



Комплексные соединения



Введение



Координационная теория А. Вернера



Строение комплексных соединений



Химические свойства



Применение



Введение

В различных реакциях, протекающих в растворе, мы обнаруживаем участие неизменных группировок атомов, выступающих либо в виде ионов (SO_4^{2-} , OH^- , NO_2^- , CO_3^{2-} , NO^{2+} и т.д.), либо в виде нейтральных молекул (NH_3 , CO , NO и других). Эти неизменные группировки атомов способны к взаимодействию в растворе с ионами металлов или нейтральными молекулами с образованием более сложных частиц.

Результатом реакции между растворами сульфата железа(II) и гексацианоферрата(III) калия является образование синего осадка турнбулевой сини. Ион Fe^{2+} легко присоединяет ионы CN^- , образуя сложный анион:

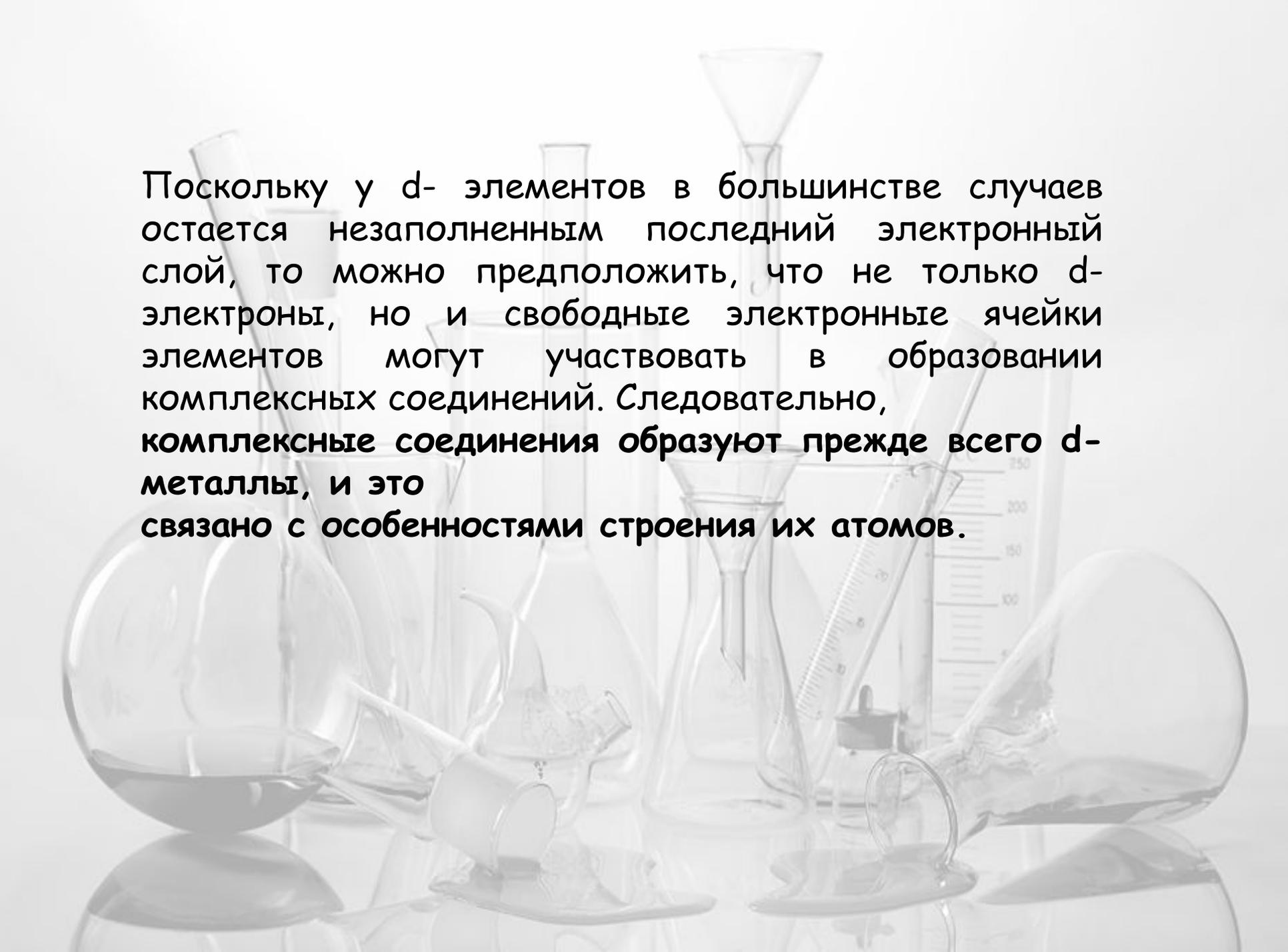


Реакция между растворами хлорида железа(III) и роданида аммония наблюдается характерное ярко - красное окрашивание. Ион Fe^{3+} легко присоединяет ионы CNS^- , образуя кроваво-красный тиоцианат железа $\text{Fe}(\text{CNS})_3$:



Реакция между растворами сульфата меди(II) и гидроксида аммония является образованием ярко-голубого осадка. Ион Cu^{2+} взаимодействует в растворе с молекулами NH_3 по обратимой реакции с образованием сложного катиона:





Поскольку у d- элементов в большинстве случаев остается незаполненным последний электронный слой, то можно предположить, что не только d- электроны, но и свободные электронные ячейки элементов могут участвовать в образовании комплексных соединений. Следовательно, **комплексные соединения образуют прежде всего d- металлы, и это связано с особенностями строения их атомов.**



Координационная теория А. Вернера

Природу химических связей в комплексах, их строение и принципы их образования объясняет координационная теория Альфреда Вернера, созданная в 1893 году. В основу теории легли положения пространственного строения веществ и теории электролитической диссоциации. Впоследствии теория была дополнена русскими учёными **Л.А.Чугаевым**, **И.И.Черняевым**, **А.А.Гринбергом**.



