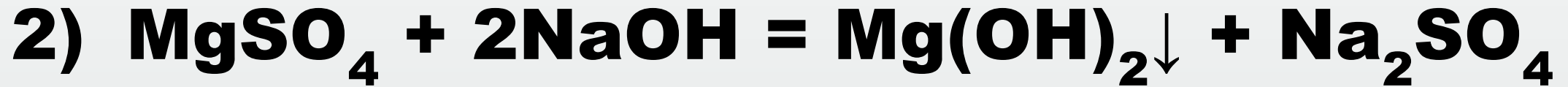
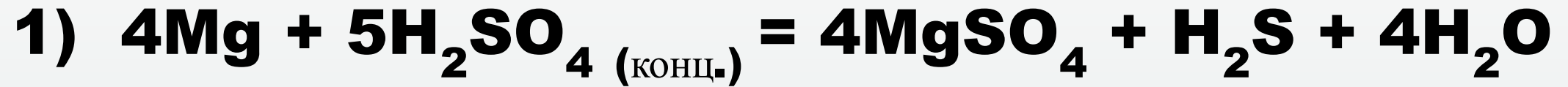




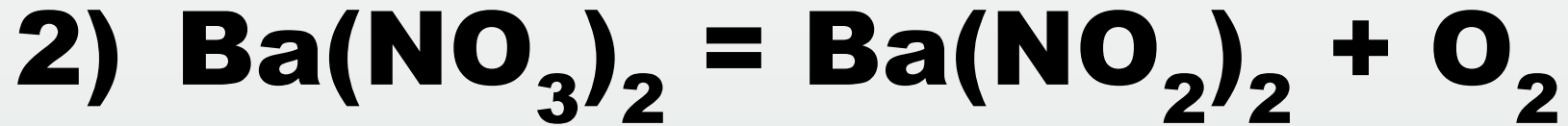
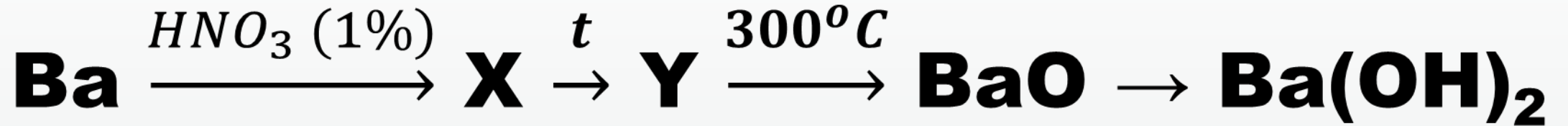
Проверка темы: «s-Элементы» (10 минут)

**Вариант 1**



Проверка темы: «s-Элементы» (10 минут)

**Вариант 2**





Комплексообразование

Учитель химии, п.д.о.

**Комплексы** – сложные вещества,  
содержащие центральный атом,  
связанный с несколькими молекулами  
или ионами (лигандами).  
Самый многочисленный класс  
неорганических соединений!

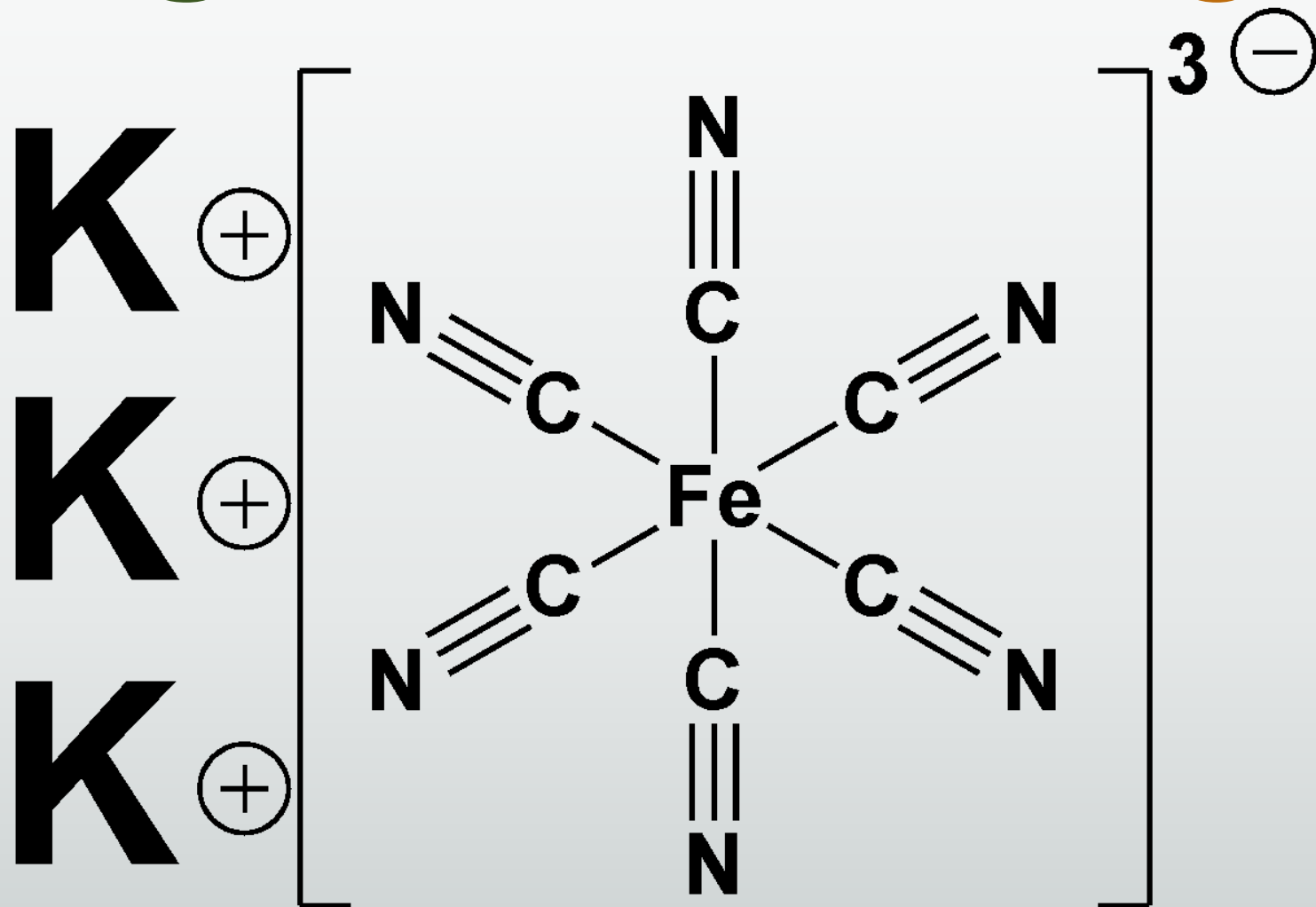
Внешняя сфера  
(внешнесферный  
катион)

