МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Е.А. Турилова
17 февраля 2023 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Химия комплексных соединений

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия
Профиль подготовки: Химия
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и): профессор, д.н. (профессор) Девятов Ф.В. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Fedor.Devyatov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

природу химической связи и особенности протекания окислительно-восстановительных процессов в растворах комплексных соединений.

Должен уметь:

самостоятельно определять параметры процессов комплексообразования: константы скорости реакций в системе металл - лиганд, константы устойчивости и состав образующихся комплексов.

Должен владеть:

навыками применения термодинамического подхода для описания равновесий с участием комплексных соединений.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных (ПК-3).

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.07.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.03.01 "Химия (Химия)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 40 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 32 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Понятие о комплексных соединениях. Терминология химии								

комплексных соединениях. Номенклатура.

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
2.	Тема 2. Классификация комплексных соединений. Первые теории комплексных соединений. Координационная теория А.Вернера.	7	2	0	0	0	0	0	1
3.	Тема 3. Химическая связь в координационных (комплексных). соединениях. Ионно-ковалентные представления. Квантово-механические модели.	7	2	0	0	0	0	0	1
4.	Тема 4. Строение комплексных соединений с позиций метода валентных связей. Гибридизация орбиталей центрального атома при образовании полиэдров различной симметрии.	7	4	0	0	0	0	0	2
5.	Тема 5. Теория кристаллического поля. Расщепление орбиталей центрального атома в кристаллическом поле различной симметрии. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. Энергия расщепления и энергия спаривания.	7	4	0	0	0	0	0	2
6.	Тема 6. Изменение энергии стабилизации кристаллическим полем в ряду 3d-элементов для октаэдрических и тетраэдрических комплексов. Спектрохимический ряд. Эффект Яна-Теллера.	7	2	0	0	0	0	0	2
7.	Тема 7. Теория поля лигандов. Величина расщепления в теории поля лигандов. пи-Дативное взаимодействие электронов центрального атома со свободными (разрыхляющими) орбиталями лиганда.	7	2	0	0	0	0	0	2
8.	Тема 8. Анализ энергетических диаграмм для гексаамминкобальта(III) и гексафторокобальтата(III) по методу МО.	7	2	0	0	0	0	0	2
9.	Тема 9. Контрольная работа 1 (химическая связь в координационных соединениях)	7	2	0	0	0	0	0	2
10.	Тема 10. Комплексные соединения с полидентатными лигандами. Хелаты. Правило циклов Чугаева.	7	2	0	0	0	0	0	2
11.	Тема 11. Равновесия в растворах комплексных соединений. Образование ассоциатов Внешнесферные комплексы. Константа равновесия ассоциации.	7	2	0	0	0	0	0	2
12.	Тема 12. Общая и ступенчатая константы устойчивости (нестойкости). Термодинамика комплексообразования.	7	2	0	0	0	0	0	2

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
13.	Тема 13. Сольватационные равновесия. Влияние природы растворителя на устойчивость комплексных соединений.	7	2	0	0	0	0	0	2
14.	Тема 14. Реакционная способность координационных соединений. Теория взаимного влияния. Реакции замещения лигандов.	7	2	0	0	0	0	0	2
15.	Тема 15. Теории кислотно-основных превращений комплексных соединений.	7	2	0	0	0	0	0	2
16.	Тема 16. Окислительно-восстановительные реакции комплексных соединений. Внешнесферный механизм. Внутрисферный механизм.	7	2	0	0	0	0	0	2
17.	Тема 17. Реакционная способность комплексных соединений.	7	2	0	0	0	0	0	2
18.	Тема 18. Контрольная работа 2.	7	2	0	0	0	0	0	1
	Итого		40	0	0	0	0	0	32

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Понятие о комплексных соединениях. Терминология химии комплексных соединениях. Номенклатура.

Понятие о комплексных соединениях. Терминология химии координационных соединений. Лиганды, названия лигандов. Координационная сфера. Внутренняя и внешняя координационные сферы. Координационный полиэдр. Координационное число. Дентатность лиганда. Хиральность. Номенклатура координационных соединений. Составление формул координационных соединений. Комплексные катионы. Комплексные анионы. Нейтральные комплексы. Мостиковые группы и многоядерные комплексы. Кластерные соединения. Номенклатура кластерных соединений. Изомерия координационных соединений. Геометрическая изомерия. Ионная (ионизационная) изомерия. Гидратная (сольватная) изомерия. Структурная (солевая) изомерия. Оптическая изомерия.

