

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

_____ О. Н. Здрок

« 2 » июля _____ 2020 г.

Регистрационный № УД-8754/уч.



ХИМИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 05 01 Химия (по направлениям)

Направление специальности:

1-31 05 01–02 Химия (научно-педагогическая деятельность)

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 05 01 – 2013, учебного плана № G31–152/уч. от 30.05.2013 г., № G31и –202/уч. от 30.05.2014 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.Н Богатиков, доцент кафедры общей химии и методики преподавания химии, химического факультета БГУ.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Козлова-Козыревская А. Л., заведующий кафедрой химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет им. М. Танка», кандидат химических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей химии и методики преподавания химии химического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 28. 05. 2020 г.);

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 5 от 17.06.2020 г.)

Зав. кафедрой _____ Хвалюк В.Н.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Координационная химия сегодня – это самостоятельный раздел химии, имеющей множество научных направлений.

Основная задача курса – изучение основополагающих разделов координационной химии, формирующих фундаментальную и практическую подготовку учителей. Для этого необходима специальная подготовка школьных преподавателей.

Цель и задачи учебной дисциплины

Цель – сформировать у будущих педагогов-химиков основные профессиональные компетенции в области химии комплексных соединений.

Задачи – ознакомить студентов с классификацией и номенклатурой комплексных соединений; с областями производственной деятельности, в которых наиболее широко используются различные КС; с новыми перспективными материалами; со свойствами постоянно используемых и потенциально опасных комплексных соединений и их композиций.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к циклу дисциплин специализации компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами

Усвоение содержания учебной дисциплины предполагает владение теоретическими знаниями и практическими навыками, полученными при изучении дисциплин «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Химия комплексных соединений» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

социально-личностные компетенции:

СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-4. Владеть навыками здоровьесбережения.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

СЛК-7. Пользоваться в равной степени двумя государственными языками Республики Беларусь и иным иностранным языком как средством делового общения.

профессиональные компетенции:

ПК-20. Конструировать содержание обучения и воспитания, устанавливать межпредметные связи и разрабатывать (совершенствовать) учебно-методическое обеспечение образовательного процесса (в том числе на основе электронных средств).

ПК-21. Принимать участие в научных исследованиях, связанных с совершенствованием методики преподавания химии.

ПК-22. Проектировать и организовывать образовательный процесс, управлять им на основе использования эффективных технологий (включая диагностические средства), учета индивидуальных особенностей обучающихся и установления педагогически целесообразных взаимоотношений со всеми участниками образовательного процесса.

ПК-23. Применять основные методы объективной диагностики знаний обучающихся по предмету, вносить коррективы в процесс обучения с учетом данных диагностики.

ПК-24. Использовать методы и приемы воспитания в коллективах.

ПК-25. Учитывать индивидуально-психологические и личностные особенности людей разных возрастов, стилей их жизнедеятельности, познавательной и профессиональной деятельности.

ПК-26. Рефлектировать и адекватно оценивать собственную педагогическую деятельность, осваивать и внедрять педагогические инновации, обеспечивать непрерывное профессиональное самообразование и личностное самосовершенствование.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- основные понятия, законы и теории общей и неорганической химии;
- строение атома, природу химической связи в веществах;
- основы химической кинетики и термодинамики;
- методы получения и основные свойства классов неорганических соединений и их использование в народном хозяйстве;
- физиологическую роль металлов и неметаллов;
- основы техники безопасности при работе с химическими веществами, оборудованием и химической посудой.

уметь:

- использовать знание свойств веществ в научно-инженерной работе;

- применять изученные законы и понятия при характеристике составов, строения и свойств веществ, химических реакций, способов получения веществ и их практического использования;
- проводить численные расчеты при решении химических задач;
- обращаться с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими веществами, проводить химический эксперимент.

владеть:

- информацией о роли веществ в жизни человека;
- навыками безопасного применения различных веществ.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 5 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Химия комплексных соединений» отведено:

для очной формы получения высшего образования – 42 часов, в том числе – 26 часов, из них: лекций – 20 часов, семинарских занятий – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 1 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – зачёт.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение.

