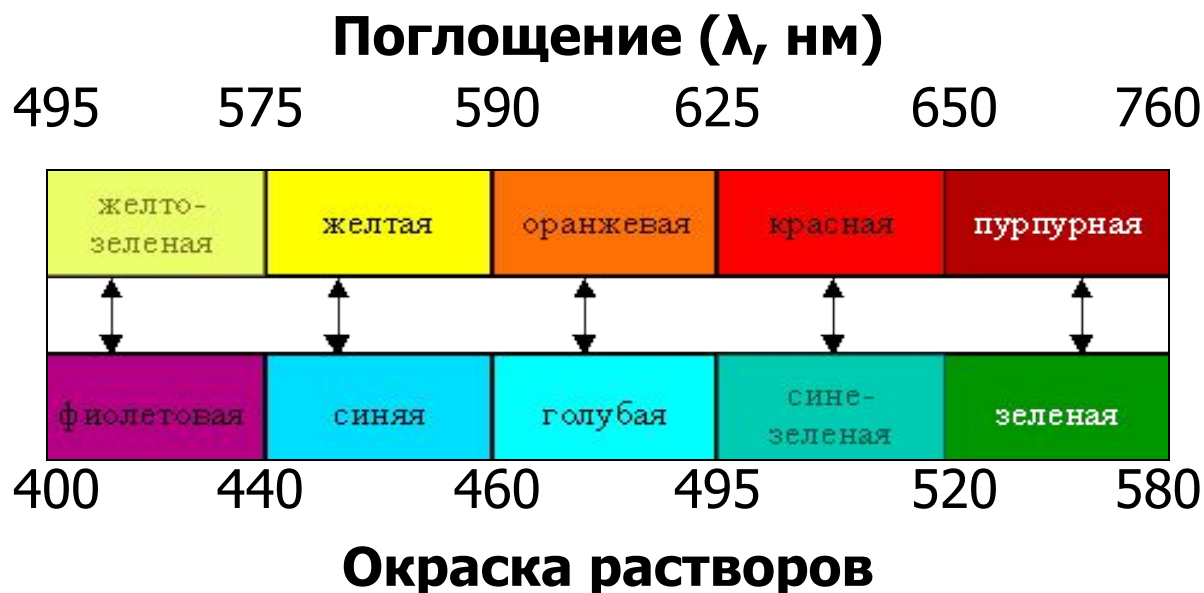
$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	розовый
$[\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$	ярко-розовый
$[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{4-}$	оранжевый
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	буро-розовый

↓
Усиление поля лигандов

Цветность комплексных соединений

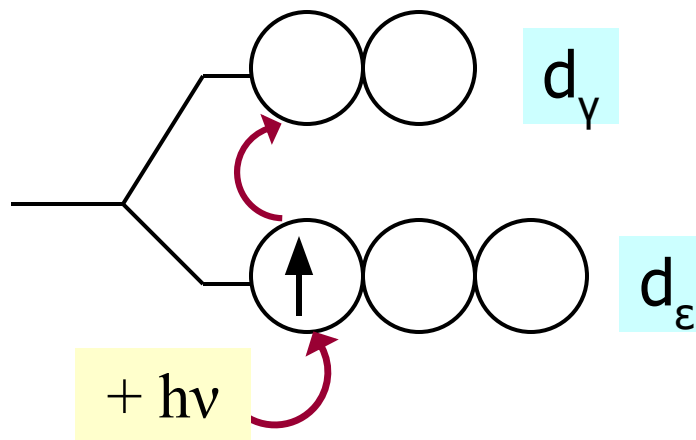
При облучении образца в-ва светом видимой части спектра может наблюдаться:

- отсутствие поглощения света (образец бесцветен)
- полное поглощение света (образец черный)
- поглощение света определенной длины волны (образец имеет цвет, дополнительный к поглощенному).

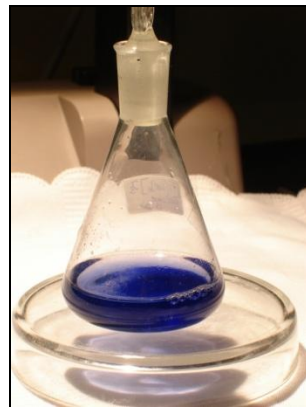
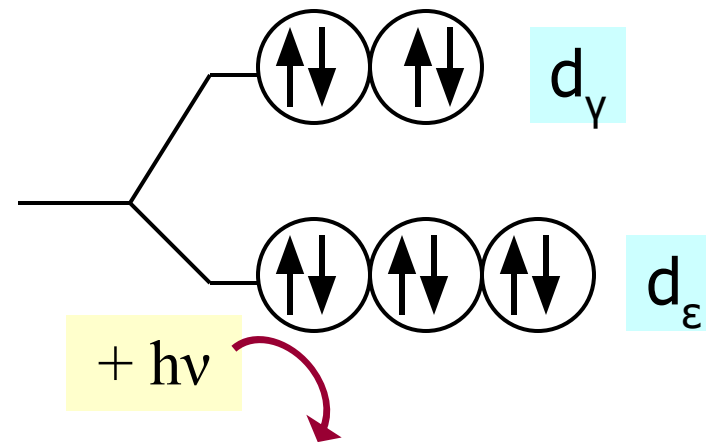


Цвет объекта определяется частотой полос поглощения видимого света

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



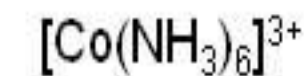
бесцв. $[\text{Cd}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$



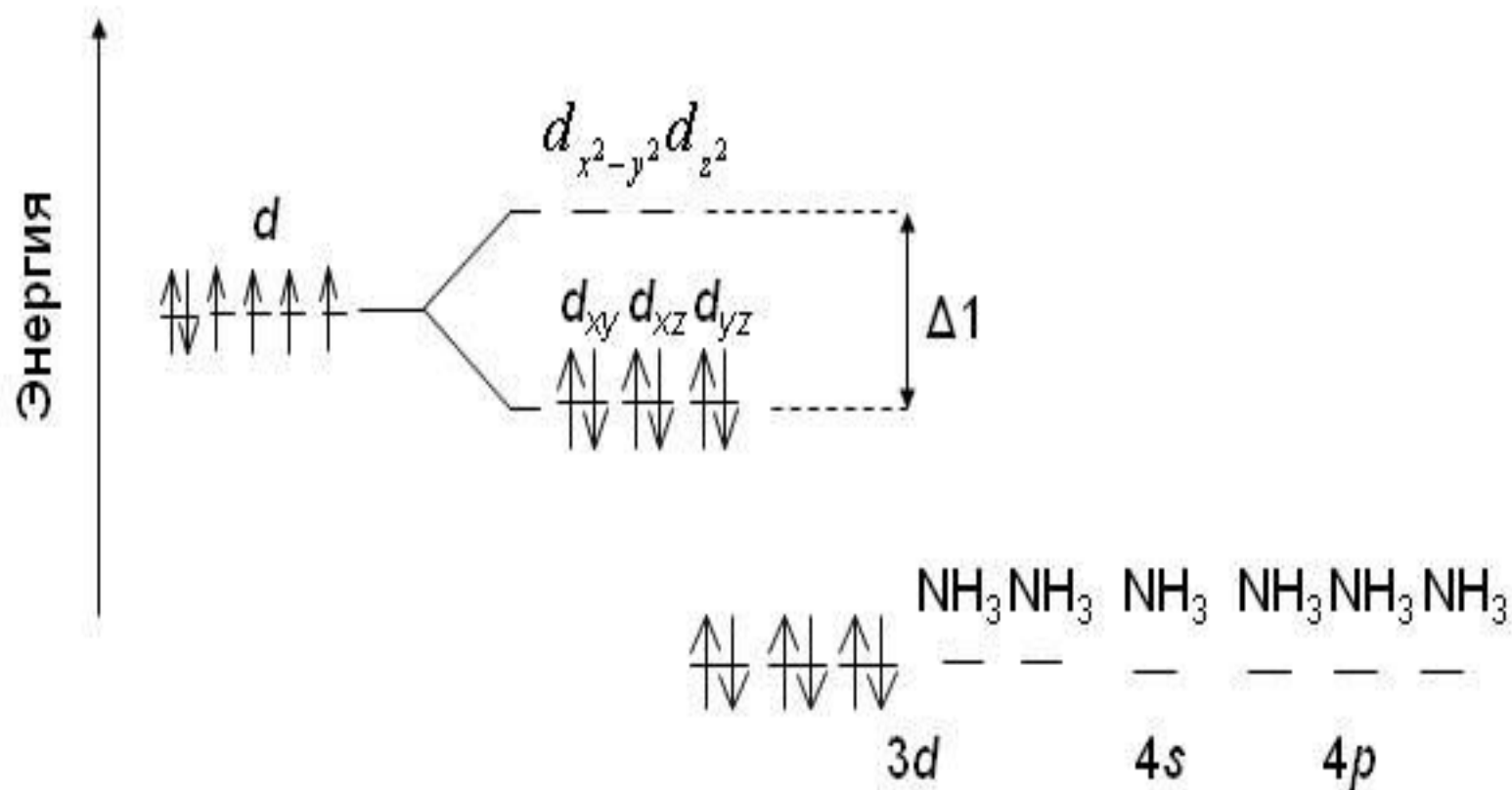
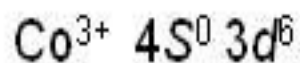
Комплекс иодида титана(III) с карбамидом

- Комплексы $\text{Sc}(\text{III})$, $\text{Cu}(\text{I})$, $\text{Zn}(\text{II})$, $\text{Cd}(\text{II})$ и др. не поглощают энергии в видимой части спектра и поэтому бесцветны.

