

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

**Кафедра неорганической химии, химической технологии и техносферной
безопасности**

Авторы-составители: **Кистанова Наталья Сергеевна**

Рабочая программа дисциплины
КООРДИНАЦИОННАЯ ХИМИЯ
Код УМК 75687

Утверждено
Протокол №3
от «25» мая 2021 г.

Пермь, 2021

1. Наименование дисциплины

Координационная химия

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **04.03.01** Химия
направленность Химия

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Координационная химия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.01 Химия (направленность : Химия)

ОПК.1 Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

Индикаторы

ОПК.1.1 Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук

ОПК.3 Способен проводить анализ литературных данных по теме научного исследования, планировать и проводить с соблюдением норм техники безопасности экспериментальные исследования, применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

Индикаторы

ОПК.3.3 Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, применяет расчетно-теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической и физической направленности

ПК.2 Способен проводить, анализировать и оформлять результаты научных исследований по поставленной специалистом более высокой квалификации тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры

Индикаторы

ПК.2.2 Проводит работы по обработке, анализу и оформлению результатов исследований в профессиональной области

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	04.03.01 Химия (направленность: Химия)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	10
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	28
Проведение практических занятий, семинаров	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Письменное контрольное мероприятие (4)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (10 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Входное тестирование

Входной контроль проводится в форме теста. Включает задания по общей и неорганической химии, кристаллохимии, физико-химическим методам анализа.

Общая характеристика координационных соединений

Основные понятия координационной химии (комплексное соединение, координационное соединение, лиганд, донорный атом, координационная сфера, координационное число, дентатность, гаптическая). Краткая история развития химии координационных соединений. Ученые, внесшие наибольший вклад в развитие координационной химии. Классификация координационных соединений.

Номенклатура Вернера и ИЮПАК. Структурная изомерия. Изомерия связи.

Систематика координационных соединений:

- Одноядерные координационные соединения. Вернеровские комплексы (аквакомплексы, ацидокомплексы, гидроксокомплексы, аммиакаты, гидриды, анионгалогенаты и катионгалогены).
- Карбонилы. Правило Сиджевика.
- Пи-комплексы. Ферроцен, дибензолхром.
- Хелаты. Устойчивость циклов.
- Макроциклические лиганды и их комплексы. Порфирины, краунэфиры, криптанды.

Кластеры, гетерополисоединения. Координационные олигомеры. Комплексы с лигандами молекулами газов. Координационные полимеры, геликаты, дендримеры, жидкие кристаллы и пленки. Координация на поверхности.

Комплексные соединения в химической технологии (катализаторы синтеза, красители). Комплексные соединения в биологических системах. Применение комплексных соединений в медицине. Применение комплексных соединений в аналитической химии (комплексометрическое титрование, маскирование, экстракция, гравиметрический анализ, ионообменное разделение).

Строение и свойства координационных соединений

Развитие взглядов на природу химической связи в координационных соединениях. Координационная теория Вернера. Основные и побочные валентности. Теория валентных связей. Основные положения теории. Объяснение пространственного строения и магнитных свойств комплексов. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. π -дативная связь.

Теория кристаллического поля. Область применения теории. Основные положения. Термодинамическое объяснение устойчивости комплексов. Объяснение спектральных и магнитных свойств.

Спектрохимический ряд лигандов. Эффект Яна-Теллера. Объяснение искажения октаэдрической структуры комплексов. Ряд Ирвинга-Вильямса. Нефелоксетический эффект – прямое доказательство ковалентной связи в комплексах.

Теория поля лигандов как развитие теории кристаллического поля. Октаэдрическое поле. Применение методов для описания химической связи.

Методы синтеза координационных соединений

Прямое взаимодействие. Обмен лигандов. Реакции двойного обмена. Окислительно-восстановительные методы. Электрохимические и фотохимические реакции. Темплатный синтез. Реакции координированного лиганда. Равновесные варианты синтеза. Взаимодействие лигандов и солей металлов. Реакции обмена. Синтезы бета-дикетонатов. Направленный синтез.

Взаимное влияние групп. Правило Черняева. Исследование трансвлияния.

Особенности реакций комплексообразования

Основные типы комплексообразователей. Катионы класса А и В. Соответствие с кислотно-основной теорией Льюиса.