Тема 2. Классификация комплексных соединений. Первые теории комплексных соединений. Координационная теория А.Вернера.

Классификация координационных соединений. Классификации по типу центрального атома, по заряду центрального атома, по степени устойчивости комплексов, по типу координируемых лигандов. Ацидокомплексы, аквакомплексы, гидроксокомплексы. Аммины и аммиакаты. Анион- и катионгалогенаты. Комплексы с биолигандами. Классификация по типу комплексов. Алкоголяты металлов. Хелаты. Комплексонаты. Комплексы металлов с краун эфирами. Криптаты. Полиядерные комплексы. Изополианионы. Гетерополианионы. Координационные полимеры. Кластерные соединения. Ранние теории координационной химии. Представления К.В.Бломстранда и С.М.Иоргенсена. Координационная теория А.Вернера. Понятие о главной и побочной валентностях. Тезис о существовании внутренней координационной сферы. Понятие о координационном числе. Стереохимия комплексов.

Тема 3. Химическая связь в координационных (комплексных). соединениях. Ионно-ковалентные представления. Квантово-механические модели.

Химическая связь в координационных соединениях. Ионность и ковалентность. Ионная модель В.Косселя. Химическая связь обусловленная электростатическими взаимодействиями. Ковалентная модель Дж. Льюиса. Взаимное проникновение электронов. Обобществление электронов без полного переноса заряда (ковалентная связь). Представления Н.Бора о химической связи. Развитие квантовой химии как современной химической теории. Уравнение Шредингера. Представления П.Дирака. Метод Хартли- Фока. Подход с учетом электронной плотности. Теории координационной связи. Классические теории химического строения. Валентность. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки.

Тема 4. Строение комплексных соединений с позиций метода валентных связей. Гибридизация орбиталей центрального атома при образовании полиэдров различной симметрии.

Общая характеристика метода валентных связей (МВС). МВС и форма внутренней координационной сферы (тип гибридизации). Понятие о гибридизации химических связей. Гибридные связи. Представления о химической связи как о двухэлектронной (Л.Полинг). Магнитные свойства комплексных соединений. Теория кислот и оснований Г.Льюиса. Концепция гибридизации атомных орбиталей. Связь между пространственной формой полиэдра и типа гибридизации. Влияние гибридизации на прочность химической связи. Наиболее часто встречающиеся виды гибридизации. Ограничения метода валентных связей. Невозможность объяснения оптических свойств координационных соединений.

Тема 5. Теория кристаллического поля. Расщепление орбиталей центрального атома в кристаллическом поле различной симметрии. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. Энергия расщепления и энергия спаривания.

Теория кристаллического поля (ТКП). Предпосылки ТКП. Электростатические представления о действии лиганда на центральный атом в координационном соединении. Лиганд, как точечный отрицательный заряд. Фактор, вызывающий расщепление вырожденных состояний. Параметр расщепления. Влияние строения координационного соединения на энергию расщепления. Парамагнитные и диамагнитные координационные соединения. Условия образования низкоспиновых и высокоспиновых комплексов. Спектрохимический ряд. Лиганды слабого и сильного поля.

Оптические свойства координационных соединений. ТКП и образование окрашенных координационных соединений (d-d-переходы). Различия в окраске координационных соединений d- и f-элементов. Возможности и ограничения ТКП.

Тема 6. Изменение энергии стабилизации кристаллическим полем в ряду 3d-элементов для октаэдрических и тетраэдрических комплексов. Спектрохимический ряд. Эффект Яна-Теллера.

Изменение энергии стабилизации кристаллическим полем 3d-элементов. Ряд Ирвинга-Уильямса. Объяснение последовательности изменения устойчивости с позиций ТКП. Энергия стабилизации кристаллическим полем. Особое положение в ряду Ирвинга-Уильямса меди (II). Эффект Яна-Теллера. Вырожденное электронное состояние молекулярной нелинейной системы. Влияние металла-комплексообразователя на параметр расщепления. Влияние природы лиганда на расщепление орбиталей центрального атома в кристаллическом поле различной симметрии.

Тема 7. Теория поля лигандов. Величина расщепления в теории поля лигандов. пи-Дативное взаимодействие электронов центрального атома со свободными (разрыхляющими) орбиталями лиганда.