Введение. Определение комплексного соединения. Комплексные ионы. Комплексные соединения. Реакции комплексообразования. Координационные соединения.

Тема 2. Основные понятия координационной теории.

Состав комплексных соединений. Комплексная частица. Состав внутренней и внешней сферы. Комплексообразователь и лиганды. Многоядерные комплексы. Составление формул комплексных частиц.

Тема 3. Состав и строение комплексных соединений.

Состав и строение КС в зависимости от координационного числа:

Координационное число 2, координационное число 3, координационное число 4, координационное число 5, координационное число 6 и выше.

Тема 4. Номенклатура комплексных соединений.

Название лигандов. Порядок перечисления лигандов. Нейтральные комплексы. Комплексные катионы. Комплексные анионы. Мостимковые группы и многоядерные комплексы.

Тема 5. Изомерия комплексных соединений.

Изомерия лигандов. Геометрическая изомерия. Оптическая изомерия. Сольватная (гидратная) изомерия. Ионная изомерия.

Тема 6. Химическая связь в комплексных соединениях.

Терия валентных связей. Гибридизация орбиталей и структура комплексов. Теория кристаллического поля. Цветность. Эффект Яна-Теллера.

Тема 7. Классификация и типы комплексных соединений.

Аквакомплексы. Гидроксокомплексы. Аммиакаты. Ацидокомплексы. Анионгалогенаты. Катионгалогены. Гидридные комплексы. Карбонильные комплексы. - Комплексы. Хелаты. Многоядерные комплексы.

Тема 8. Устойчивость комплексных соединений в растворе.

Комплексные соединения без внешней сферы. Отщепление ионов внешней сферы. Обратимая диссоциация комплексов. Ступеньчатая и полная константы образования комплексов. Прочность комплексов. Константы нестойкости. Примеры образования и разрушения комплексов.

Тема 9. Квантово-механическая теория строения комплексов.

Теория валентных связей. Гибридизация орбиталей и структура комплексных частиц. Теория кристаллического поля. Цветность.

Тема 10. Элементы Периодической системы: способность к образованию комплексов. Получение и применение комплексных соединений.

s - элементы, p - элементы, d – элементы, лантаноиды и актиноиды.

Общие принципы синтеза комплексных соединений. Нахождение в живых организмах и окружающей среде. Значение комплексов в токсикологии.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы, перечень изучаемых вопросов | Количество аудиторных часов | | | | Форма контроля знаний |
|---------------------|---|-----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| | | Лекции | Семинарские занятия | Лабораторные занятия | Количество часов УСП | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | Введение | 2 | | | | Устный опрос |
| 2. | Основные понятия координационной теории. | 2 | | | | Тестирование |
| 3. | Состав и строение комплексных соединений. | 2 | | | | Контрольная работа |
| 4. | Номенклатура комплексных соединений. | 2 | 2 | | | Тестирование |
| 5. | Изомерия комплексных соединений. | 2 | | | | Тестирование, Реферат |
| 6. | Химическая связь в комплексных соединениях. | 2 | 2 | | | Тестирование, Реферат |
| 7. | Классификация и типы комплексных соединений. | 2 | | | | Тестирование |
| 8. | Устойчивость комплексных соединений в растворе. | 2 | 2 | | | Устный опрос, Реферат |
| 9. | Квантово-механическая теория строения комплексов. | 2 | | | | Устный опрос |
| 10. | Элементы Периодической системы: способность к образованию комплексов. Получение и применение комплексных соединений. | 2 | | | | Контрольная работа |
| | ИТОГО | 20 | 6 | | | |

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

- 1) В.В. Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.И. Савранский, А.Д. Гарновский. Координационная химия. М., ИКЦ «Академкнига», 2007..
- 2) Д. Шрайвер, П. Эткинс. Неорганическая химия. В 2 т. М., Мир, 2004.
- 3) Н.Т. Кузнецов, Б.Д. Стёпин, Л.Ю. Аликберова, Н.С. Рукк. Комплексные соединения. МИТХТ, 2002.
- 4) Ю.Н. Кукушкин. Соединения высшего порядка. Л., «Химия», 2015.