Основные неорганические лиганды с различными донорными атомами. Основные типы донорных атомов. Общая характеристика соответствующих комплексов. Теория Льюиса. Взгляд на донорно-акцепторное взаимодействие как на кислотно-основное. Теория мягких и жестких кислот и оснований Пирсона. Лиганды: вода, гидроксил, аммиак, амид, имид, органические амины, гидроксилламин, гидразин, пиридин, карбоновые кислоты, комплексоны класса аминополикарбоновых кислот, перхлорат, сульфат, фосфат, нитрат, карбонат, нитрит, роданид, цианид, галогениды, фосфины, сероводород, тиоэфиры, сульфоксиды, окись углерода (II), изонитрилы, непредельные углеводороды (π -комплексы). Для каждого лиганда рассматриваются: геометрическая конфигурация лиганда, донорные свойства, способы координации, устойчивость и лабильность комплексов. Взаимное влияние лигандов в координационных соединениях. Транс-влияние. Цис-влияние. Изменение химических свойств лигандов вследствие вхождения во внутреннюю координационную сферу комплекса.

Термодинамические характеристики комплексообразования. Равновесия в растворах координационных соединений. Термодинамическая устойчивость координационных соединений. Ступенчатый характер комплексообразования. Ступенчатые константы устойчивости и константы образования. Полная константа образования. Понятие о функции образования. Кинетическая стабильность комплексных соединений. Хелатный эффект. Энтропийная природа хелатного эффекта. Транс-хелатный эффект. Макроциклический эффект.

Итоговое контрольное мероприятие

Раздел посвящен способам составления и решения математических уравнений, описывающих ионные равновесия в системах с участием координационных соединений

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Неудачина, Л. К. Химия координационных соединений : учебное пособие для академического бакалавриата / Л. К. Неудачина, Н. В. Лакиза. — Москва : Издательство Юрайт, 2019 ; Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та. — 123 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-10882-8 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-7996-1297-9 (Изд-во Урал. ун-та). — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/432198>

2. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Э. Т. Оганесян, В. А. Попков, Л. И. Щербакова, А. К. Брель ; под редакцией Э. Т. Оганесяна. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 447 с. — (Специалист). — ISBN 978-5-9916-6994-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/432116>

Дополнительная:

1. Общая и неорганическая химия. Задачник : учебное пособие для вузов / С. С. Бабкина [и др.] ; под редакцией С. С. Бабкиной, Л. Д. Томиной. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 464 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01498-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/450216>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины использование ресурсов сети Интернет не предусмотрено.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Координационная химия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий).

Доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС).

Доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

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

Для проведения лекционных занятий и занятий семинарского типа необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Лабораторные занятия проводятся в Лаборатории общей и неорганической химии и в Лаборатории физико-химического анализа. Состав оборудования определен в Паспорте лабораторий.

Для проведения групповых, индивидуальных консультаций необходима аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Текущий контроль проводят в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения самостоятельной работы необходима аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Координационная химия**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.1

Владеет базовыми знаниями о современной научной картине мира на основе положений, законов и методов математических и естественных наук

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Знание основных этапов развития координационной химии, развивающейся на стыке неорганической, органической, физической и аналитической химии; основных определений; номенклатуру и классификацию комплексных и координационных соединений от традиционных моноядерных до кластеров и супрамолекулярных ансамблей. Умение назвать соединения, написать формулу комплекса, привести примеры соединений, относящиеся к разным классам координационных соединений.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Студент не знает основные понятия и определения координационной химии, систематику координационных соединений. Не умеет дать название соединению по номенклатуре ИЮПАК, составить формулу соединения по его названию.</p> <p align="center">Удовлетворительн Фрагментарное знание основных понятий и определений координационной химии. Не имеет представление о классификации комплексных соединений. Способен дать название и составить формулу для традиционных моноядерных комплексов.</p> <p align="center">Хорошо Знание основных понятий и определений координационной химии. Сформированные, но содержащие небольшие пробелы знания номенклатуры и классификация координационных соединений.</p> <p align="center">Отлично Студент показывает сформированные систематические знания основных понятия и определения, классификации координационных соединений. Умеет составить формулу, название координационного соединения по номенклатуре ИЮПАК.</p>
<p>ОПК.1.1 Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Знание механизмов реакций комплексообразования в растворах; влияния центрального атома, растворителя, размер лигандов на механизм реакций замещения. Владение общими методами определения состава</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не знает механизмы реакций комплексообразования, необходимых для формирования компетенции. Не владеет методами определения состава комплексных соединений в растворе.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	комплексов в растворе.	<p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Имеет представление об основных механизмах реакций комплексообразование, их математическом выражении, но применить их практически для конкретно поставленной задачи не может. Фрагментарное применение навыков мыслительной деятельности.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>В целом сформированные, но содержащие небольшие пробелы знания механизмов реакций комплексообразование в растворе. Владение техникой выполнения химического анализа с небольшими погрешностями при интерпретации результатов.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Студент показывает сформированные систематические знания механизмов реакций комплексообразование в растворе, умение применить их на практике. Владеет общими методами определения комплексных соединений в растворе.</p>