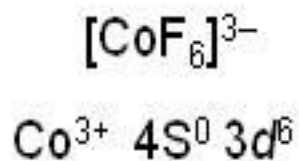
Распределение электронов по энергетическим подуровням в комплексе $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$



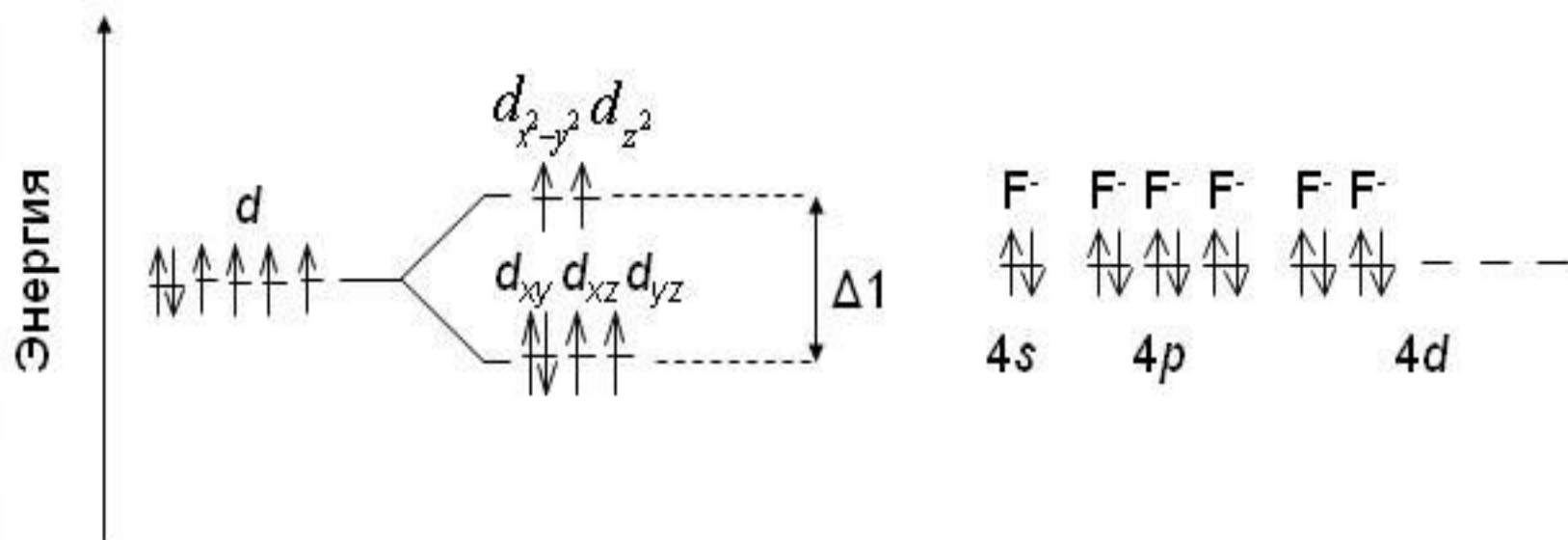
NH_3 – лиганд сильного поля



Теория кристаллического поля



F^- – лиганд слабого поля, имеющий неподеленные пары электронов



Изомерия комплексных соединений

- **Изомерия** – явление существования соединений, одинаковых по составу и мол. массе, но различающихся по строению и свойствам (**изомеров**).

В случае комплексных соединений изомерия обусловлена:

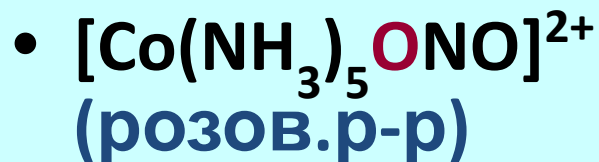
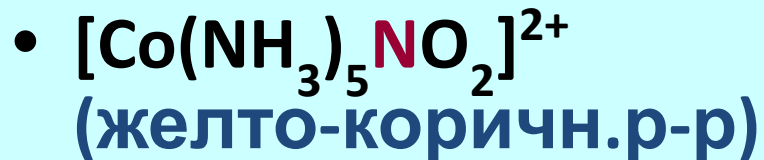
- различием в строении и координации лигандов
 - различием в строении внутренней координационной сферы
 - различным распределением частиц между внутренней и внешней сферой

Изомерия лигандов

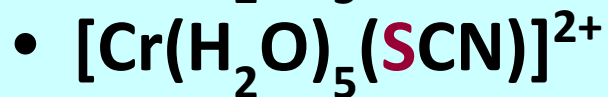
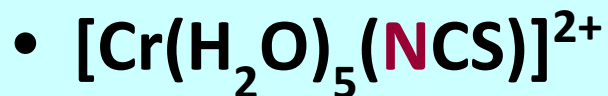
- **Связевая**



нитро-
нитрито-



тиоцианато-N
тиоцианато-S



- **Изомерия лигандов**

Лиганды сложного строения (напр., аминокислоты)

образуют

изомеры,

координация

которых ведет к

получению

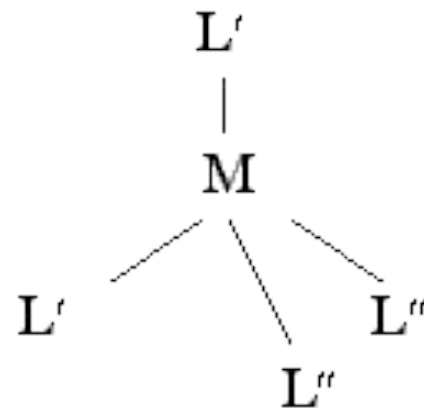
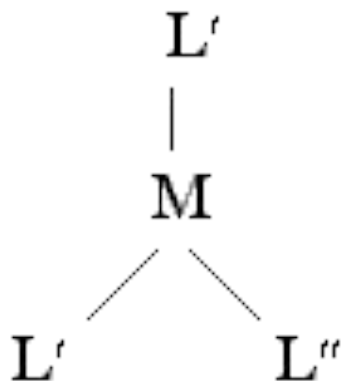
комплексов с

разными

свойствами.

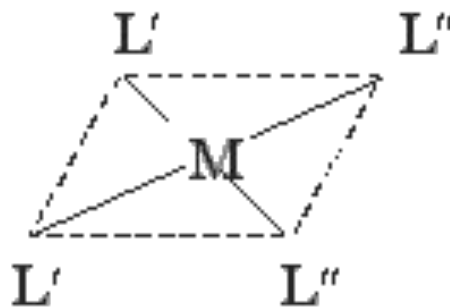
Изомерия внутренней сферы: геометрическая

- **Геометрическая изомерия** вызвана **неодинаковым размещением лигандов во внутренней сфере.**
- **Необх. усл. геометрич. изомерии** – наличие во **внутр. сфере не менее двух различных лигандов.**
- **Компл. соед. с тетраэдрическим, треугольным и линейным строением геометрич. изомеров не имеют.**

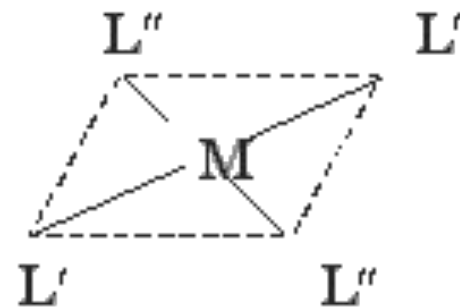


Геометрическая изомерия

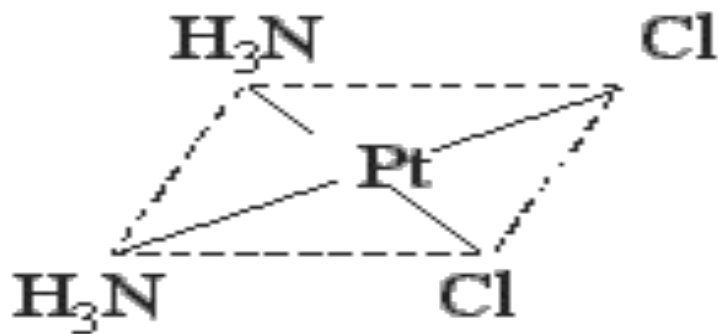
Плоскоквадратные комплексы при наличии двух разных лигандов L' и L'' дают 2 изомера (*цис*- и *транс*-).



