

# Комплексные соединения.





## Координационная теория А.Вернера

---

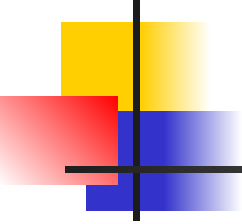
- В 1893 г. швейцарским химиком-неоргаником Альфредом Вернером (1866–1919) была сформулирована теория, позволившая понять строение и некоторые свойства комплексных соединений и названная *координационной теорией*. Поэтому комплексные соединения часто называют координационными соединениями.
- *Соединения, в состав которых входят сложные ионы, существующие как в кристалле, так и в растворе, называются комплексными, или координационными.*



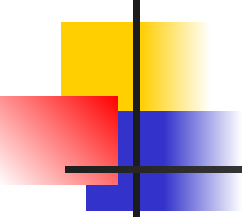
## *Состав.*

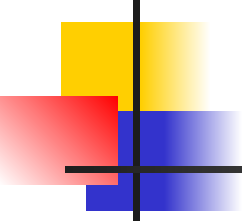
---

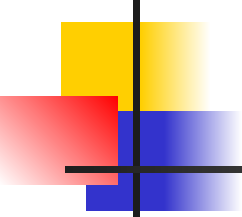
- Согласно теории Вернера центральное положение в комплексных соединениях занимает, как правило, **ион металла**, который называют центральным ионом, или **комплексообразователем**.

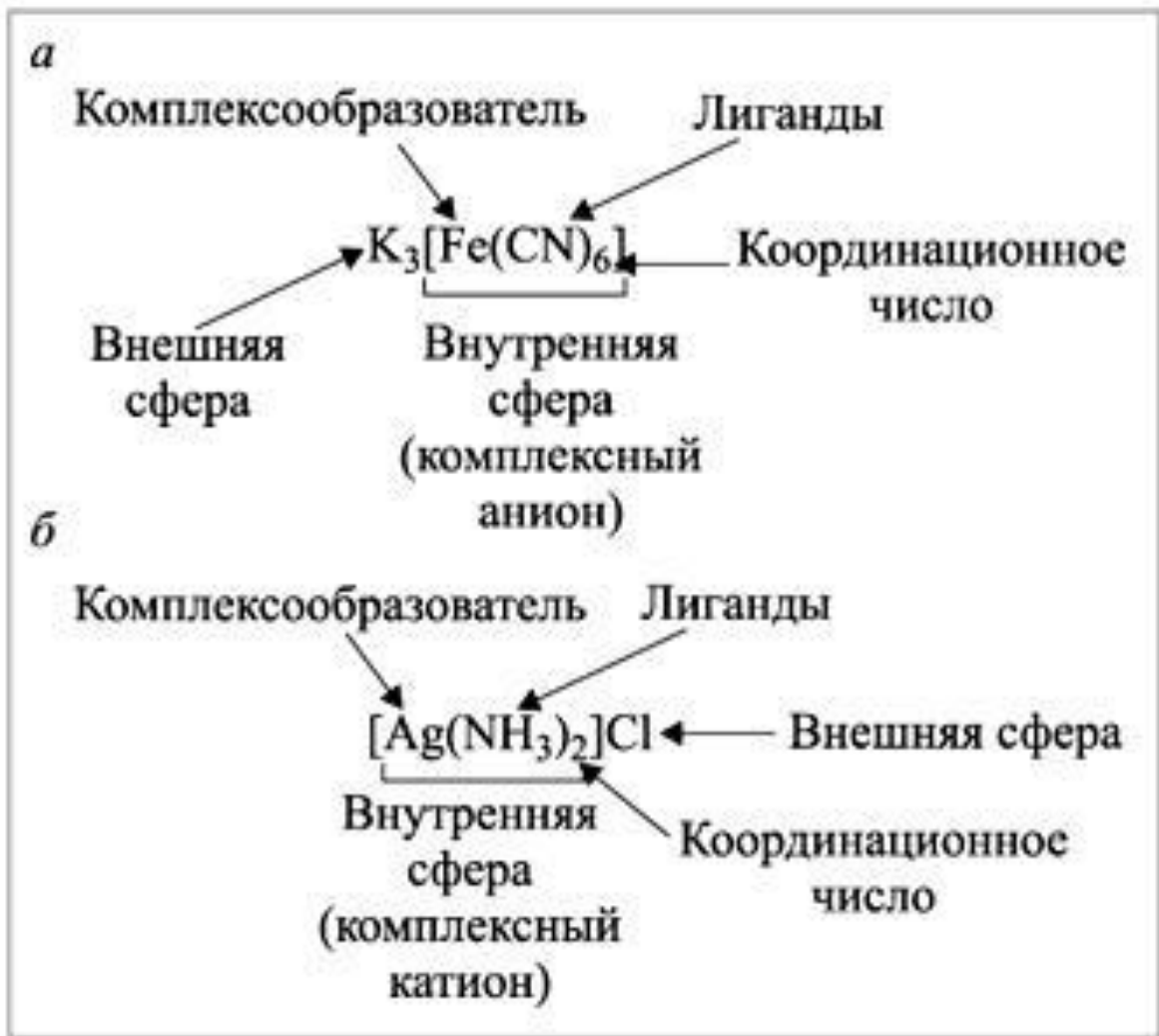
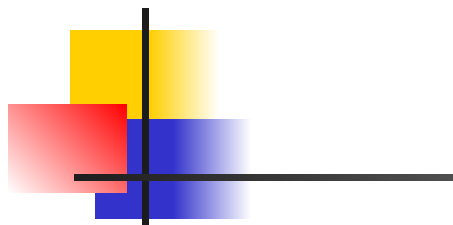
- 
- 
- **Комплексообразователь** – частица (атом, ион или молекула), координирующая (располагающая) вокруг себя другие ионы или молекулы.



