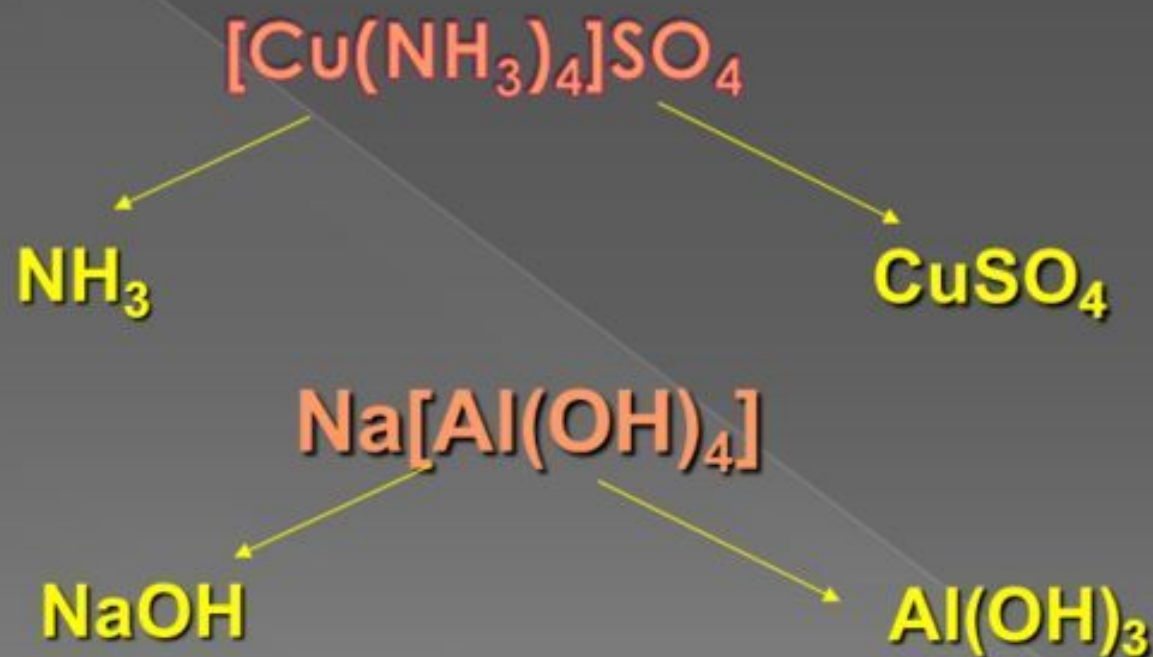


КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Комплексным соединением называют сложное соединение, образующееся при взаимодействии более простых неизменных частиц (атомов, ионов или молекул), каждая из которых способна существовать независимо в обычных условиях.



Комплексными соединениями, или просто **комплексами**, мы будем называть и комплексные ионы, и комплексные молекулы.

Наиболее удачно
строение и свойства
таких соединений
объясняет
координационная теория.



Предложена в **1893 г.** швейцарским химиком, лауреатом Нобелевской премии, профессором Цюрихского университета **Альфредом Вернером** и дополненная русскими учёными Л.А. Чугаевым, И.Л. Черняевым и А.А. Гринбергом.

(1866 – 1919)

**Большой вклад в развитие теории К.С.
внесли российские ученые:**

Л.А.Чугаев



И.И.Черняев

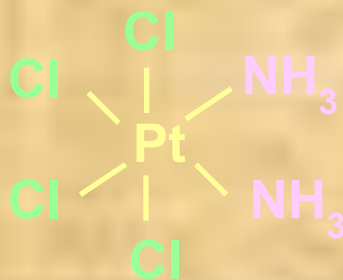
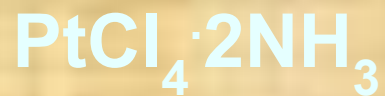


А.А. Гринберг



Комплексные называют соединения, содержащие сложные ионы и молекулы, способные к существованию как а кристаллическом виде, так и в растворе.

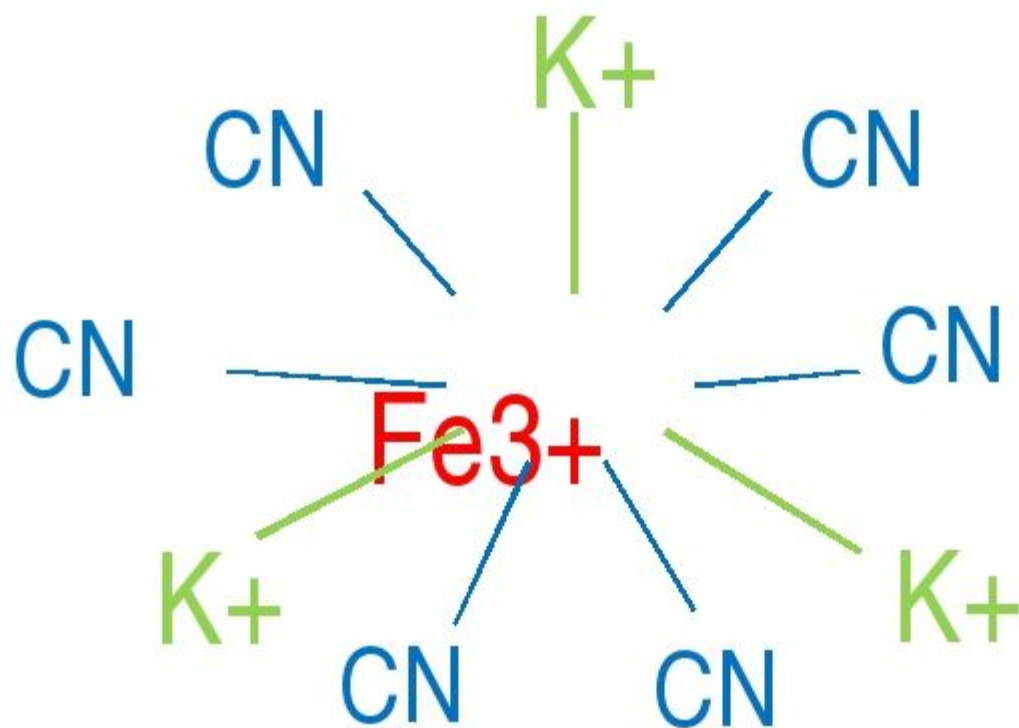
Главная и побочная валентности



Главная валентность соответствует обычной валентности элемента, закономерности которой находят отражение в ПСХЭ

Побочная валентность – дополнительная, остаточная валентность, которую атомы проявляют после насыщения главной

Строение комплексного соединения по Вернеру:



CN насыщают побочную валентность

K^+ насыщают обычную (главную) валентность

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.