Перечень дополнительной литературы

- 1) Неорганическая химия: в 3 т./ Под ред. Ю.Д. Третьякова – М., ИЦ «Академия», 2004.
- 2) Ю.А. Макашёв, В.М. Замяткина. Соединения в квадратных скобках. Л., «Химия», 1976.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Средства диагностики – опрос на лекциях и семинарских занятиях, контрольные работы, написание рефератов.

Оценка за ответы на лекциях (опрос) и семинарских (практических) занятиях может включать в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т. д.

Критериями для оценивания контрольной работы являются правильность выполнения контрольных заданий, оригинальность подходов к их решению, логика рассуждений и соответствующих выводов.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Химия комплексных соединений» учебным планом предусмотрен зачёт.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

- Формирование оценки за текущую успеваемость:
- ответы на семинарских занятиях – 30 %;

- ответы на лекциях – 10 %;
- выполнение контрольной работы – 30 %,
- написание реферата и выступление с ним – 30 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 2. Основные понятия координационной теории (2 ч).

Охарактеризовать химический состав комплексных соединений. Комплексная частица. Состав внутренней и внешней сферы. Комплексообразователь и лиганды. Многоядерные комплексы. Составление формул комплексных частиц.

Примерная тематика семинарских занятий

Семинар № 1. Номенклатура комплексных соединений.

Название лигандов. Название комплексообразователей в зависимости от заряда внутренней сферы. Порядок перечисления лигандов. Нейтральные комплексы. Комплексные катионы. Комплексные анионы. Мостиковые группы и многоядерные комплексы.

Семинар № 2. Особенности химической связи в комплексных соединениях. Теряя валентных связей. Гибридизация орбиталей и структура комплексов. Теория кристаллического поля. Цветность. Эффект Яна-Теллера.

Семинар № 3. Устойчивость комплексных соединений в растворе. Особенности диссоциации комплексных соединений разного типа. Отщепление ионов внешней сферы. Комплексные соединения без внешней сферы. Обратимая диссоциация комплексов. Ступеньчатая и полная константы образования комплексов. Прочность комплексов. Константы нестойкости. Примеры образования и разрушения комплексов.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используются *практико-ориентированный подход, метод группового обучения и метод учебной дискуссии.*

Практико-ориентированный подход предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;

- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Метод группового обучения представляет собой форму организации учебно-познавательной деятельности обучающихся, предполагающую функционирование разных типов малых групп, работающих как над общими, так и специфическими учебными заданиями.

Метод учебной дискуссии предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме. Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

В процессе самостоятельной работы студенты используют предоставленные им в электронной форме преподавателем или размещённые на образовательном портале учебную программу по дисциплине, методические указания к лабораторным занятиям, тренировочные тестовые задания, контрольные вопросы для подготовки к зачёту, а также сторонние информационные ресурсы, рекомендованные преподавателем.

Примерный перечень вопросов по темам к зачету:

1. Комплексные (координационные) соединения (КС) – особый класс сложных веществ. Происхождение термина «комплексное соединение». КС как продукты взаимодействия более простых по составу и строению веществ. Координационная теория А. Вернера и её значение для развития учения о строении комплексных соединений. Основные положения теории.
2. Определение комплексных соединений. Состав комплексных соединений. Комплексная частица (внутренняя сфера комплексного соединения) и её графическое обозначение. Состав комплексной частицы.

3. Комплексообразователь и лиганды. Комплексообразователи – атомы и катионы, особенности их электронного строения. Координационное число (координационная ёмкость) комплексообразователя. Значения координационных чисел важнейших комплексообразователей. Зависимость координационного числа комплексообразователя от различных факторов (электронного строения комплексообразователя, его заряда и радиуса, температуры, природы растворителя). Понятие об одно- и многоядерных комплексных частицах.

