

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Неорганическая химия

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.03.01 Неорганическая химия относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.1: Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов ОПК-1.2: Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ОПК-1.3: Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.1: Знать фактический материал, относящийся к методам получения, физическим и химическим свойствам неорганических веществ. Уметь анализировать свойства химических элементов на основании их положения в периодической системе, объяснять тенденции изменения свойств в ряду аналогичных веществ, на основании теории строения атома и химической связи раскрывать зависимость свойств веществ от их состава и строения. Владеть приемами анализа и систематизации результатов химических экспериментов, наблюдений и измерений. ОПК-1.2: Знать фактический материал, относящийся к распространенности и формам нахождения химических элементов в природе, принципам переработки минерального сырья, методам получения, строению, физическим свойствам и реакционной способности, практическому	Коллоквиум Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>использованию неорганических веществ.</p> <p>Уметь прогнозировать свойства веществ, предсказывать вероятные продукты химического превращения в конкретных условиях, связывать свойства вещества с возможными областями их применения.</p> <p>Владеть приемами интерпретации результатов собственных экспериментов с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.</p> <p>ОПК-1.3:</p> <p>Знать фактический материал, относящийся к распространенности и формам нахождения химических элементов в природе, принципам переработки минерального сырья, методам получения, строению, физическим свойствам и реакционной способности, практическому использованию неорганических веществ.</p> <p>Уметь формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных и собственных экспериментальных работ</p> <p>Владеть приемами систематизации и сравнительного анализа литературных и экспериментальных данных</p>		
ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное	ОПК-3.1: Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности ОПК-3.2: Использует стандартное программное обеспечение и специализированные базы	ОПК-3.1: Знать, как научные теории объясняют процессы взаимодействия веществ, описывают количественные соотношения между участниками химического превращения, указывают на возможность	Контрольная работа Тест	Экзамен: Задачи

программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	данных при решении задач профессиональной деятельности	самопроизвольного протекания процесса, характеризуют скорость превращений, рассматривают состояние вещества и его превращения в растворах. Уметь составлять химические уравнения, расставлять стехиометрические коэффициенты, решать стандартные и комбинированные на их основе расчетные задачи, относящиеся к свойствам неорганических веществ и закономерностям их превращения, использовать закономерности физической химии для характеристики глубины превращения веществ. Владеть приемами решения стандартных и комбинированных на их основе расчетных задач ОПК-3.2: Знать возможности стандартного программного обеспечения для решения расчетных задач по неорганической химии. Уметь использовать стандартное программное обеспечение для решения расчетных задач по неорганической химии. Владеть необходимыми приемами использования стандартного программного обеспечения для решения расчетных задач по неорганической химии.		
ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием	ОПК-4.1: Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности ОПК-4.2: Обрабатывает данные с использованием стандартных способов	ОПК-4.1: Знать возможности алгоритмов, основанных на знаниях из области математики и физики, полезных при планировании работ по неорганической химии.	Задачи Тест	Экзамен: Задания

<p>теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p>	<p>аппроксимации численных характеристик</p> <p>ОПК-4.3: Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений</p>	<p>Уметь применять базовые знания в области математики и физики при планировании работ по неорганической химии.</p> <p>Владеть основными алгоритмами, основанными на базовых знаниях из области математики и физики при планировании работ по неорганической химии.</p> <p>ОПК-4.2:</p> <p>Знать возможности способов аппроксимации численных характеристик химических процессов для нахождения физико-химических величин, описывающих процессы с участием неорганических веществ.</p> <p>Уметь применять методы аппроксимации экспериментальных данных для нахождения параметров протекания процессов с участием неорганических веществ.</p> <p>Владеть методикой нахождения кинетических характеристик химических процессов с участием неорганических веществ методом наименьших квадратов.</p> <p>ОПК-4.3:</p> <p>Знать, как научные теории объясняют процессы взаимодействия веществ, описывают количественные соотношения между участниками химического превращения, указывают на возможность самопроизвольного протекания процесса, характеризуют скорость превращений, рассматривают состояние вещества и его превращения в растворах.</p> <p>Уметь интерпретировать результаты химических</p>		
--	--	---	--	--

		наблюдений на основе физических законов и представлений. Владеть приемами интерпретации результатов химических наблюдений на основе физических законов и представлений.		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	9
Часов по учебному плану	324
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	128
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64
- КСР	4
самостоятельная работа	56
Промежуточная аттестация	72 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Раздел 1. Теоретические основы общей и неорганической химии	68	36	18	54	14
Раздел 2. Химия элементов - неметаллов	72	36	18	54	18
Раздел 3. Химия элементов - металлов	86	48	18	66	20
Раздел 4. Заключение	22	8	10	18	4
Аттестация	72				
КСР	4				4
Итого	324	128	64	196	56

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы общей и неорганической химии.

1.1. Основные определения и законы химии.

Основные положения атомно-молекулярного учения. Классическое и современное определения атома. Элементарные частицы, их характеристики, получение информации об элементарных частицах из Периодической системы. Изотопы, изобары, изотоны. Химический элемент. Простое вещество. Аллотропия. Классическое и современное определения молекулы. Массы атомов и молекул. Атомная единица массы. Число Авогадро. Моль. Относительная атомная и относительная молекулярная массы. Атомная и молярная массы. Способы практического определения атомных и молярных масс веществ. Молярный объем. Закон сохранения массы и энергии. Закон постоянства состава, дальтонида, бертоллиды. Закон кратных отношений. Закон объемных отношений. Закон Авогадро. Понятие эквивалента. Фактор эквивалентности. Молярная масса и молярный объем эквивалента. Закон эквивалентов. Правило Дюлонга и Пти. Молярная концентрация эквивалента. Применение закона эквивалентов в кислотно-основном титровании. Применение закона эквивалентов для определения молярных масс веществ.

Газовые законы. Понятие об идеальном газе. Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Универсальная газовая постоянная. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Относительная плотность газов. Применение уравнения Менделеева-Клапейрона для смесей газов. Молярная масса смеси. Закон парциальных давлений. Математическое описание эвдиометра.

1.2. Основы химической термодинамики. Предмет термодинамики. Основные определения – система, окружающая среда. Классификации систем. Свойства систем. Термодинамические параметры. Функции состояния системы. Энергия, внутренняя энергия, теплота и работа.

Первое начало термодинамики. Применение первого начала к химическим реакциям, термохимия.

Понятие об энтальпии. Термохимические уравнения. Стандартное состояние вещества. Энтальпия образования, энтальпия сгорания. Закон Гесса и следствия из него. Изобарная и изохорная теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры. Зависимость энтальпии химической реакции от температуры. Формула Кирхгофа и ее физический смысл.

Калориметрия. Уравнение теплового баланса адиабатического калориметра. Применение калориметрии для экспериментального определения энтальпии растворения, гидратации, химических реакций.

Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Принцип Бертоло – Томсена. Статистический подход к определению энтропии. Термодинамическая вероятность и энтропия, уравнение Больцмана.

Уравнение Клаузиуса. Второе начало термодинамики. Зависимость энтропии индивидуального вещества от температуры. Постулат Планка. Стандартная абсолютная энтропия. Расчет энтропии химической реакции. Зависимость энтропии химической реакции от температуры.

Критерии самопроизвольного протекания химических реакций в неизолированных системах. Уравнения Гиббса – Гельмгольца. Энтальпийный и энтропийный факторы. Функция Гиббса образования.

Зависимость функции Гиббса от температуры и давления. Зависимость функции Гиббса от состава, понятие о химическом потенциале. Расчет функции Гиббса химической реакции по значениям функций Гиббса образования участников и по уравнению Гиббса.

Значение химической термодинамики для химических исследований.

1.3. Основы химической кинетики

Предмет и задачи химической кинетики. Простые и сложные реакции. Молекулярность реакции.

Скорость химической реакции. Кинетические кривые.

Влияние концентрации реагентов на скорость химической реакции. Закон действующих масс: классическая и современная формулировки. Кинетическое уравнение. Константа скорости и ее физический смысл. Порядок реакции. Псевдопорядок реакции. Математический анализ кинетических уравнений нулевого, первого, второго и третьего порядков. Способы определения порядка реакции (подстановки, графический, по периоду полупревращения. Дифференциальный метод Вант-Гоффа:

графический и аналитический варианты определения порядка реакции.

Влияние температуры на скорость химической реакции. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации, ее физический смысл. Предэкспоненциальный множитель и его физический смысл. Способы определения энергии активации. Взаимосвязь уравнений Вант-Гоффа и Аррениуса. Механизм химической реакции. Параллельные, последовательные, сопряженные, цепные реакции. Катализ. Особенности каталитических реакций. Гомогенный и гетерогенный катализ. Значение катализа для химической промышленности.