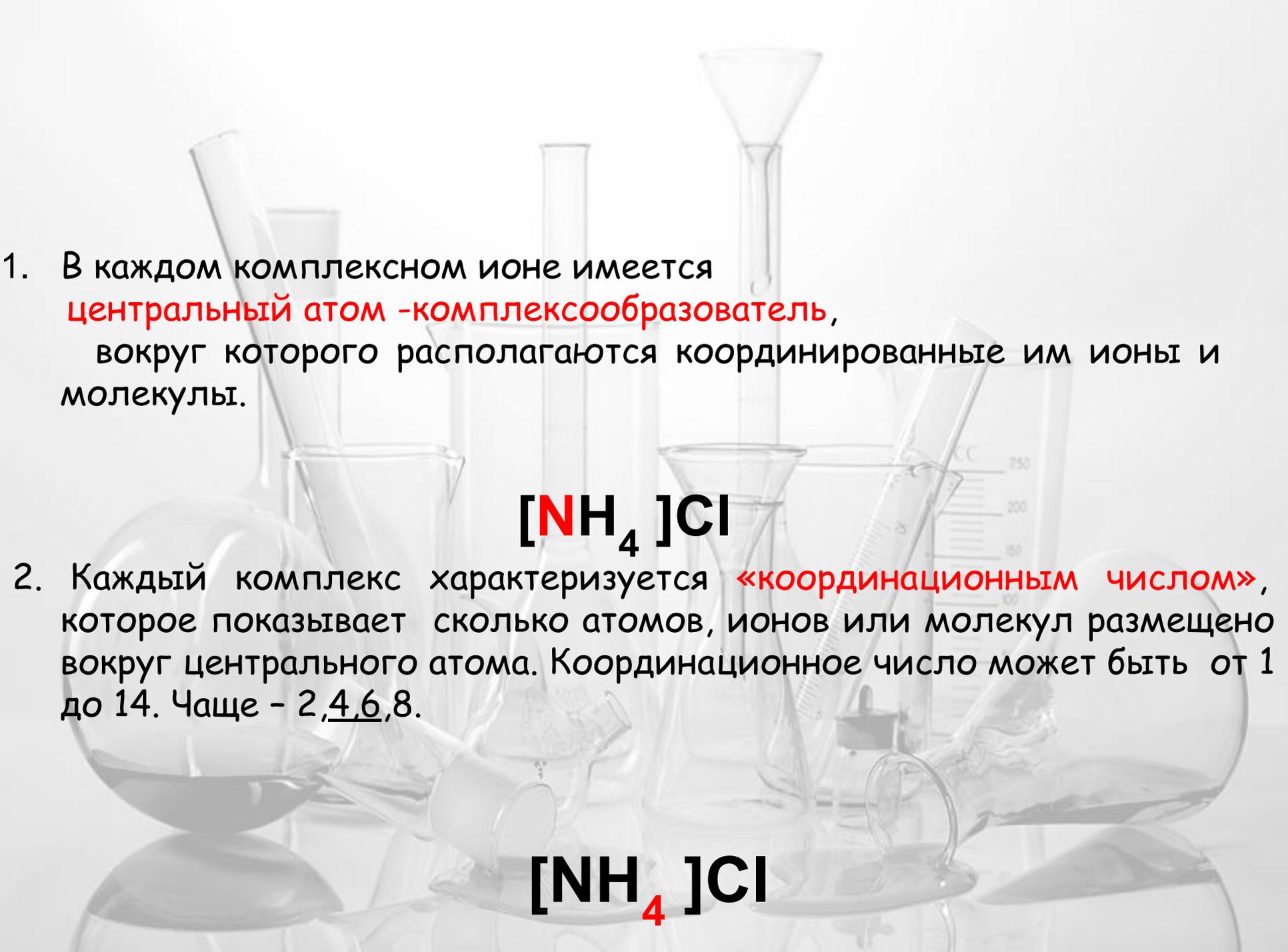
Альфред Вернер



Л.А.Чугаев



И.И.Черняев

- 
1. В каждом комплексном ионе имеется **центральный атом -комплексообразователь**, вокруг которого располагаются координированные им ионы и молекулы.



2. Каждый комплекс характеризуется **«координационным числом»**, которое показывает сколько атомов, ионов или молекул размещено вокруг центрального атома. Координационное число может быть от 1 до 14. Чаще - 2,4,6,8.



3. Координационные атомы находятся во внутренней сфере комплексных соединений. Они называются **лигандами** (аддентами).



4. Центральный атом или **внутренняя сфера** составляют ядро комплекса, которое при записи формул выделяют квадратными скобками. Ядро комплекса может быть нейтральным или заряженным (как положительно, так и отрицательно).