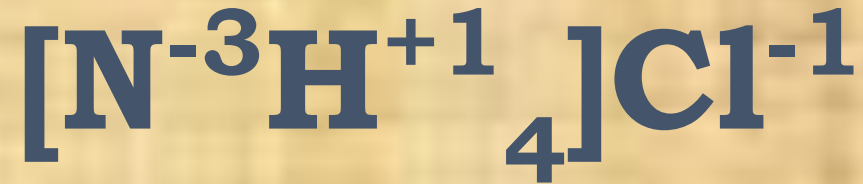
Строение комплексного соединения



- 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: OH^- , Cl^- , I^- , NO_3^- – нейтральные молекулы: NH_3 , H_2O , C_6H_6)





ВНУТРЕННЯЯ СФЕРА:

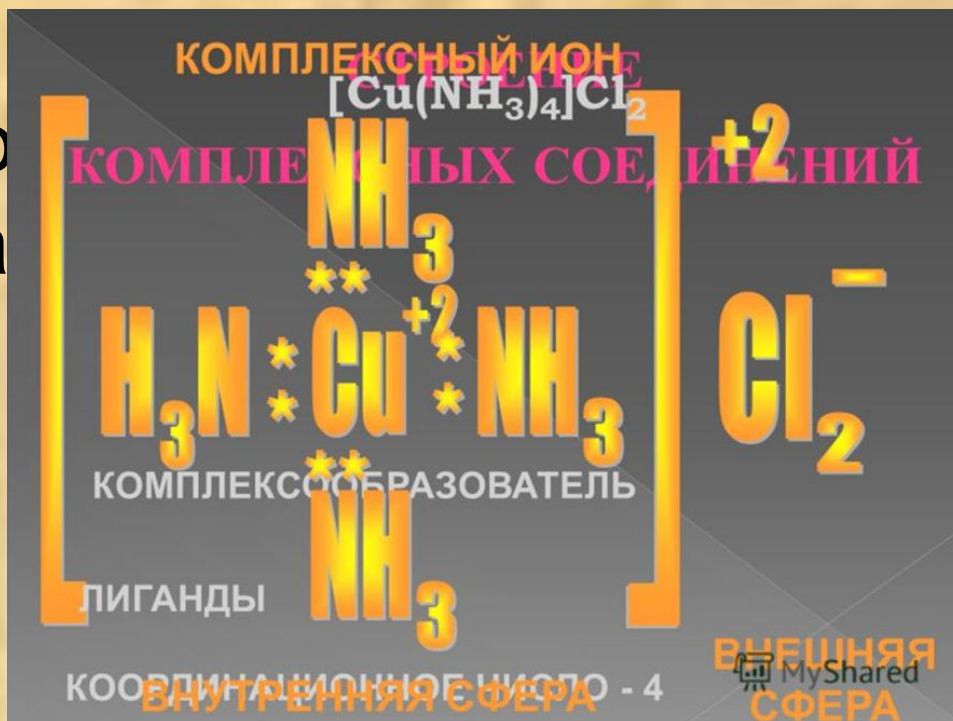
КОМПЛЕКСНЫЙ ИОН $[\text{NH}_4]^+$

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЬ N^{-3}

ЛИГАНДЫ H^+

ВНЕШНЯЯ СФЕРА АНИОН Cl^-

- 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.



Строение комплексных соединений

- Координационные соединения образованы металлами побочных подгрупп, имеющими, как правило, незавершенный d - уровень.
- Метод валентных связей (ВС) принимает во внимание донорно-акцепторное происхождение связей в комплексных соединениях. Образование комплексного иона можно объяснить наличием у катионов d-металлов вакантных орбиталей на s-, p-, d- и f- подуровнях:

Co^0



Co^{3+}



Классификация комплексных соединений



Комплексные соединения
классифицируют

по заряду комплекса

по виду лигандов

по составу внешней сферы

Классификация

По заряду комплекса

Катионные



Нейтральные



**Катионно -
анионные**



Анионные



Классификация По составу внешней сферы

Кислоты



Соли



Основания



Неэлектролиты



Классификация

По виду лигандов

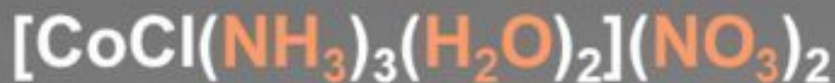
Аквакомплексные



Ацидокомплексные



Смешанные



Аминокомплексные



Номенклатура КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Правила названия комплексных соединений:

1. Первым называют анион, затем катион. Название комплекса пишут в одно слово.
2. В названии комплекса сначала перечисляют лиганды (по первым буквам русского алфавита), затем центральный атом.
3. Нейтральные лиганды называют без изменения; к названиям отрицательно заряженных лигандов прибавляют окончание «о».
4. Если одинаковых лигандов в комплексе несколько, перед их названием употребляют соответствующее греческое числительное.
5. Название комплексообразователя зависит от заряда комплекса.

5.1. Для нейтрального и катионного – именительный падеж (рус. яз.)