Лиганды

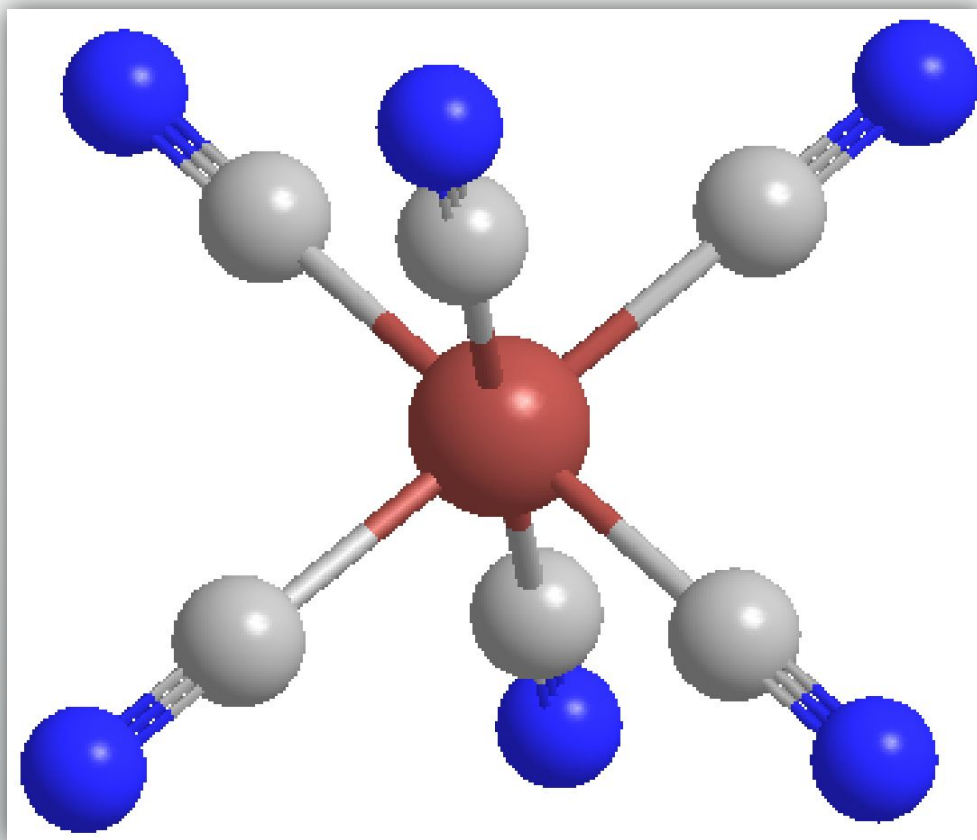


Центральный атом  
(комплексобразователь)

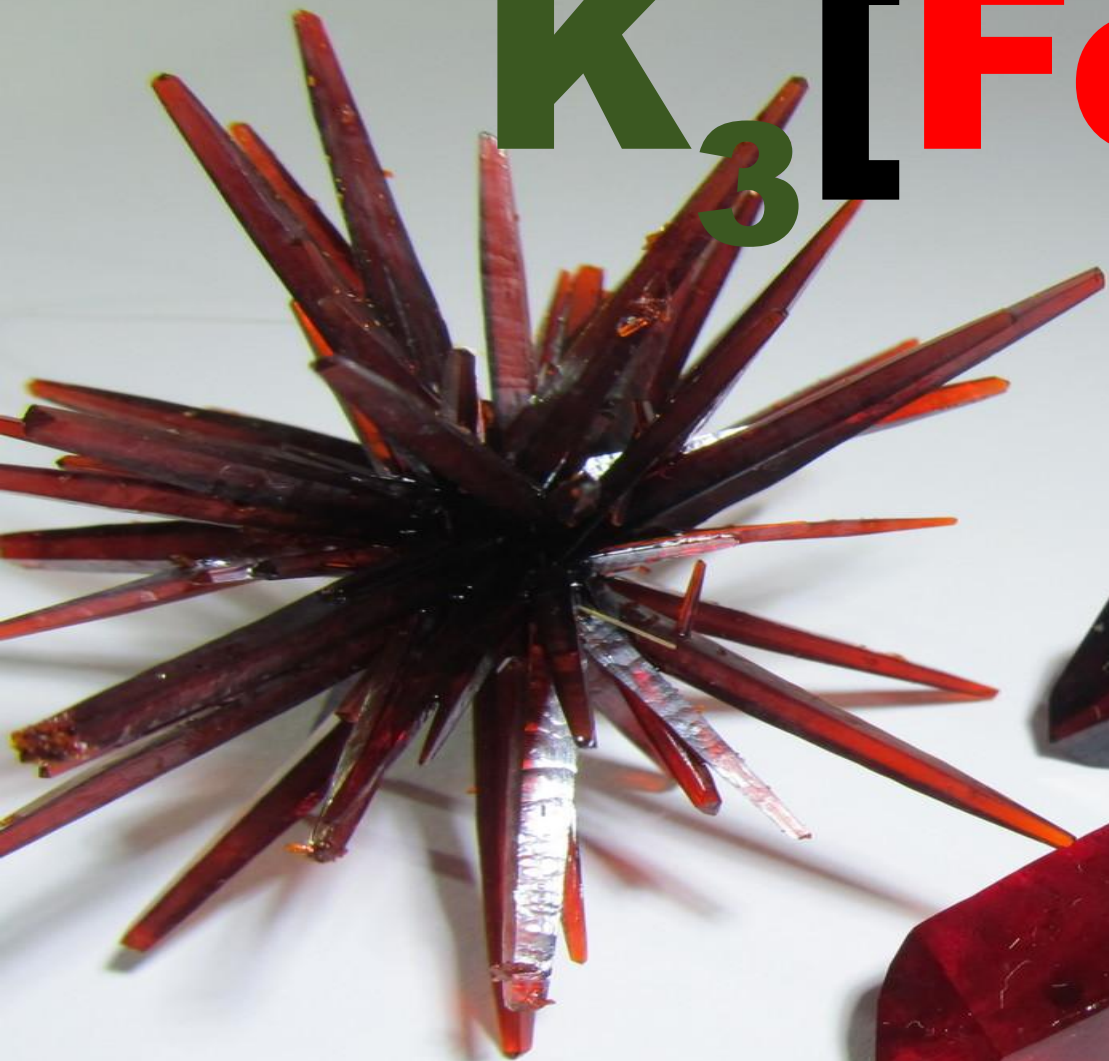
Координационное  
число













Гексацианоферрат (III)

калия

(красная кровяная соль)

## Важные замечания:

- ✓ Исчерпывающего определения комплекса дать нельзя!
- ✓ Чаще всего в роли комплексообразователя (центрального атома) выступает электроположительная частица (электрофил, акцептор электронов), способная связывать донорные молекулы или ионы.
- ✓ Наиболее типичные комплексообразователи – ионы *d*- и *f*-металлов, Al, Be.

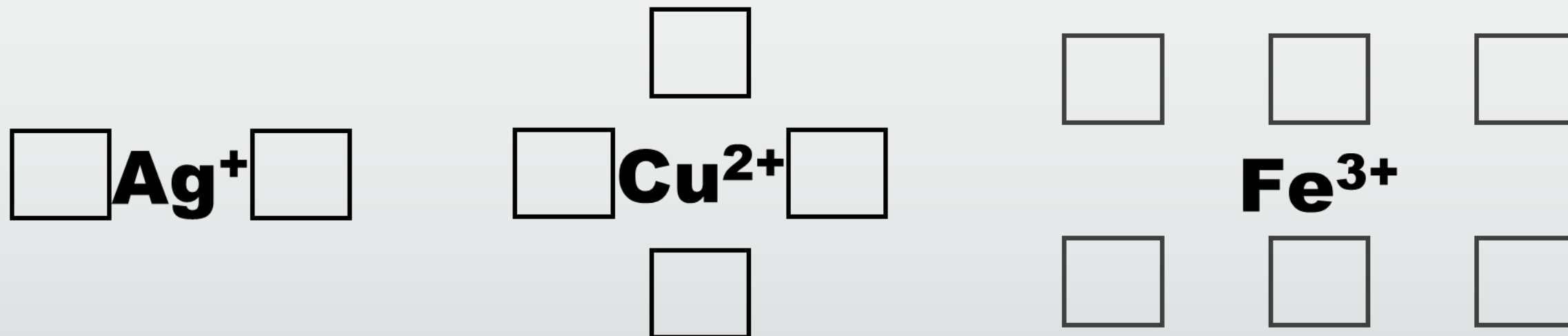
## Важные замечания:

- ✓ Комплексообразователь  $(M \square)_n$  – акцептор электронных пар,  $n$  – координационное число
- ✓ Лиганд  $\square \uparrow \downarrow L$  – донор электронной пары



## Важные замечания:

- ✓ Наиболее характерные координационные числа – **2, 4, 6.**



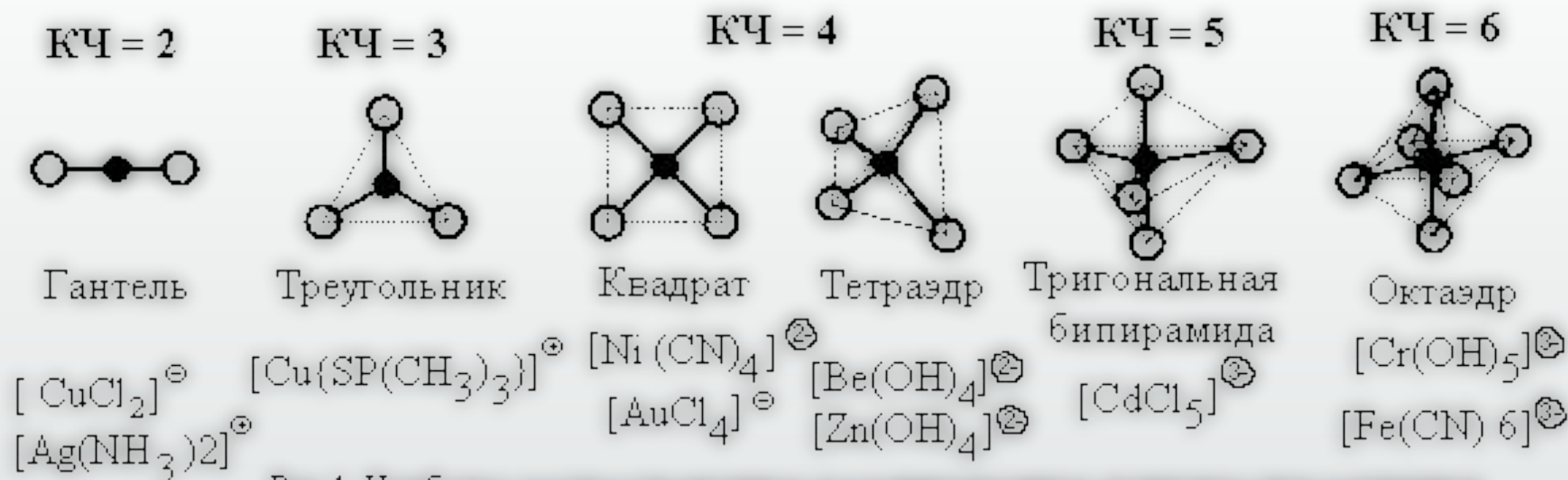
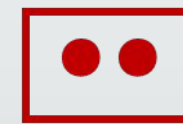


Рис 1. Наиболее распространенные координационные полиэдры при различных координационных числах. Под названием полиэдров приведены примеры комплексных частиц с таким строением.

## Важные замечания:

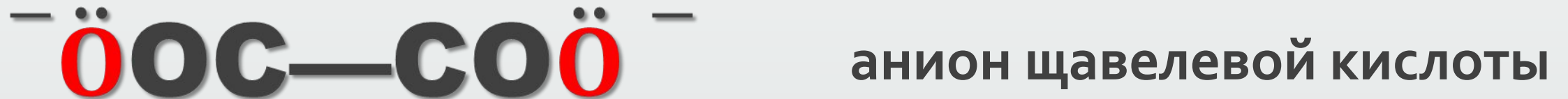
- ✓ Обычно лигандами являются анионы или молекулы, содержащие неподеленные электронные пары или подвижные  $\pi$ -связи.





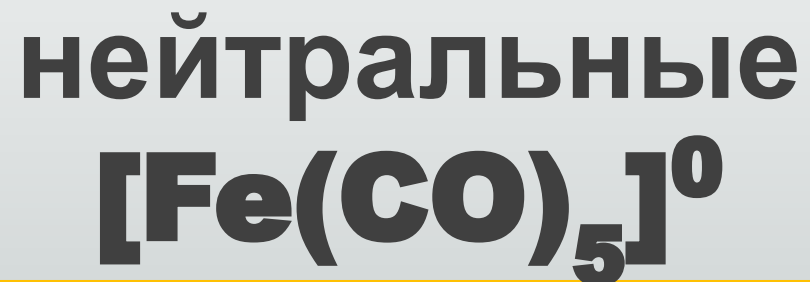
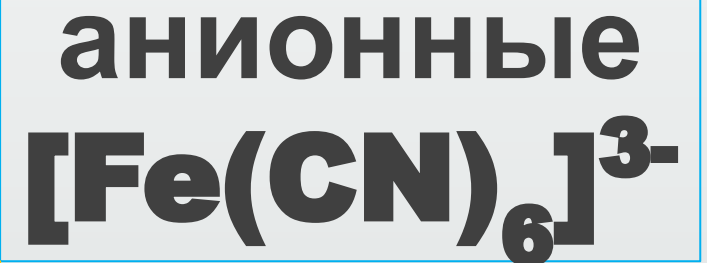
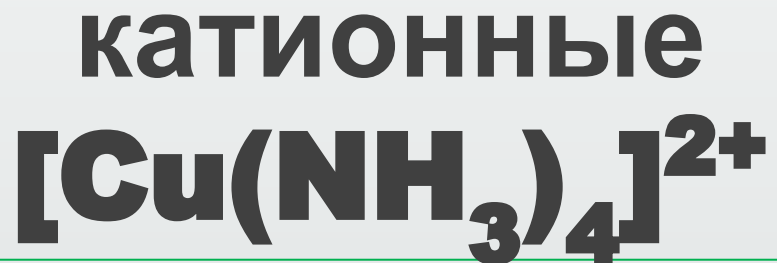
## Важные замечания:

- ✓ Один и тот же лиганд может образовывать несколько связей, т.е. быть **полидентатным**



## Важные замечания:

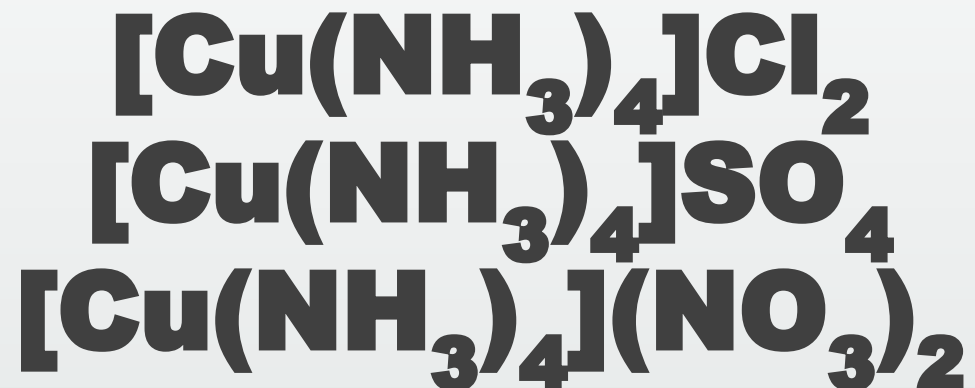
- ✓ Связи во внутренней сфере комплекса ковалентные! Исходя из суммарного заряда внутренней сферы комплексы подразделяются на:



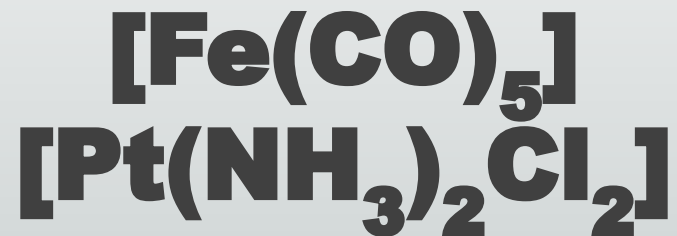
катионные



анионные



нейтральные



## Важные замечания:

- ✓ Разные лиганды по-разному связываются с комплексообразователем: одни прочно, другие нет – этот факт объясняется поляризуемостью, и называется **ЖМКО**.
- ✓ Чем меньше радиус и число электронов у частицы, тем менее она поляризуема, тем она **ЖЕСТЧЕ**, и наоборот...

**Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>**



**увеличение мягкости**

**F<sup>-</sup>, OH<sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>, RCOO<sup>-</sup>, NR<sub>3</sub>, RSH, CN<sup>-</sup>, CO**

## Металлы жизни

## Токсиканты

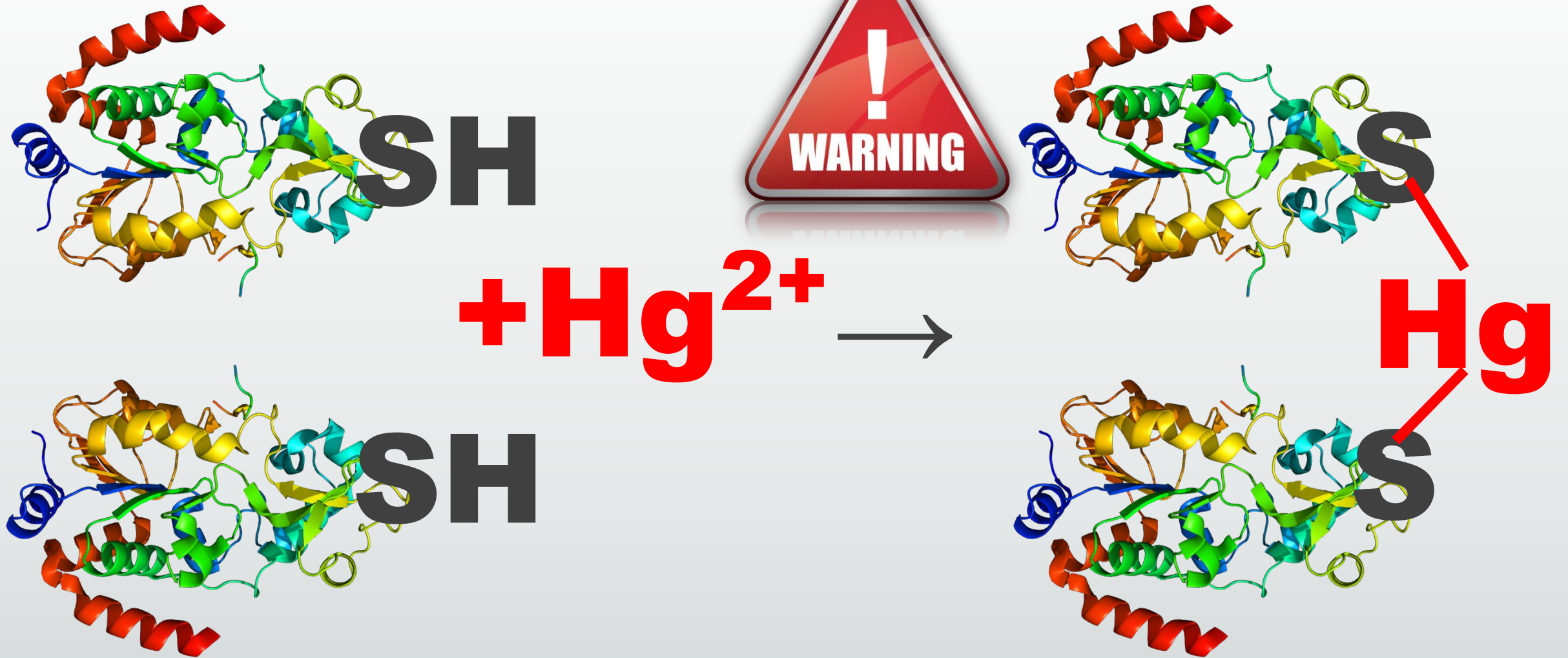
$\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$

увеличение мягкости

$\text{F}^-$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{RCOO}^-$ ,  $\text{NR}_3$ ,  $\text{RSH}$ ,  $\text{CN}^-$ ,  $\text{CO}$

