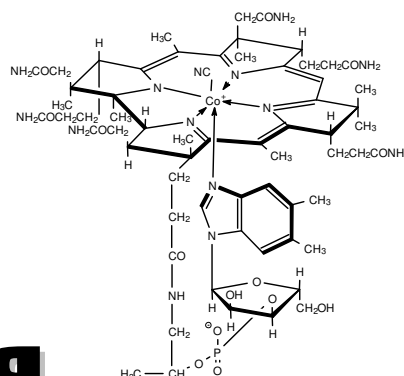
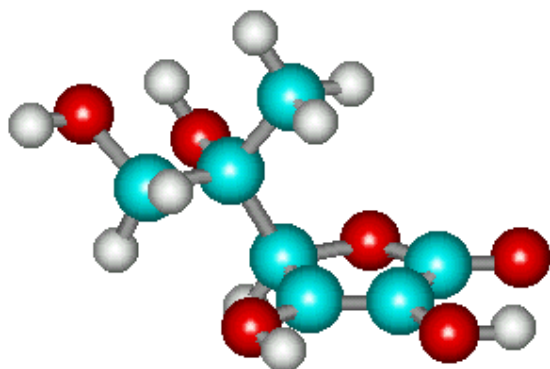
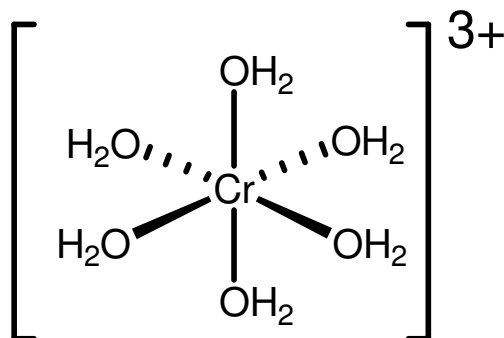
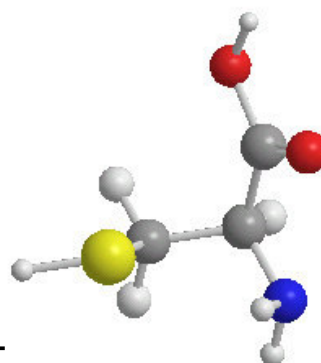
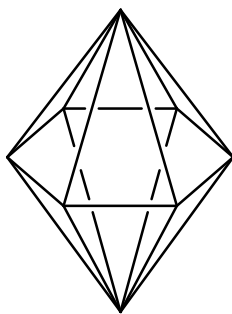
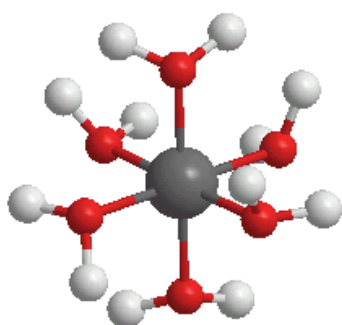


**С.Г. Безрядин**  
**Е.Ю. Клюквина**



# Химия координационных соединений



УДК 541.4  
ББК 24.2  
Б 39

**Рецензенты:**

Профессор кафедры неорганической химии Казанского государственного университета, доктор химических наук Чевела В.В.

**Безрядин С.Г., Клюквина Е.Ю.**

Химия координационных соединений. Оренбург, Издательский центр ОГАУ, 2005. – 64с. ил.

В методическом пособии излагаются свойства координационных соединений – особенности их строения и химическая связь, виды изомерии.

Так же рассматриваются основные положения координационной теории. Описываются номенклатура и классификация лигандов и координационных соединений, равновесие и устойчивость.

Материал изложен в наглядной и доступной форме с многочисленными схемами и иллюстрациями. Уделено особое внимание значению комплексных соединений в биологических системах.

Пособие рассчитано на студентов нехимических специальностей высших учебных заведений, а так же для всех тех, кто интересуется современными вопросами координационной химии.

© Издательский центр ОГАУ, 2005  
© С.Г. Безрядин, Е.Ю. Клюквина, 2005

## Оглавление

Введение	4
1. Координационная теория	8
2. Классификация комплексных соединений	10
3. Комплексообразователь	12
4. Лиганды	15
5. Номенклатура комплексных соединений	17
6. Составление формул комплексных соединений	21
7. Хелаты и комплексы с макроциклическими лигандами	24
8. Многоядерные комплексы	29
9. Диссоциация комплексных соединений в водных растворах	30
10. Химическая связь в комплексных соединениях	32
11. Высоко- и низкоспиновые электронные конфигурации	39
12. Магнитные свойства комплексов	41
13. Окраска комплексов	42
14. Изомерия комплексных соединений	45
15. Жесткие и мягкие кислоты и основания	53
16. Применение комплексных соединений	54

## Введение

Изучение комплексных соединений до конца XIX века носило исключительно описательный характер и состояло из серии попыток объяснить существование и структуру гидратов, двойных солей и аммиакатов. Обобщением этих объяснений стала координационная теория, предложенная швейцарским химиком А. Вернером. Эта теория, развитая и подкреплённая экспериментальными исследованиями, обеспечила быстрое развитие химии комплексных соединений на рубеже двух столетий. Однако широкое признание теория А. Вернера получила лишь после создания электронной теории валентности. В развитии химии комплексных соединений важную роль сыграли труды русских ученых Н.С. Курнакова, Л.А. Чугаева, И.Н. Черняева, А.А. Гринберга и др.

В настоящее время химия координационных соединений из узкой и ограниченной области превратилась в наиболее интенсивно развивающуюся область химии.

Комплексные соединения представляют собой обширный и разнообразный класс химических соединений, а поскольку в их состав могут входить как неорганические так и органические молекулы или ионы, то комплексные соединения связывают воедино неорганическую и органическую химию.

Соединения высшего порядка - так называл знаменитый шведский химик Берцелиус сложные многокомпонентные химические соединения, строение которых очень долго оставалось загадкой для ученых. Данный термин широко использовал А. Вернер и многие ученые конца прошлого и начала настоящего века. Теперь эти соединения называют комплексными, но чаще координационными. Термин «комплексные соединения» введен в химическую литературу выдающимся физико-химиком В. Оствальдом. Координационными их стали называть после того, как в умах ученых утвердилась координационная теория, описывающая строение данных соединений.

Почему высшего порядка? Бросается в глаза, что эти сложные (комплексные) соединения можно рассматривать как состоящие из простых, способных к самостоятельному существованию. Например, при растворении  $\text{AgCl}$  в водном растворе аммиака получается соединение  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , формулу которого можно записать  $\text{AgCl} \cdot 2\text{NH}_3$ . Действительно, это сложное соединение состоит из простого, давно известного соединения  $\text{AgCl}$  и так же известного  $\text{NH}_3$ . Конечно же, и то и другое вещество способно к самостоятельному существованию. В комплексном соединении  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  -  $\text{AgCl}$  и  $\text{NH}_3$  изменяют свои свойства.

Соединения высшего порядка химии обнаруживали прежде всего среди неорганических веществ. Поэтому химия этих соединений долго считалась разделом неорганической химии. В середине текущего столетия она оформилась в самостоятельную область химической науки. Во второй половине нашего столетия выяснилось, что координационные соединения являются объектами изучения различных областей химии: аналитической, металлоорганической, биологической, гомогенного катализа.

Время рождения координационной химии как науки связывают со случайным получением в 1798 году Тассером соединения кобальта, состав которого можно записать  $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ . Однако человеку были известны соединения высшего порядка и до открытия Тассера. Вероятно первым подобным соединением, синтезированным в лаборатории, является берлинская лазурь  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ . Она случайно получена художником Дисбахом в 1704 году и использована как красящий пигмент. На несколько миллиардов лет раньше природа создала такие соединения высшего порядка, как например железный купорос  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  или медный купорос  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Человеку они были известны уже в XIII веке.

Из берлинской лазури и едкого кали Маккер в 1749 году впервые получил желтую кровяную соль  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Берлинская лазурь и желтая кровяная соль рассматривались как двойные соли.

В становлении и развитии химии комплексных соединений большой вклад внесли шведские и датские химики Берцелиус, Бломстранд, Клеве и др. В конце XIX века центром по изучению химии комплексных соединений стал Цюрих, где работал создатель координационной теории Альфред Вёрнер. Важные исследования по химии координационных соединений продолжил его ученик Пауль Пфейффер в Германии. В начале XX столетия наибольший прогресс в этой области химии достигнут в нашей стране благодаря Льву Александровичу Чугаеву, который создал уникальную советскую школу химиков-комплесников.