5. Если ядро комплексных соединений заряжено, то комплекс имеет **внешнюю сферу**, поскольку заряженный комплекс (точнее его ядро) может притягивать противоположно заряженные ионы.



A collection of various laboratory glassware including beakers, flasks, test tubes, and a funnel, arranged on a reflective surface. The background is a light, neutral color.

центральный атом

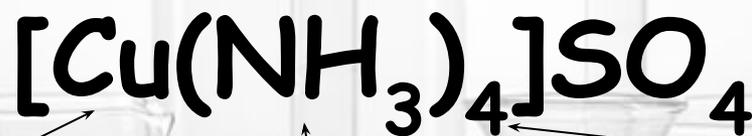


лиганд

координационное
число

Внутренняя сфера

Внешняя сфера



Центральный атом

Лиганд

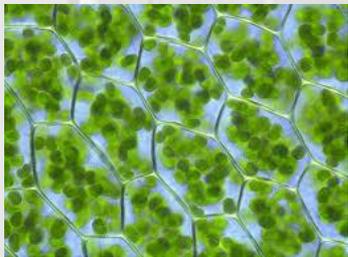
Координационное
число



Комплексными соединениями называются определенные химические соединения, образованные сочетанием отдельных компонентов и представляющие собой сложные ионы или молекулы, способные к существованию как в кристаллическом, так и в растворенном состоянии.