1.4. Химическое равновесие

Обратимые и необратимые химические реакции. Кинетический подход к равновесию. Константы равновесия K_c , K_p , K_x , взаимосвязь между ними. Примеры расчета химических равновесий. Термодинамический подход к равновесию. Уравнение изотермы химической реакции. Уравнение изобары химической реакции. Предсказание направления протекания реакций из уравнений изотермы и изобары. Принцип смещения химического равновесия (Ле Шателье).

1.5. Растворы

Дисперсные системы. Грубодисперсные системы. Классификация Оствальда. Истинные и коллоидные растворы. Насыщенные и ненасыщенные растворы. Концентрированные и разбавленные растворы. Растворение как физико-химический процесс. Понятие растворимости. Влияние температуры и давления на величину растворимости твердых веществ в воде. Практическое использование зависимости растворимости от температуры для очистки твердых веществ от растворимых примесей перекристаллизацией.

Равновесие газ – жидкость. Закон Генри. Константа Генри. Коэффициент растворимости Оствальда. Коэффициент абсорбции Бунзена.

Равновесие жидкость – жидкость. Закон распределения Нернста. Коэффициент распределения.

Однократная и многократная экстракция, их характеристические уравнения. Противоточная экстракция - принцип метода.

Коллигативные свойства растворов. Изотонический коэффициент, его связь со степенью диссоциации. Давление пара над раствором. Первый закон Рауля. Повышение точки кипения раствора, понижение точки начала кристаллизации растворителя. Эбуллиоскопический и криоскопический законы. Осмос.

Осмотическое давление. Применение коллигативных свойств для определения молярных масс веществ.

1.6. Электролитическая диссоциация. Электролиты и неэлектролиты. Гипотеза ионизации. Основные положения теории электролитической диссоциации С. Аррениуса. Количественные характеристики диссоциации: степень диссоциации (истинная и кажущаяся), константа диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Диссоциация слабого бинарного электролита, закон разбавления Оствальда.

Диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели. Влияние температуры на количественные характеристики диссоциации воды.

Гидролиз солей. Типы. Количественные характеристики гидролиза: константа гидролиза, степень гидролиза. Вывод формул для расчета количественных характеристик гидролиза и pH растворов солей разных типов. Способы усиления и подавления гидролиза.

Понятие о буферных растворах. Типы буферных систем. Вывод формул для расчета pH кислотной и основной буферных систем. Применение буферных систем в химии и в жизни.

Равновесие осаждения – растворения. Термодинамическое описание. Произведение растворимости.

Взаимосвязь значения ПР и величины растворимости. Влияние одноименных ионов на величину растворимости. Условие выпадения осадка.

Теории кислот и оснований: преимущества и ограничения. Теория Аррениуса. Теория сольвосистем Франклина. Протонная теория Бренстеда – Лоури. Электронная теория Льюиса. Теория Усановича. Теория «жестких» и «мягких» кислот и оснований Пирсона.

1.7. Основы электрохимии. Окислительно-восстановительные процессы. Основные понятия: степень окисления, окисление и восстановление, окислитель и восстановитель. Важнейшие окислители и восстановители, продукты их химического превращения в различных средах. Расстановка коэффициентов в уравнениях реакций методами электронного баланса и электронно-ионного баланса

(полуреакций).

Основные понятия электрохимии: электрохимическая система, электроды. Типы электродов: металлические, окислительно-восстановительные, осадочные, газовые.

Электродный потенциал. Зависимость электродного потенциала от концентрации. Уравнение Нернста.

Принципиальная схема и расчет pH водородного электрода.

Гальванический элемент и его термодинамическое описание. Концентрационный гальванический элемент. Расчет ЭДС гальванического элемента. Практическое использование гальванических элементов в современной химии.

Оценка возможности самопроизвольного протекания окислительно – восстановительной химической реакции по величинам электродных потенциалов окислителя и восстановителя. Расчет константы равновесия окислительно-восстановительной реакции.

Электролиз. Составление уравнений процессов электролиза. Электролиз расплавов и растворов веществ с инертными и неинертными электродами. Практическое применение электролиза. Электрохимическое рафинирование меди и никеля. Электролитическое получение гидроксида натрия и алюминия.

Гальваностегия и гальванопластика.

Раздел 2. Химия элементов - неметаллов.

2.1. Водород. Нахождение в природе. Строение атома и валентные возможности. Особенности строения иона водорода. Изотопный состав, значение изотопов водорода в атомной технике. Атомарный водород, получение, свойства, применение.

Простое вещество водород. Способы промышленного и лабораторного получения, строение, физические и химические свойства, применение.

Гидриды, классификация. Ковалентные гидриды. Особенности строения. Гидридный метод глубокой очистки веществ. Ионные гидриды. Получение, строение, свойства, применение.

Правила безопасной работы с водородом и его соединениями.

2.2. Кислород. Нахождение в природе. Строение атома и валентные возможности. Изотопный состав. Атомарный кислород, получение и свойства.

Простое вещество кислород. Способы промышленного и лабораторного получения, особенности строения, физические и химические свойства, применение. Жидкий кислород, оксиквтиты.

Простое вещество озон. Способы промышленного и лабораторного получения, строение, физические и химические свойства, применение. Сравнение химических свойств кислорода и озона.

Соединения водорода и кислорода и их производные. Вода. Роль в природе и в химии. Способы получения и очистки. Физические свойства и их аномалии. Фазовая диаграмма воды. Химические свойства. Применение.

Пероксид водорода. Способы получения, строение, физические и химические свойства, применение.

Оксиды. Типология, общие способы получения, общие химические свойства оксидов разных групп.

Правила безопасной работы с кислородом и его соединениями.

2.3. Галогены. Общая характеристика элементов подгруппы галогенов. Нахождение в природе. Строение атомов и валентные возможности атомов фтора, хлора, брома и йода.

Простые вещества – галогены (фтор, хлор, бром, йод). Получение химическими и электрохимическими методами, строение, физические и химические свойства, применение. Сравнение физических и химических свойств галогенов. Порядок взаимного вытеснения галогенов из галогенид-ионов. Иодидное рафинирование как пример химических транспортных реакций. Правила безопасной работы с галогенами.

Галогеноводороды. Получение, строение, свойства, применение, техника работы. Аномалии физических свойств фтороводорода и его водных растворов, их причины. Химические свойства галогеноводородов и их водных растворов. Применение. Сравнение восстановительных свойств галогеноводородов и галогенид-ионов, термической устойчивости и кислотных свойств галогеноводородных кислот.

Кислородные соединения фтора, получение, строение, свойства и применение.

Кислородные соединения хлора. Оксид дихлора, диоксид хлора, гексаоксид дихлора, гептаоксид дихлора. Получение, строение, свойства, применение этих соединений.

Кислородные соединения брома и йода, их малая устойчивость. Пентаоксид дийода, получение, строение, свойства и применение.

Кислородсодержащие кислоты галогенов и анионы этих кислот. Хлорноватистая, хлористая, хлорноватая и хлорная кислоты. Гипохлориты, хлориты, хлораты и перхлораты. Получение, строение, свойства и применение этих соединений. Хлорная вода, хлорная известь и жавелевая вода. Бертолетова соль. Ангидрон. Техника работы с ними. Сравнение термической устойчивости, кислотных свойств и окислительной активности кислородсодержащих кислот хлора и их солей.

Межгалогенные соединения. Общая характеристика МГС. Получение, строение, свойства, применение. Кислотный характер межгалогенных соединений, их окислительные свойства, склонность к комплексообразованию.

2.4. Халькогены. Общая характеристика элементов подгруппы халькогенов. Нахождение в природе. Строение атомов и валентные возможности атомов серы, селена и теллура. Биологическая роль элементов.

Простые вещества – халькогены (сера, селен, теллур). Полиморфные модификации серы, селена, теллура. Способы получения и методы очистки. Поведение серы при нагревании и охлаждении. Физические и химические свойства. Применение.

Соединения халькогенов с водородом и их производные. Сероводород, селеноводород, теллуrowодород: получение, строение, свойства, применение. Сравнение термической устойчивости и кислотных свойств водородных соединений элементов подгруппы серы. Сравнение восстановительных свойств водородных соединений элементов и халькогенидов. Практическое применение халькогеноводородов для глубокой очистки простых веществ - халькогенов. Основы техники безопасной работы с халькогеноводородами. Кислородные соединения халькогенов (+4). Диоксиды и серы, селена и теллура. Получение, строение, свойства, применение. Сравнение кислотных и окислительно-восстановительных свойств диоксидов серы, селена и теллура. Кислородсодержащие кислоты серы, селена, теллура (+4) и анионы этих кислот. Сернистая, селенистая и теллуристая кислоты. Получение, строение, свойства, применение. Сравнение кислотных и окислительно-восстановительных свойств сернистой, селенистой и теллуристой кислот. Кислородные соединения халькогенов (+6). Триоксиды серы, селена, теллура. Получение, строение, свойства.