белковые группы

# Механизм действия ядов





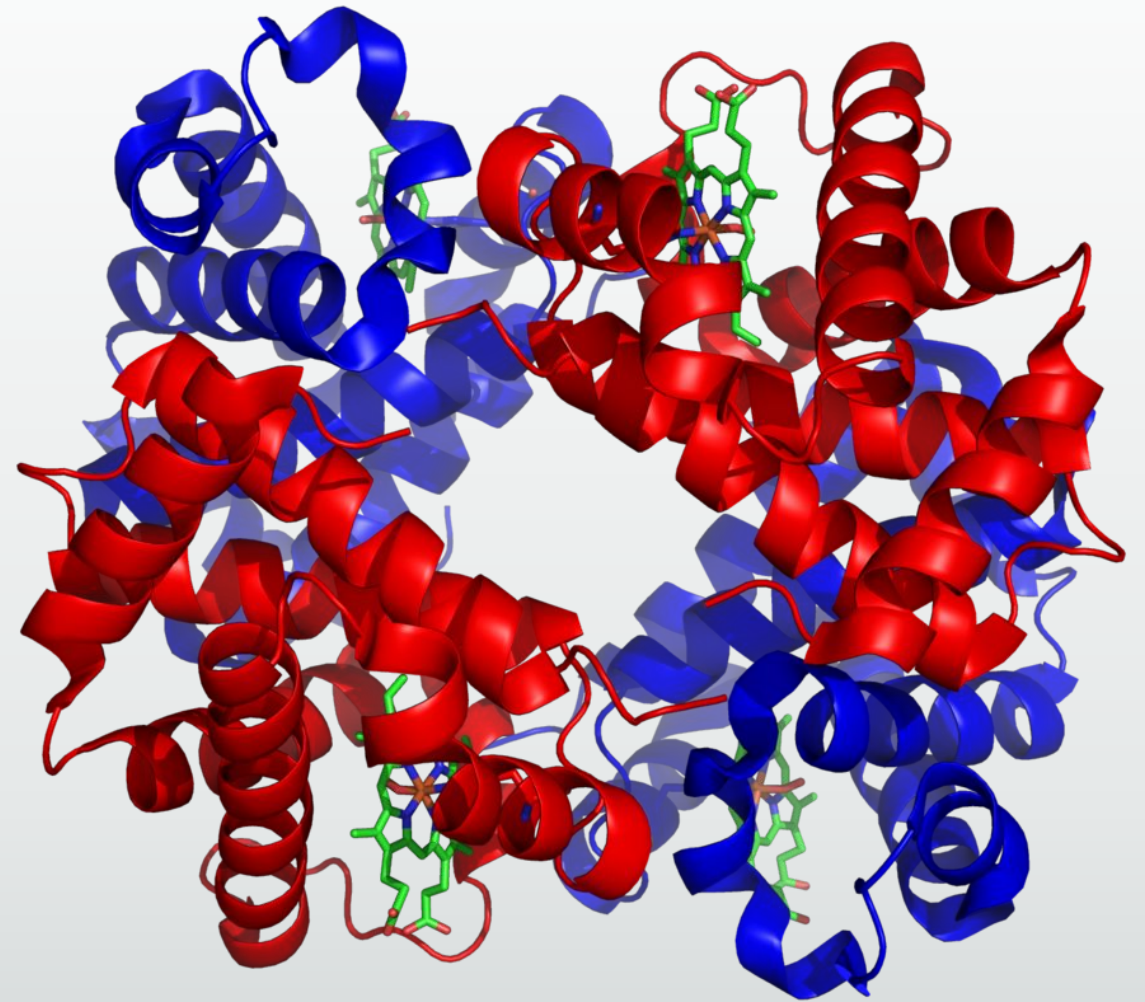
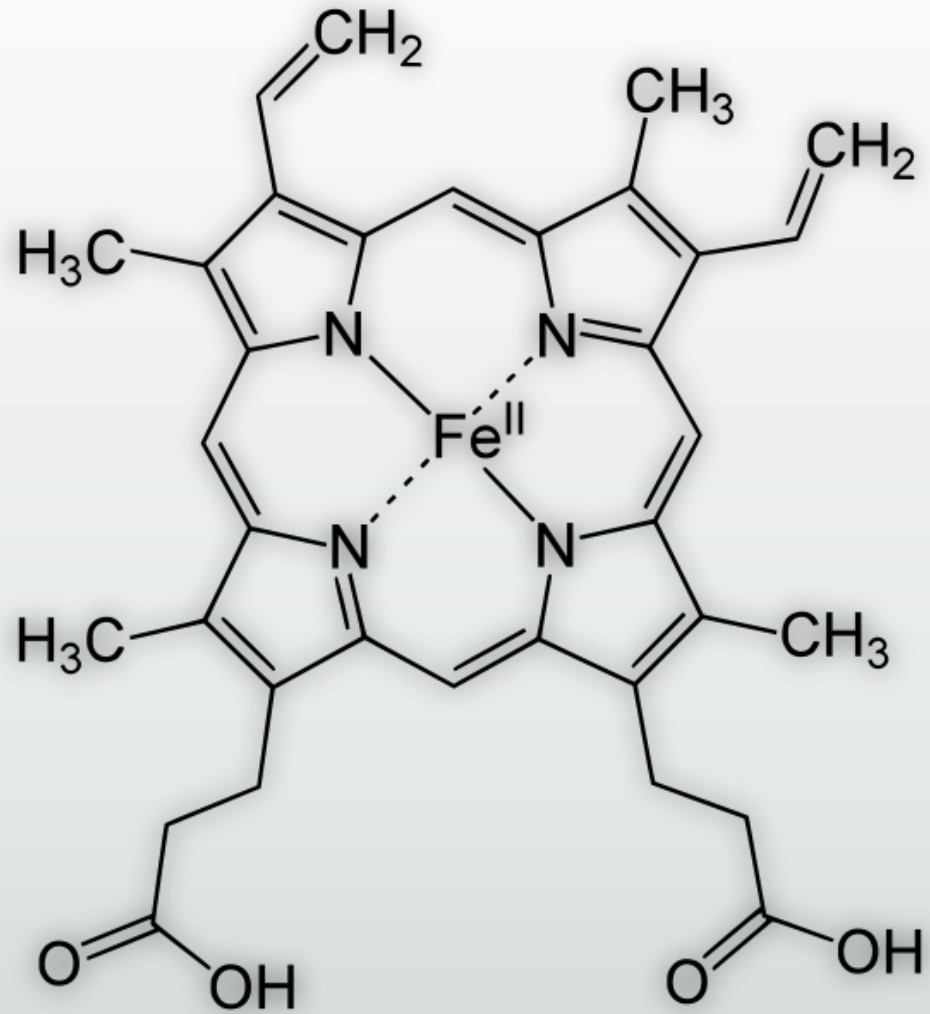


**Каким ядом был  
отравлен Джоффри  
Баратеон, если его  
венозная кровь,  
оттекающая от тканей  
и органов, приобрела  
алый, артериальный  
цвет?**

**Ответ: цианидами.**

Проникая в кровеносное русло, цианиды очень скоро оказываются в клеточных структурах, прежде всего в митохондриях, где протекают ферментативные процессы тканевого окисления (потребления клетками кислорода).