Итак, теория Вернера позволила систематизировать имеющиеся в то время сведения о комплексных соединениях и предпринять направленный систематический поиск новых соединений.

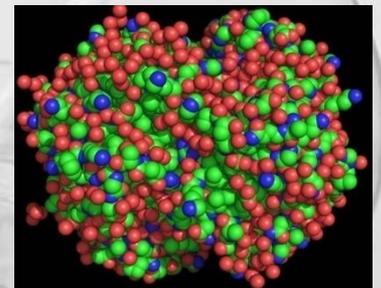
Например, на основе координационной теории в наши дни объясняется химическое строение хлорофилла и гемоглобина.



Хлорофилл



Гемоглобин





Строение комплексных соединений

Комплексообразователями могут быть как металлы, так и неметаллы.

Но наиболее типичные комплексообразователи-катионы d-элементов

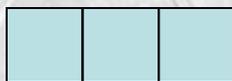
Координационные соединения образованы металлами побочных подгрупп, имеющими, как правило, незавершенный d - уровень.

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:

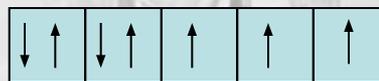
Co^0



4s

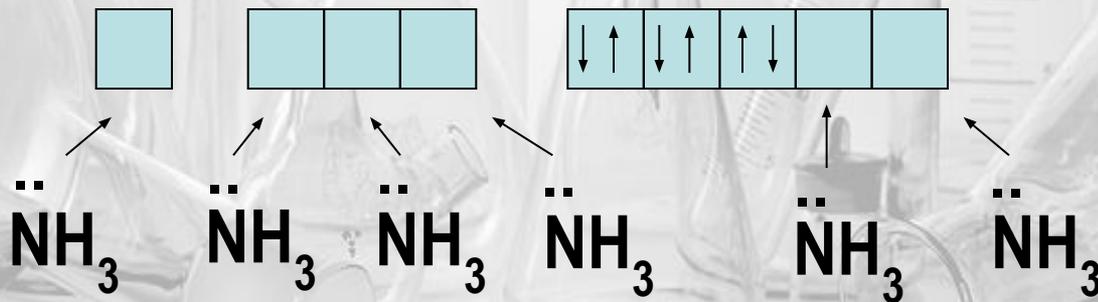


4p



3d

Свободные орбитали атомов кобальта являются вакантными для неподелённой электронной пары азота в молекуле аммиака. Так происходит образование внутренней координационной сферы комплексного соединения.



Комплексообразователи типичные

Cu^+ , Ag^+ , Au^+ , Cu^{2+} , Hg^{2+} , Sn^{2+} , Pt^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} ,
 Zn^{2+} , Au^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Co^{3+} , Ni^{2+} , Cr_3^+ , Sn^{4+} , Pt^{4+}

Лиганды

а) полярные молекулы - H_2O , NH_3 , CO , NO ;

б) простые ионы - H^+ , F^- , Cl^- , Br^- , I^- ;

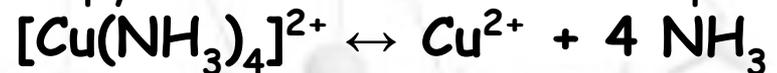
в) сложные ионы - NO_2^- , CN^- , SCN^- , OH^- .