Теория поля лигандов (ТПЛ). Основные положения ТПЛ. Основные обозначения. Классификация молекулярных термов по симметрии. .Электронные конфигурации. Случаи слабого и сильного полей. Образование координационных соединений в результате перекрывания орбиталей центрального атома и лиганда. Связывающие, несвязывающие и разрыхляющие молекулярные орбитали. Принцип Паули и правило Гунда. Ковалентный вклад в связь металл-лиганд. Случай слабой ковалентности. Метод углового перекрывания. Эмпирические параметры, используемые в ТПЛ. Ковалентность центрального атома. Ковалентность, ограниченная симметрией. Электроны ковалентности, потенциалы ионизации, энергия связи.

Тема 8. Анализ энергетических диаграмм для гексаамминкобальта(III) и гексафторокобальтата(III) по методу МО.

Расщепление энергетических уровней свободного иона при помещение его в слабое поле, промежуточное и сильное поле лиганда. Энергетическая диаграмма октаэдрического координационного соединения гексафторокобальтата по методу молекулярных орбиталей. Энергетическая диаграмма координационного соединения низкоспинового гексаамминкобальта (Ш). Построение групповых орбиталей. Расчет уровней энергии. Сопоставление теории валентных связей, теории кристаллического поля и теории поля лигандов. Последовательность расположения лигандов в спектрохимическом ряду в рамках теории молекулярных орбиталей.

Тема 9. Контрольная работа 1 (химическая связь в координационных соединениях)

Контрольная работа 1: классификация координационных соединений, химическая связь в координационных соединений, ионная связь. Строение координационных соединений с позиций метода валентных связей, гибридизация орбиталей. Расщепление термов d-электронов. Параметры кристаллического поля. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. Спектрохимический ряд лигандов. Изменение устойчивости координационных соединений. Эффект Яна-Теллера. Вырожденные орбитали. Причины искажения. геометрии полиэдров. Основные положения теории поля лигандов. Энергетические диаграммы координационных соединений с лигандами сильного и слабого поля. Сопоставление теории валентных связей, теории кристаллического поля и теории поля лигандов).

Тема 10. Комплексные соединения с полидентатными лигандами. Хелаты. Правило циклов Чугаева.

Координационные соединения с полидентатными лигандами. Комплексные соединения, в состав которых входят циклические группировки, включающие комплексообразователь. Хелаты и внутрикомплексные соединения. Хелатный эффект. Энтальпийная и энтропийная составляющие хелатного эффекта. Влияние природы центрального атома. Хелатный эффект в случае координационных соединений переходных и непереходных металлов. Правило циклов Чугаева. Координационные соединения как молекулярные комплексы кислот и оснований Льюиса. Химические реакции как реакции кислотно-основного взаимодействия. Многоядерные координационные соединения. Полилиганды. Изо- и гетерополикислоты. Геометрия координационных полиэдров и их форма. Пять правильных полиэдров. Факторы, влияющие на строение координационных полиэдров. Стерические эффекты. Теоретические значения координационных чисел для систем с плотной упаковкой.

Тема 11. Равновесия в растворах комплексных соединений. Образование ассоциатов Внешнесферные комплексы. Константа равновесия ассоциации.

Первичная и вторичная диссоциация. Образование ассоциатов типа ионных пар. Внешнесферные комплексы. Механизм образования ассоциатов. Константа равновесия ассоциации. Константы устойчивости и нестойкости. Соотношение между ними. Ступенчатый характер диссоциации координационных соединений. Определение состава, устойчивости, области существования, установление факторов, влияющих на устойчивость координационных соединений. Кинетика превращения координационных соединений в растворе. Исследование механизмов реакций замещения лигандов или центрального атома. Взаимосвязь между свойствами центрального иона и константами диссоциации (устойчивости). Ионные радиусы, потенциал ионизации и электроотрицательность.

Тема 12. Общая и ступенчатая константы устойчивости (нестойкости). Термодинамика комплексообразования.

Общая и ступенчатая константы устойчивости (нестойкости). Термодинамические функции, характеризующие комплексообразование (свободная энергия, энтропия, энтальпия) и их связь с константами образования (устойчивости). Изменение этих функций в процессе комплексообразования. Связь между последовательными константами образования. Способы получения термодинамических констант (сильное разбавление раствора, возможность определения коэффициента активности - уравнение Девис-Васильева, фиксированная ионная сила - принцип Льюиса-Рендала). Расчеты равновесных концентраций комплексов с использованием констант образования: закон действующих масс и уравнение материального баланса. Осложнения, связанные с концентрационными соотношениями и протолитическими свойствами лиганда. Нижний и верхний пределы величины константы устойчивости.