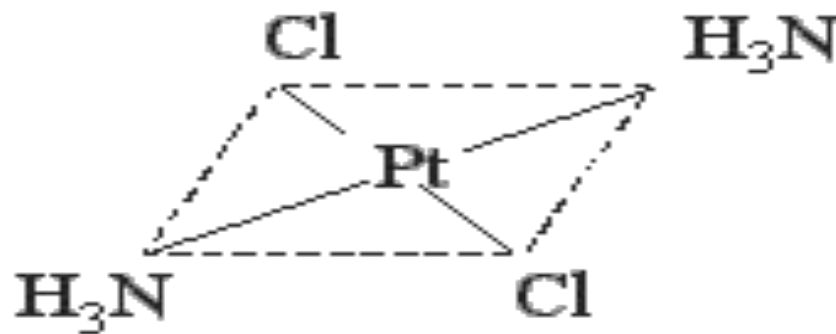
цис-изомер



транс-изомер



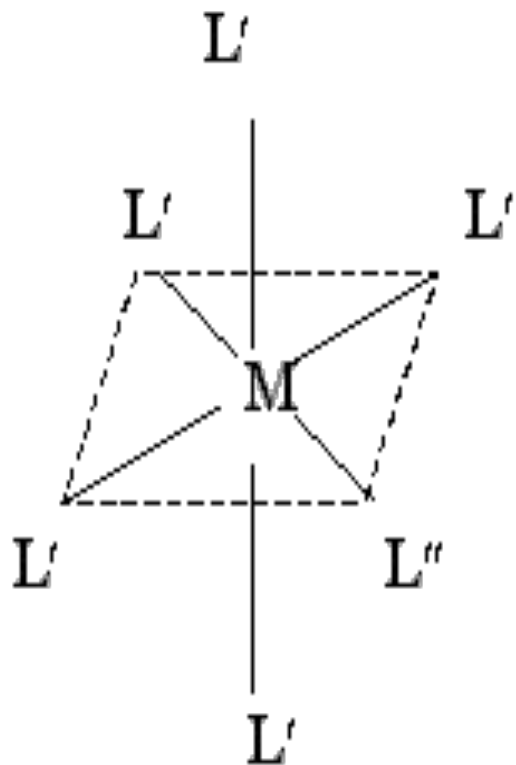
цис-изомер



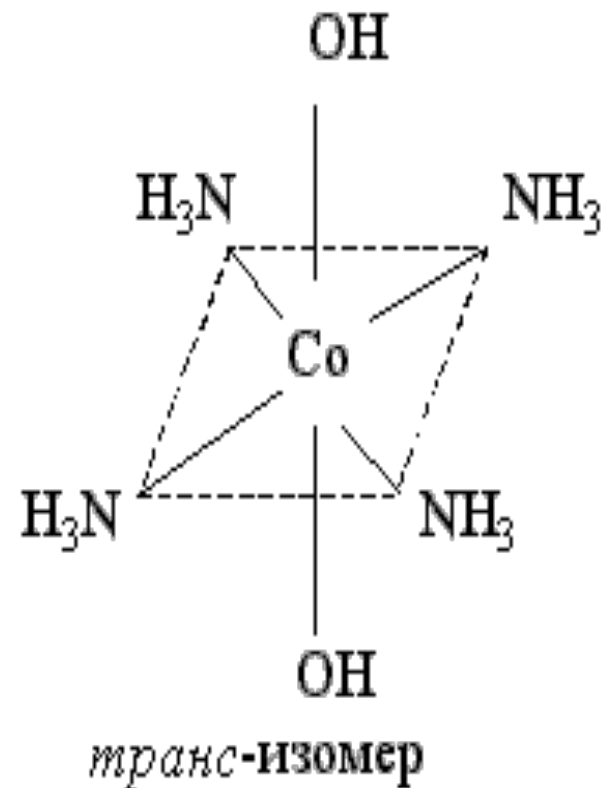
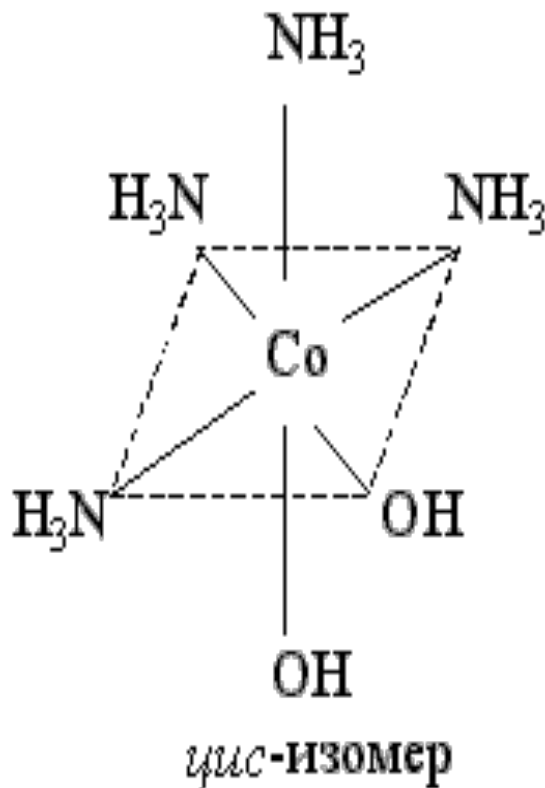
транс-изомер

цис- и *транс*-изомеры
дихлородиаминоплатины(II)

Геометрическая изомерия



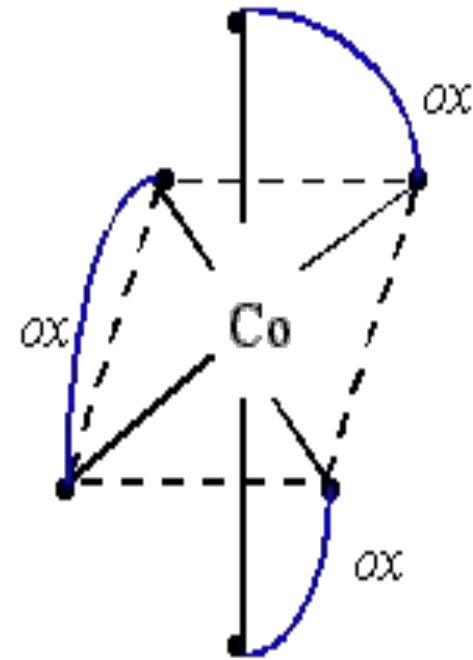
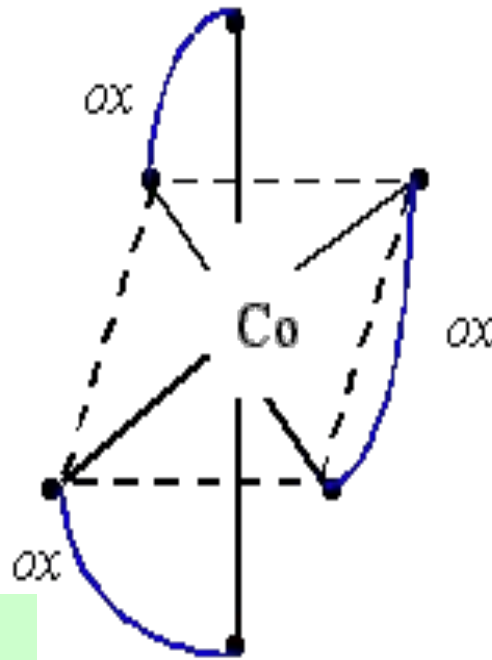
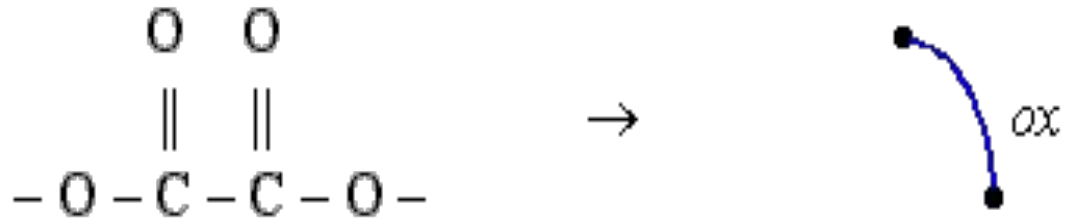
$[ML'_5L'']$:
изомеров нет



цис- и *транс*-изомеры
дигидроксотетраамминкобальта(II)

Изомерия внутр. сферы: оптическая

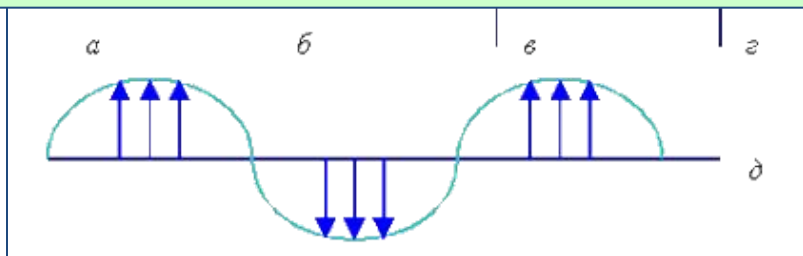
- Оптическая** (зеркальная) **изомерия**: способность комплексов существовать в виде двух форм, являющихся зеркальным отображением друг друга.



Триоксалатокобальтат(III)-
-ион $[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$

Оптическая изомерия

- Оптические изомеры способны **вращать плоскость поляризации** светового луча (влево, *L*-изомер, или вправо, *D*-изомер).

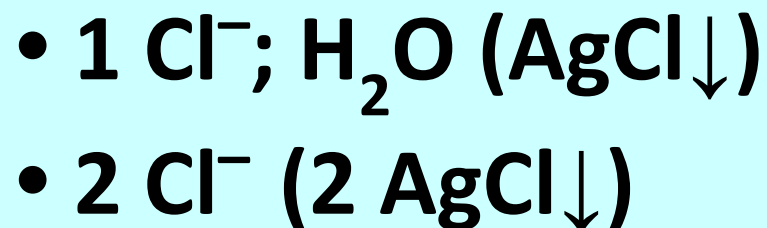
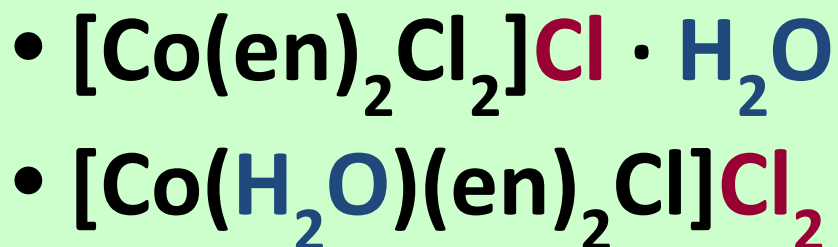


- Световой луч (*a*) пропускают через **поляризатор**, и он становится **плоскополяризованным** (*б*).
- После пропускания через *р-ры* оптич. изомеров (*в, г*).
- Угол вращения плоскости поляризации *a* (определяется **анализатором**).