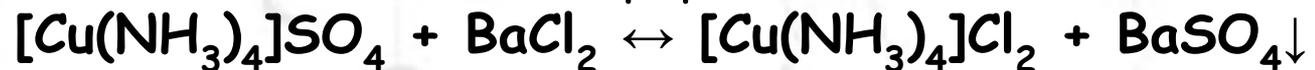
Химические свойства



Комплексные ионы диссоциируют как слабые электролиты:



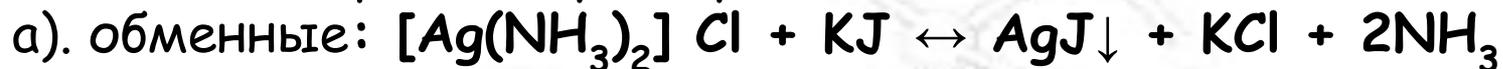
2. Реакции ионного обмена по внешней сфере :



3. Реакции с участием лигандов:

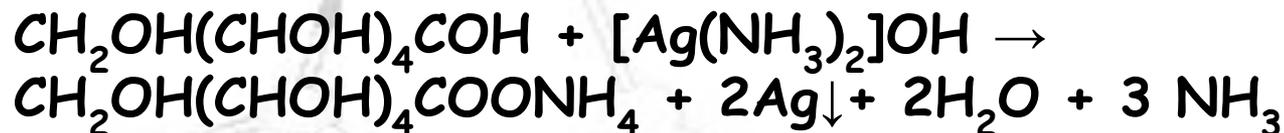


4. Реакции по центральному иону:



б). окислительно-восстановительные :

(взаимодействие глюкозы с реактивом Толленса)



5. Реакция изомеризации: $[Cr(H_2O)_6]^{3+} + 3Cl^- \rightarrow [Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 \cdot H_2O$

У соли хрома возможно существование трех изомеров, различных по цвету :
светло - зеленый - $[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 \cdot H_2O$
темно - зеленый - $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl \cdot H_2O$
фиолетовый - $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$



Применение

Аналитическая химия .

Используются в аналитической химии для идентификации неорганических и органических веществ.

Первые вещества, отнесенные к комплексным, использовались берлинским цехом художников как **краски - турнбулева синь и берлинская лазурь.**

Сегодня эти вещества используют в аналитической химии как **реагенты на ионы Fe^{2+} и Fe^{3+} .**



Разделение металлов. Комплексы применяются для разделения некоторых металлов и получения металлов высокой степени чистоты. На процессах комплексообразования, например, основано отделение **золота** от пустой породы.

Получение покрытий электрохимическим методом.

Всем известны декоративные и защитные покрытия на металлических изделиях - оцинкованных, луженых, никелированных, хромированных, медненных, золоченых, посеребренных. Оказалось, что особенно плотные ровные покрытия получают при электролизе растворов комплексных солей. Комплексные соединения электролизуются медленнее, чем обычные, и это способствует отложению мельчайших зерен металла, плотно покрывающих поверхность всего катода.



Получение чистых и сверхчистых веществ.

Например, для отделения примесей от урана широко используется его способность образовывать комплексные карбонаты.

Аналогичным образом очищают от примесей торий и плутоний.



Краски. Лаки.

Цвет хаки, например, возникает при обработке хлопчатобумажных тканей солями железа и хрома, а затем щелочными растворами. При этом идет осаждение на ткани многоядерных гидроксокомплексов. Фталоцианин меди - монастраль голубой ценится блестящим оттенком, высокой красящей способностью, прочностью и нерастворимостью в воде, устойчивостью к нагреванию. Алый диметилглиоксимат Ni (II) входит в состав губной помады.

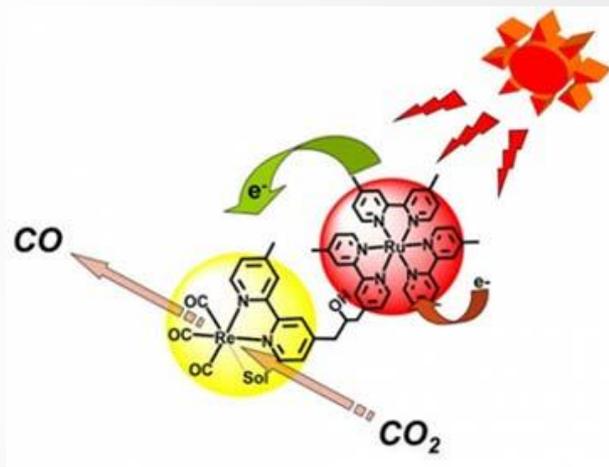
Кино и фотография, производство зеркал.