- 
- 
- Комплексообразователь обычно имеет положительный заряд, является *d*-элементом, проявляет амфотерные свойства, имеет координационное число 4 или 6. Вокруг комплексообразователя располагаются (координируются) молекулы или кислотные остатки – лиганды (адденды).

- 
- 
- **Лиганды** – частицы (молекулы и ионы), координируемые комплексообразователем и имеющие с ним непосредственно химические связи (например, ионы:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{OH}^-$ ; нейтральные молекулы:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$ ).

- 
- 
- Лиганды не связаны друг с другом, так как между ними действуют силы отталкивания. Когда лигандами являются молекулы, между ними возможно молекулярное взаимодействие. Координация лигандов около комплексообразователя является характерной чертой комплексных соединений







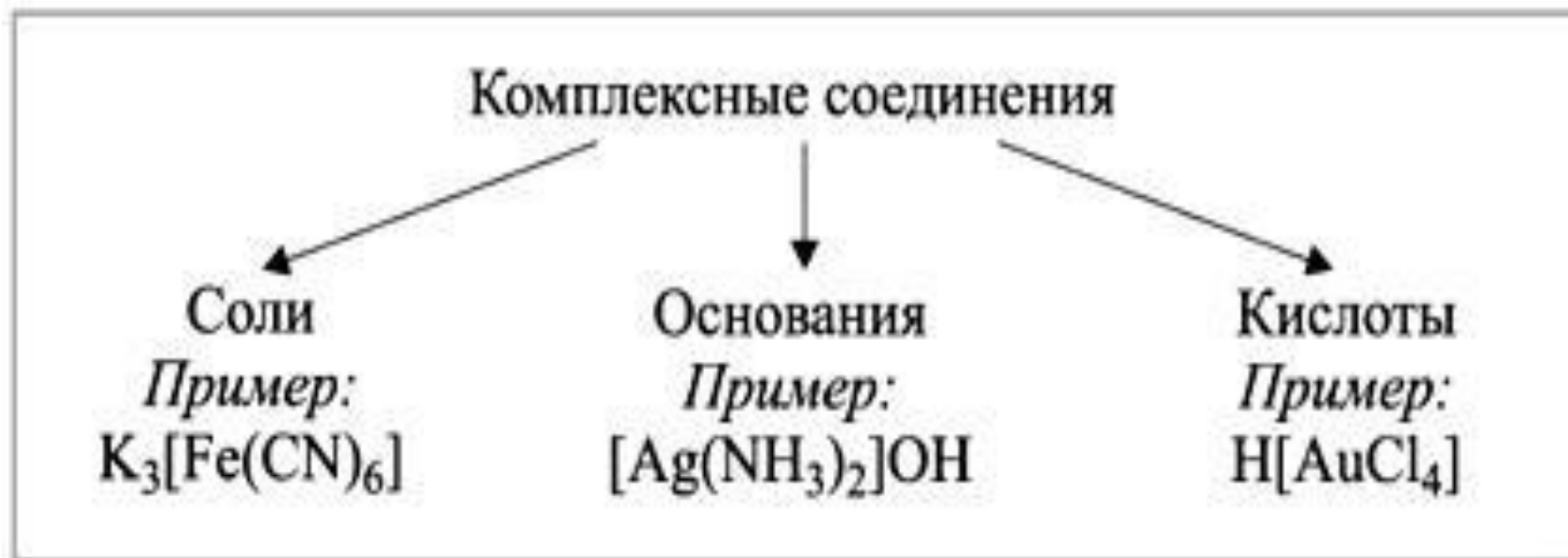
# Классификация

---

Большое многообразие комплексных соединений и их свойств не позволяет создать единую классификацию. Однако можно группировать вещества по некоторым отдельным признакам.



- 1) *По составу.*





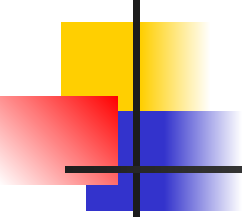
---

- 2) ***По типу координируемых лигандов.***

а) ***Аквакомплексы*** – это комплексные катионы, в которых лигандами являются молекулы  $H_2O$ . Их образуют катионы металлов со степенью окисления +2 и больше, причем способность к образованию аквакомплексов у металлов одной группы периодической системы уменьшается сверху вниз.

Примеры аквакомплексов:





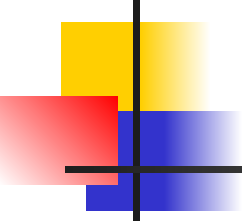
---

б) *Гидроксокомплексы* – это комплексные анионы, в которых лигандами являются гидроксид-ионы  $\text{OH}^-$ . Комплексообразователями являются металлы, склонные к проявлению амфотерных свойств –  $\text{Be}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Cr}$ .

Например:  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ ,  $\text{Ba}[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ .

в) *Аммиакаты* – это комплексные катионы, в которых лигандами являются молекулы  $\text{NH}_3$ . Комплексообразователями являются *d*-элементы.

Например:  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ,  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ .



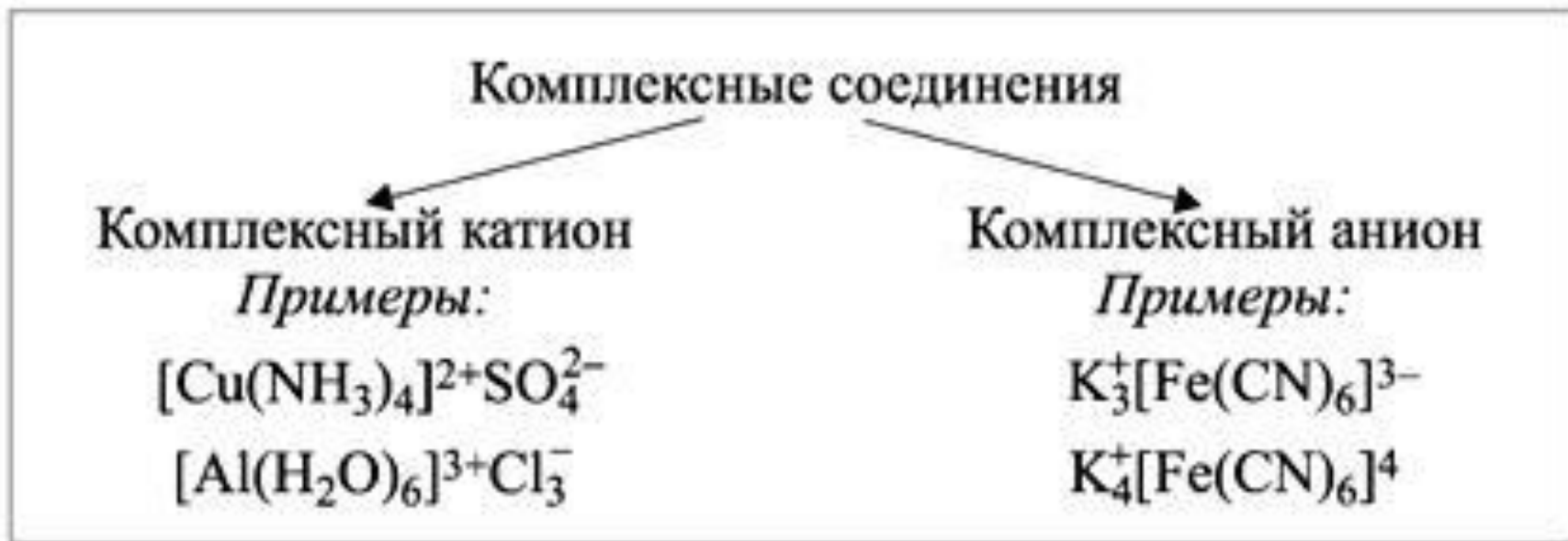
---

г) *Ацидокомплексы* – это комплексные анионы, в которых лигандами являются анионы неорганических и органических кислот.

Например:  $K_3[Al(C_2O_4)_3]$ ,  
 $Na_2[Zn(CN)_4]$ ,  $K_4[Fe(CN)_6]$ .

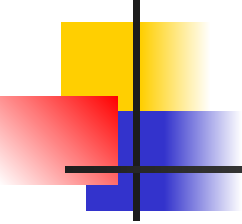


- 3) *По заряду внутренней сферы.*



# Номенклатура комплексных соединений

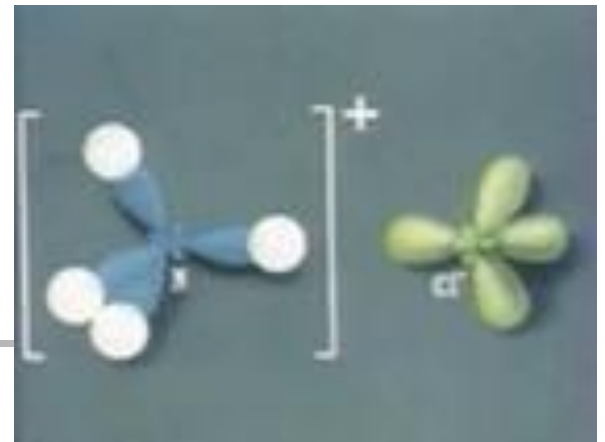
- Наибольшее распространение имеет номенклатура, рекомендованная IUPAC. Название *комплексного аниона* начинается с обозначения состава внутренней сферы: **число лигандов** обозначается греческими числительными: 2–ди, 3–три, 4–тетра, 5–пента, 6–гекса и т.д., далее следуют **названия лигандов**, к которым прибавляют соединительную гласную «о»: Cl– – хлоро-, CN– – циано-, OH– – гидроксо- и т.п.



---

Если у комплексообразователя переменная степень окисления, то в скобках римскими цифрами указывают его **степень окисления**, а его название с суффиксом -ат: Zn – **цинкат**, Fe – **феррат(III)**, Au – **аурат(III)**. Последним называют **катион внешней сферы** в родительном падеже





- Примеры:

$K_3[Fe(CN)_6]$  – гексацианоферрат(III)  
калия,

$K_4[Fe(CN)_6]$  – гексацианоферрат(II)  
калия,

$K_2[Zn(OH)_4]$  – тетрагидроксоцинкат  
калия.

- Например:

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  – сульфат тетраамминмеди(II),

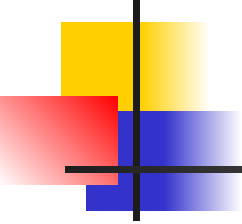
$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$  – хлорид гексаакваалюминия.