4. Лиганды – анионы, молекулы и катионы. Факторы, определяющие их способность выступать в роли лигандов. Дентатность лигандов и её зависимость от различных факторов (природа лиганда, природа комплексообразователя, температура, природа растворителя).

5. Понятие о гомо- и гетеролигандных комплексных частицах. Порядок написания лигандов в формуле комплексной частицы (катионы→молекулы→анионы). Заряд комплексной частицы как сумма зарядов комплексообразователя и лигандов. Внешняя сфера комплексного соединения. Составление формул комплексных соединений из предложенного перечня ионов и молекул с учётом координационного числа комплексообразователя и дентатности лигандов.

6. Классификация комплексных соединений. Классификация по заряду комплексной частицы (катионные, анионные, катионно-анионные и нейтральные КС). Классификация по типу лигандов (аквакомплексы, аминоккомплексы, гидроксокомплексы, ацидокомплексы, гидридные и карбонильные комплексы). Классификация по числу центральных атомов в комплексной частице (одно- и многоядерные КС). Классификация по признаку однородности лигандов (гомо- и гетеролигандные КС). Классификация по признаку наличия в комплексной частице циклов, включающих в себя атом комплексообразователя (хелатные и нехелатные КС). Внутрикислечные соединения как разновидность хелатных КС.

7. Номенклатура комплексных соединений. Тривиальные названия некоторых комплексных КС («красная кровяная соль», «жёлтая кровяная соль», «соль Рейнеке», «соль Фишера» и др). Правила составления названий КС по международной номенклатуре. Названия комплексообразователей в комплексах разных типов. Названия нейтральных и заряженных лигандов и порядок их перечисления в названии КС (анионы→молекулы→катионы). Составление названий различных катионных, анионных, катионно-анионных и нейтральных КС.

8. Характер химической связи в КС и их строение. Образование химической связи в КС с точки зрения теории валентных связей. Валентная и координационная насыщенность атомов и возможность образования КС. Природа координационной

насыщенности. Электростатическое и донорно-акцепторное взаимодействие между комплексообразователем и лигандами. Образование ковалентной связи в комплексных частицах по донорно-акцепторному механизму с участием вакантных атомных орбиталей комплексообразователя и неподелённых электронных пар лигандов. Правило Сиджвика. Понятие о гибридизации атомных орбиталей комплексообразователя и её основные типы. Понятия о пространственной координации лигандов вокруг комплексообразователя и о координационных полиэдрах. Формы координационных полиэдров при различных координационных числах комплексообразователей. Факторы, определяющие пространственную форму комплексной частицы (электронное строение комплексообразователя и его радиус; электронное строение частиц лигандов, их геометрическая форма и размеры). Соотношение между типом гибридизации, координационным числом комплексообразователя и формой его координационного полиэдра

Краткие сведения о теории кристаллического поля.

9. Изомерия комплексных соединений. Структурная изомерия лигандов (на примере изомерии пропиламина).

Связевая изомерия лигандов (на примере анионов NCS^- и NO_2^-);

Гидратная изомерия (на примере $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ и $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$);

Ионизационная изомерия (на примере $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$ и $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{Br}$);

Координационная изомерия (на примере $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Cr}(\text{CN})_6]$ и $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{CN})_6]$);

Координационная полимерия (на примере $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ и $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$).

Геометрическая (пространственная) изомерия (на примере дихлородиамминплатины (II)).

10. Получение комплексных соединений (10 часов, из них 6 часов на практические занятия). Основные методы синтеза КС:

Взаимодействие веществ, содержащих частицы-комплексообразователи с веществами, содержащими частицы-лиганды;

Взаимодействие КС между собой;

Взаимодействие КС с веществами, содержащими новые лиганды;

Взаимодействие КС, содержащих комплексообразователь-восстановитель с окислителями;

Взаимодействие КС, содержащих комплексообразователь-окислитель, с восстановителями.

Другие методы синтеза КС.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---|------------------|---|---|
| | | | |
| | | | |

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ___/____ учебный год

| № п/п | Дополнения и изменения | Основание |
|----------|------------------------|-----------|
| | | |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