В основе обработки фотоматериалов лежит комплексообразование. Прежде всего оно используется в процессе фиксирования, где неэкспонированное серебро (I) связывается и переводится в раствор:



Достижения прогресса.

Группе учёных из Токийского технологического института удалось найти практический способ применения эффекта искусственного фотосинтеза для борьбы с парниковым эффектом в атмосфере: преобразование двуокиси углерода (CO_2) в окись углерода (CO). Для этого в качестве фотокатализатора учёные использовали сложное супермолекулярное комплексное рутений-ренийевое (Ru-Re) соединение.



Аналитическое определение металлов.

Использование для очистки природных и сточных вод, для устранения жесткости воды.

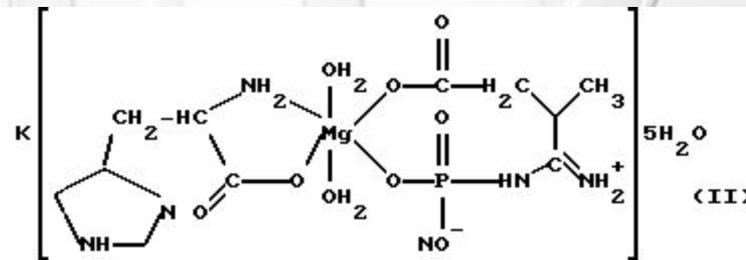
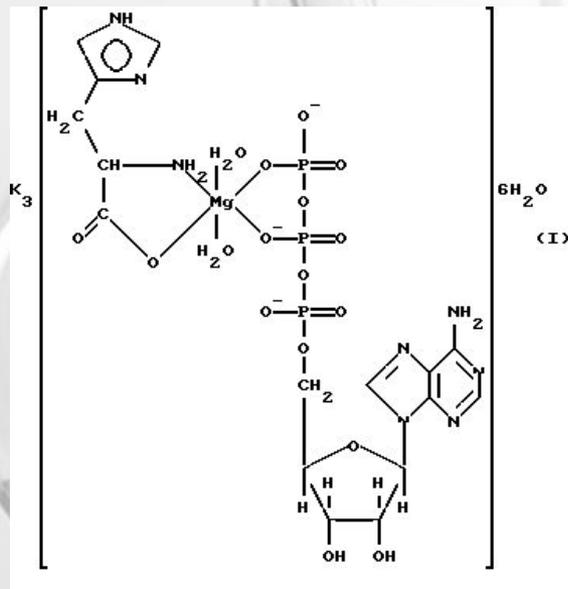
Катализ.

Комплексные соединения непереходных и особенно переходных металлов катализируют самые разнообразные реакции: полимеризацию, окисление олефинов в альдегиды и кетоны, образование эфиров.



Изготовление лекарственных средств.

Металлоорганические соединения (калиевые соли разнолигандных координационных соединений магния с гистидином и аденозин-5'-трифосфатом (I) или креатинфосфатом (II)) обладают биологической активностью, проявляют защитное действие на миокард от ишемического повреждения.