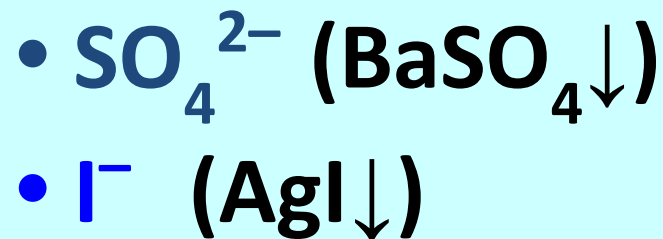
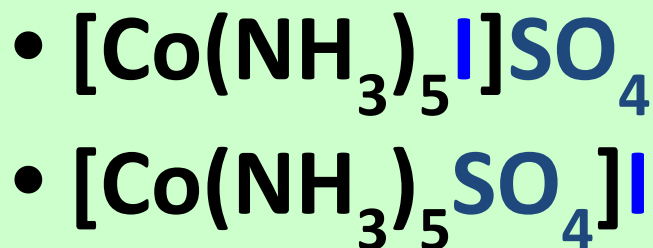
Междусферная изомерия:

1) сольватная (гидратная); 2) ионная изомерия

гидратная



ионная



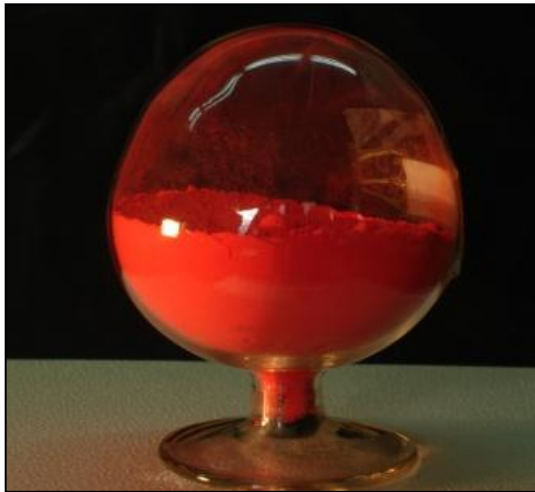
Междусферная изомерия

- Ионные (ионизационные) изомеры
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Br}_2$ и $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{Cl}_2$
- $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4](\text{OH})_2$ и $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4(\text{OH})_2]\text{SO}_4$
pH $\gg 7$ pH ≈ 7

• Координационные изомеры

- $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_4(\text{NCS})_2]$ $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_4]$
- $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]$ $[\text{Cr}(\text{NCS})_6]$

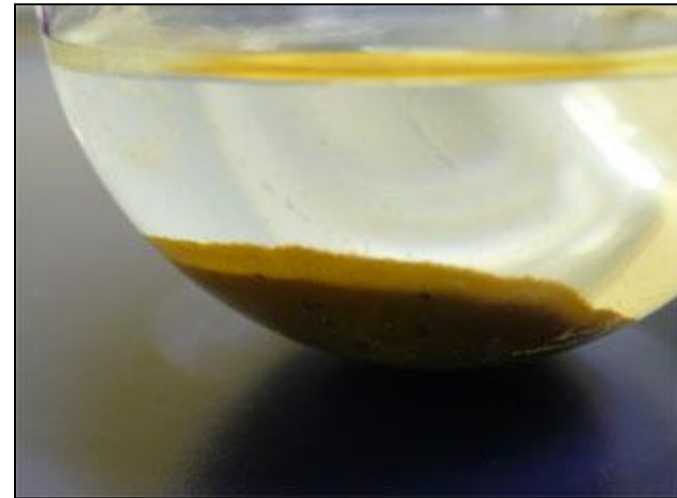
Диссоциация КОМПЛЕКСНЫХ соединений



HgI_2



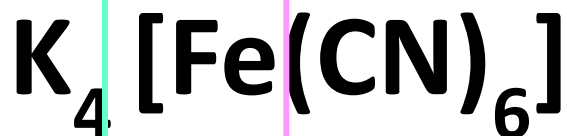
KI



$\text{K}_2[\text{HgI}_4]$



Ковалентная
(диссоциация по типу слабого
электролита)

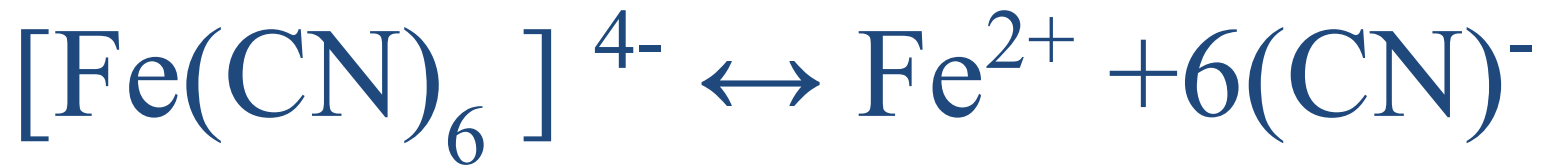


Ионная связь
(диссоциация по типу сильного
электролита)



первичная диссоциация





вторичная диссоциация

Константа нестойкости (K_{H}):

$$K_{\text{H}} = \frac{[\text{Fe}^{2+}] \cdot [\text{CN}^-]^6}{[[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}]}$$

$$K_{\text{H}} = 1 \cdot 10^{-31}$$

(очень прочный комплекс)

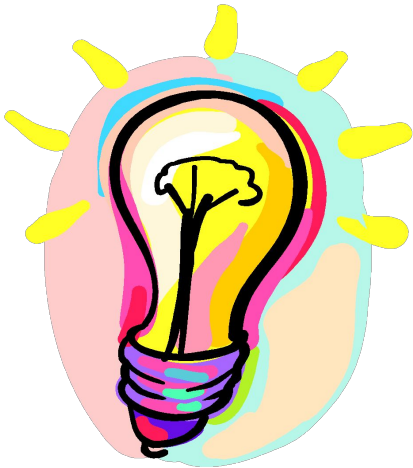


$$K_{\text{H}} = 2 \cdot 10^{-9}$$

(непрочный комплекс)

$$K_{\text{уст.}} = 1 / K_{\text{H}}$$

K_n и K_y (β) относятся
ТОЛЬКО К КОМПЛЕКСНОМУ
иону!



Не забывайте !

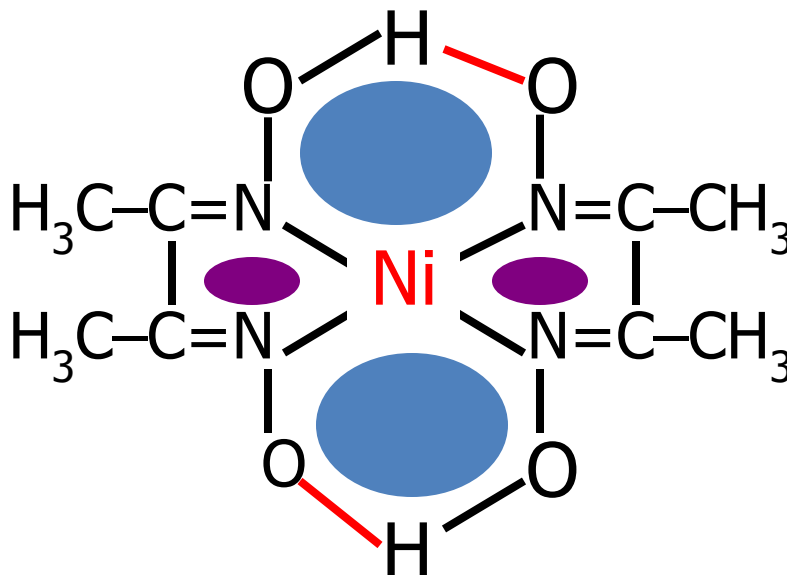
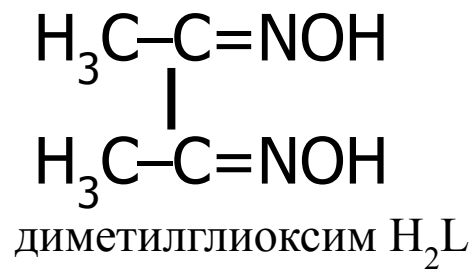
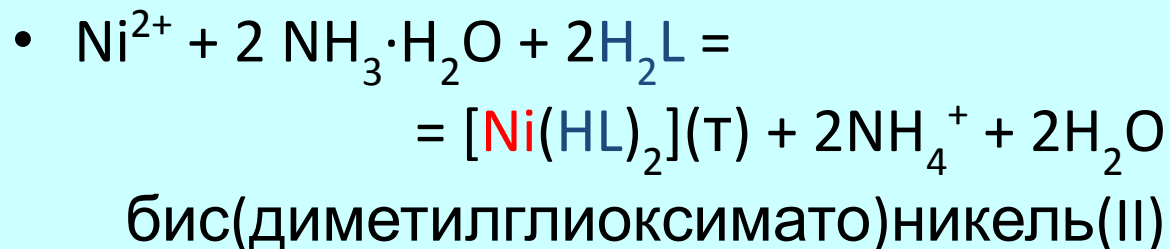
Правило циклов Чугаева

Наибольшей устойчивостью обладают пяти- и шестичленные металлоциклы. Соединения с трех-, четырехчленными циклами и с числом звеньев больше семи образуются редко из-за их малой устойчивости. Стабильность хелатных комплексов возрастает с увеличением числа



Л. А. Чугаев
(1873–1922)

Реакция Чугаева



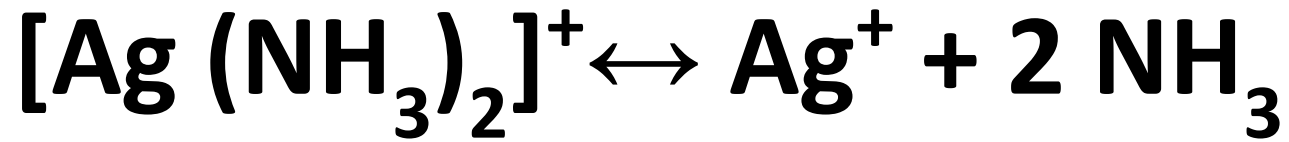
Разрушение комплексных соединений

Разрушить
комплекс



Связать
один из ионов

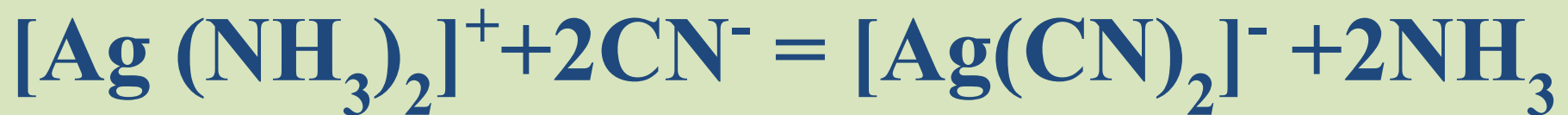
- Труднорастворимый осадок
 - Слабый электролит
- Окислить или восстановить
 - Выделить в виде газа
- Связать в более прочный комплекс