Тема 13. Сольватационные равновесия. Влияние природы растворителя на устойчивость комплексных соединений.

Соотношение энергии сольватации и изменения энергии Гиббса (или энтальпии) в ходе комплексообразования. Свойства растворителей (протонодонорность и протоноакцепторность, апротонность, полярнсть, шкалы донорности и акцепторности) и особенности сольватации. Сольватация и типы межчастичных взаимодействий (специфические-донорно-акцепторное и Н-связь, неспецифические - ион-ионное , ион-наведенный диполь, дипольнаведенный диполь, дисперсионное). Ближняя и дальняя сольватация: особенности для протонодонорных и апротонных растворителей. Термодинамический и кинетический аспекты сольватации. Кинетически лабильные и инертные комплексообразователи. Теория Самойлова: положительно и отрицательно сольватированные ионы. Селективная сольватация. Комплексообразование в бинарных водно-органических средах: подход, основанный на рассмотрении сольватного состояния всех участников равновесия, термодинамике переноса частиц, выделении вкладов стехиометрической и нестехиометрической сольватации.

Тема 14. Реакционная способность координационных соединений. Теория взаимного влияния. Реакции замещения лигандов.

Взаимное влияние групп в координационных соединениях. Предпосылки для проявления трансвлияния. Ряд трансвлияния Черняева. Закономерность трансвлияния и предсказание путей синтеза и свойств неописанных соединений. Закономерность трансвлияния и свойства комплексов-изомеров. Попытки количественной характеристики трансвлияния (термодинамическая и кинетическая интерпретация трансизомеров). Зависимость характера трансвлияния от природы внутрисферного заместителя, центрального атома, степени ковалентности связи металл-лиганд, образования кратных связей. Кластеры.

Тема 15. Теории кислотно-основных превращений комплексных соединений.

Кислотно-основные свойства комплексных соединений. Пиридиновые координационные соединения хрома (III). Работы Пфейффера (1906 г.). Амидореакция Чугаева (1915 г.). Факторы, влияющие на кислотно-основные свойства координационных соединений (заряд комплексного иона, заряд металла-комплексообразователя, число внутрисферных протонированных лигандов, степень диссоциации протонированного лиганда, геометрическое строение). Протонирование и реакционная способность лигандов. Современные представления о реакциях гидролиза, кислотах и основаниях. Представления о жестких и мягких кислотах и основаниях (принцип ЖМКО). Принцип ЖМКО в трактовке реакций комплексообразования. Основные положения теории жестких и мягких кислот и оснований. Классификация катионов по их комплексообразующей способности. Принцип ЖМКО в геохимии. Принцип ЖМКО в химии экстракции. Подходы к количественной оценке жесткости и мягкости. Количественное описание физико-химических свойств и реакционной способности веществ с позиций принципа ЖМКО.

Тема 16. Окислительно-восстановительные реакции комплексных соединений. Внешнесферный механизм. Внутрисферный механизм.

Окислительно-восстановительные реакции координационных соединений. Общие представления. Окислительно-восстановительные реакции во внешней сфере. Примеры подобных реакций. Принцип Франка-Кондона. Ограничения Франка-Кондона. Реорганизация окислителя и восстановителя. Зависимость потенциальной энергии от длины связи металл-лиганд. Вклады в энергию активации окислительно-восстановительного процесса во внешней сфере. Окислительно-восстановительные реакции во внутренней координационной сфере. Внутрисферный механизм: перенос лиганда из одной координационной сферы в другую. Соотношение скорости окислительно-восстановительной реакции и скорости обмена лигандов. Промежуточные комплексы с мостиковым лигандом. Комплементарные и некомплементарные окислительно-восстановительные реакции. Влияние комплексообразования на окислительно-восстановительные потенциалы. Влияние кристаллического поля.

Тема 17. Реакционная способность комплексных соединений.

Основные аспекты координационной химии примепнительно к бионеорганическим системам. Общие положения. Важнейшие биохимические молекулы как лиганды: аминокислоты, производные аминокислот, полипептиды, белки, ферменты, гормоны, белки крови, нуклеиновые кислоты и нуклеопротеиды углеводы, липиды, карбоновые кислоты. Особенности ДНК как лиганда. Взаимодействие ДНК с ионами металлов. Центры координации ионов металлов в ДНК: эндоциклические атомы азота пуриновых и пиримидиновых оснований и атомы кислорода кетогрупп азотистых оснований, отрицательно заряженные атомы кислорода фосфатных групп, гидроксильные группы рибозы и дезоксирибозы. Комплексы металлов с порфиринами и и порфириноподобными веществами. Гемоглобин и миоглобин. Цитохромы. Процесс клеточного окисления. Метилирующие агенты. Кобаламин. Корриноиды. Хлорофилл.