5.2. Для анионного комплекса – латинский язык (суффикс «ат»)

НОМЕНКЛАТУРА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

ЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ:

- 2- ди-
- 3- три-
- 4- тетра-
- 5- пента-
- 6- гекса-

НАЗВАНИЯ ЛИГАНДОВ:

H_2O – аква-

NH_3 – аммин-

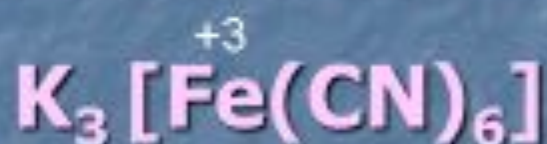
OH^- - гидроксо-

$(\text{CN})^-$ - циано-

$(\text{NO}_2)^-$ - нитро-

F^- , Cl^- , Br^- , I^- - фторо-,
хлоро-, бромо-, йодо-

Номенклатура комплексных соединений



- Гексацианоферрат(III) калия



- Хлорид тетраамминмеди(II)

1 – моно
2 – ди
3 – три
4 – тетра
5 – пента
6 – гекса

H_2O – аква
 NH_3 – аммин
 Cl^- – хлоро-
 NO_2^- – нитро-
 CN^- – циано-
 SCN^- – родано-

Порядок перечисления лиганд:

1. Анионные: H^- , O^{2-} , OH^- , простые анионы, многоатомные анионы, органические в алфавитном порядке
1. Нейтральные: NH_3 , H_2O и т.д.
2. Катионные: N_2H_5^+ и т.д.

- -0
+ -иум
13

НОМЕНКЛАТУРА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ



гидроксида натрия



хлорид гексааквахрома (III)



тетрайодомеркурат (II) калия

НАЗОВИТЕ КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ



Гексафтороалюминат натрия



Тетрагидроксоалюминат натрия



Гексацианоферрат (II) калия

НАЗОВИТЕ КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ



Сульфат тетраамминмеди (II)



Хлорид диамминсеребра



Хлорид гексааквахрома (III)



СОСТАВЬТЕ ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВ

Гексахлороплатинат (IV) калия

Ответ: $\text{K}_2 [\text{PtCl}_6]$

Нитрат гексаакваалюминия

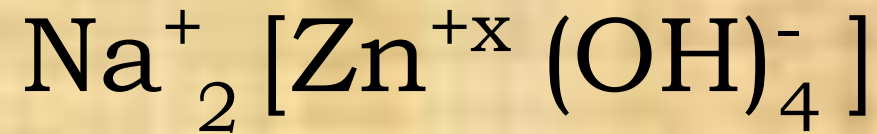
Ответ: $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6] (\text{NO}_3)_3$

Гексагидроксохромат (III) натрия

Ответ: $\text{Na}_3 [\text{Cr}(\text{OH})_6]$

Нитрат гексаамминникеля (II)

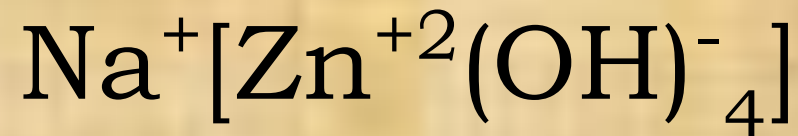
Ответ: $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6] (\text{NO}_3)_2$



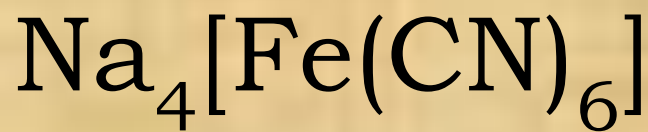
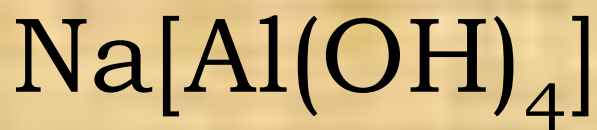
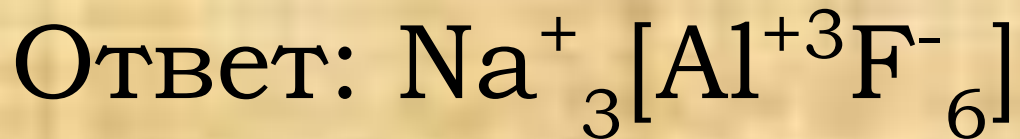
$$(+1) \cdot 2 + x + (-1) \cdot 4 = 0$$

$$x = 0 - 2 + 4$$

$$x = +2$$



**РАССТАВЬТЕ СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ ИОНА
КОМПЛЕКСООБРАЗОВАТЕЛЯ:**



Рождение стереохимии



Якоб Вант-Гофф
(1852 — 1912)

1874 г.

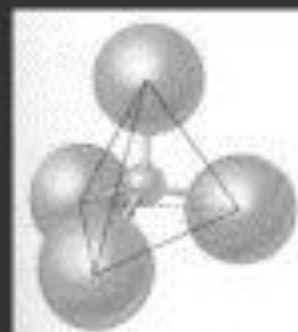
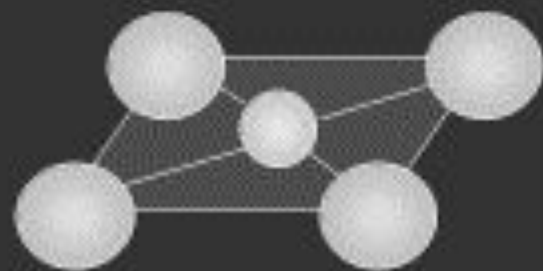
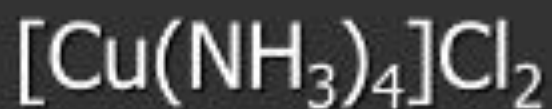
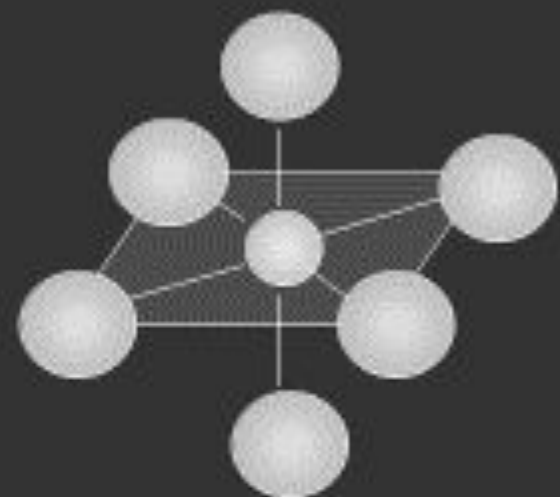
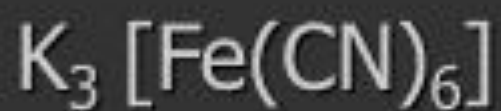
«Предложение применять в пространстве современные структурно-химические формулы вместе с примечанием об отношении между оптической вращательной способностью и химической конструкцией органических соединений»