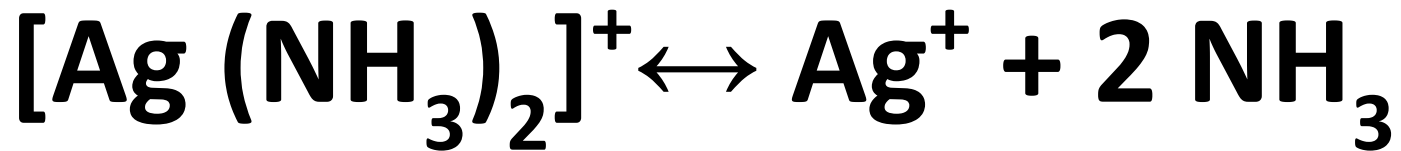
$$K_{\text{H}} = 9,3 \cdot 10^{-8}$$



$$K_s(\text{AgI}) = 1,5 \cdot 10^{-16}$$



$$K_H = 8 \cdot 10^{-22}$$



+ KI

Образование
труднорастворимого
осадка

+ KCN

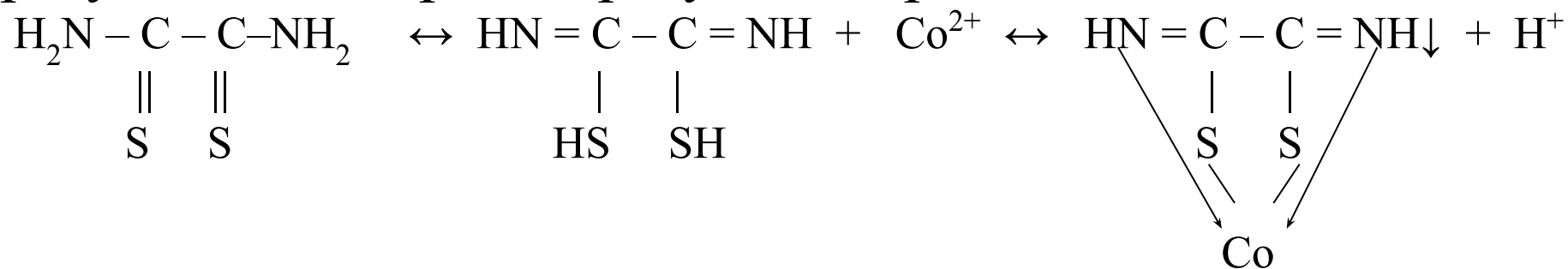
Образование
более прочного комплекса

+ HNO₃

NH₄NO₃

Использование реакций комплексообразования в фармацевтическом анализе:

Для обнаружения ионов. Например, ионы кобальта (II) можно отыскать реакцией с рубенеановодородной кислотой в результате которой образуется коричнево-желтый осадок



Для разделения ионов. Так, если надо ионы Cu^{2+} и Mg^{2+} отделить друг от друга, то в раствор, содержащий их, добавляют избыток NH_4OH . При этом ионы меди (II) переходят в раствор в виде тетраамминмеди (II), а катионы Mg^{2+} осаждаются в гидроксид магния $\text{Mg}(\text{OH})_2$.



Для маскировки мешающих ионов.

Например, при обнаружении ионов Ni^{2+} в присутствии Fe^{3+} , последний связывают в устойчивый комплексный ион гексафтороферрат (III):



После маскировки Fe^{3+} проводят аналитические реакции на ионы никеля (II).

Для растворения осадков. Так, при добавлении к хлориду серебра концентрированной хлороводородной кислоты

осадок AgCl растворяется :



Для изменения окислительно-восстановительных свойств ионов. Например, молибден (VI) в виде $\text{MoO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ не окисляет бензидин, а комплексный ион $[\text{P}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6]^{7-}$ по отношению к нему является окислителем.

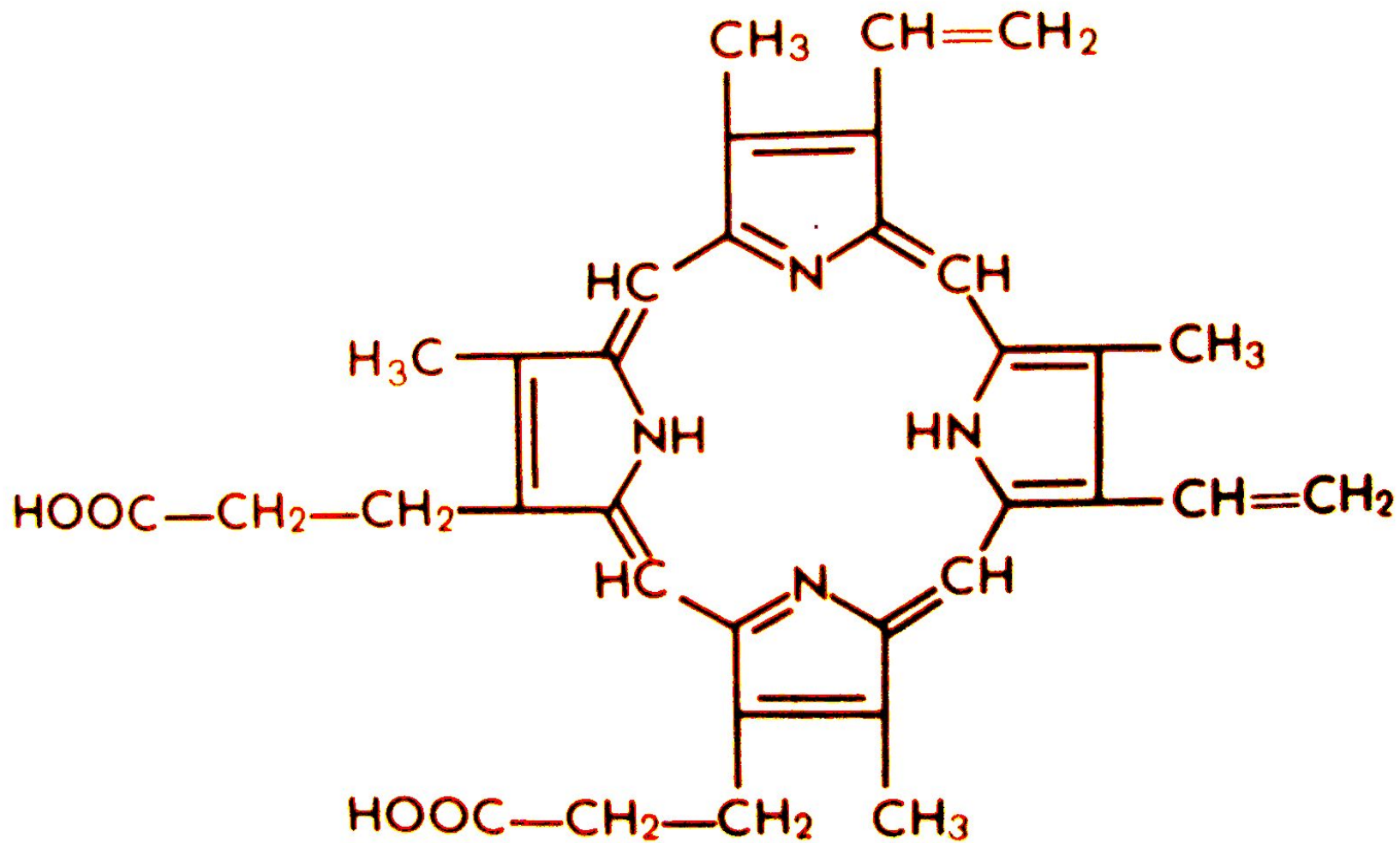
В экстракционном концентрировании и разделении веществ получают нейтральные комплексы, способные переходить из воды в органический растворитель, не смешивающийся с ней.

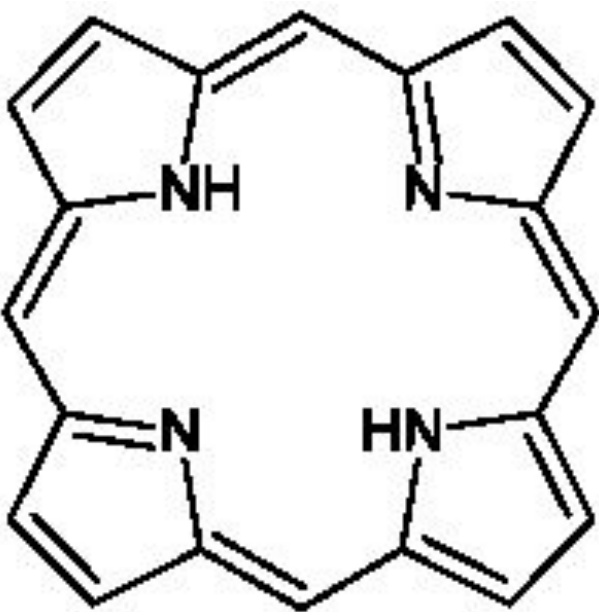
Для количественного определения различных химических соединений в том числе и лекарственных веществ, в состав которых входят анионы, способные образовывать с титрантом комплексные соединения.

Для этой цели применяют такие методы, как комплексометрия, куприметрия и другие.