Серная кислота. Получение, строение, свойства, применение и техника работы. Олеум. Производство серной кислоты контактными и нитрозными способами. Значение серной кислоты в химической промышленности. Селеновая и теллуrowая кислоты. Получение, строение, свойства и применение. Склонность теллура к образованию ортокислоты. Сравнение кислотных и окислительных свойств серной, селеновой и теллуrowой кислот.

Пероксokислоты серы и соли этих кислот, получение, строение, свойства и применение. Галогениды и галогенангидриды кислородсодержащих кислот серы. Хлористый тионил и хлористый сульфурил, получение, строение, свойства, применение, техника работы. Хлорсульфоновая кислота, получение, строение, свойства, применение.

Политионовые кислоты и их соли, получение, строение, свойства и применение. Жидкость Вакенродера. Галогениды серы, селена и теллура. Дихлорид дисеры, дихлорид серы, получение, строение, свойства, применение. Тетрахлорид и тетраиодид теллура. Получение, строение, свойства, применение. Кислотный характер галогенидов теллура.

2.5. Азот. Строение атома и валентные возможности. Нахождение в природе. Биологическая роль азота. Простое вещество азот. Получение, строение, свойства, применение. Жидкий азот. Причины прочности молекулы и химической инертности.

Проблема связывания атмосферного азота. Соединения водорода с азотом и их производные. Аммиак, получение, строение, свойства, применение, техника работы. Жидкий аммиак. Физико-химические основы промышленного синтеза аммиака. Водный раствор аммиака, гидроксид аммония. Аммиачные комплексы. Соли аммония, получение, строение, свойства, применение. Термический распад солей аммония.

Гидразин, получение, строение, свойства, применение. Соли гидразиния. Гидроксиламин, получение,

строение, свойства, применение. Соли гидроксиламмония.

Азотистоводородная кислота и азиды, получение, строение, свойства, применение.

Кислородные соединения азота. Оксиды азота (+1, +2, +3, +4, +5). Получение, особенности строения, свойства, применение. Биологическое действие оксидов азота и техника работы с ними. Магнитные свойства молекул оксидов азота.

Кислородсодержащие кислоты азота. Азотистая кислота и нитриты, получение, строение, свойства, применение. Азотная кислота. Промышленное получение, строение, свойства и применение. Продукты восстановления нитрат-иона. Сравнение кислотных и окислительных свойств азотной и азотистой кислот. Царская водка. Императорская водка.

Азотные удобрения. Взрывчатые вещества.

Соединения азота с галогенами. Трифторид азота, нитриды хлора и йода, получение, строение, свойства. Различия в поведении соединений азота с галогенами в обменных реакциях.

Фосфор. Строение атома и валентные возможности. Нахождение в природе.

Простое вещество фосфор, получение. Аллотропные модификации фосфора. Белый и красный фосфор, их строение. Физические и химические свойства, применение и техника работы.

Соединения фосфора с водородом и их производные. Фосфин и дифосфин, получение, строение, свойства и применение. Принципы безопасной работы с водородными соединениями фосфора. Соли фосфония, получение, строение, свойства. Сравнение свойств аммиака и фосфина, солей аммония и солей фосфония.

Фосфиды металлов, получение, строение, свойства, применение.

Соединения фосфора с кислородом (+3). Фосфористый ангидрид, получение, строение, свойства и применение. Кислородсодержащие кислоты фосфора (+3) – ортокислота, мета-кислота, пирокислота и их соли. Получение, строение, свойства, применение.

Соединения фосфора с кислородом (+5). Фосфорный ангидрид, получение, строение, свойства и применение. Кислородсодержащие кислоты фосфора (+5) – ортокислота, мета-кислота, пирокислота и их соли. Получение, строение, свойства, применение. Фосфорные удобрения.

Соединения фосфора с кислородом (+1). Фосфорноватистая кислота и гипофосфиты, получение, строение, свойства, применение.

Соединения фосфора с галогенами. Тригалогениды, пентагалогениды и оксотригалогениды фосфора, получение, строение, свойства, применение.

2.6. Углерод. Строение атома и валентные возможности. Нахождение в природе, изотопный состав.

Простое вещество углерод. Аллотропные модификации углерода (алмаз, графит, карбин, фуллерены, графен, аморфный углерод, углеродные нанотрубки), строение, способы получения. Физические и химические свойства, применение. Значение аллотропных модификаций углерода для фундаментальной науки и современной химии.

Соединения углерода с кислородом. Оксид углерода (II), оксид углерода (IV). Получение, строение, свойства, применение. Физиологическое действие оксидов углерода и техника работы с ними.

Координационные соединения монооксида углерода, карбонилы. Практическое применение карбониллов для глубокой очистки ряда металлов. Химические транспортные реакции.

Соединения углерода с галогенами. Тетрахлорметан, трихлорметан, фосген, получение, строение, свойства, применение.

Соединения углерода с азотом. Дициан, циановодород, получение, строение, свойства, применение, техника работы. Цианиды. Цианидные комплексы. Циановая, изоциановая и гремучая кислоты, цианаты, изоцианаты и фульминаты, их строение.

Соединения углерода с серой. Сероуглерод, получение, строение, свойства, применение.

Карбиды (ионные, металлоидные, ковалентные). Карбид кремния (карборунд), получение, строение, свойства, применение.

2.7. Кремний. Строение атома и валентные возможности. Нахождение в природе. Роль кремния в построении земной коры.

Простое вещество кремний. Получение и очистка кремния. Физические и химические свойства,

применение. Моноизотопный кремний - 28 и его значение для фундаментальной науки.

Соединения кремния с кислородом. Диоксид кремния, получение, строение, свойства, применение.

Полиморфные модификации диоксида кремния. Аморфный диоксид кремния и кварцевое стекло.

Сравнительная характеристика стеклообразного и кристаллического состояний. Монооксид кремния, получение, строение, свойства, применение.

Соединения кремния с водородом и их производные. Моносилан, получение, строение, свойства, применение. Дисилан, получение, строение. Силициды металлов, получение, строение, свойства, применение.

Кислородсодержащие кислоты кремния и анионы этих кислот. Кремниевые кислоты, получение, строение, свойства, применение. Современные представления о структуре силикатов. Природные силикаты. Синтетические силикаты. Силикатные стекла, ситаллы.

Тетрафторид кремния, гексафторокремниевая кислота и гексафторосиликаты, получение, строение, свойства, применение. Тетрахлорид кремния, получение, строение, свойства, применение.

Кремнийорганические соединения: алкилхлорсиланы, силиконы, силоксаны.

2.8. Бор. Строение атома и валентные возможности. Электронный дефицит атома бора в ковалентных соединениях. Нахождение в природе, изотопный состав.

Простое вещество бор. Получение, свойства, применение.

Соединения бора с водородом. Диборан, тетраборан, получение, строение, свойства, применение, техника работы. Борогидриды. Тетрагидридоборат натрия, получение, строение, свойства, применение.

Боразол, получение, строение, свойства, применение. Неорганические полимеры на основе бора.

Боразон, кубическая и гексагональная модификации, строение, свойства, применение. Аналогия строения с аллотропными модификациями углерода.

Кислородные соединения бора. Борный ангидрид, получение, строение, свойства, применение.

Боросиликатные стекла.

Кислородсодержащие кислоты бора и их анионы. Борная ортокислота, получение, строение, свойства, применение. Сложные эфиры борной кислоты. Тетраборат натрия, получение, строение, свойства, применение.

Соединения бора с галогенами. Трифторид бора, получение, строение, свойства, применение.

2.9. Инертные газы. Строение атомов и валентные возможности. Нахождение в природе, промышленное получение. Разделение смесей инертных газов.

Простые вещества. Одноатомное строение молекулы, неустойчивость двухатомных молекул.

Физические и химические свойства, их изменение в подгруппе. Применение простых веществ.

Соединения инертных газов с фтором. Дифторид, тетрафторид и гексафторид ксенона, получение, строение, свойства, применение.

Кислородные соединения ксенона. Тетраоксид ксенона, получение, строение, свойства.

Раздел 3. Химия элементов - металлов.

3.1. Комплексные соединения. Основные понятия и определения. Основные положения координационной теории А. Вернера. Внешняя сфера. Внутренняя сфера. Комплексообразователь (центральный атом). Лиганды (адденды). Координационное число. Дентатность. Мостиковые лиганды. Кластеры. Главная и побочная валентности.

Классификация комплексных соединений. по принадлежности к определенному классу соединений, по заряду комплекса, по природе лигандов, по структуре внутренней сферы (числу ядер, наличию или отсутствию циклов). Изомерия комплексных соединений – сольватная, ионизационная, координационная, солевая (изомерия связи), пространственная (геометрическая, оптическая). Эффект транс-влияния, ряд Черняева. Эффект цис-влияния.