«Фантастическая чепуха, напроць лишенная какого бы то ни было фактического основания и совершенно непонятная серьезному исследователю»

Г. Кольбе

Строение комплексного соединения



Форма комплексного иона

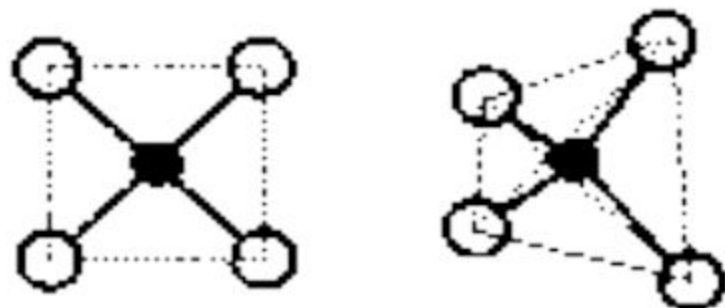
КЧ = 2 Образец текста = 3



Гантель

Треугольник

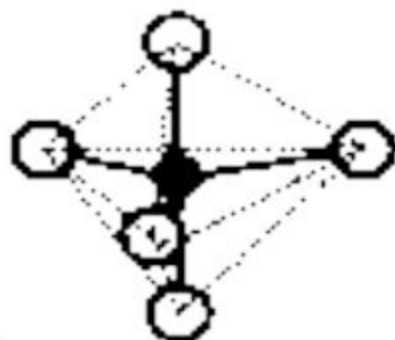
КЧ = 4



Квадрат

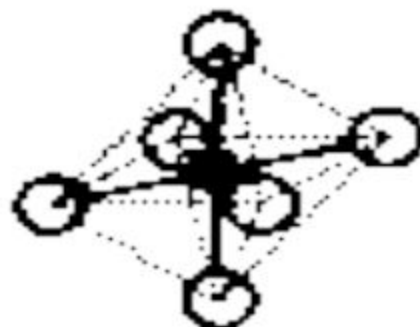
Тетраэдр

КЧ = 5



Тригональная
бипирамида

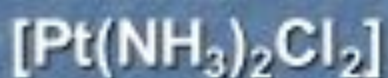
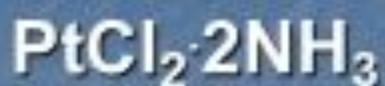
КЧ = 6



Октаэдр

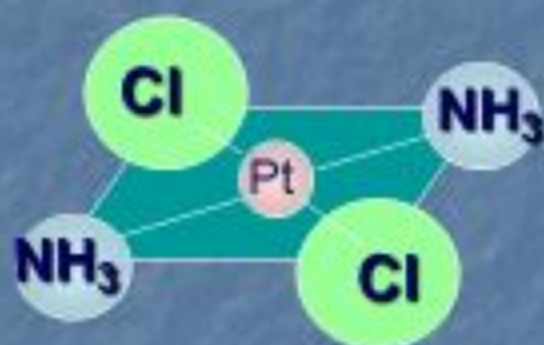


Изомерия комплексов



Цис-изомер

Транс-изомер



Соль Пейроне

1844 г. М. Пейроне

Оранжево-желтый

Хлорид второго основания Рейзе

светло-желтый

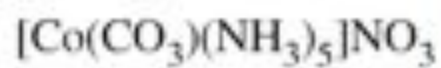
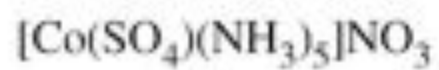
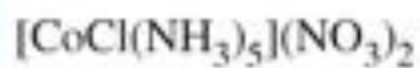
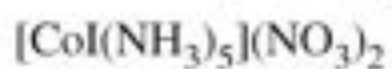
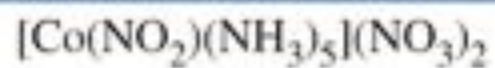
Противоопухолевая активность!

Мичиганский ун-т, д-р Барнетт Розенберг



Сольватная изомерия

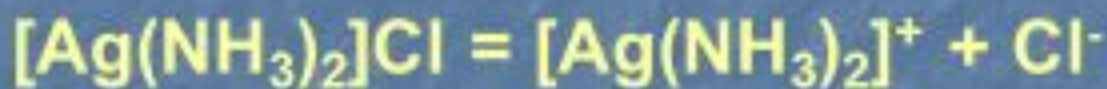
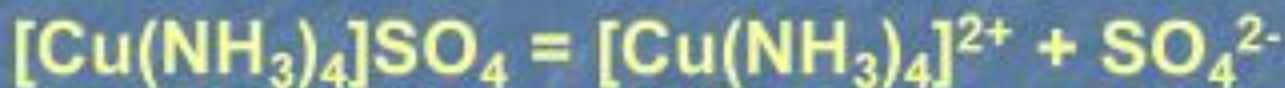
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$	Фиолетовый
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$	Светло-зеленый
$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$	Темно-зеленый



Комплексные соединения в растворах



Первичная диссоциация комплексных соединений



Вторичная диссоциация комплексов



$$K_{\text{H}} = \frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+} = 9,3 \cdot 10^{-8}$$

Диссоциация комплексов (или реакции обмена лигандов на молекулы растворителя) количественно характеризуется **константами нестойкости комплексов** K_{H} .

Что же такое комплексы?

- **Комплексные соединения** – вещества, существующие как в кристаллическом состоянии, так и в растворе, особенностью которых является наличие центрального атома (акцептора электронов), окруженного лигандами (донорами электронов).