Биологическая роль комплексных соединений

Порфирин:





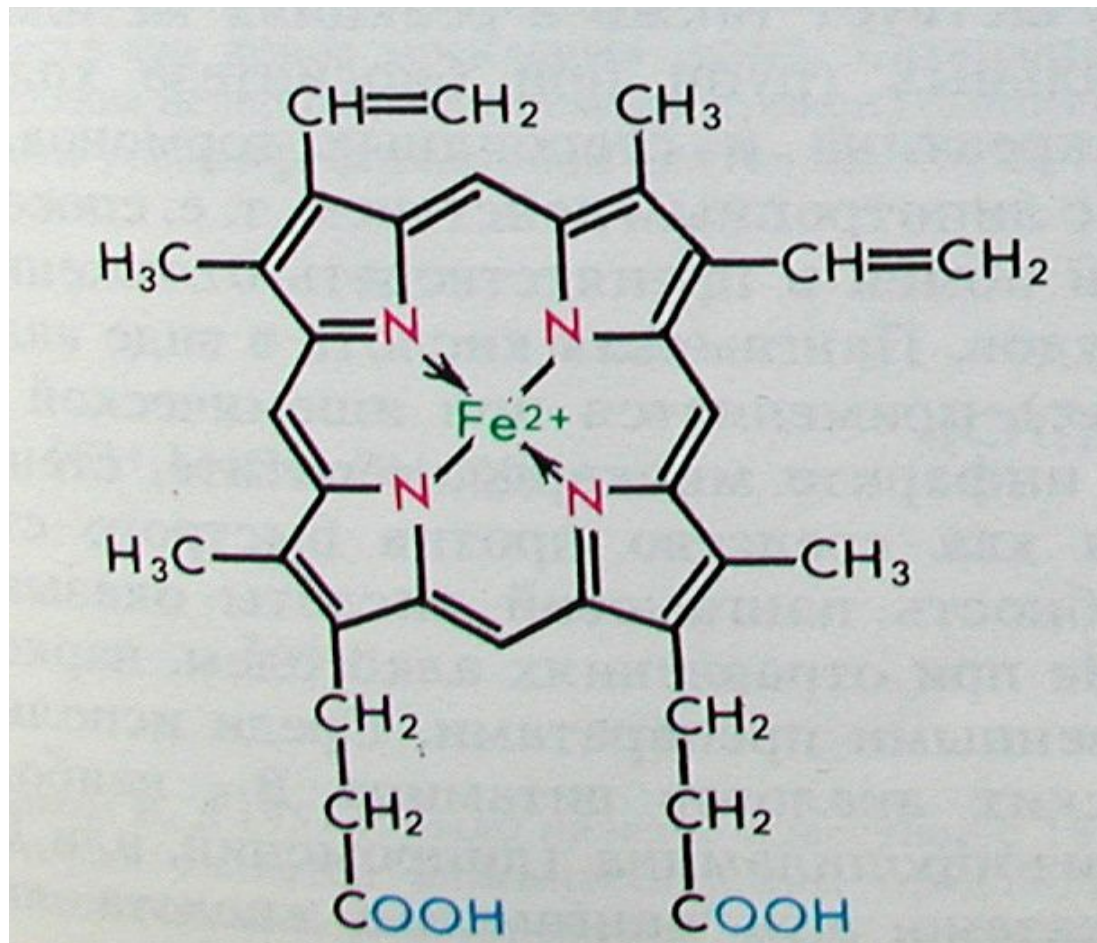
Порфирины — природные и синтетические тетрапиррольные соединения, формально — производные порфина.

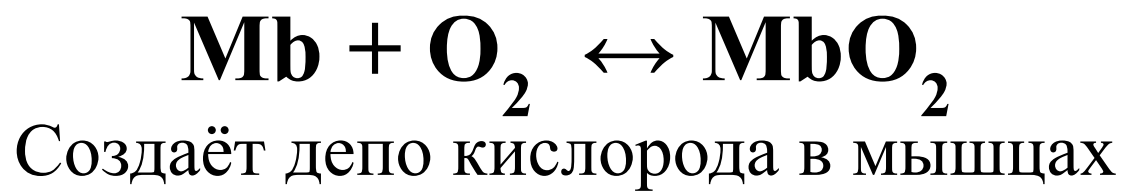
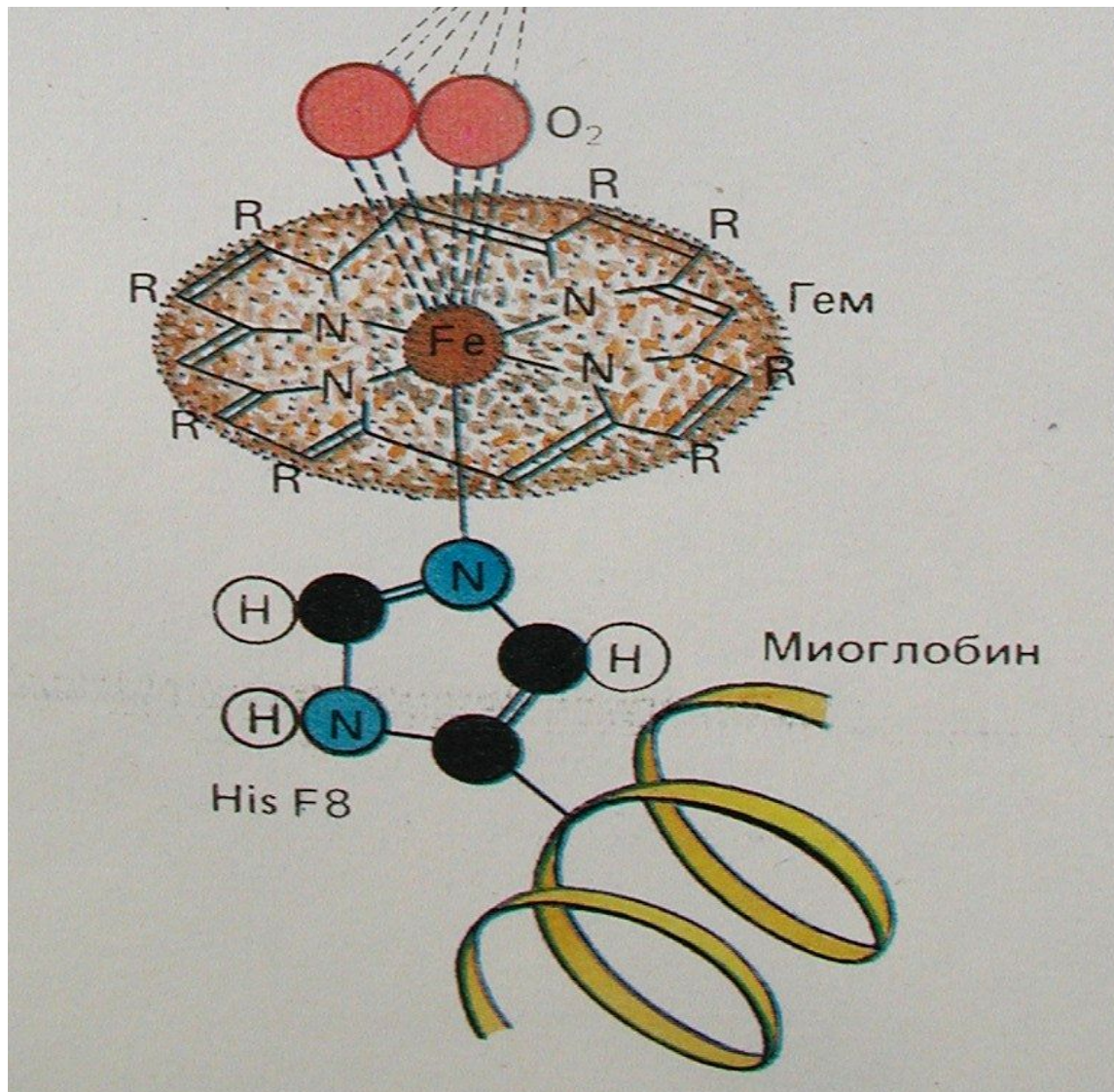
Азотосодержащие пигменты, входят в состав небелковой части молекулы гемоглобина, хлорофилла, ряда ферментов. Относятся к высшим гетероциклам.

Простейший порфирин — порфин

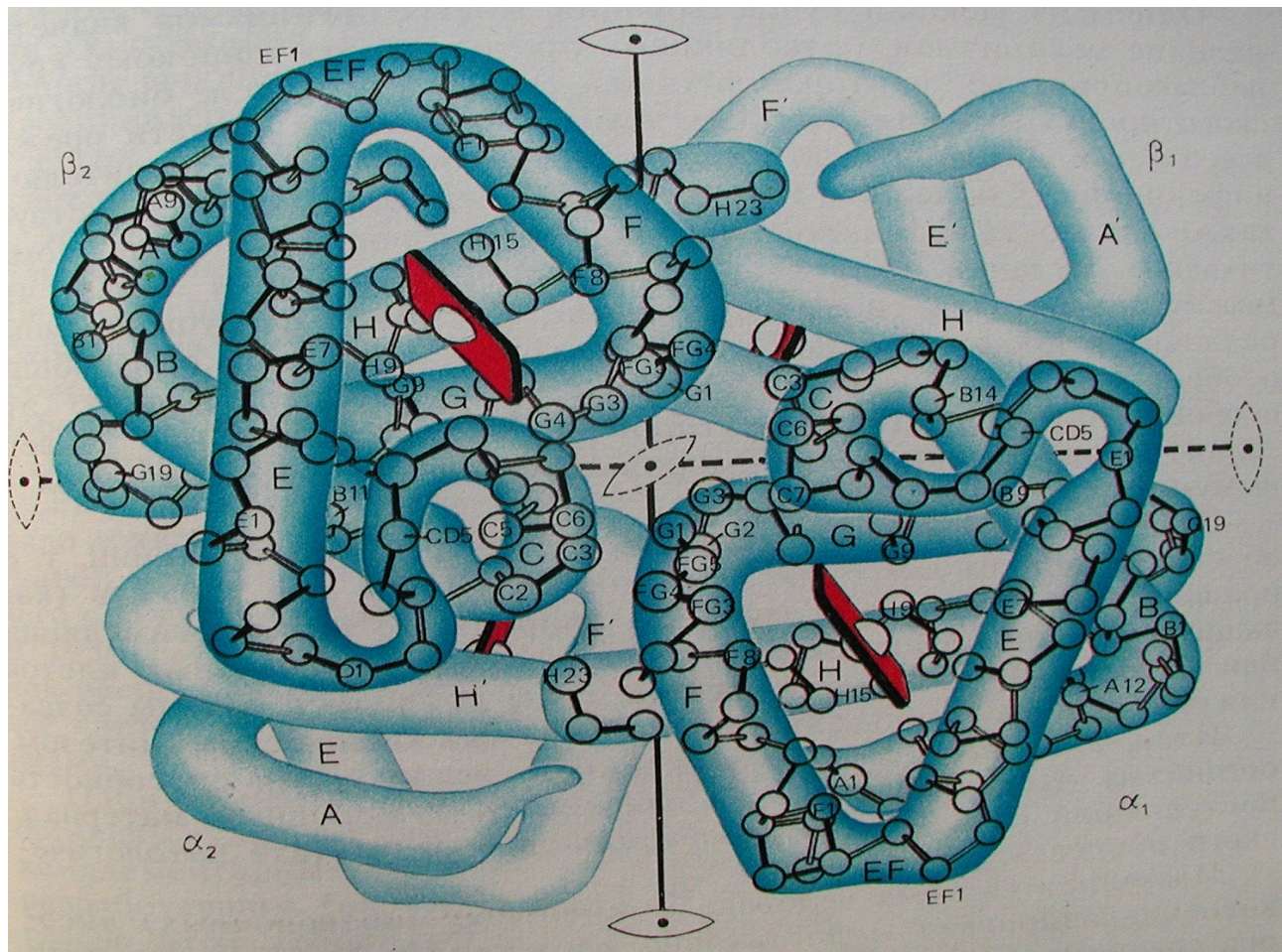
Некоторые производные порфина вызывают большой интерес с точки зрения терапии онкологических заболеваний. Так димегин, обладая высоким сродством к раковым клеткам, избирательно фотосенсибилизирует их. Благодаря этому, последующее воздействие лазерного излучения приводит к редукции опухолевой ткани.