Номенклатура комплексных соединений.

Природа химической связи в комплексных соединениях. Основные идеи метода валентных связей, теории кристаллического поля, метода молекулярных орбиталей и теории поля лигандов. Преимущества и недостатки теорий.

Предсказание строения и свойств комплексных соединений с позиций метода валентных связей.

Предсказание координационного числа, типа гибридизации и геометрической формы комплекса и его магнитных свойств.

Предсказание строения и свойств комплексных соединений с позиций теории кристаллического поля.

Предсказание относительного расположения орбиталей центрального атома в поле лигандов октаэдрической, тетраэдрической и плоскочетырёхугольной симметрии. Параметр расщепления.

Спектрохимический ряд. Оценка величины расщепления d-подуровня центрального атома. Заполнение расщепленного уровня электронами в случае лигандов сильного и слабого поля. Предсказание окраски комплексного соединения из значения параметра расщепления. Предсказание поведения комплекса в магнитном поле.

Хелатные комплексы. Хелатный эффект. Правило циклов. Примеры хелатообразующих лигандов.

Внутрикомплексные соединения.

Ионные равновесия в растворах комплексных соединений. Диссоциация комплексных соединений по внешней и внутренней сферам. Ступенчатые и общие (полные) константы образования. Константа нестойкости. Расчет ионных равновесий в растворах комплексных соединений.

Значение комплексных соединений в природе, технологии, сельском хозяйстве, медицине.

3.2. Щелочные металлы. Положение в периодической системе. Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав, распространенность. Нахождение в природе.

Щелочные металлы. Получение из природного сырья. Физические и химические свойства, применение.

Кислородные соединения щелочных металлов: оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды. Получение, строение, свойства, применение.

Соединения щелочных металлов с водородом (гидриды). Получение, свойства, применение.

Гидроксид натрия, получение (каустификация содового раствора, способ Леви́га, электролиз), строение, свойства, применение.

Соли щелочных элементов и кислородсодержащих кислот. Сульфаты и гидросульфаты, получение, строение, свойства, применение. Нитраты, получение, строение, свойства, применение.

Карбонаты и гидрокарбонаты. Сода. Получение (методы Леблана, Сольве, криолитный). Физические и химические свойства. Применение.

3.3. Бериллий. Электронное строение атома и валентные возможности. Распространенность бериллия, изотопный состав, важнейшие минералы.

Переработка берилла (обогащение руды, способы Копо-Кавецкого (фторидный), Со́йера-Кьеллгрена (сернокислотный), щелочная переработка). Токсичность бериллия и его соединений. Техника безопасной работы с бериллием и его соединениями.

Простое вещество бериллий, получение, свойства и применение в технике бериллия и его сплавов.

Оксид и гидроксид бериллия, получение, свойства, применение. Соли бериллия и бериллаты, получение, строение, свойства. Амфотерность соединений бериллия. Состояние иона бериллия в водном растворе.

Гидролиз солей бериллия и бериллатов, гидрокоагуляция иона бериллия в водном растворе.

3.4. Магний. Электронное строение атома и валентные возможности. Распространенность, изотопный состав, минералы магния.

Простое вещество магний. Получение из минерального сырья, физические и химические свойства, применение. Металлохимическая активность магния. Сплавы магния, их значение для современной техники.

Соединения магния. Оксид и гидроксид магния, получение, строение, свойства, применение.

Галогениды магния, получение, свойства, применение. Магнезиальный цемент. Получение безводных галогенидов магния.

Гидрид магния. Получение, свойства, применение.

3.5. Щелочноземельные металлы. Строение атомов кальция, стронция, бария. Распространенность в природе; изотопный состав. Минералы кальция, стронция и бария.

Простые вещества кальций, стронций и барий. Получение, физические и химические свойства, применение.

Соединения щелочноземельных элементов. Оксиды, пероксиды, надпероксиды и гидроксиды, получение, строение, свойства, применение. Гидриды кальция, стронция, бария, получение, строение, свойства, применение. Галогениды, получение, строение, свойства, применение. Гигроскопичность хлорида кальция. Нитриды, получение, строение, свойства.

Жесткость воды. Проблемы использования жесткой воды в технике и в быту. Временная и постоянная жесткость. Термический и химические методы устранения жесткости воды (содовый, натронный, фосфатный способы, применение комплексонов). Деминерализация воды с помощью ионообменных материалов.

Переработка и использование природных соединений кальция. Производство цемента. Процессы схватывания и отвердевания цемента.

Изменение физических и химических свойств простых и сложных веществ, образованных элементами главной подгруппы II группы периодической системы (бериллий, магний, кальций, стронций, барий).

3.6. Алюминий. Строение атома алюминия. Распространенность, изотопный состав. Минералы.

Переработка боксита на окись алюминия. Байер-процесс и поведение примесных компонентов.

Простое вещество алюминий. Получение алюминия и его производство электролитическим способом.

Очистка алюминия. Физические и химические свойства. Применение алюминия и его сплавов.

Соединения алюминия (III). Гидрид алюминия и алюмогидриды щелочных металлов, получение, строение, свойства, применение.

Оксид алюминия (III). Получение, строение, свойства, применение. Гидроксид алюминия, получение, свойства, применение. Старение гидроксида алюминия за счет процессов гидрохлорации. Алюминаты, их получение твердофазным синтезом и в водных растворах, строение и свойства. Гидролиз алюминатов.

Соли алюминия (III). Получение, строение, свойства, применение. Комплексные соединения и двойные соли алюминия. Гидролиз соединений алюминия (III).

Соединения алюминия (I). Субгалогениды алюминия, получение, свойства. Очистка алюминия субгалогенидным методом.

3.7. Редкоземельные элементы (скандий, иттрий, лантан и лантаниды). Общая характеристика элементов подгруппы скандия. История открытия редкоземельных элементов. Строение электронных оболочек атомов, характерные валентные состояния, устойчивые степени окисления. Явление лантаноидного сжатия. Распространенность, изотопный состав, нахождение в природе.

Простые вещества. Получение, физические и химические свойства редкоземельных металлов, их применение.

Оксиды, гидроксиды, соли редкоземельных элементов (III), получение, строение, свойства, применение.

Комплексные соединения и двойные соли. Разделение смесей редкоземельных элементов методами ионообменной хроматографии, дробной кристаллизации их солей и фракционным осаждением малорастворимых соединений (гидроокисей, оксалатов, двойных сульфатов). Летучие соединения редкоземельных элементов (циклопентадиениды, дикетонаты), получение, строение, свойства.

Применение комплексных соединений редкоземельных элементов с органическими полидентатными лигандами для разделения смесей и очистки этих элементов методами экстракции и сублимации.

Использование соединений редкоземельных элементов в современной технике.

Оксид, гидроксид и соли церия (IV), получение, свойства, применение.

Оксид, гидроксид и соли европия (II), получение, свойства, применение.

3.8. Элементы подгруппы германия. Общая характеристика элементов подгруппы германия. Положение в периодической системе, строение атомов. Изменение устойчивости соединений германия, олова и свинца в состояниях окисления (II) и (IV). Нахождение в природе.

Простые вещества германий, олово, свинец. Получение германия, методы глубокой очистки германия, физические и химические свойства, применение. Получение олова из касситерита, рафинирование олова; физические и химические свойства олова. Применение олова и его сплавов. Получение металлического свинца, его рафинирование. Физические и химические свойства, применение металлического свинца и его сплавов.

Соединения германия (IV). Диоксид германия, германаты, тетрагалогениды германия, герман, их получение, строение, свойства, применение.

Соединения олова (IV). Диоксид олова, оловянные кислоты, станнаты, тетрахлорид, дисульфид олова, тиостаннаты, галогенидные и гидроксидные комплексы олова (IV), их получение, строение, свойства, применение.

Соединения олова (II). Оксид, гидроксид, станниты, галогениды и сульфид олова (II), галогенидные и гидроксидные комплексы олова (II), их получение, строение, свойства, применение.

Соединения свинца (IV). Диоксид свинца, плюмбаты, тетрахлорид свинца, гексахлороплюмбаты (IV), их получение, свойства, применение.

Соединения свинца (II). Оксид, гидроксид, плюмбиты, соли и комплексные соединения свинца (II), их получение, строение, свойства, применение. Растворимые и нерастворимые соли свинца (II).

Галогениды и сульфид свинца (II). Применение соединений свинца. Смешанные кислородные соединения свинца (II) и (IV), свинцовый сурик.

Закономерности изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений германия, олова и свинца в состояниях окисления (II) и (IV) в подгруппе.

3.9. Элементы подгруппы мышьяка. Положение элементов в Периодической системе. Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав. Нахождение в природе, важнейшие минералы.