# Гемоглобин

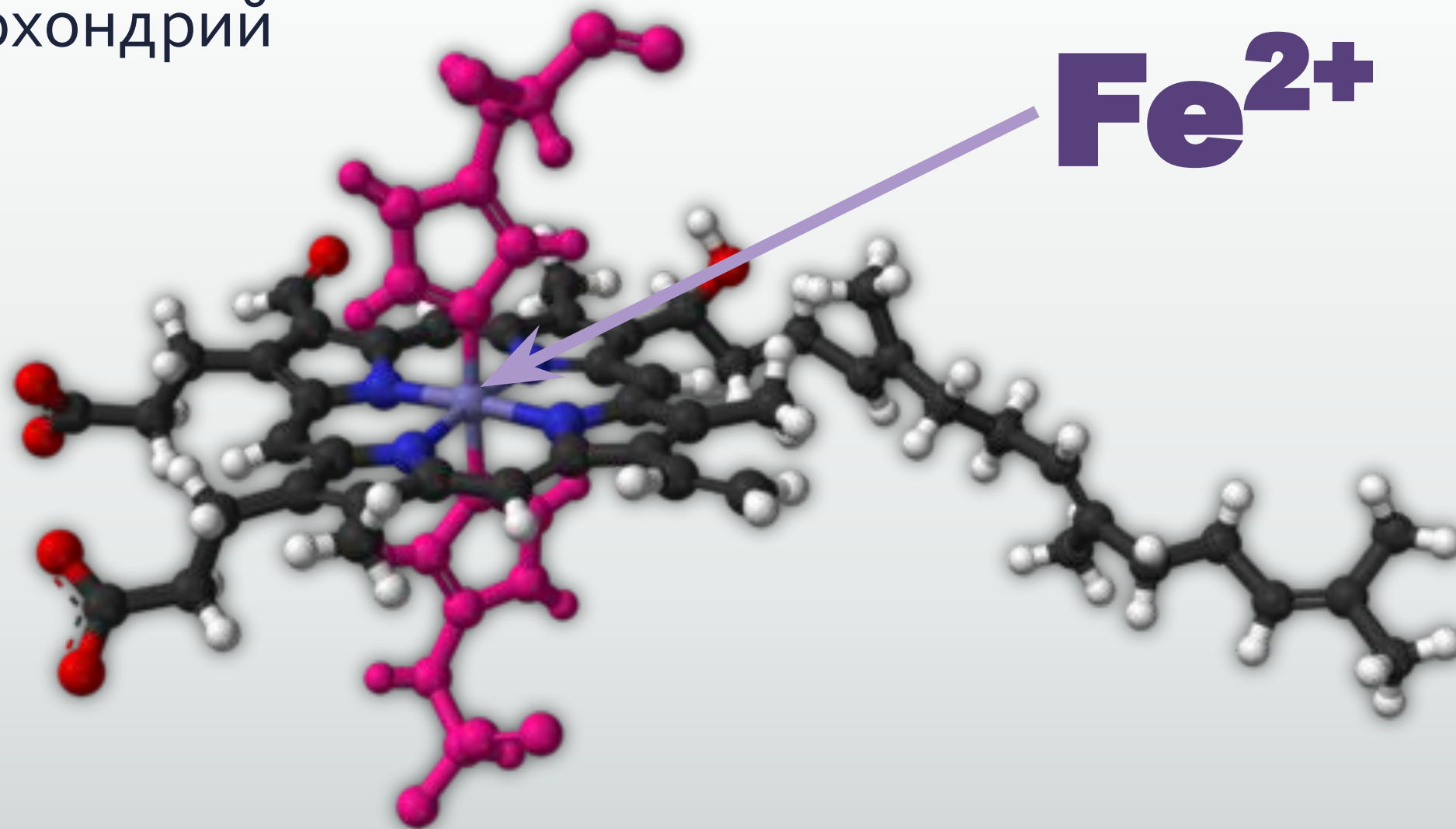




**VISUAL SCIENCE**

Visualization, Communication & Education

Цитохромоксидаза – состав мембраны  
митохондрий

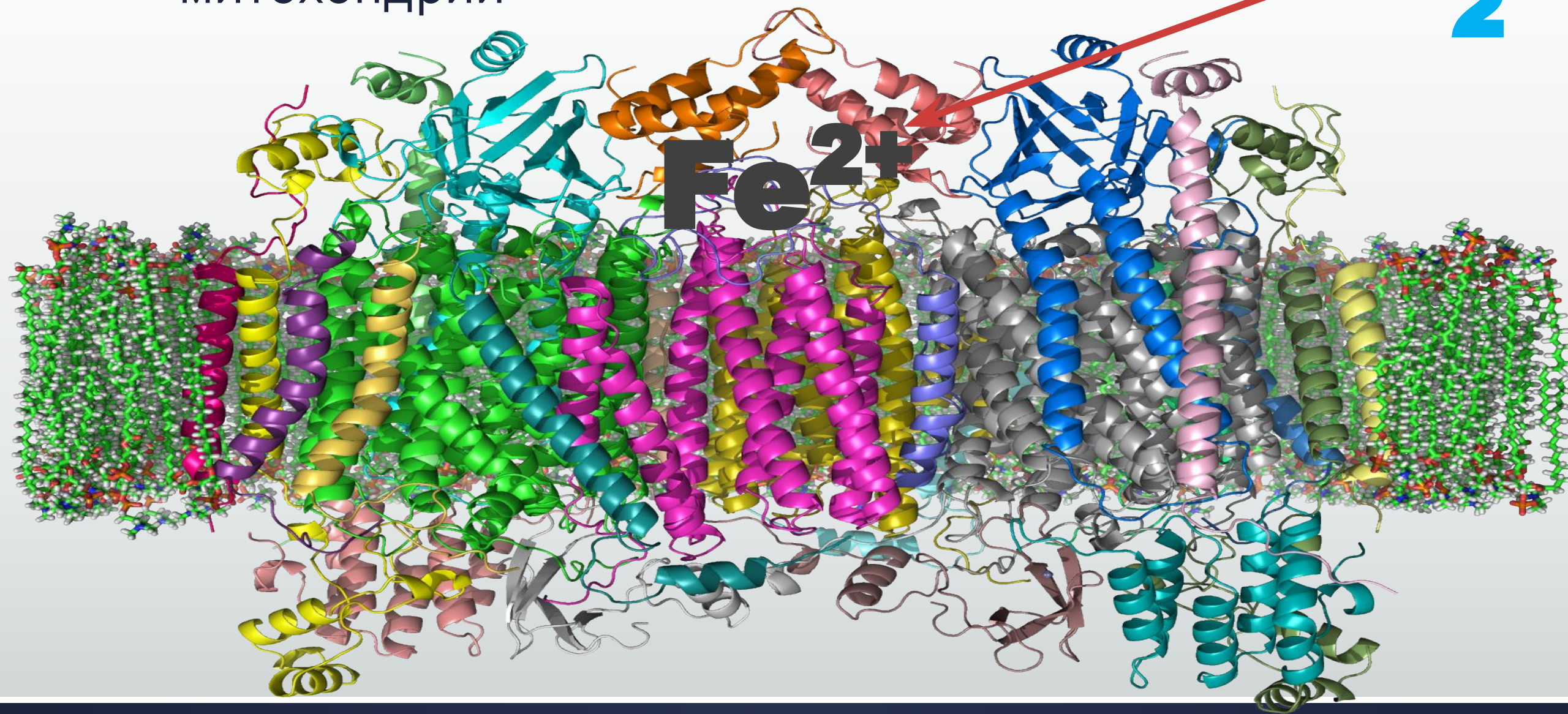




# Цитохромоксидаза – состав мембраны митохондрий

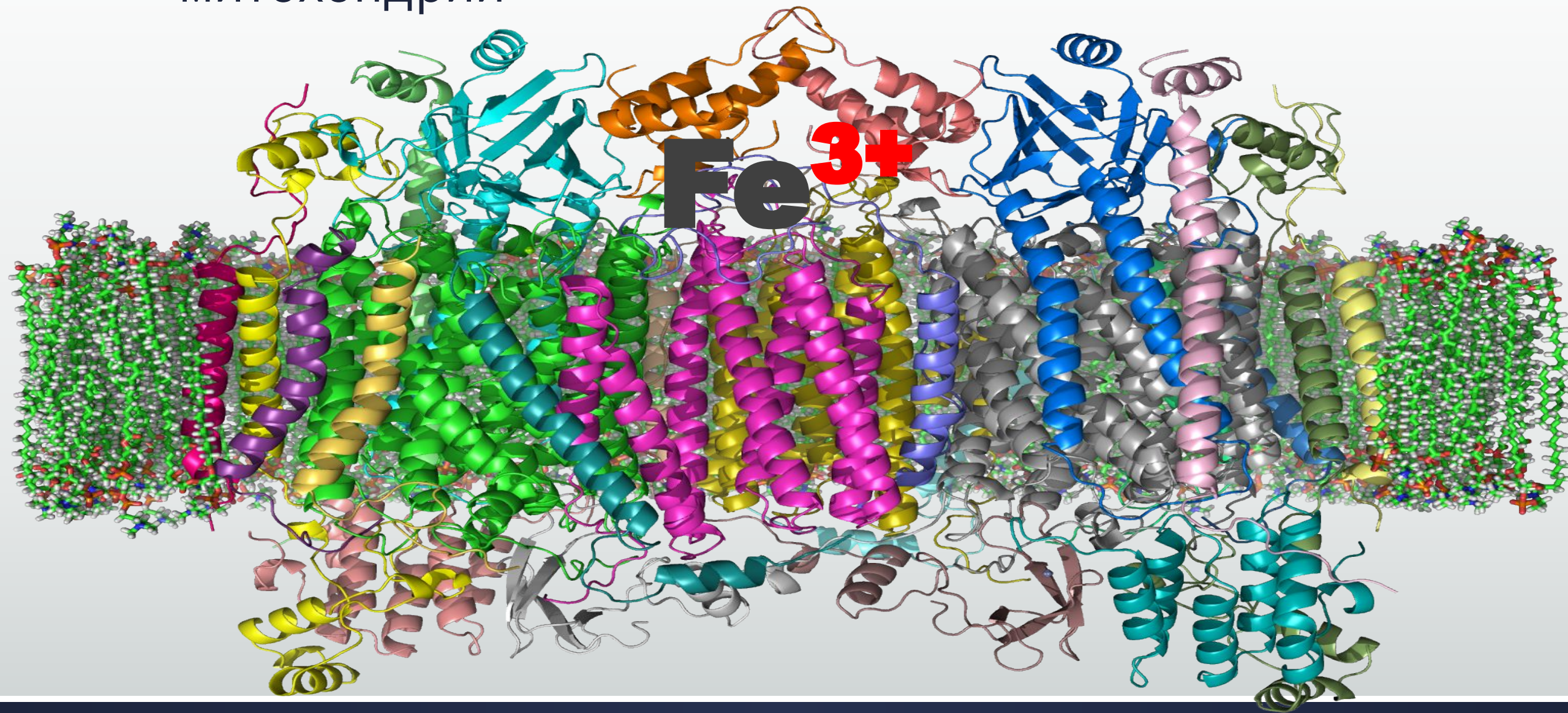
$O_2$

$Fe^{2+}$





# Цитохромоксидаза – состав мембраны митохондрий





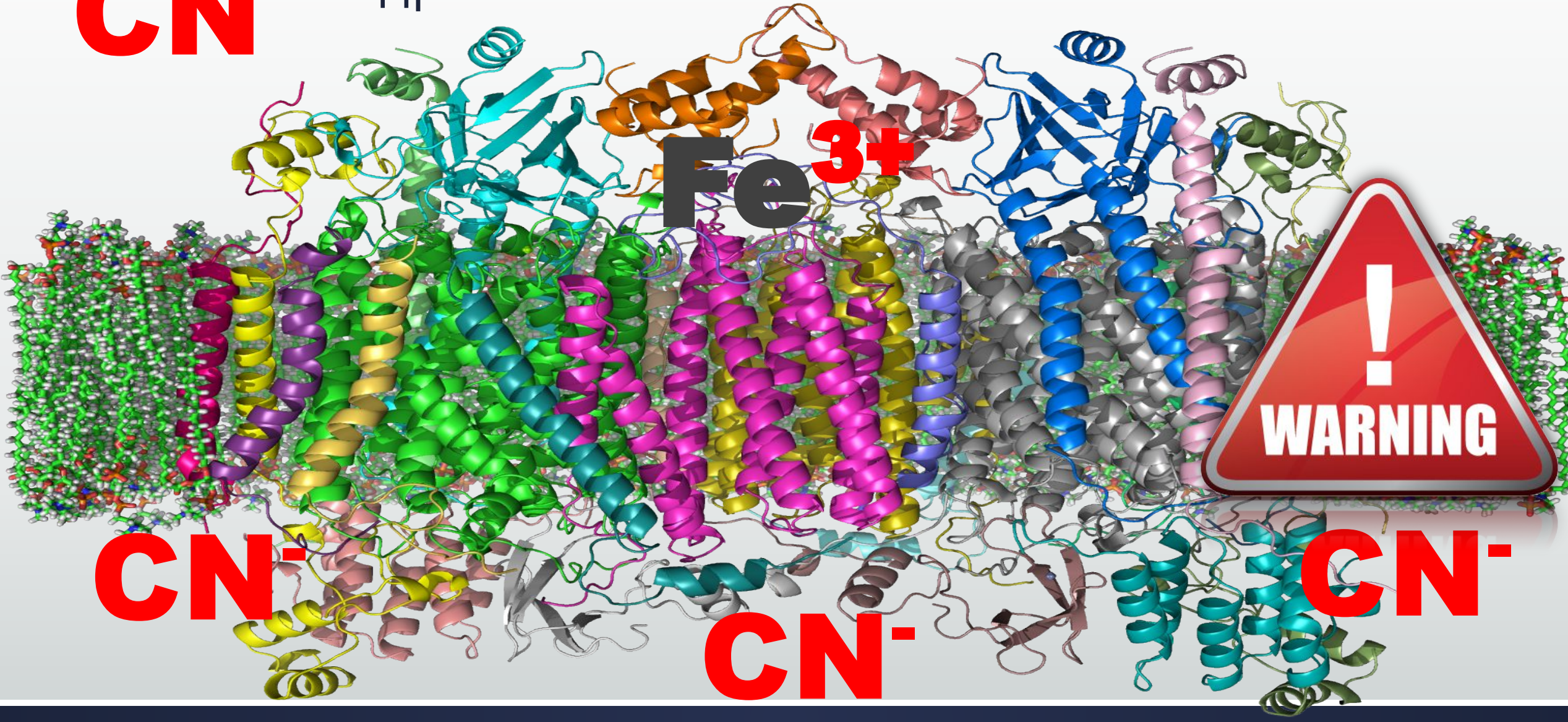
Цитохромоксидаза – часть мембраны

**CN<sup>-</sup>**

**CN<sup>-</sup>**

**CN<sup>-</sup>** митохондрий

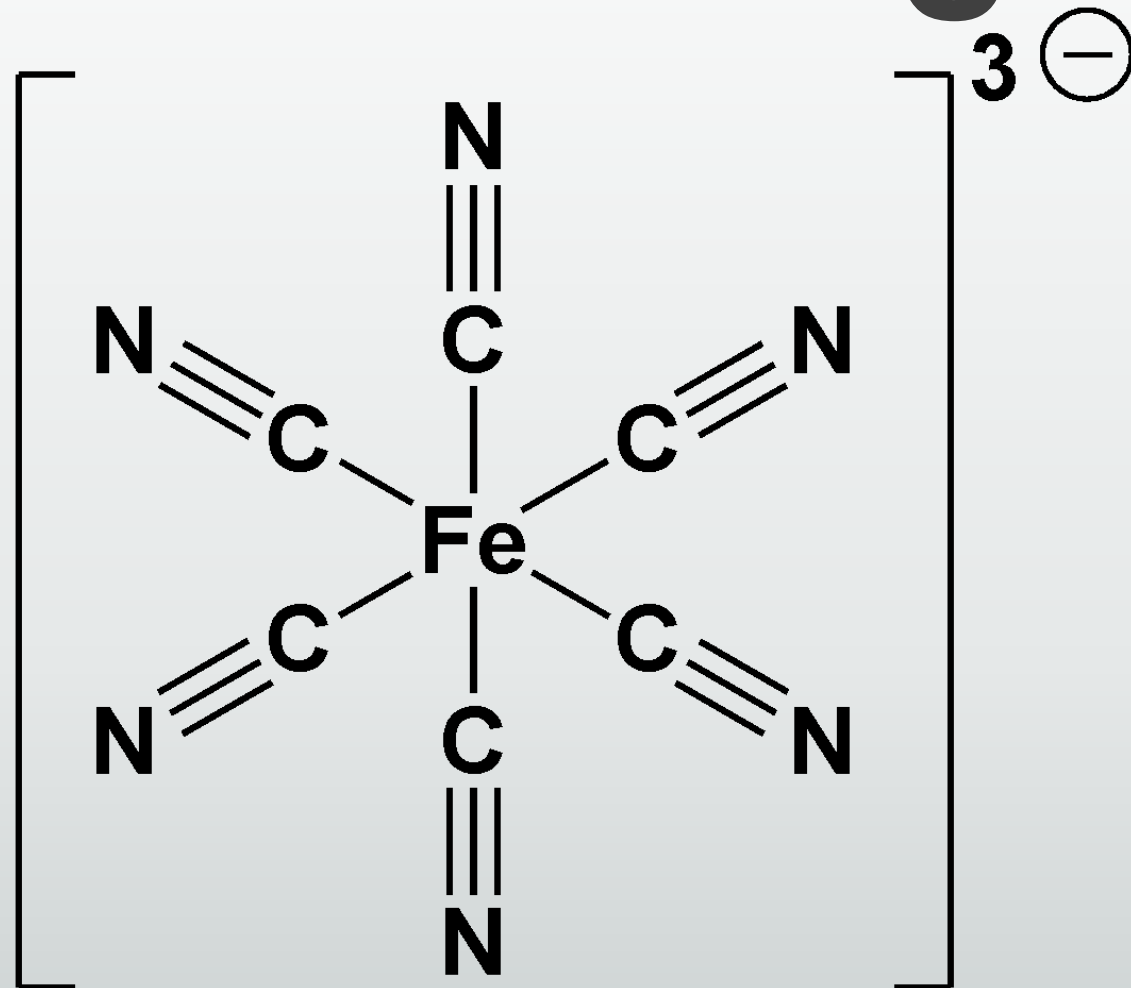
**Fe<sup>3+</sup>**



**CN<sup>-</sup>**

**CN<sup>-</sup>**

**CN<sup>-</sup>**



# Как называть?

- 1) В названии КС первым указывают анион, затем катион.
- 2) 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:  $\text{Cl}^-$  — хлоро,  $\text{CN}^-$  — циано,  $\text{SCN}^-$  — тиоцианато,  $\text{NO}_3^-$  — нитрато,  $\text{SO}_3^{2-}$  — сульфито,  $\text{OH}^-$  — гидроксо. При этом пользуются терминами: для координированного аммиака — аммин, для воды — аква, для оксида углерода(II) — карбонил.
- 3) Число монодентатных лигандов указывают греческими числительными: 1 — моно (часто не приводится), 2 — ди, 3 — три, 4 — тетра, 5 — пента, 6 — гекса. Для полидентатных лигандов (например, этилендиамин, оксалат) используют бис-, трис-, тетракис- и т. д.

## Как называть?

4) Затем называют комплексообразователь, используя корень его латинского названия и окончание -ат, после чего римскими цифрами указывают (в скобках) степень окисления комплексообразователя.

5) После обозначения состава внутренней сферы называют внешнюю сферу.

6) В названии нейтральных комплексных частиц комплексообразователь указывается в именительном падеже, а степень его не указывается, так как она однозначно определяется, исходя из электронейтральности комплекса.