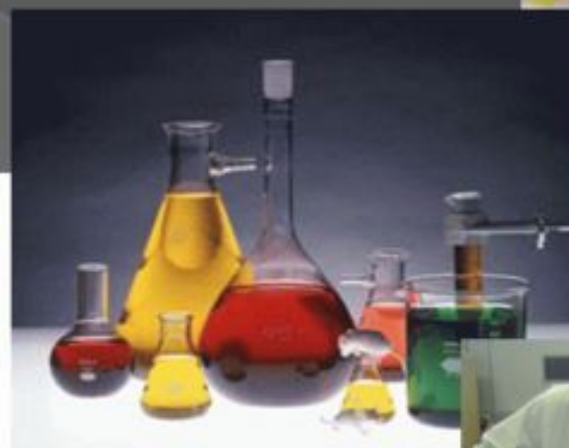
В растворе лиганды способны ступенчато и обратимо отщепляться от центрального атома по гетеролитическому типу.

Комплексные соединения используются:

- в аналитической химии



Аналитическая химия



Качественный
анализ

Количественный
анализ

Полный
анализ

Определение
примесей

Анализ на содержание
основных веществ

MyShared

- для разделения некоторых металлов и получения металлов высокой степени чистоты;

- в качестве красителей;

- для устранения жесткости воды;

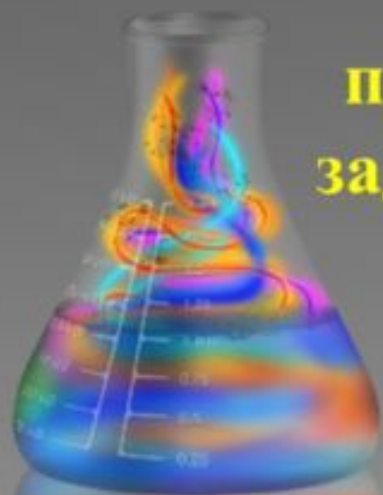
- в качестве катализаторов важных биохимических процессов.

- в гальванотехнике;

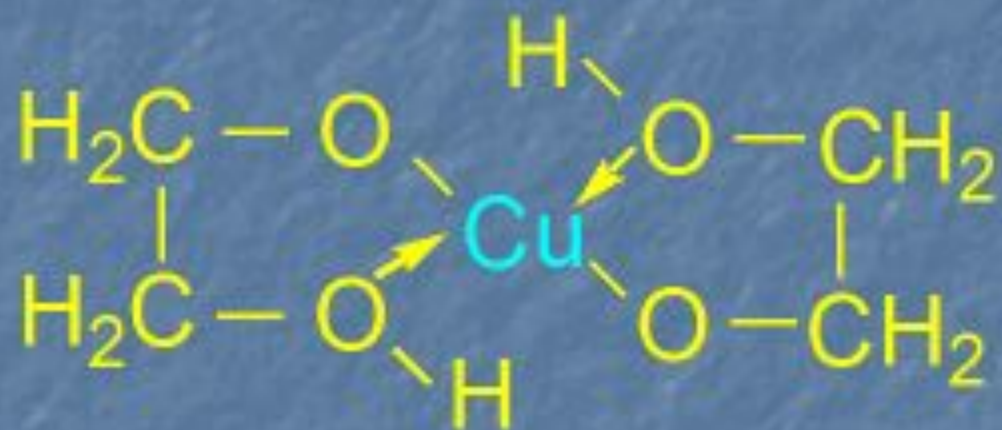
- в борьбе с коррозией металлов;

- в практике дезактивации;

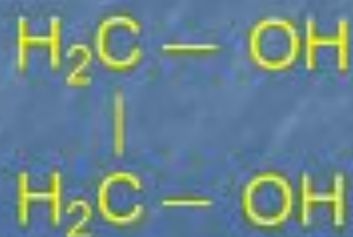
при производстве веществ с заранее заданными свойствами в качестве катализаторов и т.д.



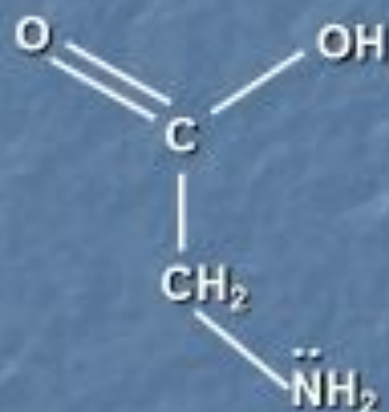
Хелатные комплексные соединения



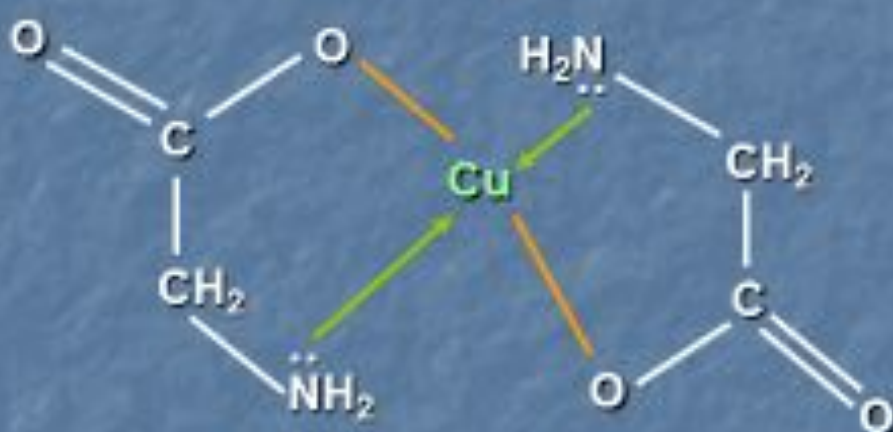
Термин «хелат»
1920 г. Морган и Дрю



Внутрикомплексные соединения (ВКС)



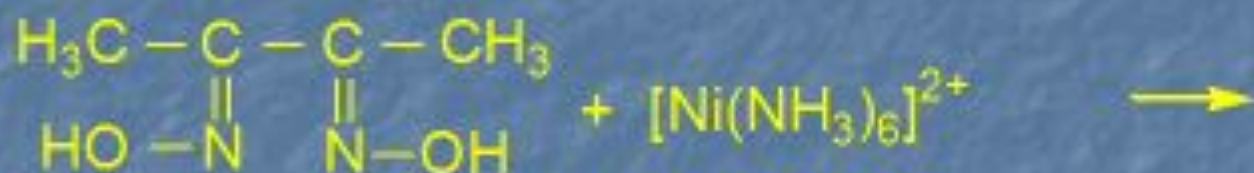
Глицин



Внутрикомплексные соединения с полидентатными лигандами получаются в тех случаях, когда ионы металла-комплексобразователя **замещают атомы водорода** функциональных групп органического соединения и, кроме того, взаимодействуют с какими-либо группами **за счет координационной связи**

