



Урок 11 класса.
Комплексные соли



День открытых дверей

ДЕНЬ ОТКРЫТЫХ ДВЕРЕЙ ДЛЯ ВСЕХ ФАКУЛЬТЕТОВ

15 января 2017 года Московский университет приглашает на **ДЕНЬ ОТКРЫТЫХ ДВЕРЕЙ**, который будет проходить в Главном здании МГУ на Ленинских горах

С 10:00 работают выставки-презентации всех факультетов МГУ в фойе Актового зала Главного здания МГУ.

В 12:00 — выступление ректора МГУ академика В.А. Садовниченко в Актовом зале Главного здания МГУ и ответы на вопросы абитуриентов.

Вы узнаете об истории Московского университета, о перспективах развития и новых образовательных стандартах, о правилах приема в 2017 году, а также сможете задать свои вопросы ректору и деканам факультетов.

Планируется прямая трансляция из Актового зала МГУ на <http://msu.broadcastnow.ru/>.

Расписание ДНЕЙ ОТКРЫТЫХ ДВЕРЕЙ НА ФАКУЛЬТЕТАХ

14 января 2017 года в 11:00

— факультет ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ (Ломоносовский корпус, ауд. Д-3);

15 января 2017 года (воскресенье) в 15:00



Комплексные соединения - это сложные вещества, в состав которых входят комплексный катион и анион, либо катион и комплексный анион.

Они состоят из внутренней и внешней сфер, комплексообразователя, лигандов.





Комплексные соединения / координационные соединения — частицы (нейтральные молекулы или ионы), которые образуются в результате присоединения к данному иону (или атому), называемому комплексообразователем, нейтральных молекул или других ионов, называемых лигандами.





Комплексообразователь – это d-элемент, обладающий достаточным количеством свободных орбиталей (Cu^{+2} , Ag^+ , Pt^{+4} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , Co^{+2} , Co^{+3} , Co^{+2})

Лиганд - ион или молекула имеющие свободные электронные пары (OH^- , CN^- , Cl^- , NH_3 , H_2O), которые будут взаимодействовать с комплексообразователем.

Координационное число – количество лигандов в комплексном ионе.

Внешняя сфера – состоит из атома-комплексообразователя и лигандов, вместе получается заряженный ион.

Внешняя сфера – сложена ионами дополняющими комплекс, т.е. противоположного знака.



Координационное число зависит:

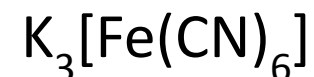
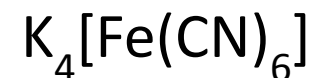
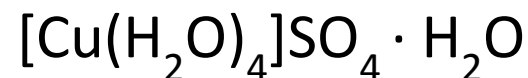
❖ От заряда иона

Заряд иона	Координационное число
+1	2
+2	4, 6
+3	4, 6
+4	8

❖ От размера комплексообразователя

❖ От природы лигандов

❖ От условий образования





- **Катионные**
 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
- **Анионные**
 $[\text{CoF}_6]^{3-}$
- **нейтральные**
 $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3]$

Соединения с комплексными анионами:

$\text{K}_2[\text{PtCl}_4]$ - тетрахлороплатинат (II) калия

$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ - тетрагидроксоцинкат натрия

$\text{Na}[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_2\text{F}_4]$ - тетрафтородиаквахромат (III) натрия

Соединения с комплексными катионами:

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ – хлорид диамминсеребра

$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]\text{SO}_4$ – сульфат гидроксопентаакваалюминия

$[\text{Pt}(\text{H}_2\text{O})(\text{NH}_3)_2\text{OH}]\text{NO}_3$ – нитрат гидроксодиамминакваплатины (II)

Соединения без внешней сферы

$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{OH})_3]$ - тригидроксотриакваалюминий

$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ – дихлородиамминплатина (II)

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$ – трихлоротриамминкобальт (III)



Название

1 – сначала указывается координационное число и лиганды

2 – название комплексообразователя (если нужно указываем степень окисления/валентность)

В названиях комплексных катионов используются русские названия металлов;

НО в названиях комплексных анионов используются латинские названия металлов: Al – алюминат, Cr – хромат, Fe – феррат;

Название комплексной части начинают с указания состава внутренней сферы. Во внутренней сфере прежде всего называют лиганды — анионы, прибавляя к их латинскому названию окончание «о». Например: Cl⁻ — хлоро, CN⁻ — циано.