ОПК.3

Способен проводить анализ литературных данных по теме научного исследования, планировать и проводить с соблюдением норм техники безопасности экспериментальные исследования, применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.3.3 Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, применяет расчетно-теоретические и полуэмпирические модели при решении</p>	<p>Знание основных вопросов пространственного и электронного строения координационных соединений; экспериментальных и теоретических методов исследования пространственного строения различных типов координационных соединений. Умение оценить устойчивость, геометрию, окраску раствора комплексного соединения; интерпретировать электронные</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает современные теории строения координационных соединений, необходимых для формирования компетенции. Не умеет описывать геометрию комплекса, оценивать устойчивость соединений, интерпретировать электронные спектры.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Имеет представление об основных теориях строения координационных соединений, но применить их практически для конкретно поставленной задачи не может. Фрагментарное применение навыков мыслительной деятельности.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
задач химической и физической направленности	спектры координационных соединений.	<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>В целом сформированные, но содержащие небольшие пробелы знания современных теорий строения координационных соединений. Не умеет интерпретировать электронные спектры координационных соединений.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент показывает сформированные систематические знания теорий строения координационных соединений, умение применить их на практике. Способен оценить геометрия, устойчивость и интерпретировать электронные спектры комплексных соединений.</p>
<p>ОПК.3.3 Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, применяет расчетно-теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической и физической направленности</p>	Знание различных методов синтеза координационных соединений. Владение методическими особенностями физико-химического исследования состава координационных соединений.	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основные методы синтеза координационных соединений, необходимых для формирования компетенции. Нет навыков проведения эксперимента и выполнения расчетов.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Имеет представление об основных методах синтеза и физико-химических методах исследования состава комплексных соединений, но применить их практически для конкретно поставленной задачи не может. Фрагментарное применение навыков мыслительной и экспериментальной деятельности.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>В целом сформированные, но содержащие небольшие пробелы знания методов синтеза и физико-химических методов исследования состава комплексных соединений координационных соединений. Владение техникой выполнения химического анализа с небольшими погрешностями при интерпретации результатов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент показывает сформированные систематические знания методов синтеза и физико-химических методов исследования состава комплексных соединений, умение применить их на практике. Владеет техникой</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center">Отлично</p> <p>выполнения химического анализа. Показывает успешное применение навыков мыслительной и экспериментальной деятельности.</p>
<p>ОПК.3.3 Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, применяет расчетно-теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической и физической направленности</p>	<p>Знание закономерностей устойчивости координационных соединений. Умение составления и решения математических уравнений, описывающих ионные равновесия в растворах комплексных соединений.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает понятий и критериев стабильности координационных соединений, необходимых для формирования компетенции. Нет навыков составления уравнений ионных равновесий и выполнения расчетов.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Имеет представление равновесия в растворах координационных соединений, их математическом выражении, но применить их практически для конкретно поставленной задачи не может.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>В целом сформированные, но содержащие небольшие пробелы знания процессов, протекающих в растворах комплексных соединений. Владение техникой выполнения расчетов ионных равновесий с небольшими погрешностями при интерпретации результатов.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Студент показывает сформированные систематические знания ионных равновесий в растворах комплексных соединений, умение применить их на практике. Показывает успешное применение навыков мыслительной деятельности.</p>

ПК.2

Способен проводить, анализировать и оформлять результаты научных исследований по поставленной специалистом более высокой квалификации тематике, владеет навыками использования современной аппаратуры