Примеры:



гексацианоферрат(III) калия

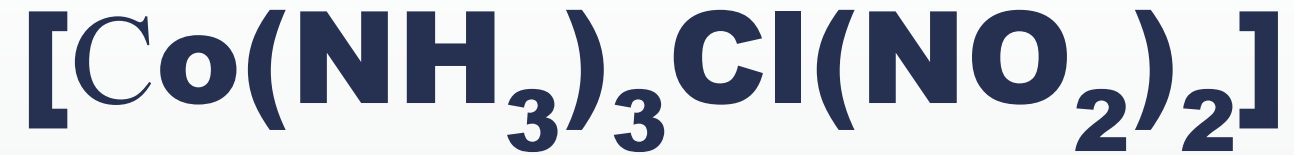


дигидроксотетрахлороплатинат(IV)  
аммония

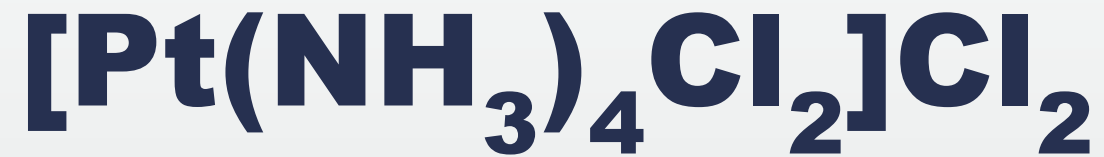


трифторотриаквахром

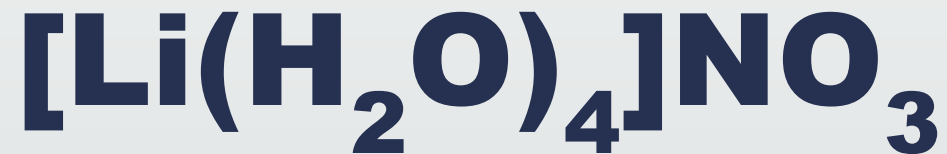
Примеры:



динитритохлоротриамминкобальт



хлорид дихлоротетраамминплатины(IV)



нитрат тетрааквалития

$K_4[Fe(CN)_6]$  НАЗВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ ПО РАЗЛИЧНЫМ  
НОМЕНКЛАТУРАМ  $4[ ( )_6]$  тривиальное – желтая кровяная  
соль, два полусистематических – железосинеродистый  
калий, ферроцианид калия два систематических по IUPAC –  
тетракалийгексацианоферрат(II), гексацианоферрат(II)  
(тетра)калия, а также «гибридное» – гексацианоферроат  
калия.  $K_3[Co(NO_2)_6]$  тривиальное – соль Фишера,  
полусистематическое – кобальтинитрит калия, четыре  
систематических по IUPAC –  
трикалийгексанитритокобальтат(III),  
гексанитритокобальтат(III) (три)калия, трикалийгекса  
[триоксонитрат(III)] кобальтат(III), гекса[триоксонитрат(III)]  
кобальтат(III) трикалия, «гибридное» -  
гексанитритокобальтиат калия.  $[Pt(NH_3)_5Cl]Cl_3 ( 3)_5$   
тривиальное – соль Чугаева, полусистематическое –  
хлорид пентамминхлороплатины, два систематических  
систематических по IUPAC – (три)хлорид  
пентаминохлороплатины пентаминохлороплатины(IV),  
пентамминхлороплатина(IV)(три)хлорид, «гибридное» -  
пентамминхлороплатехлорид.



## Примеры комплексных соединений различных цветов

|                                    | <b>Cr<sup>3+</sup></b>   | <b>Fe<sup>2+</sup></b>  | <b>Fe<sup>3+</sup></b>   | <b>Co<sup>2+</sup></b>   | <b>Cu<sup>2+</sup></b>   | <b>Al<sup>3+</sup></b>   |
|------------------------------------|--|---|--|--|--|--|