Не содержат внешнесферных ионов, комплексы - неэлектролиты

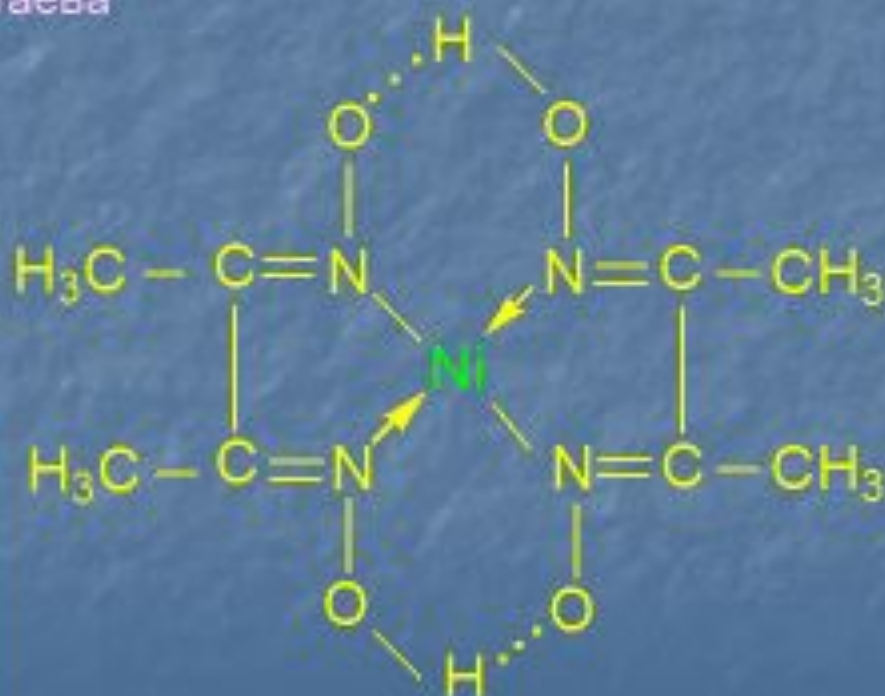
Качественная реакция на Ni^{2+} с диметилглиоксимом



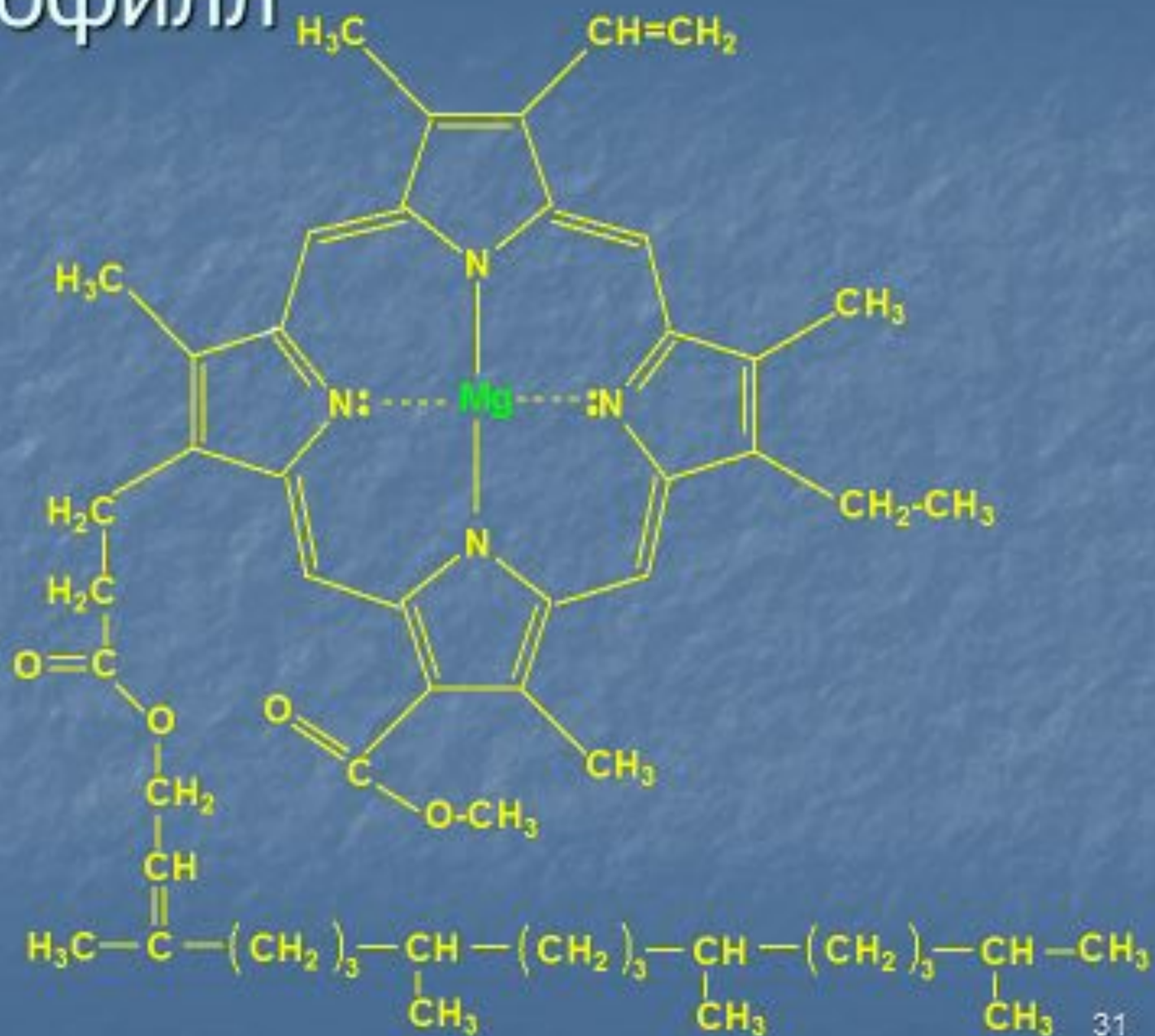
Реактив Чугаева



Лев Александрович
Чугаев
(1873-1922)