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2.2 Проводит работы по обработке, анализу и оформлению результатов</p>	<p>Знание основных результатов исследований по выбранной теме за последние несколько лет. Умение анализировать и</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Студент не знает основные результаты исследования по выбранной теме за последние несколько лет. Студент не умеет анализировать и обобщать</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
исследований в профессиональной области	<p>обобщать научно-техническую информацию; производить расчеты по результатам эксперимента, статистическую обработку экспериментальных данных; представить результаты исследования в виде различных диаграмм, таблиц, графиков; формулировать выводы.</p> <p>Владение навыками составления рефератов, докладов, презентаций по теме исследования.</p>	<p>Неудовлетворител научно-техническую информацию. Студент не владеет навыками составления рефератов, докладов, презентаций по теме исследования.</p> <p>Удовлетворительн Студент знает основные результаты исследования по выбранной теме за последние несколько лет. Студент умеет анализировать и обобщать научно-техническую информацию; не умеет производить расчеты по результатам эксперимента, статистическую обработку экспериментальных данных; не может представить результаты исследования в виде различных диаграмм, таблиц, графиков. Студент не владеет навыками составления рефератов, докладов, презентаций по теме исследования.</p> <p>Хорошо Студент знает основные результаты исследования по выбранной теме за последние несколько лет. Студент умеет анализировать и обобщать научно-техническую информацию; производить расчеты по результатам эксперимента, статистическую обработку экспериментальных данных; способен представить результаты исследования в виде различных диаграмм, таблиц, графиков. Студент не владеет навыками составления рефератов, докладов, презентаций по теме исследования.</p> <p>Отлично Студент знает основные результаты исследования по выбранной теме за последние несколько лет. Студент умеет анализировать и обобщать научно-техническую информацию; производить расчеты по результатам эксперимента, статистическую обработку экспериментальных данных; способен представить результаты исследования в виде различных диаграмм, таблиц, графиков. Студент владеет навыками составления</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		Отлично рефератов, докладов, презентаций по теме исследования.

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : 28/14/0/66 зачет1

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Входное тестирование Входное тестирование	Иметь представление о строении атома. Знать основные операции и элементы симметрии Уметь составить электронную конфигурацию атома, иона; определить элементы симметрии молекул; определить концентрации ионов в растворах слабых и сильных электролитов. Владеть навыками химического эксперимента.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Общая характеристика координационных соединений Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знать: основные этапы развития химии координационных соединений; основные понятия и определения; номенклатуру и систематику координационных соединений; стереохимию координационных соединений. Иметь представление о пространственной интерпретации координационных чисел, факторах, влияющие на строение координационных полиэдров; типах изомерии координационных соединений, на примере соединений платины, палладия, родия, иридия, кобальта и других металлов. Уметь: назвать координационные соединения по номенклатуре ИЮПАК, написать формулу по его названию; указать центральный атом, лиганд, внутреннюю и внешнюю сферу, координационное число центрального атома.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.3.3 Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, применяет расчетно-теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической и физической направленности</p>	<p>Строение и свойства координационных соединений Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знать: Электронную структуру атомов переходных металлов; современные квантово-механические теории строения координационных соединений:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Метод валентных связей. <p>Гибридизация атомных орбиталей. Тип гибридизации и геометрическая конфигурация комплексов. Внешнеорбитальные и внутриорбитальные комплексы. Магнитные свойства координационных соединений в свете теории валентных связей. Основные недостатки метода валентных связей. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Теория кристаллического поля (ТКП). Основные положения. Способы расщепления d-уровней комплексообразователя в поле различной симметрии. Параметр расщепления. Сила поля лигандов. Сильные и слабые поля. Высоко- и низкоспиновые конфигурации. Энергия стабилизации полем лигандов. Низко- и высокоспиновые конфигурации. Объяснение спектральных и магнитных свойств координационных соединений. Спектрохимический ряд. Ряд Ирвинга – Вильямса. Электронные спектры координационных соединений. Параметры Рака. Диаграммы Танабе-Сугано. Структурные и термодинамические эффекты при расщеплении уровней. Эффект Яна Теллера. Нефелоксетический эффект – прямое доказательство ковалентной связи в координационных соединениях. Недостатки теории кристаллического поля. - Метод молекулярных орбиталей. <p>Диаграммы энергетических уровней</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>молекулярных орбиталей для октаэдрического комплекса с центральным атомом d-элемента и лигандами, не имеющими π-орбиталей. Влияние π-связывания на параметры Δ_0. Магнитные и оптические свойства. Низкоспиновые и высокоспиновые комплексы. Распределение валентных электронов по молекулярным орбиталям высоко- и низкоспинового комплекса. Сопоставление теории кристаллического поля и теории молекулярных орбиталей.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1.1 Имеет представление о научной картине мира на основе положений, законов и закономерностей естественных наук</p>	<p>Особенности реакций комплексообразования Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знать:Правило Пейроне-Иоргенсена. Понятие о трансвлиянии. Закономерность трансвлияния И.И.Черняева. Ряд трансвлияния. Качественная и количественная характеристики трансвлияния. Трансвлияние в статическом и динамическом состояниях. Кинетические и термодинамические исследования комплексов в растворах: ИК- и ЯМР-спектроскопия, рентгеноструктурный анализ. Цис-влияние лигандов. Правило термической изомеризации комплексов платины (II) и палладия (II). Устойчивость координационных соединений. Понятие и критерии стабильности координационных соединений. Закономерности устойчивости координационных соединений. Природа комплексообразователя. Природа лигандов. Хелатный эффект. Термодинамика хелатного эффекта. Представление о его природе. Макроциклический эффект. Транс-хелатные соединения. Изомерия хелатных комплексов. Криптаный эффект.Кислотно-основные свойства координационных соединений. Факторы, влияющие на кислотно-основные свойства координационных соединений. Влияние -акцепторных лигандов на кислотно-основные свойства координационных соединений. Соли координационных кислот. Кислотно-основные свойства в растворах гидроксокомплексов. Основность комплексов переходных металлов. Окислительно-восстановительные</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
		<p>свойства координационных соединений. Влияние комплексообразования на электродные потенциалы. Влияние природы лигандов на окислительно-восстановительные потенциалы координационных соединений. Типы окислительно-восстановительных превращений координационных соединений. Внутрисферный и внешнесферный механизмы переноса электронов. Реакции окислительного присоединения и восстановительного элиминирования с участием координационных соединений переходных металлов. Влияние электронной конфигурации металла и координационной сферы на скорость процесса переноса электронов. Уравнение Маркуса.</p> <p>Твердофазные превращения координационных соединений. Дегидратация и деакватация. Термическая изомеризация и полимеризация. Реакции дегидрогалогенирования. Андерсеновская перегруппировка. Циклометаллирование. Твердофазное термическое окисление.</p> <p>Механизмы реакций замещения для комплексов с КЧ 4 и 6. Молекулярность, поря</p>
<p>ПК.2.2 Проводит работы по обработке, анализу и оформлению результатов исследований в профессиональной области</p>	<p>Итоговое контрольное мероприятие Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Расчет равновесия с участием координационных соединений</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Входное тестирование