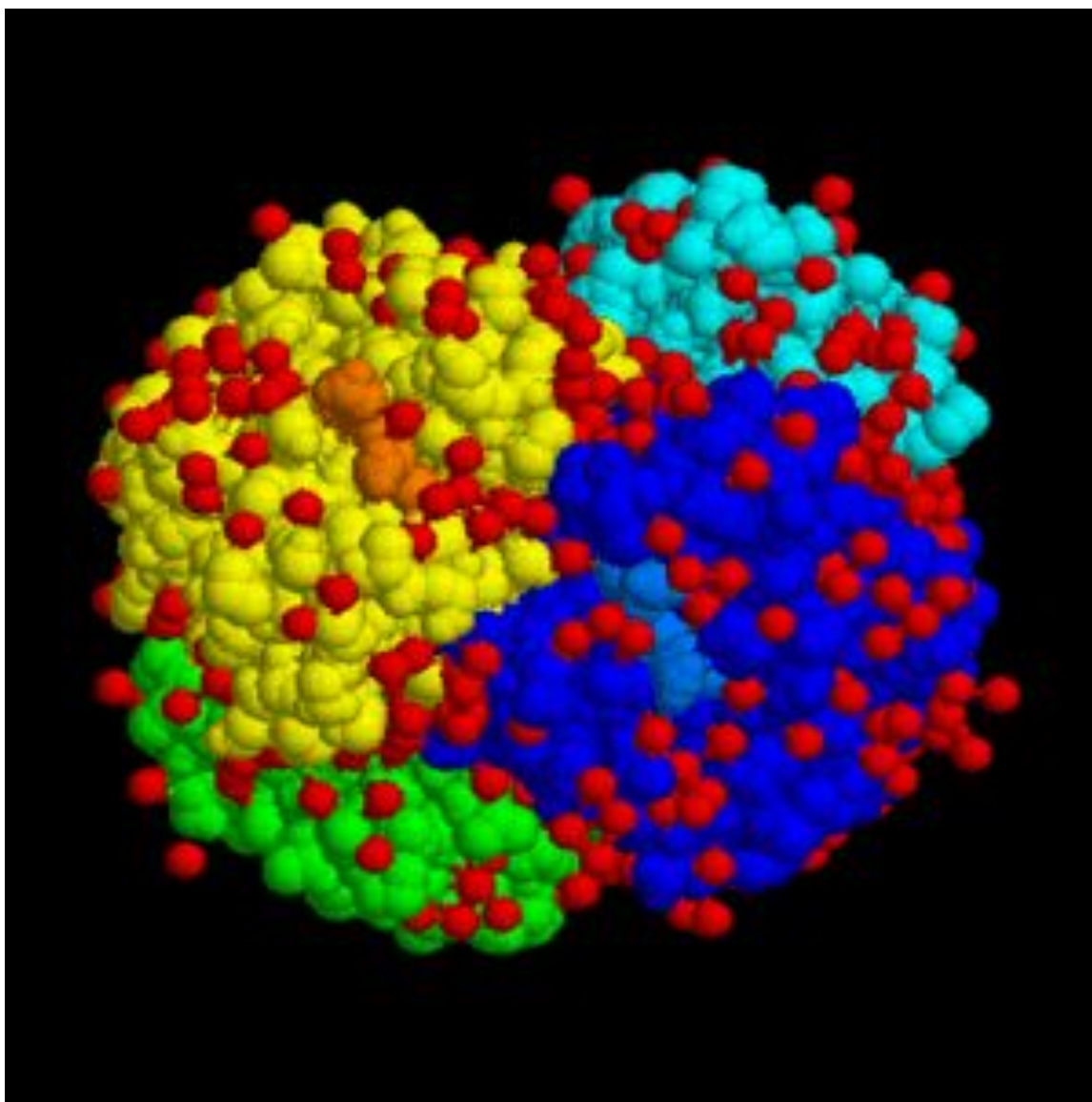
Активный центр миоглобина (кислород-связывающий белок скелетных мышц и мышцы сердца)– макроциклическое соединение – гем:





Гемоглобин:





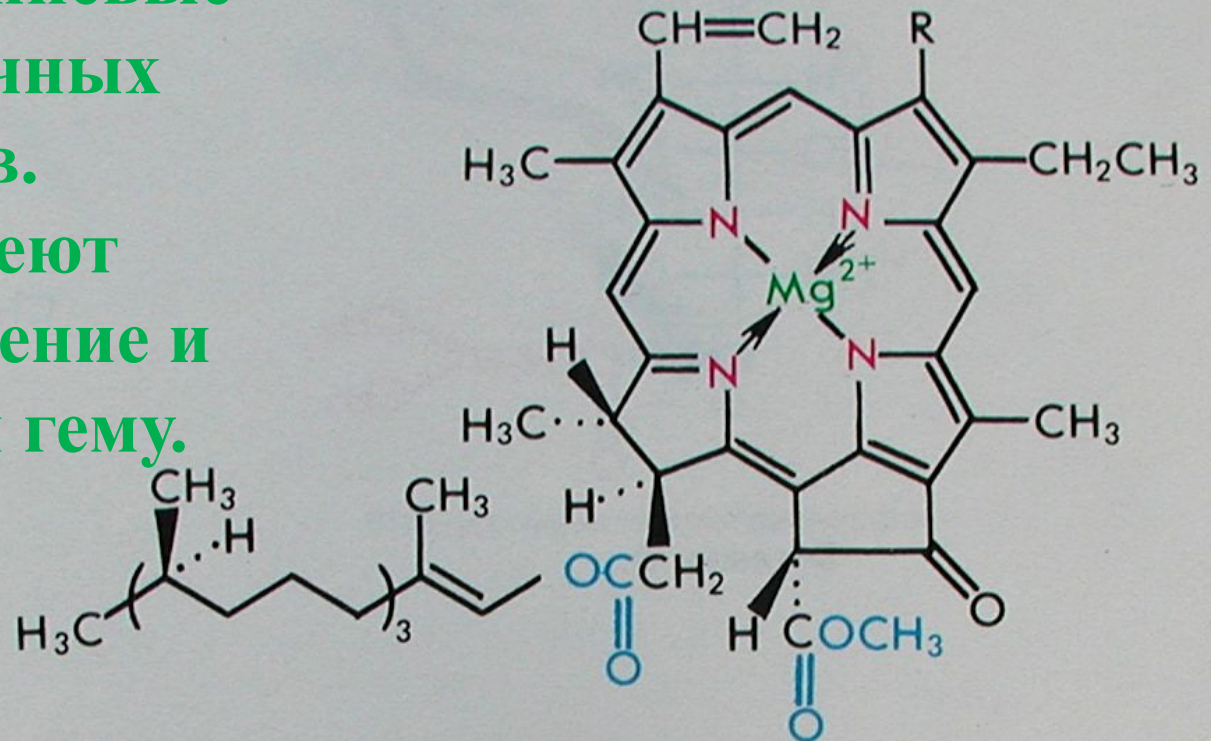
**Молекула гемоглобина:
4 субъединицы глобина,
окрашены в разные цвета**

Гемогло́бин (от др.-греч. αἷμα — кровь и лат. globus — шар) — сложный железосодержащий белок.

Главная функция гемоглобина заключается в трех этапах, определяющих три его свойства. 1-ый этап - присоединение O_2 к гемоглобину. 2-ой - образование сложных взаимоотношений между гемом и O_2 , а именно превращение O_2 в синглетный кислород. Данный этап является этапом трансформации O_2 в его реакционно-способную форму, необходимую для дальнейшего взаимодействия с клетками и является главной функцией гемоглобина. 3-ий этап - отдача синглетного кислорода в ткани. У человека в капиллярах лёгких в условиях избытка кислорода последний соединяется с гемоглобином. Током крови эритроциты, содержащие молекулы гемоглобина со связанным кислородом, доставляются к органам и тканям, где O_2 мало; здесь необходимый для протекания окислительных процессов кислород освобождается из связи с гемоглобином.