Хлорофилл



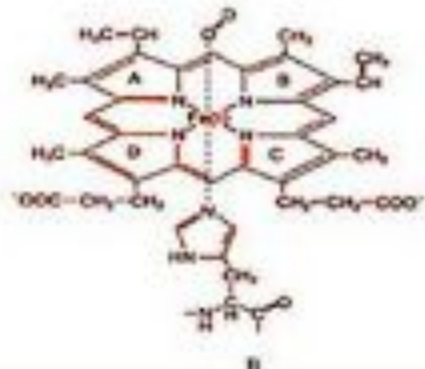
Гемоглобин



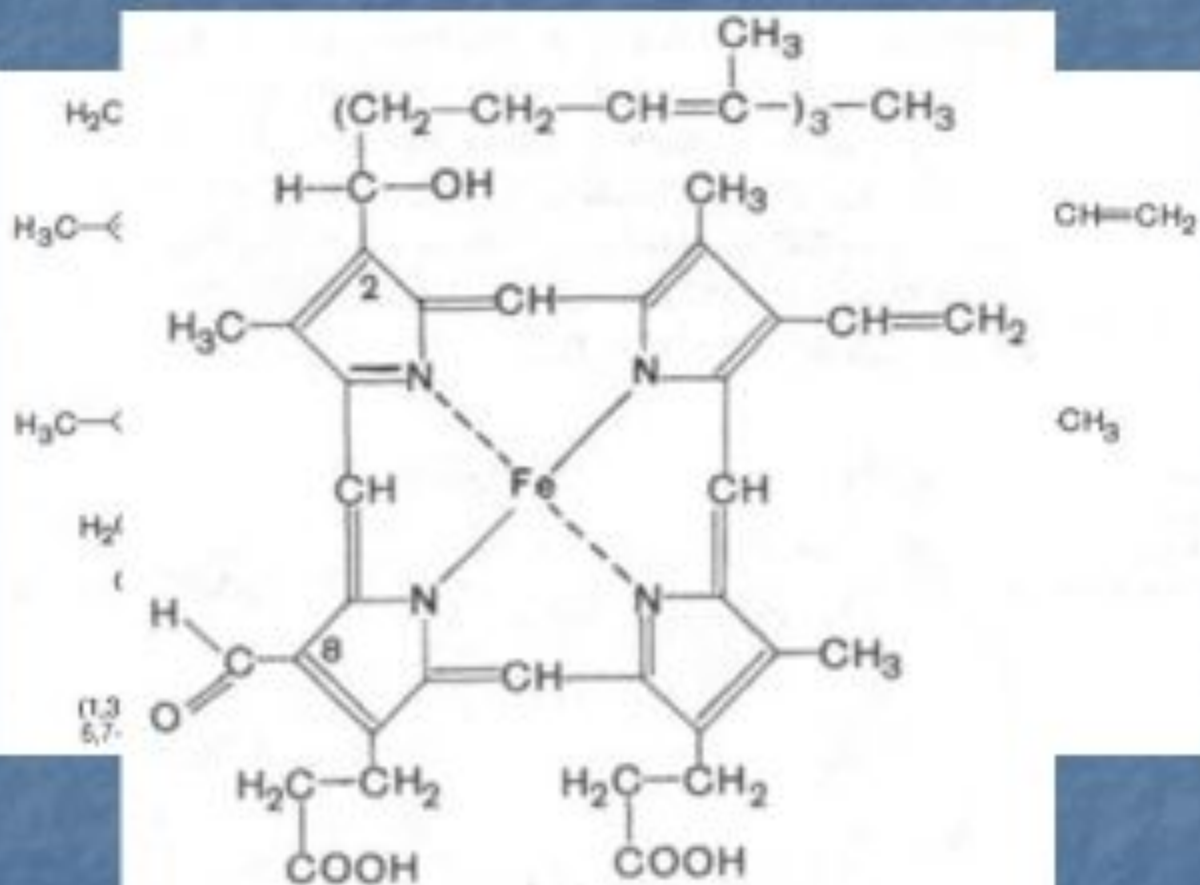
а



б

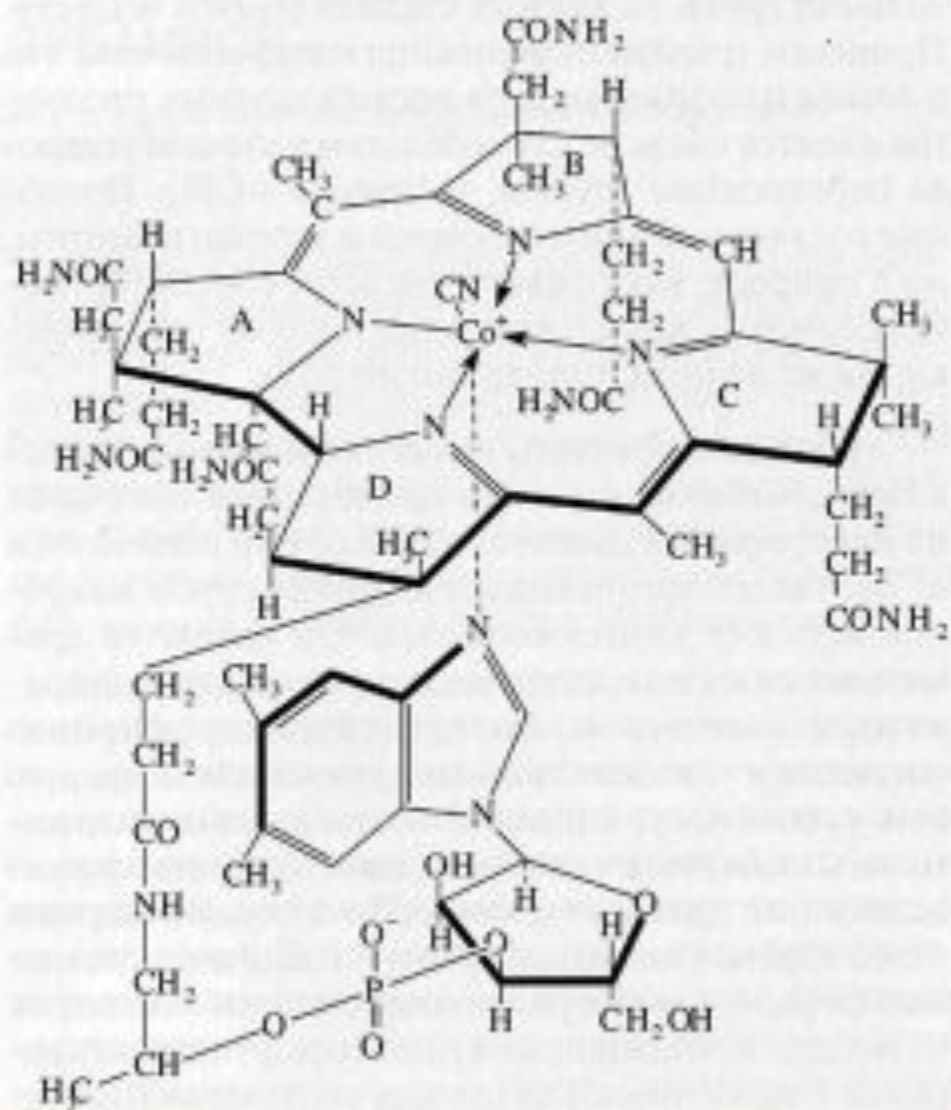


в



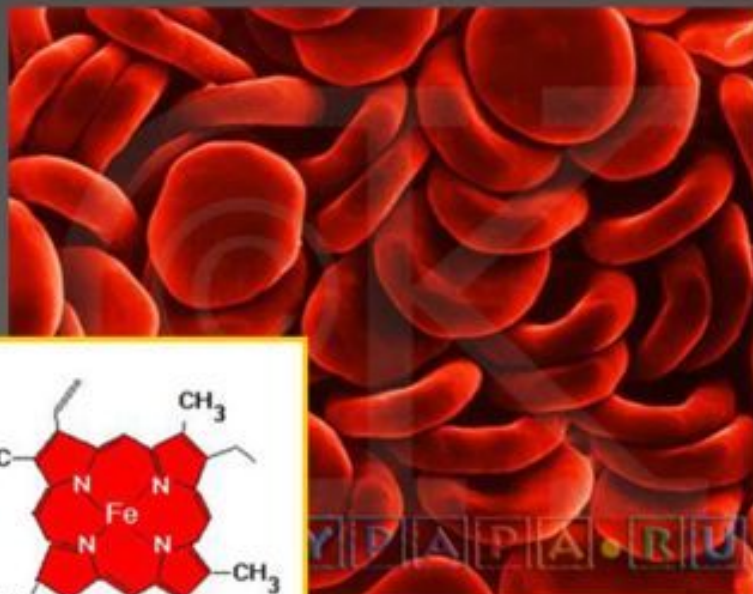
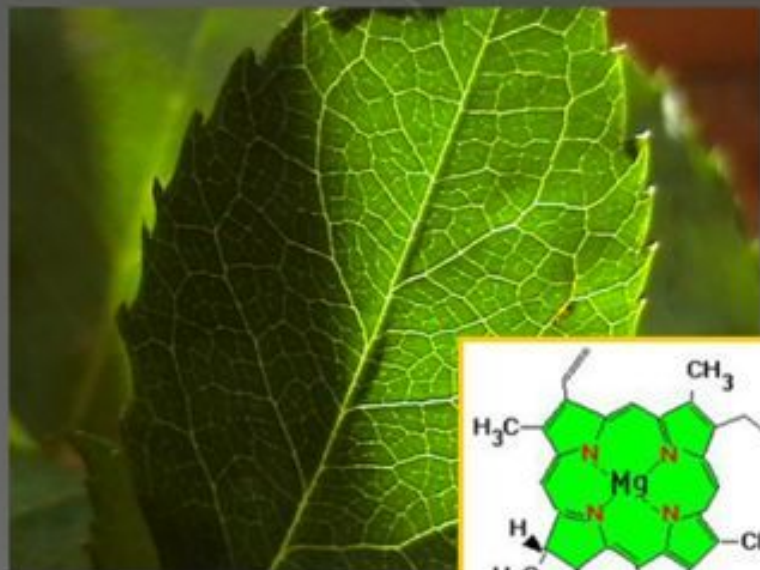
Гем а (формилпорфирин)

B₁₂



1964 г. – Дороти Ходжкин

Биологическое значение комплексов



Хлорофилл



Гемоглобин

Органические вещества, которые выполняют физиологические функции в организме растений и животных: хлорофилл и гемоглобин.

Закрепление

- Заполните пропуски в листе рассказа «Комплексные соединения».
- Строение комплексных соединений объясняется с позиций ... теории швейцарского ученого Альфреда Вернера.
- Согласно названной теории в комплексном соединении различают две сферы – ...
- В комплексных соединениях центральный ион или атом металла, называется ..., он удерживает вокруг себя некоторое число ионов или молекул, называемых ... (от лат. ligo – «связываю»).
- Совокупность ... и ... называется ... сферой комплекса (комплексным ионом).
- Комплексообразователь связан с лигандами ... связями, образованными по ... механизму.

Домашнее задание

Напишите формулы следующих соединений:

- 1) сульфат гексаамминхрома (II);
- 2) нитрат гидроксодиаминакваплатины (II);
- 3) гексацианоферрат (II) калия;
- 4) тетрагидроксокупрат (II) натрия;
- 5) трихлоротриамминкобальт (III).
- Определите: а) заряд внутренней сферы, б) степень окисления комплексообразователя; в) координационное число комплексообразователя;