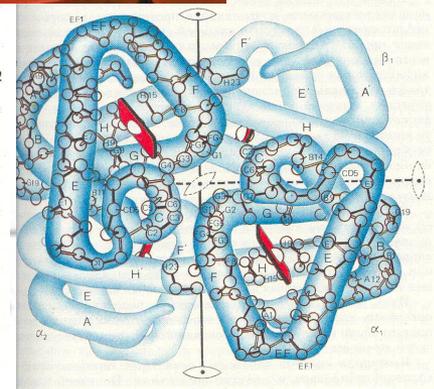
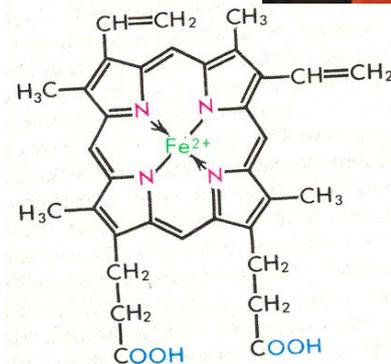
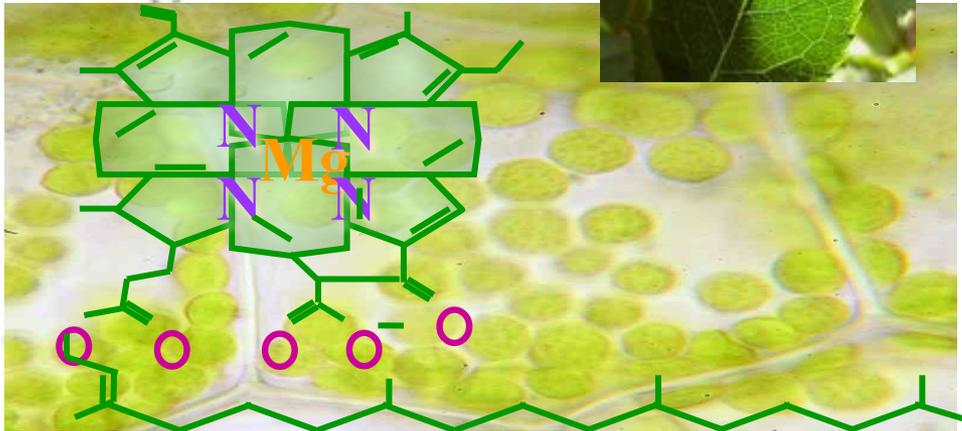
Роль комплексных соединений в живых организмах.

Витамины



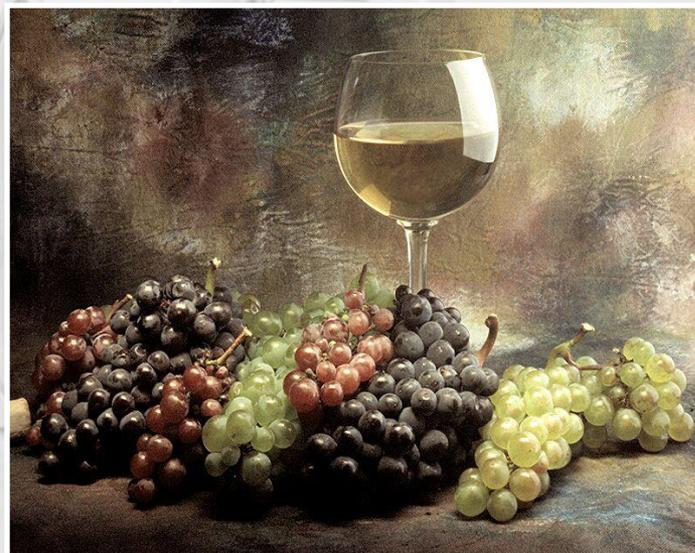
Ферменты

Гемоглобин и хлорофилл, без которых невозможно представить жизнь на Земле, - это комплексные соединения.



Ионный контроль.

В различных производствах возникают мешающие ионы металлов, которые удаляются или маскируются комплексами. Содержащиеся в «жесткой» воде ионы кальция и магния связывают в растворимые комплексы (умягчают воду) полифосфатами или полиаминокислотами, например, ЭДТА. Желтая кровяная соль $[\text{Fe}_4(\text{CN})_6]$ используется в виноделии: ее добавляют к созревшему вину для очистки и осветления.



The background of the slide features a collection of laboratory glassware, including several graduated cylinders and a beaker, arranged on a reflective surface. The lighting is soft, creating a professional and scientific atmosphere. The text is overlaid in a large, bold, blue font.

**Спасибо
за
внимание**

**Шадчина Олеся Андреевна
учитель ГБОУ СОШ № 557**