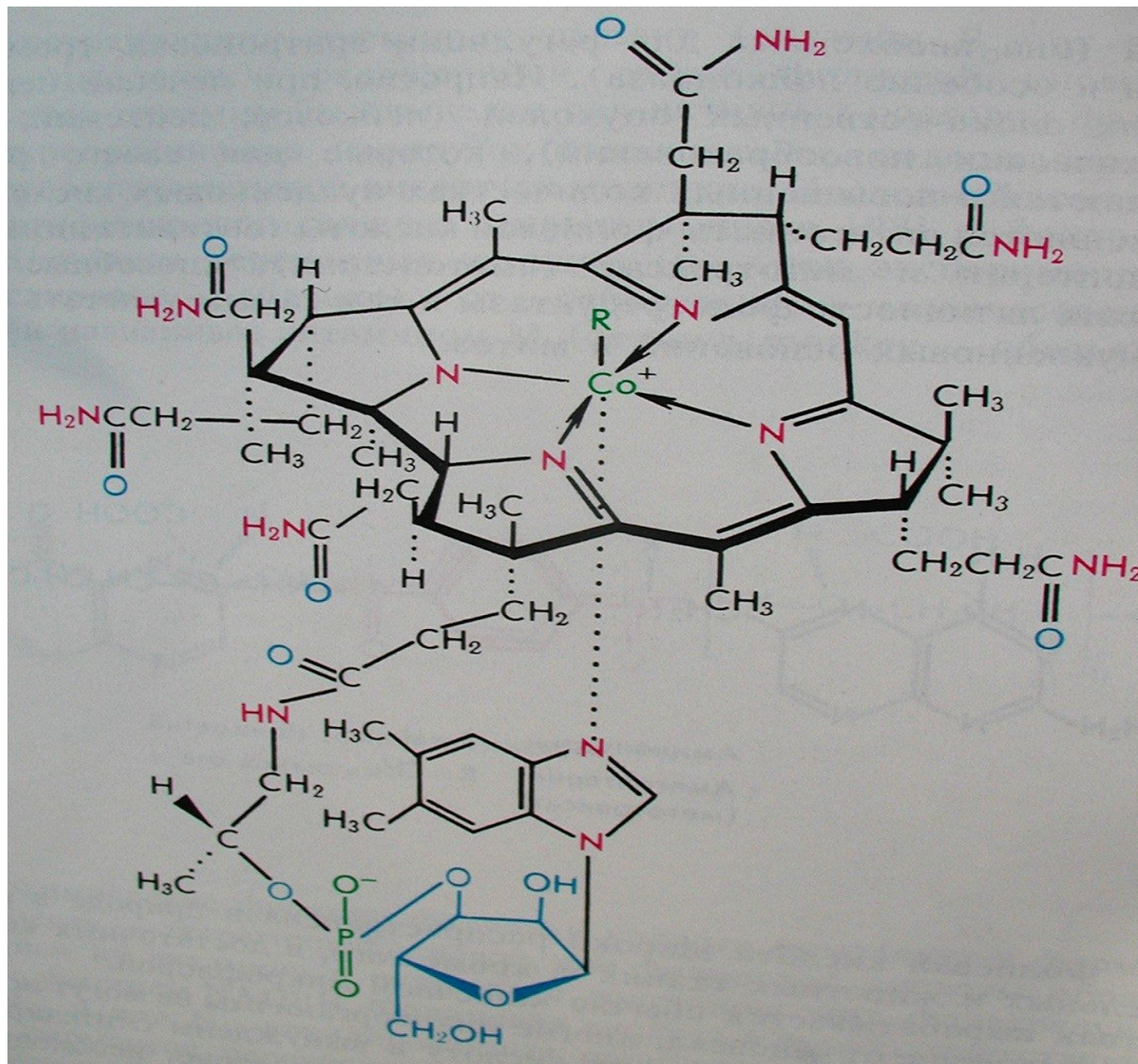
Зеленый пигмент растений — хлорофилл (от греч. χλωρός, «зелёный» и φύλλον, «лист»):

По химическому строению хлорофиллы — магниевые комплексы различных тетрапирролов. Хлорофиллы имеют порфириновое строение и структурно близки гему.



Синтезирует реакцию фотосинтеза

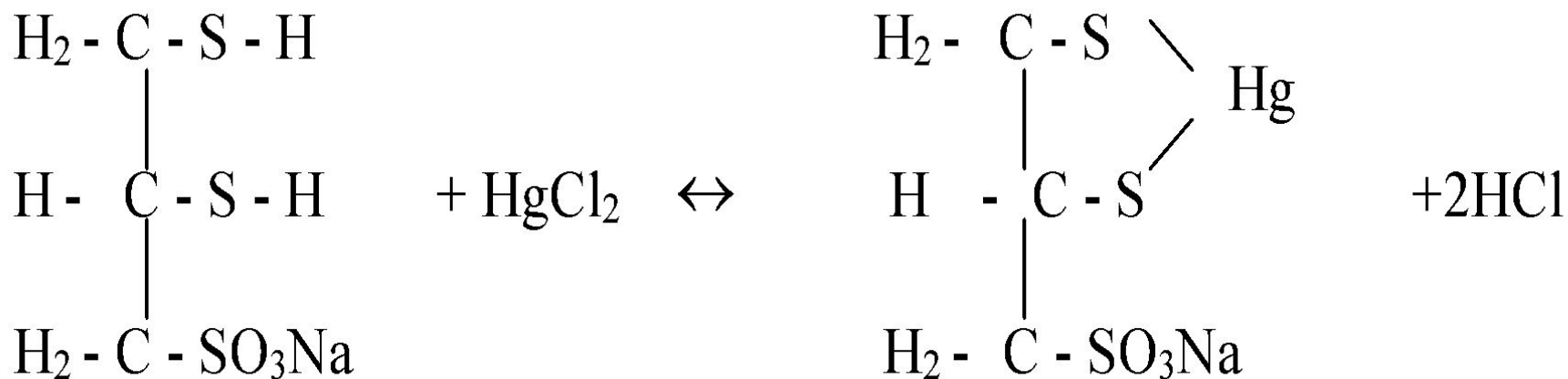
Применение комплексных соединений в медицине



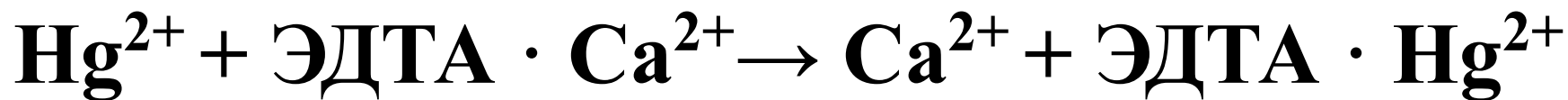
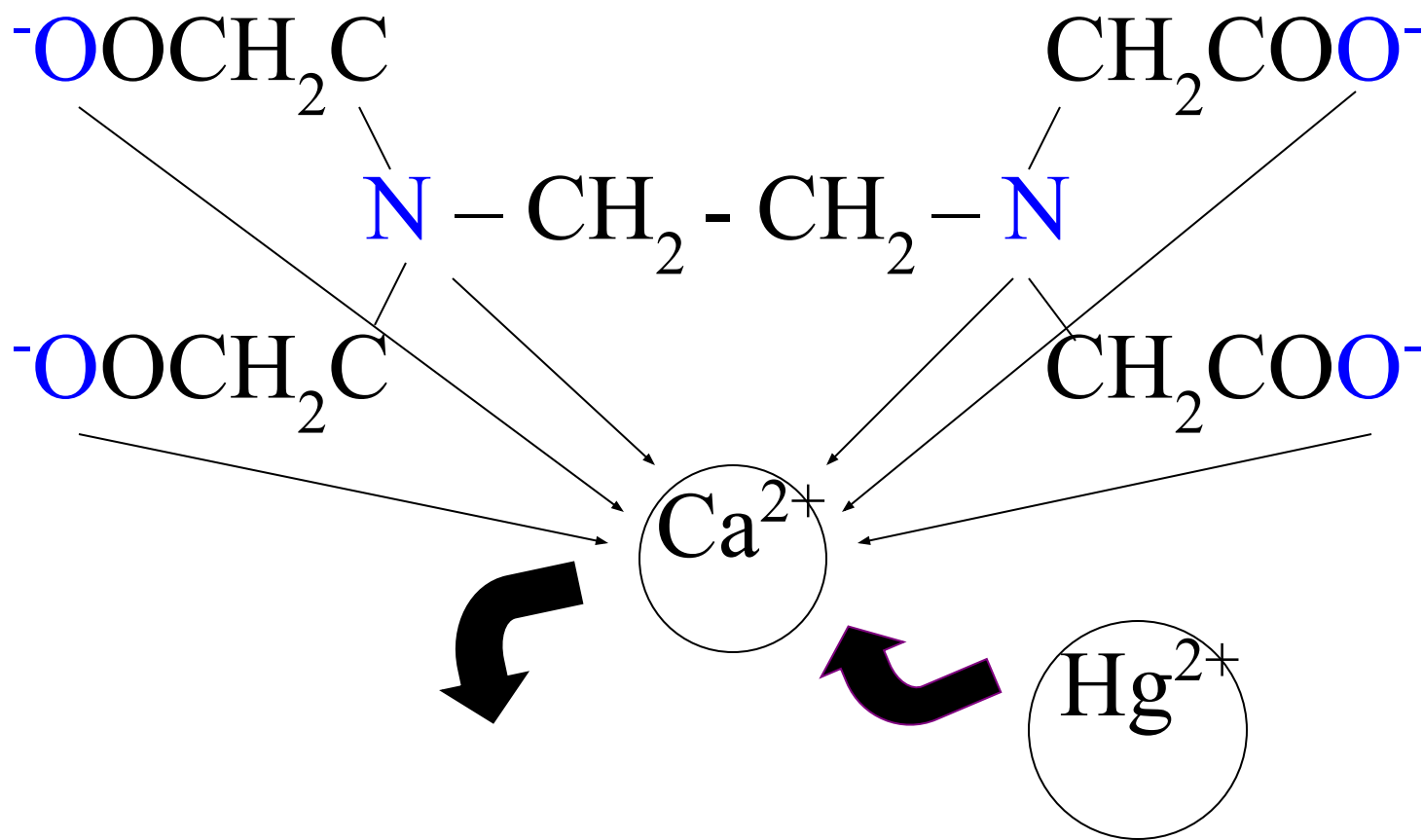
Витамин В₁₂ (цианокобаламин). Дефицит его является причиной некоторых видов анемий.

Унитиол - антидот при отравлениях соединениями мышьяка, ртути и солями тяжелых металлов)

Меркаптидная связь



Комплексоны (ЭДТА, Na₂ЭДТА, Na₂CaЭДТА): тетацин



**Противоопухолевый препарат: цис-
изомер дихлородиамминплатины
ЦИСПЛАТИН — цитотоксический
препарат алкилирующего действия**