| <b>H<sub>2</sub>O</b>              | <b>[Cr(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup></b><br>Бледно-зелёный | <b>[Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup></b><br>Бледно-зелёный    | <b>[Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup></b><br>Жёлто-коричневый | <b>[Co(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup></b><br>Розовый    | <b>[Cu(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup></b><br>Серо-голубой | <b>[Al(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup></b><br>Бесцветный |
| <b>OH<sup>-</sup></b><br>конц.     | <b>[Cr(OH)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup></b><br>Бледно-зелёный             | <b>[Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>]</b><br>Светло-зелёный | <b>[Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>3</sub>(OH)<sub>3</sub>]</b><br>Коричневый    | <b>[Co(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>]</b><br>Голубой | <b>[Cu(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>(OH)<sub>2</sub>]</b><br>Синий     | <b>[Al(OH)<sub>4</sub>]<sup>-</sup></b><br>Бесцветный              |
| <b>NH<sub>3</sub></b><br>конц.     | <b>[Cr(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup></b><br>Бледно-зелёный |   |  | <b>[Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup></b><br>Жёлтый     | <b>[Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup></b><br>Темно-синий  | <b>[Al(H<sub>2</sub>O)<sub>3</sub>(OH)<sub>3</sub>]</b><br>Белый   |
| <b>CO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b> |  | <b>FeCO<sub>3</sub></b><br>Светло-зелёный                                 | <b>[Fe(H<sub>2</sub>O)<sub>3</sub>(OH)<sub>3</sub>]</b><br>Коричневый    | <b>CoCO<sub>3</sub></b><br>Розовый                                 | <b>CuCO<sub>3</sub></b><br>Голубой                                   |  |

# БЕРИЛЛИ И





Минералы



Берилл