Тема 18. Контрольная работа 2.

Контрольная работа 2: координационные соединения с полидентатными лигандами. Внутрикомплексные соединения и хелаты. Хелатный эффект. Энтропийный фактор. Асимметрия стандартного состояния и хелатный эффект. Основность донорных центров у моно- и полидентатных лигандов. Энтальпия сольватации ионо- и полидентатных лигандов-аналогов. Хелаты с различным размером и количеством циклов - сравнение устойчивости. Свойства иона металла и константы устойчивости. Ионный радиус, ионный потенциал, ионизационный потенциал. Свойства донорного атома и константы устойчивости. Корреляция констант устойчивости комплексов и констант протонирования лигандов. Жесткость и мягкость донорного атома. Окислительно-восстановительные реакции (межмолекулярные и фотохимические).

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;

- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);

- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Chemnet Россия химические наука и образование в России: портал фундаментального хим.образования, МГУ - http://www.chem.msu.ru/

Образовательный портал по химии - http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2123.html

Образовательный портал по химии - http://www.chemiemania.ru/chemie-99.html

Образовательный портал по химии - http://www.alhimik.ru/compl_soed/gl_1.htm

Электронная коллекция слайдов к образовательным курсам - http://www.slideshare.net/zaharov/1-4-16152662

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях.
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - знакомство с Интернет-источниками; - подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы); - подготовку и написание рефератов; - выполнение контрольных работ; - подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы.

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	Рекомендуется внимательно изучить конспекты лекций, дополнительную информацию можно получить из рекомендованных интернет-ресурсов и учебных пособий. На экзамене необходимо отвечать точно, ясно и по вопросу. Помните, что время ответа ограничено. При возникновении любых неясностей в процессе подготовки к ответу следует обращаться с вопросами только к преподавателю.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.03.01 "Химия" и профилю подготовки "Химия".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.07.02 Химия комплексных соединений

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия
Профиль подготовки: Химия
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Улахович Н.А., Медянцева Э.П., Бабкина С.С., Кутырева М.П., Гатаулина А.Р. Металлы в живых организмах: учебное пособие для лекционного курса 'Основы бионеорганической химии'. - Казань: КФУ, 2012. - 102 с. - Текст : электронный. - URL:

http://kpfu.ru/docs/F618940371/%CC%E5%F2%E0%EB%EB%FB%20%E2%20%E6%E8%E2%FB%F5%20%EE%F0%E3%E0%ED% (дата обращения: 02.02.2024). - Режим доступа: открытый.

2. Комплексы металлов : учебное пособие для лекционного курса 'Химия комплексных соединений'. - Казань : [Казанский университет], 2014 . - 97 с.

3. Гельфман, М. И. Неорганическая химия : учебное пособие / М. И. Гельфман, В. П. Юстратов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 528 с. - ISBN 978-5-8114-0730-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/210713 (дата обращения: 02.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Неорганическая химия: в 3 т.: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 'Химия' и специальности 011000 'Хими / [А. А. Дроздов, Ю. Д. Третьяков]; под. ред. Ю. Д. Третьякова. - Москва: Академия, 2004. - Т.1: Физико-химические основы неорганической химии, 2004. - 233 с.

2. Общая и неорганическая химия: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Казан. федер. ун-т; [науч. ред.: д.х.н., проф. Ф. В. Девятов, д.х.н., проф. Н. А. Улахович].?Казань: [Казанский университет], 2011.; 21. Ч. 1: Общая химия / [сост.: Р. Р. Амиров и др.]. - 2011. - 142 с.

3. Общая и неорганическая химия: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / Казан. федер. ун-т; [науч. ред.: д.х.н., проф. Ф. В. Девятов, д.х.н., проф. Н. А. Улахович].?Казань: [Казанский университет], 2011.; 21. Ч. 2: Химия элементов / [сост.: Г. А. Боос и др.]. - 2011. - 140 с.

4. Федотов, М. А. Ядерный магнитный резонанс в неорганической и координационной химии. Растворы и жидкости : монография / М. А. Федотов. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 384 с. - ISBN 978-5-9221-1202-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2151 (дата обращения: 02.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.07.02 Химия комплексных соединений

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 04.03.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.