3 – многие из соединений имеют тривиальные названия.

Лиганд	Название
NH ₃	аммин
H ₂ O	аква
CO	карбонил
F ⁻	фторо
Cl ⁻	хлоро
CN ⁻	циано
OH ⁻	гидроксо
CNS ⁻	тиоцианато
NO ₃ ⁻	нитрато
NO ₂ ⁻	нитро



$K_4[Fe(CN)_6]$ – гексацианоферрат (II) калия (жёлтая кровяная соль)

$K_3[Fe(CN)_6]$ – гексацианоферрат (III) калия (красная кровяная соль)

$Na_2[Zn(OH)_4]$ – тетрагидроксоцинкат (II) натрия

$[Ag(NH_3)_2]Cl$ – хлорид диамминсеребра (I)

$[Cu(NH_3)_4]SO_4$ – сульфат тетраамминмеди (II)

$[Cu(H_2O)_4]SO_4 \cdot H_2O$ – сульфат тетрааквамеди (II)
(медный купорос)

$K_2[BeF_4]$ – тетрафторобериллат(II) калия

$Li[AlH_4]$ – тетрагидридоалюминат(III) лития

Лиганд	Название
NH_3	аммин
H_2O	аква
CO	карбонил
F^-	фторо
Cl^-	хлоро
CN^-	циано
OH^-	гидроксо
CNS^-	тиоцианато
NO_3^-	нитрато
NO_2^-	нитро



Диссоциация ступенчатая

$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] \rightarrow 2\text{Na}^+ + [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ (первая ступень – необратимо)

$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} \leftrightarrow \text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^-$ (вторая ступень – обратимо)

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексацианоферрат (II) калия (жёлтая кровяная соль)

$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексацианоферрат (III) калия (красная кровяная соль)

$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ – тетрагидроксоцинкат (II) натрия

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ – хлорид диамминсеребра (I)

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

$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – сульфат тетрааквамеди (II) (медный купорос)

Лиганд	Название
NH_3	аммин
H_2O	аква
CO	карбонил
F^-	фторо
Cl ⁻	хлоро
CN^-	циано
OH^-	гидроксо
CNS^-	тиоцианато
NO_3^-	нитрато
NO_2^-	нитро



Цис- транс-
изомерия



цис-[CoCl₂(NH₃)₄]⁺



транс-[CoCl₂(NH₃)₄]⁺



Гран- (fac-) граневой-
[CoCl₃(NH₃)₃]



Ос- (mer-) реберный-
[CoCl₃(NH₃)₃]