Простые вещества мышьяк, сурьма, висмут. Общие и индивидуальные способы получения из природного сырья. Аллотропные модификации мышьяка. Физические и химические свойства мышьяка, сурьмы и висмута. Применение мышьяка, сурьмы и висмута. Сплавы сурьмы и висмута.

Соединения мышьяка (III). Мышьяковистый ангидрид, мышьяковистая кислота, арсениты, хлорид и сульфид мышьяка (III). Получение, строение, свойства, применение.

Соединения мышьяка (V). Мышьяковый ангидрид, мышьяковая кислота, арсенаты, сульфид и тиосоли мышьяка (V). Получение, строение, свойства, применение.

Соединения сурьмы (III). Оксид сурьмы (III), сурьмянистая кислота, антимониты, галогениды и оксогалогениды сурьмы (III), сульфид сурьмы (III). Получение, строение, свойства, применение.

Состояние сурьмы (III) в водных растворах. Гидролиз соединений сурьмы (III) и их амфотерный характер.

Соединения сурьмы (V). Оксид сурьмы (V), сурьмяная кислота, антимонаты, гидроксоантимонаты, сульфид сурьмы (V) и тиаантимонаты. Получение, строение, свойства, применение.

Соединения висмута (III). Оксид, гидроксид, соли и оксосоли, сульфид висмута (III), получение, свойства, применение. Состояние висмута (III) в водных растворах.

Соединения висмута (V). Оксид висмута (V) и висмутаты. Получение и свойства.

Соединения мышьяка, сурьмы и висмута с водородом и металлами. Арсин, стибин и висмутин.

Получение, строение, свойства, применение. Изменение устойчивости гидридов мышьяка, сурьмы и висмута в подгруппе. Арсениды, антимониды, висмутиды. Получение, свойства и применение.

Закономерности изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений мышьяка, сурьмы и висмута в состояниях окисления (III) и (V) в подгруппе.

3.10. Элементы подгруппы меди. Положение элементов в Периодической системе. Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав. Нахождение в природе, важнейшие природные источники.

Простые вещества медь, серебро, золото. Основы промышленного получения меди из сульфидных руд. Переработка природных соединений серебра. Переработка золотоносных руд амальгамированием и цианированием. Электролитическое получение и рафинирование меди, серебра и золота. Переработка вторичных источников серебра и золота. Физические и химические свойства меди, серебра, золота. Сплавы меди, серебра и золота, понятие о пробе. Применение меди, серебра, золота и их сплавов.

Соединения меди (II). Оксид, гидроксид и соли меди (II), получение, свойства, применение. Гидролиз солей меди (II), основные соли меди (II). Катионные и анионные комплексные соединения меди (II), купраты (II). Получение, свойства и применение.

Соединения меди (I). Оксид, гидроксид и соли меди (I), получение, свойства, применение. Комплексные соединения меди (I), их получение, строение, свойства.

Соединения меди (III). Оксид, купраты (III), периодатные и теллуратные комплексы меди (III), их получение и свойства.

Соединения серебра (I). Оксид, гидроксид, растворимые и нерастворимые соли, получение, свойства, применение. Галогенидные, аммиачные и тиосульфатные комплексные соединения серебра (I), получение, строение, свойства, применение. Химические основы черно-белой фотографии.

Хлорсеребряный электрод.

Соединения серебра (II), получение, свойства. Условия стабилизации серебра в степени окисления (II).

Соединения золота (III). Оксид, гидроксид, соли, комплексные соединения золота (III) и ауранты (III). Получение, свойства, применение.

Соединения золота (I). Оксид, соли и комплексные соединения золота (I). Получение, строение, свойства, применение.

3.11. Элементы подгруппы цинка. Положение элементов в Периодической системе. Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав. Нахождение в природе, важнейшие минералы.

Простые вещества цинк, кадмий, ртуть. Получение из природных соединений, способы очистки.

Физические и химические свойства и применение металлических цинка, кадмия, ртути. Сплавы цинка, кадмия, ртути. Амальгамы. Способы дезактивации разлитой металлической ртути.

Соединения цинка, кадмия, ртути (II). Оксиды, гидроксиды, соли, комплексные соединения цинка, кадмия и ртути (II). Получение, строение, свойства, применение. Гидролиз солей цинка, кадмия, ртути (II). Амфотерность соединений цинка (II). Закономерности изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений элементов (II) в подгруппе. Полупроводниковые соединения типа AIIIVI.

Соединения дитрути (II). Оксид, галогениды и соли дитрути (II), получение, строение, свойства, применение. Каломель.

3.12. Элементы подгруппы галлия

Положение элементов в Периодической системе. Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав. Нахождение в природе.

Простые вещества галлий, индий, таллий. Извлечение галлия, индия, таллия из отходов производства алюминия и цветных металлов. Физические и химические свойства, применение.

Соединения галлия, индия, таллия (III). Оксиды, гидроксиды, соли и комплексные соединения галлия, индия, таллия (III). Получение, свойства, применение. Закономерности изменения кислотно-основных свойств и амфотерного характера оксидов и гидроксидов элементов подгруппы галлия.

Полупроводниковые соединения типа AIIIBV.

Соединения таллия (I). Оксиды, гидроксиды, соли и комплексные соединения таллия (I). Получение и свойства. Смешанные соединения таллия (I) и таллия (III).

3.13. Элементы подгруппы титана. Положение элементов в Периодической системе. Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав. Нахождение в природе, важнейшие минералы.

Простые вещества титан, цирконий, гафний. Способы получения из природного сырья. Иодидное рафинирование. Физические и химические свойства. Применение металлических титана, циркония, гафния и сплавов на их основе.

Соединения титана (IV), циркония (IV), гафния (IV). Диоксиды и гидрооксиды титана, циркония, гафния. Получение, строение, свойства, применение. Изменение кислотно-основных свойств диоксидов и гидрооксидов в подгруппе титана. Склонность соединений титана, циркония, гафния к гидроксиляции. Безводные соединения титана (IV), циркония (IV), гафния (IV). Тетрагалогениды элементов подгруппы титана, получение, строение, свойства, применение. Другие бинарные соединения элементов подгруппы титана (карбиды, нитриды, сульфиды), получение, свойства, применение.

Соединения титана (IV), циркония (IV), гафния (IV) в водных растворах. Состояние титана (IV),

циркония (IV), гафния (IV) в водных растворах, влияние pH среды на равновесие гидролиза. Строение титанил-ионов и соответствующих производных циркония и гафния. Титанаты, цирконаты, гафнаты, полученные сухим способом и в водных растворах.

Комплексные соединения титана (IV), циркония (IV), гафния (IV). Использование фтороцирконатов и фторогафнатов для разделения смесей циркония и гафния. Применение методов экстракции, сублимации и ионообменной хроматографии для получения препаратов чистых циркония и гафния.

3.14. Элементы подгруппы ванадия. Положение элементов в Периодической системе. Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав. Нахождение в природе, важнейшие минералы.

Простые вещества ванадий, ниобий, тантал. Получение из природного сырья. Физические и химические свойства, применение. Ванадиевые стали.

Бинарные соединения ванадия (V), ниобия (V), тантала (V). Оксиды ванадия (V), ниобия (V), тантала (V), получение, свойства, применение. Безводные галогениды и оксогалогениды ванадия (V), ниобия (V), тантала (V), получение, строение, свойства, применение.

Соединения ванадия (V), ниобия (V) и тантала (V) в водных растворах. Влияние pH среды на состояние ионов элементов подгруппы ванадия в водных растворах. Изополисоединения ванадия (V).

Гидратированные оксиды ванадия (V), ниобия (V) и тантала (V), ванадаты, ниобаты, танталаты, их получение, свойства и применение. Пероксидные соединения ванадия (V), получение, строение, свойства, применение.

Комплексные соединения ванадия (V), ниобия (V) и тантала (V). Использование фторониобатов и фторотанталатов для разделения смесей ниобия и тантала методом дробной кристаллизации.

Экстракционное и хроматографическое разделение смесей ниобия и тантала.

3.15. Элементы подгруппы хрома. Положение элементов подгруппы мышьяка в Периодической системе.

Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав. Нахождение в природе, важнейшие минералы.

Простые вещества хром, молибден и вольфрам. Получение. Переработка хромистого железняка на бихромат и феррохром. Особенности, получения металлических молибдена и вольфрама как тугоплавких металлов. Физические и химические свойства, применение. Хромистые стали.

Кислородные соединения хрома (VI), молибдена (VI) и вольфрама (VI). Триоксид хрома, получение, строение, свойства, применение. Хромовая кислота, хроматы, бихроматы. Получение, строение, свойства, применение. Кислотно-основное равновесие в водных растворах хроматов и бихроматов.