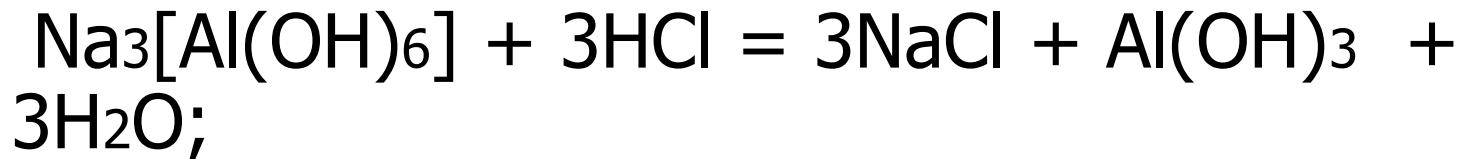
# Химические свойства комплексных соединений

- **1.** В растворе комплексные соединения ведут себя как сильные электролиты, т.е. полностью диссоциируют на катионы и анионы.



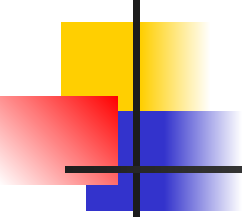
- 
- 
- **2.** При действии сильных кислот происходит разрушение гидроксокомплексов

а) при недостатке кислоты



б) при избытке кислоты



- 
- 
- **3.** Нагревание (термолиз) всех аммиакатов приводит к их разложению, например:

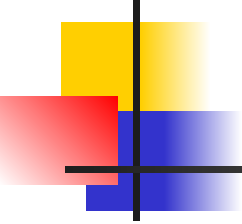


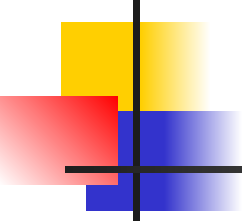



## *Значение комплексных соединений*

---

- Координационные соединения имеют исключительно большое значение в природе. Достаточно сказать, что почти все ферменты, многие гормоны, лекарства, биологически активные вещества представляют собой комплексные соединения. Например, гемоглобин крови, благодаря которому осуществляется перенос кислорода от легких к клеткам ткани, является комплексным соединением, содержащим железо, а хлорофилл, ответственный за фотосинтез в растениях, – комплексным соединением магния.

- 
- 
- Значительную часть природных минералов, в том числе полиметаллических руд и силикатов, также составляют координационные соединения. Более того, химические методы извлечения металлов из руд, в частности меди, вольфрама, серебра, алюминия, платины, железа, золота и других, также связаны с образованием легкорастворимых, легкоплавких или летучих комплексов. Например:  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$  – криолит,  $\text{KNa}_3[\text{AlSiO}_4]_4$  – нефелин (минералы, комплексные соединения, содержащие алюминий).

- 
- 
- Современная химическая отрасль промышленности широко использует координационные соединения как катализаторы при синтезе высокомолекулярных соединений, при химической переработке нефти, в производстве кислот.

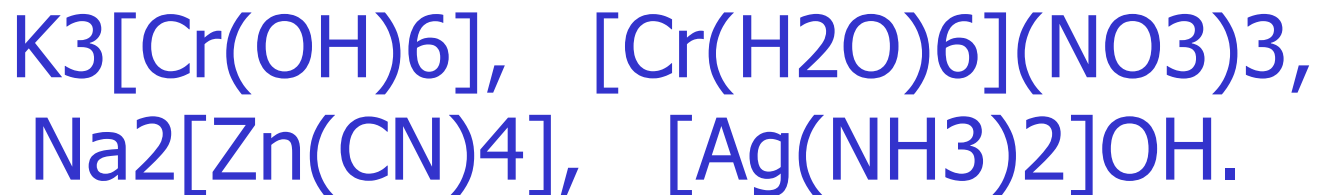


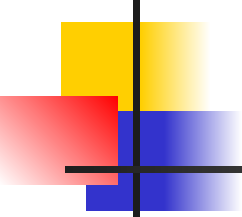


## *Задания.*

---

Письменно дать характеристику следующим комплексным соединениям по строению и классифицировать по признакам:





---

Написать уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить превращения:

