



Т  
т методических рекомендаций и  
методических рекомендаций,  
одических указаний

Форма  
Ф СО ПГУ 7.18.3/40

Министерство образования и науки Республики Казахстана  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
Кафедра химии и химических технологий

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И УКАЗАНИЯ**  
по изучению дисциплины

«Химия координационных соединений»

для магистрантов специальности 6М060600 Химия

Павлодар



Лица, имеющие право подписи методических  
и указаний,  
рекомендаций,  
их указаний

Форма  
Ф СО ПГУ 7.18.3/41

**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по УР  
\_\_\_\_\_ Н. Э.Пфейфер  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Составитель: доцент, к.х.н. \_\_\_\_\_ Масакбаева С.Р.

Кафедра химии и химических технологий

**Методические рекомендации и указания**  
по изучению дисциплины

«Химия координационных соединений»

для магистрантов специальности 6M060600 Химия

**Рекомендовано** на заседании кафедры  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ К. Х. Жапаргазинова

**Одобрено УМС ФХТиЕ**  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМС \_\_\_\_\_ Р. Ж. Нургожин «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**ОДОБРЕНО УМО**  
Начальник УМО \_\_\_\_\_ Е.Н. Жуманкулова «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Одобрена учебно-методическим советом университета  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Протокол № \_\_\_\_\_

## **Тема 1 Основные положения координационной химии**

Понятие комплексного соединения. Основные положения: внутренняя и внешняя сферы, центральный атом, лиганд, донорные атомы лигандов, дентатность лигандов. Классификация лигандов в зависимости от электронной структуры. Классификация по донорным атомам : галогенид-ионы, кислородосодержащие (вода, гидроксогруппа, анионы неорганических и органических кислот, эфиры, кетоны), серосодержащие (сульфиды, сульфоксиды, роданид-ионы), азотосодержащие (аммиак, органические амины), фосфоросодержащие, углеродосодержащие (цианид-ион, окись углерода, изонитрилы). Степень окисления центрального атома, координационное число (аналитическое и кристаллографическое).

**Литература** [1], 426 - 493 стр.; [2], 15 - 36 стр.; [12], 15 - 74 стр.

### **Контрольные вопросы:**

1. Основные понятия о координационных соединениях.
2. Дайте определения следующим понятиям: центральный атом – комплексообразователь, лиганды, внутренняя и внешняя координационные сферы, степень окисления, координационное число центральных ионов, дентатность лигандов.
3. Классификация и правила номенклатуры координационных соединений.
4. Каковы особенности комплексообразования в различных агрегатных состояниях (твёрдая, жидкая и газовая фазы).

## **Тема 2 Изучение строения комплексов**

Лабильные и инертные комплексы (Таубе). Зависимость лабильности октаэдрического комплекса от электронного строения центрального атома.

Методы определения состава комплексного иона и типа ионного распада. Препаративный метод и его недостаточность, применение криоскопии, эбуллиоскопии, электропроводности, ионного обмена. ИК- спектроскопия (изменение симметрии лиганда, характера связи в лиганде при координации, локализация координационной связи). УФ-спектроскопия и другие спектральные методы. Координационное число и стереохимия комплексов.

Работы Вернера по установлению конфигурации комплексов. Изомерия комплексов. Геометрическая изомерия, получение изомеров (правила Иергенсена, Пейроне, транс-влияние). Методы установления изомеров. Оптическая изомерия, разделение изомеров. Ионизационная изомерия. Изомерия связей. Координационная изомерия и полимерия. Изомерия координационного положения. Конформационная изомерия.

**Литература:** [2], 67 - 136 стр.; [4], 26 - 93 стр.; [5], 154 - 169 стр.

### **Контрольные вопросы:**

1. Типы изомерии координационных соединений: гидратная, ионизационная, координационная структурная, изомерия связи, геометрическая, оптическая и конформационная.
2. Каково влияние типа изомерии координационного соединения на его физико-химические свойства?

3. Назовите основные термодинамические характеристики реакций комплексообразования.
4. Константы устойчивости координационных соединений.
5. Основные методы стандартизации термодинамических параметров комплексообразования.
6. Назовите основные факторы, влияющие на устойчивость комплексов.

### **Тема 3 Типы комплексных соединений**

Классификация комплексов по структурному принципу и характеру связей. Одноядерные с монодентатными лигандами. Циклические комплексы, правило циклов Л.А.Чугаева и его объяснение. Внутрикомплексные соединения. Полиядерные комплексы. Изо- и гетеро- поликислоты. Сверхкомплексные соединения (кристаллогидраты, аммиакаты, клатраты, кластеры, внешнесферные комплексы).

П-комплексы (цианидные, карбонильные, фосфоро- и серосодержащими лигандами, с алкинами. Алкенами, П-аллильного типа, сэндвичевые соединения). Координация кислорода и азота

**Литература:** [2], 151 - 212 стр.; [6], 77 - 188 стр.; [7], 15 - 75 стр.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите типы образуемых комплексов и их устойчивость.
2. Координационные соединения р-элементов.
3. Каковы особенности комплексообразования редкоземельных элементов (РЗЭ).
4. Приведите закономерности изменения устойчивости и строения координационных соединений в ряду РЗЭ.
5. Какова роль "лантаноидного" сжатия в процессах комплексообразования.

### **Тема 4 Изучение комплексообразования в растворе**

Типы равновесий в растворах комплексов. Ступенчатое образование комплексов, константы устойчивости и нестойкости (частные и общие). Константы в случае полиядерных и смешанных комплексов. Влияние растворителя и ионной силы на комплексообразование.

Функции, характеризующие комплексообразование (функции Бьерума, степень образования, закомплексованность и др.), их смысл, связь с константами и концентрациями компонентов.

Методы определения констант устойчивости по функциям, характеризующим комплексообразование (графические, численные).

Расчет состава раствора и функций, характеризующих комплексообразование, по справочным данным констант.

Экспериментальные методы, их классификация.

Методы растворимости ионного обмена экстракции. Потенциометрические методы.

Спектрофотометрические методы.

**Литература:** [1], 13 - 78 стр.; [2], 215 - 236 стр.; [8], 110 – 186 стр.

### **Контрольные вопросы:**

1. Как влияет растворитель на комплексообразование.
2. Назовите закономерности изменения последовательных констант устойчивости.
3. Дайте определение следующим понятиям: статистическая и "химическая" компоненты, спиновое состояние, гибридизация.
4. Какова термодинамика хелатного, полихелатного и макроциклического эффектов.
5. Дифракционные методы (рентгенография, электронография, нейтронография) изучения процесса комплексообразования.
6. Спектроскопические методы (ЯМР, ЭПР, ЯКР, КР,  $\gamma$ -резонансная, абсорбционная в широком диапазоне длин волн (от УФ до радиочастотной и др.) изучения процесса комплексообразования.

### **Тема 5 Механизмы неорганических реакций**

Классификация неорганических реакций. Реакции замещения, их классификация. Замещение в октаэдрических, плоских, тетраэдрических комплексах. Стереохимия реакций.

Транс-влияние и его объяснение. Стереохимия и механизмы изомеризации комплексов.

Окислительно-восстановительные реакции. Перенос электронов и атомов в этих реакциях. Внешнесферные и внутрисферные окислительно-восстановительные реакции (влияние природы мостикового лиганда). Окислительно-восстановительные реакции присоединения элиминирования. Ключевые реакции гомогенного катализа с участием комплексов. Реакция внедрения (миграции). Изменение реакционных свойств лигандов вследствие их координации (кислотные свойства, стабилизация таутомерной формы, поляризация лиганда и т.д.)

**Литература:** [1], 109 - 118 стр.; [2], 176 - 215стр.; [12], 89– 145 стр.

### **Контрольные вопросы:**

1. Классификация реакций комплексных частиц.
2. Формальная кинетика описания реакций.
3. Каковы механизмы реакций замещения лигандов.
4. Назовите особенности процесса термолиза комплексных частиц.
5. Эффекты транс-влияния в квадратных и октаэдрических комплексах.
6. Приведите примеры реакции замещения в комплексах с к.ч.= 4.
7. Как меняются реакционные свойства лигандов вследствие его координации.

### **Тема 6 Применение комплексных соединений**

Применение комплексных соединений в аналитической химии.

Металлокомплексный катализ. Бионеорганическая химия и медицина. Фотографическая химия, красители и пигменты.

Химическая технология, гидрометаллургия и другие технологические области

**Литература:** [1], 129 - 178 стр.; [2], 241 - 289 стр.; [10], 115 – 190 стр.

**Контрольные вопросы:**

1. Основные аспекты применения координационных соединений.
2. Основные разновидности материалов, получаемых по технологии CVD.

Приведите примеры.

3. Каковы перспективы применения гетероядерных соединений при синтезе многокомпонентных материалов?
4. Особенности различных способов перевода комплексных соединений в пар.
5. Методика выбора оптимального способа в соответствии с природой комплекса.
6. Применение комплексов в гальванотехнике, аналитической химии и др. областях.

**Список литературы**

Основная

1. Басоло Ф., Джонсон Р. Химия координационных соединений. – М.: Мир, 2006.
2. Гринберг А.А. Введение в химию координационных соединений. М. – Л.: Химия, 2006.
3. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. – М.: Высш. шк., 2005.
4. Костромина Н.А., Кумок В.Н., Скорик Н.А. Химия координационных соединений. М.: Высш. шк., 2004.
5. Скопенко В.В., Григорьева В.В. Координационная химия. Киев: Вища школа, 2007.
6. Кукушкин В.Ю., Кукушкин Ю.Н. Теория и практика синтеза координационных соединений. Л.: Наука, 2000.
7. Бек М., Надьпал И. Исследование комплексообразования новейшими методами: Пер. с англ. – М: Мир, 2009.

Дополнительная

8. Бальхаузен К., Введение в теорию поля лигандов, М.: Мир, 2004.
9. Берсукер И.Б., Электронное строение и свойства координационных соединений, М.: Химия, 2006.
10. Координационная химия редкоземельных элементов. Под ред. В.И. Спицына. - М. МГУ. 2009. 252 С.
11. Кукушкин Ю.Н. Химия координационных соединений. – М: Высш. шк., 2005.