Пероксидные соединения хрома (VI), получение, строение, свойства, применение.

Оксиды молибдена (VI) и вольфрама (VI), получение, свойства, применение. Молибденовая и вольфрамовая кислоты, получение, строение, свойства. Состояние молибдена (VI) и вольфрама (VI) в водном растворе. Полимеризация анионов молибденовой и вольфрамовой кислот в подкисленных растворах их солей. Изополисоединения и гетерополисоединения молибдена (VI) и вольфрама (VI), их получение, строение, свойства, применение.

Соединения хрома, молибдена и вольфрама в низших степенях окисления. Соединения молибдена (V) и вольфрама (V). Вольфрамовые бронзы, молибденовые и вольфрамовые сини, их состав и способы получения. Пентахлорид молибдена, получение, строение, свойства. Соединения молибдена (IV) и вольфрама (IV) с кислородом, серой и галогенами, получение, свойства, применение.

Соединения хрома (III). Оксид, гидроксид, соли хрома (III), хромиты и гидроксохромиты. Получение, свойства, применение. Гидратная изомерия хлоридов хрома (III). Комплексные соединения и двойные соли хрома (III). Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений хрома (III). Гидролиз соединений хрома (III). Галогениды молибдена (III) и вольфрама (III), получение, строение, свойства.

Соединения хрома (II). Оксид, гидроксид и соли хрома (II), получение, свойства, применение. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений хрома (II). Галогениды молибдена (II) и вольфрама (II), получение, строение, свойства.

Закономерности изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений

хрома, молибдена и вольфрама в различных состояниях окисления.

3.16. Элементы подгруппы марганца. Положение элементов в Периодической системе. Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав. Нахождение в природе, важнейшие минералы.

Простые вещества марганец, технеций и рений. Получение металлических марганца, технеция, рения, их свойства и применение.

Соединения марганца, технеция и рения (VII). Марганцовый ангидрид, марганцовая кислота и перманганаты, получение, строение, свойства, применение. Восстановление соединений марганца и (VII) в кислых, нейтральных и щелочных водных растворах. Технециевая и рениевая кислоты, технециевый и рениевый ангидриды, пертехнетаты и перренаты, их получение и свойства. Сравнение устойчивости, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений марганца, технеция и рения (VII).

Соединения марганца (VI). Марганцовистая кислота и манганаты, получение, свойства и применение.

Соединения марганца (IV). Диоксид марганца и его гидрат, получение, свойства, применение.

Оксоманганаты (IV) (манганиты), получение, свойства. Окислительно-восстановительные реакции с участием соединений марганца (IV).

Соединения марганца (III). Оксид марганца (III), его гидрат и соли марганца (III), их получение и свойства. Комплексные соединения марганца (III).

Соединения марганца (II). Оксид, гидроксид и соли марганца (II), их получение, свойства. Комплексные соединения марганца (II).

Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений марганца в различных степенях окисления.

3.17. Триада железа. Положение элементов в Периодической системе. Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав. Нахождение в природе, важнейшие минералы.

Простые вещества железо, кобальт, никель. Получение. Доменный процесс получения чугуна. Передел чугуна на сталь и ковкое железо. Переработка сернистых руд на кобальт и никель. Физические и химические свойства железа, кобальта, никеля. Специальные и нержавеющие стали. Сплавы кобальта и никеля. Применение металлических железа, кобальта и никеля. Карбонилы железа, кобальта, никеля, получение, свойства, применение.

Соединения железа (VI). Ферраты, их получение и свойства.

Соединения железа (III). Оксид железа (III), его гидрат, их получение, свойства и применение.

Смешанные оксиды железа. Соли железа (III) и ферриты, их получение, свойства и применение.

Гидролиз соединений железа (III). Двойные соли железа (III).

Соединения железа (II). Оксид, гидроксид и соли железа (II), получение и свойства.

Нестехиометричность низшего окисла железа. Двойные соли железа (II), соль Мора. Циклопентадиенид железа (II) (ферроцен), получение, строение, свойства. Применение соединений железа (II).

Соединения кобальта (III). Оксид, гидроксид и соли кобальта (III), их получение, свойства, применение. Фторид кобальта (III).

Соединения кобальта (II). Оксид и гидроксид кобальта (II), средние и основные соли кобальта (II), их получение, свойства, применение.

Комплексные соединения железа и кобальта (II) и (III). Цианидные комплексы железа, получение, свойства, применение. Окислительно-восстановительные превращения железа и кобальта (II) и (III).

Влияние комплексообразования на окислительно-восстановительные процессы в растворах этих соединений. Стабилизация соединений кобальта (III) комплексообразованием. Роль железа и кобальта в биологических процессах. Гемоглобин. Цианкобаламин.

Соединения никеля (III). Гидроксид никеля (III), получение, свойства, применение.

Соединения никеля (II). Оксид, гидроксид и соли никеля (II), получение, свойства, применение.

Комплексные соединения никеля (II), их строение.

3.18. Платиновые металлы. Положение элементов в Периодической системе. Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав. Нахождение в природе, важнейшие минералы.

Роль российских ученых в изучении химии платиновых металлов (К. Клаус, Л.А. Чугаев, И.И. Черняев). Закономерности в изменении устойчивости характерных степеней окисления в соединениях платиновых металлов.

Извлечение элементов группы платиновых металлов из руд и разделение их смесей. Физические и химические свойства простых веществ, их применение.

Соединения рутения и осмия. Тетраоксиды рутения и осмия, получение, строение, свойства, применение. Соединения рутения и осмия (VI). Рутенаты и осматы (VI), получение, свойства.

Соединения родия и иридия (III) и (IV). Оксид, гидроксид, галогениды и комплексные соединения родия и иридия (III) и (IV), получение, свойства.

Соединения палладия и платины (II) и (IV). Оксид, гидроксид, соли и комплексные соединения палладия и платины (II), получение, строение, свойства. Оксид, гидроксид и хлоридные комплексы палладия и платины (IV), получение, строение, свойства. Фториды платины, получение, свойства.

Применение соединений платиновых металлов в народном хозяйстве, науке, химической технологии и медицине. Значение комплексных соединений в химии платиновых металлов.

Раздел 4.

Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Общие закономерности изменения свойств элементов, простых веществ и их соединений.

Обзор химии элементов - неметаллов. Сравнительная характеристика неметаллов и их соединений.

Закономерности изменения свойств в Периодической системе.

Обзор химии элементов - металлов. Теории металлической связи. Общие физические свойства металлов.

Принципы получения металлов из руд. Обобщение химических свойств металлов, сравнительная характеристика. Закономерности изменения свойств в Периодической системе.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Неорганическая химия (1 семестр) / Неорганическая химия (2 семестр),

<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1825> / <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=2650>.

Иные учебно-методические материалы:

1. О.А. Замятин, А.А. Сибиркин. Техника проведения лабораторных работ: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород, Нижегородский госуниверситет, 2014. - 78 с.

2. Зверев Ю.Б. и др. Определение молярных масс веществ и химических эквивалентов: Методическая разработка для студентов 1 курса. - Горький, 1998. - 22 с.

3. О.А. Замятин, А.А. Сибиркин. Скорость химической реакции и химическое равновесие: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. - 36 с.

4. Зверев Ю.Б. и др. Определение энтальпии химических реакций: методическая разработка для студентов 1 курса. - Горький, 1990. - 8 с.

5. А.А. Сибиркин, И.Г. Федотова. Электролитическая диссоциация: учебно-методическое пособие. - Н. Новгород, Нижегородский госуниверситет, 2017. - 40 с.

6. А.А. Сибиркин. Поглощение света растворами. - Н. Новгород: ННГУ, 1999. - 9 с.

7. Ю.Б. Зверев и др. Окислительно-восстановительные процессы: методические указания к

- лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1991. - 13 с.
8. О.Ю. Трошин, А.А. Сибиркин. Бор. Алюминий: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013. - 18 с.
9. О.Ю. Трошин, А.А. Сибиркин. Углерод. Кремний: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013. - 19 с.
10. Ю.Б. Зверев и др. Сера. Селен. Теллур: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1991. - 16 с.
11. О.Ю. Трошин, А.А. Сибиркин. Азот. Фосфор: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. - 22 с.
12. О.Ю. Трошин, А.А. Сибиркин, О.А. Замятин. Галогены: Учебно-методическое пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. - 26 с.
13. О.А. Замятин, А.А. Сибиркин, О.Ю. Трошин. Комплексные соединения: Учебное пособие. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2022. - 71 с.
14. Ю.Б. Зверев и др. Щелочные металлы: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1992. - 8 с.
15. Ю.Б. Зверев и др. Бериллий. Магний. Щелочно-земельные элементы: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1992. - 9 с.
16. Ю.Б. Зверев и др. Олово. Свинец: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1992. - 8 с.
17. Ю.Б. Зверев и др. Мышьяк. Сурьма. Висмут: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1992. - 6 с.
18. Ю.Б. Зверев и др. Хром. Молибден. Вольфрам: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1999. - 14 с.
19. Ю.Б. Зверев и др. Железо. Кобальт. Никель: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1995. - 14 с.
20. Ю.Б. Зверев и др. Медь. Серебро: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1996. - 8 с.
21. Ю.Б. Зверев и др. Цинк. Кадмий: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1996. - 10 с.
22. Ю.Б. Зверев и др. Титан. Цирконий. Гафний: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1995. - 10 с.
23. Ю.Б. Зверев и др. Ванадий. Ниобий. Тантал: методические указания к лабораторной работе. - Н. Новгород: Нижегородский госуниверситет, 1995. - 8 с.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Первый семестр

Бор. Строение атома и валентные возможности. Электронный дефицит атома бора в ковалентных соединениях. Нахождение в природе, изотопный состав.

Простое вещество бор. Получение, свойства, применение.

Соединения бора с водородом. Гомологические ряды боранов. Диборан, получение, строение, свойства, применение, техника работы. Борогидриды. Тетрагидридоборат натрия, получение, строение, свойства, применение. Соединения бора с металлами, получение, применение.

Кислородные соединения бора. Борный ангидрид, получение, строение, свойства, применение. Боросиликатные стекла.

Кислородсодержащие кислоты бора и их анионы. Борная ортокислота, получение, строение, свойства, применение. Метабораты и тетрабораты, получение, строение, свойства, применение. Сложные эфиры борной кислоты.

Соединения бора с галогенами. Трифторид бора, получение, строение, свойства, применение. Тетрафтороборная кислота и тетрафторобораты, получение, строение, свойства, применение. Трихлорид, трибромид и трийодид бора, получение, строение, свойства, применение.

Соединения бора с водородом. Боразол, получение, строение, свойства, применение. Неорганические полимеры на основе бора. Боразон, кубическая и гексагональная модификации, строение, свойства, применение. Аналогия строения с аллотропными модификациями углерода.

Второй семестр

Элементы подгруппы марганца. Положение в Периодической системе. Электронное строение атомов и валентные возможности. Изотопный состав. Нахождение в природе, важнейшие минералы.

Простые вещества марганец, технеций, рений. Получение металлических марганца, технеция, рения, их свойства и применение.

Соединения марганца, технеция, рения (VII). Марганцовый ангидрид, марганцовая кислота и перманганаты, получение, строение, свойства, применение. Восстановление соединений марганца (VII) в кислых, нейтральных и щелочных водных растворах. Технециевая и рениевая кислоты, технециевый и рениевый ангидриды, пертехнаты и перренаты, их получение и свойства. Сравнение устойчивости, кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений марганца, технеция и рения (VII).

Соединения марганца (VI). Марганцовистая кислота и манганаты, получение, свойства и применение.

Соединения марганца (IV). Диоксид марганца и его гидрат, получение, свойства, применение. Оксоманганаты (IV) (манганиты), получение, свойства. Окислительно-восстановительные реакции с участием соединений марганца (IV).

Соединения марганца (III). Оксид марганца (III), его гидрат и соли марганца (III), их получение и свойства. Комплексные соединения марганца (III).

Соединения марганца (II). Оксид, гидроксид и соли марганца (II), их получение и свойства. Комплексные соединения марганца (II).

Сопоставление кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений марганца в различных степенях окисления.

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или

Оценка	Критерии оценивания
	невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Первый семестр

1. При взаимодействии железа с концентрированной холодной серной кислотой образуются:

1. Сульфат железа (II) и водород
2. Сульфат железа (III) и сероводород
3. Сульфат железа (III) и сернистый газ
4. Взаимодействие не протекает

2. При взаимодействии фосфина с концентрированной азотной кислотой образуются:

1. Фосфор, оксид азота (IV) и вода
2. Фосфористая кислота, оксид азота (IV) и вода
3. Фосфорная кислота, оксид азота (IV) и вода
4. Взаимодействие не протекает

3. При взаимодействии хрома с соляной кислотой образуются:

1. Хлорид хрома (III) и водород
2. Хлорид хрома (II) и водород
3. Хлорид хрома (VI) и водород
4. Взаимодействие не протекает

Второй семестр

1. Арсин можно получить:

1. взаимодействием мышьяка с водородом;
2. взаимодействием мышьяка с цинком в солянокислой среде (водород в момент выделения);
3. взаимодействием мышьяка с азотной кислотой;
4. взаимодействием мышьяка с водой.

2. Оксид меди (I) в окислительно-восстановительных реакциях проявляет свойства:

1. окислителя;
2. восстановителя;
3. и окислителя, и восстановителя;
4. не проявляет окислительно-восстановительных свойств.

3. При обжиге сульфида железа (II) образуются:

1. оксид железа (II), оксид серы (IV);
2. оксид железа (III), оксид серы (IV);
3. оксид железа (II), оксид серы (VI);
4. оксид железа (III), оксид серы (VI).

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:

Первый семестр

1. Алмаз является:

1. элементом;
2. простым веществом;
3. атомом;
4. молекулой.

2. Закон постоянства состава соблюдается:

1. для всех веществ
2. для веществ молекулярного строения
3. для веществ ионного строения
4. для простых веществ

3. Закон действующих масс выражает зависимость скорости химической реакции:

1. от температуры;
2. от концентраций реагирующих веществ;
3. от природы реагирующих веществ;
4. от масс реагирующих веществ.

Второй семестр

1. Координационное число комплексообразователя в диакватетрагидроксоалюминате натрия равно:

1. 4
2. 2
3. 6
4. 8

2. Степень окисления комплексообразователя тетракарбониле никеля равна:

1. +2
2. +4
3. +3
4. 0

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

Первый семестр

1. Критерием самопроизвольного протекания процесса в неизолированной системе является:

1. Увеличение энтропии системы
2. Уменьшение энтропии системы
3. Увеличение функции Гиббса системы
4. Уменьшение функции Гиббса системы

2. Аналитическое выражение первого начала термодинамики имеет вид:

1. $\delta q = dU + \delta W$

2. $\delta q = dU - \delta W$
3. $dq = dU + dW$
4. $\delta q = \delta U + \delta W$

3. Аналитическое выражение для расчета энтальпии реакции по закону Гесса имеет вид:

1. $\Delta H (\text{реакции}) = \Sigma \Delta H (\text{обр. прод.}) - \Sigma \Delta H (\text{обр. исх.})$
2. $\Delta H (\text{реакции}) = \Sigma \Delta H (\text{сгор. прод.}) - \Sigma \Delta H (\text{сгор. исх.})$
3. $\Delta H (\text{реакции}) = \Sigma \Delta H (\text{обр. исх.}) - \Sigma \Delta H (\text{обр. прод.})$
4. $\Delta H (\text{реакции}) = \Sigma \Delta H (\text{сгор. исх.}) - \Sigma \Delta H (\text{сгор. прод.})$

Второй семестр

1. При термическом разложении метаванадата аммония образуются:

1. азот, ванадий, водород, кислород.
2. аммиак, ванадий, вода.
3. аммиак, оксид ванадия (V), вода.
4. азот, оксид ванадия (III), кислород, водород.

2. При взаимодействии нитрита натрия с дихроматом калия в сернокислой среде образуются:

1. нитрат натрия, сульфат хрома (III), сульфат калия и вода;
2. нитрат натрия, сульфат хрома (II), сульфат калия и вода;
3. нитрат натрия, сульфид хрома (III), сульфид калия и вода;
4. нитрат натрия, сульфид хрома (II), сульфид калия и вода.

3. При электролизе расплава хлорида натрия на аноде выделяется:

1. водород;
2. кислород;
3. натрий;
4. хлор.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Тестовые задания выполнены на 97% – 100%
отлично	Тестовые задания выполнены на 91% – 96%
очень хорошо	Тестовые задания выполнены на 80% – 90%
хорошо	Тестовые задания выполнены на 70% – 79%
удовлетворительно	Тестовые задания выполнены на 60% – 69%
неудовлетворительно	Тестовые задания выполнены на 41% – 59 %
плохо	Тестовые задания выполнены менее, чем на 40 %

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:

Первый семестр

1. Рассчитайте число атомов водорода, которые содержатся в 100 г 0.5 н. раствора серной кислоты. Плотность раствора равна 1.22 г / см^3 .
2. В вакуумированную стеклянную ампулу вместимостью 26.25 см^3 поместили 0.4688 г нитрита аммония и провели полное термическое разложение этой соли (одним из продуктов разложения является азот). По окончании эксперимента ампулу охладили до температуры -60°C . Рассчитайте давление в ампуле.
3. К 100 мл 10.6%-ного раствора хлорида кальция (плотность 1.05 г / см^3) добавлено 30 мл 19.3%-ного раствора карбоната натрия (плотность 1.05 г / см^3). Рассчитайте массовые доли соединений в растворе после отделения осадка.
4. При термическом разложении вещества, имеющего молярную массу 188 г / моль , образовалось 16.0 г оксида меди (II), 18.4 г оксида азота (IV) и 2.24 л кислорода (объём приведён к нормальным условиям). Установите молекулярную формулу вещества.
5. Если смесь хлоридов калия и кальция добавить к раствору карбоната натрия, то образуется 10.0 г осадка. Если ту же смесь добавить к раствору нитрата серебра, то образуется 57.4 г осадка. Определите массовую долю хлорида калия в исходной смеси.