трихлоротриамминкобал
ьт



Оптическая изомерия



Λ -[Fe(ox)₃]³⁻



Δ -[Fe(ox)₃]³⁻



Λ -цис-[CoCl₂(en)₂]⁺



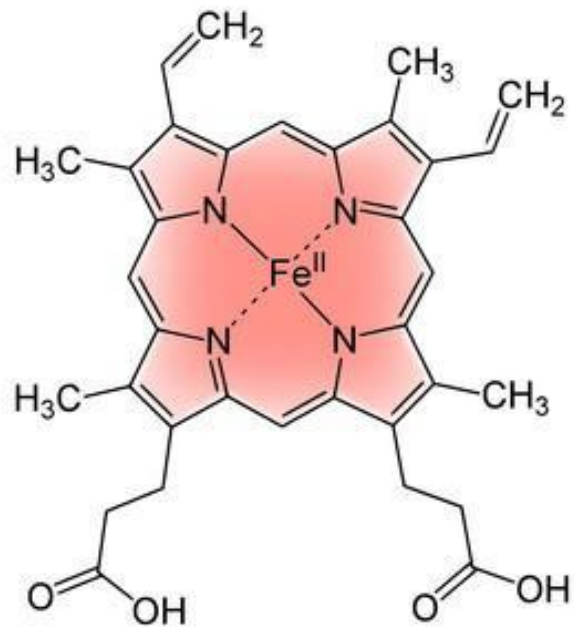
Δ -цис-[CoCl₂(en)₂]⁺



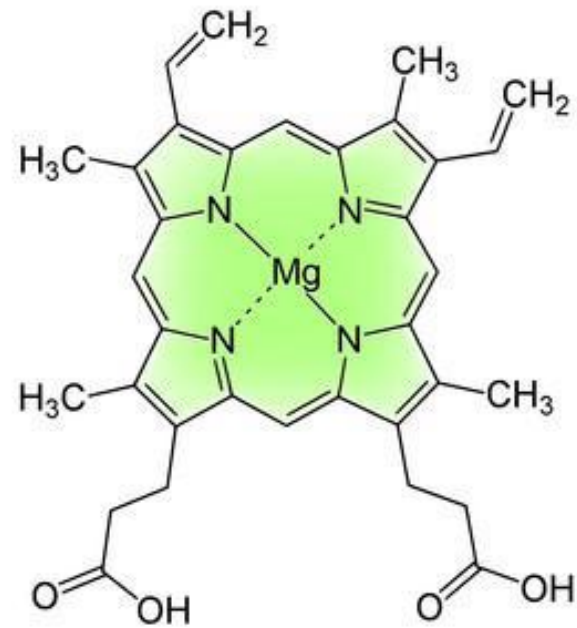
Часто комплексные соли имеют сильную окраску

Примеры комплексных соединений различных цветов

	Fe ^{II}	Fe ^{III}	Co ^{II}	Cu ^{II}	Al ^{III}	Cr ^{III}
Гидратированный ион	[Fe(H ₂ O) ₆] ²⁺ Бледно-зелёный	[Fe(H ₂ O) ₆] ³⁺ Жёлто-коричневый	[Co(H ₂ O) ₆] ²⁺ Розовый	[Cu(H ₂ O) ₆] ²⁺ Серо-голубой	[Al(H ₂ O) ₆] ³⁺ Бесцветный	[Cr(H ₂ O) ₆] ³⁺ Бледно-зелёный
OH ⁻ , разбавленный раствор	[Fe(H ₂ O) ₄ (OH) ₂] Светло-зелёный	[Fe(H ₂ O) ₃ (OH) ₃] Коричневый	[Co(H ₂ O) ₄ (OH) ₂] Голубой	[Cu(H ₂ O) ₄ (OH) ₂] Синий	[Al(H ₂ O) ₃ (OH) ₃] Белый	[Cr(H ₂ O) ₃ (OH) ₃] Зелёный
OH ⁻ , концентрированный раствор	[Fe(H ₂ O) ₄ (OH) ₂] Светло-зелёный	[Fe(H ₂ O) ₃ (OH) ₃] Коричневый	[Co(H ₂ O) ₄ (OH) ₂] Голубой	[Cu(H ₂ O) ₄ (OH) ₂] Синий	[Al(OH) ₄] ⁻ Бесцветный	[Cr(OH) ₆] ³⁻ Бледно-зелёный
NH ₃ , разбавленный раствор	[Fe(H ₂ O) ₄ (OH) ₂] Светло-зелёный	[Fe(H ₂ O) ₃ (OH) ₃] Коричневый	[Co(H ₂ O) ₄ (OH) ₂] Голубой	[Cu(H ₂ O) ₄ (OH) ₂] Синий	[Al(H ₂ O) ₃ (OH) ₃] Белый	[Cr(H ₂ O) ₃ (OH) ₃] Зелёный
NH ₃ , концентрированный раствор	[Fe(H ₂ O) ₄ (OH) ₂] Светло-зелёный	[Fe(H ₂ O) ₃ (OH) ₃] Коричневый	[Co(NH ₃) ₆] ²⁺ Жёлтый	[Cu(NH ₃) ₄ (H ₂ O) ₂] ²⁺ Темно-синий	[Al(H ₂ O) ₃ (OH) ₃] Белый	[Cr(NH ₃) ₆] ³⁺ Бледно-зелёный
CO ₃ ²⁻	FeCO ₃ Светло-зелёный	[Fe(H ₂ O) ₃ (OH) ₃] Коричневый	CoCO ₃ Розовый	CuCO ₃ Голубой		



Формула гемоглобина



Формула хлорофилла