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Предлагается 8 заданий, каждое из которых оценивается в 0,5 балла	4

Общая характеристика координационных соединений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Владеет терминологией химии координационных соединений. Может определить центральный атом, лиганды, внутреннюю и внешнюю координационную сферу, координационное число комплексообразователя	6
Умеет составлять формулу координационного соединения по его названию	5
Умеет назвать соединение по номенклатуре ИЮПАК	4
Знает ранние теории координационной химии; основные положения теории Вернера. Имеет представления о супрамолекулярной координационной химии	3
Знает типы классификации координационных соединений	2

Строение и свойства координационных соединений

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **34**

Проходной балл: **14**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет оценить по Гиллеспи (Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки) строение предложенной молекулы или иона	6
Знает теоретические модели, используемые для описания химической связи в координационных соединениях. Может оценить их приемлемость для описания энергетики, спектральных свойств, магнетизма	6
Может оценить параметры кристаллического поля комплексов по данным об энергиях полос кристаллического поля.	6
Владеет терминологией квантово-механических теорий химической связи координационных соединений: метод валентных связей, теория кристаллического поля и теория поля лигандов	4
Знает виды изомерии координационных соединений. Может привести примеры	4
Может определить возможность геометрической, оптической, координационной изомерии для предложенного комплекса	4
Для электронных конфигураций d^n при помощи теоремы Яна-Теллера указать максимально возможную симметрию и вероятное строение комплексов ML_6 и ML_4 .	4

Особенности реакций комплексообразования

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **22**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Имеет представление о механизме взаимного влияния лигандов. Может перечислить сильные сигма-донорные лиганды (ионы) и пи-акцепторные лиганды	4
Знает основные положения теории кислот и оснований Бренстеда-Лоури, Льюиса, теории жестких и мягких кислот и оснований Пирсона	4
Имеет представление о трех основных механизмах, встречающихся в реакциях замещения лигандов. Может привести примеры	4
Знает классификацию окислительно-восстановительных реакций. Может описать внешнесферный и внутрисферный механизм реакции	4
Может написать общую схему процессов образования комплексов и замещения в них лигандов по Гутману. Проиллюстрировать схему известными примерами	4
Может классифицировать гетерогенные химические реакции и проиллюстрировать ее примерами, характерными для координационных соединений. Может описать специфику координационных соединений, участвующих в гетерогенном взаимодействии.	2

Итоговое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **24**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Рассчитать растворимость осадка в комплексообразующем агенте	8
Рассчитать кривую образования для системы М - L	6
Рассчитать растворимость соли в присутствии общего иона	6
Расчет концентраций различных групп комплексов в случае избытка лиганда	4