Второй семестр

1. На диаграмме плавкости сурьма – свинец имеется одна эвтектическая точка. При охлаждении 580 г жидкого сплава, содержащего 45 % свинца, до эвтектической температуры, из сплава выделилось 280 г сурьмы в виде кристаллов, вкрапленных в эвтектику. Определите состав эвтектики (в % масс.)
2. В 1 л насыщенного раствора фосфата магния – аммония содержится 0.086 г растворённого вещества. Вычислите произведение растворимости соли.
3. Для приготовления буферного раствора с $\text{pH} = 10$ используют 0.1 М водный раствор гидроксида аммония и твёрдый хлорид аммония. Рассчитайте массу твёрдого вещества, необходимую для приготовления 0.5 л буферного раствора. Константа диссоциации гидроксида аммония равна $1.8 \cdot 10^{-5}$.
4. Коэффициент распределения этилового спирта между водой и четырёххлористым углеродом равен 4. Рассчитайте объём четырёххлористого углерода, который необходимо прилить к 250 мл водного раствора этилового спирта, чтобы извлечь 80 % растворённого вещества.
5. Рассчитайте молярную концентрацию ионов Fe^{2+} в 0.05 М растворе гексацианоферрата (II) калия. Константа нестойкости комплексного иона $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ равна $1.27 \cdot 10^{-37}$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без

Оценка	Критерии оценивания
	ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

Задачи из сборников задач по курсу неорганической химии (части 1-5).

Первый семестр

задачи из сборников 1 - 2

Второй семестр

задачи из сборников 3 - 5

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых	При решении стандартных	Имеется минимальн	Продемонстрированы	Продемонстрированы	Продемонстрированы	Продемонстрированы

	навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	задач не продемонстриро ваны базовые навыки. Имели место грубые ошибки	ый набор навыков для решения стандартны х задач с некоторым и недочетами	базовые навыки при решении стандартны х задач с некоторым и недочетами	базовые навыки при решении стандартны х задач без ошибок и недочетов	навыки при решении нестандарт ных задач без ошибок и недочетов	творческий подход к решению нестандартны х задач
--	--	---	--	---	--	---	--

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворитель но	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворите льно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Первый семестр

1. Предмет термодинамики. Основные определения – система, окружающая среда. Классификации систем. Свойства систем. Термодинамические параметры. Функции состояния системы. Энергия, внутренняя энергия, теплота и работа.
2. Первое начало термодинамики. Применение первого начала к химическим реакциям, термохимия. Понятие об энтальпии. Термохимические уравнения. Стандартное состояние вещества.
3. Энтальпия образования, энтальпия сгорания. Закон Гесса и следствия из него.
4. Изобарная и изохорная теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры.
5. Зависимость энтальпии химической реакции от температуры. Формула Кирхгофа и ее физический смысл.
6. Калориметрия. Уравнение теплового баланса адиабатического калориметра.

7. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Принцип Бергло – Томсена. Статистический подход к определению энтропии. Термодинамическая вероятность и энтропия, уравнение Больцмана.
8. Уравнение Клаузиуса. Второе начало термодинамики. Зависимость энтропии индивидуального вещества от температуры. Постулат Планка. Стандартная абсолютная энтропия.
9. Расчет энтропии химической реакции. Зависимость энтропии химической реакции от температуры.
10. Критерии самопроизвольного протекания химических реакций в неизолированных системах. Уравнения Гиббса – Гельмгольца. Энтальпийный и энтропийный факторы.
11. Функция Гиббса образования. Зависимость функции Гиббса от температуры и давления.
12. Зависимость функции Гиббса от состава, понятие о химическом потенциале.
13. Значение химической термодинамики для химических исследований.

Второй семестр

1. Основные понятия и определения. Основные положения координационной теории А. Вернера. Внешняя сфера. Внутренняя сфера. Комплексообразователь (центральный атом). Лиганды (адденты). Координационное число. Дентатность. Мостиковые лиганды. Кластеры. Главная и побочная валентности.
2. Природа химической связи в комплексных соединениях. Основные идеи метода валентных связей. Преимущества и недостатки.
3. Теория кристаллического поля, основные положения, преимущества и недостатки.
4. Хелатные комплексы. Хелатный эффект. Правило циклов. Примеры хелатообразующих лигандов. Внутрикмплексные соединения.
5. Ионные равновесия в растворах комплексных соединений. Диссоциация комплексных соединений по внешней и внутренней сферам. Ступенчатые и общие (полные) константы образования. Константа нестойкости. Расчет ионных равновесий в растворах комплексных соединений.
6. Значение комплексных соединений в природе, технологии, сельском хозяйстве, медицине.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

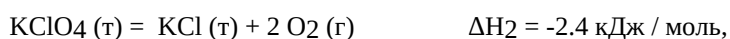
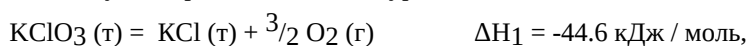
Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные

Оценка	Критерии оценивания
	умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

Первый семестр

1. Пользуясь термохимическими уравнениями



рассчитайте энтальпию диспропорционирования 6.125 г бертолетовой соли.

2. Для реакции: $\text{PCl}_5 \leftrightarrow \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$

рассчитайте значения констант равновесия K_p и K_c при температуре 298 К и давлении 101.325 кПа, используя следующие данные:

$$\Delta_f G^\circ (\text{PCl}_3 (\text{г.})) = -68.42 \text{ ккал / моль}; \Delta_f G^\circ (\text{PCl}_5 (\text{г.})) = -130.30 \text{ ккал / моль}.$$

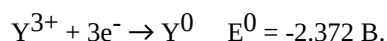
3. В системе $\text{N}_2\text{O}_4 \leftrightarrow 2 \text{NO}_2$

начальная концентрация N_2O_4 составляла 0.08 моль / л. При некоторой температуре к моменту наступления равновесия степень термической диссоциации исходного вещества составила 50 %. Рассчитайте равновесные концентрации участников реакции и значение константы равновесия.

4. Вычислите молярную массу металла, который обладает удельной теплоемкостью 0.094 кал / (г · К) и оксид которого содержит 20.12 % кислорода по массе.

Второй семестр

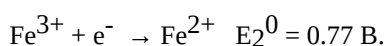
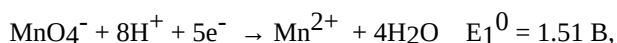
1. Рассчитайте электродный потенциал пластинки иттрия массой 8.9 г, погруженной в 0.1 л 0.01 М раствора нитрата иттрия (III), если стандартный электродный потенциал полуреакции равен



2. Составьте схему и рассчитайте ЭДС гальванического элемента, составленного из двух водородных электродов, один из которых погружен в раствор 0.1 н. соляной кислоты, а другой - в раствор уксусной кислоты той же концентрации. Константа диссоциации уксусной кислоты равна $1.8 \cdot 10^{-5}$.

3. Гидроксид калия массой 10.00 г, содержащий примесь хлорида калия, растворили в воде и раствор подвергли электролизу. Рассчитайте содержание примеси в исходном веществе, если в газообразных продуктах электролиза было обнаружено 224 мл хлора (н.у.).

4. Рассчитайте константу равновесия реакции между сульфатом железа (II) и перманганатом калия в кислой среде и установите возможность ее протекания, исходя из потенциалов полуреакций:



Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

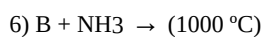
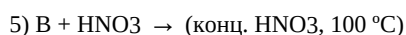
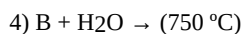
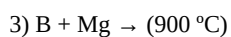
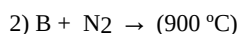
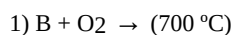
Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами

Оценка	Критерии оценивания
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

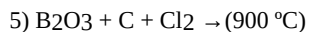
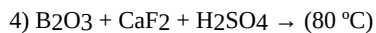
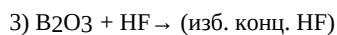
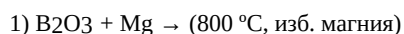
5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-4

Первый семестр

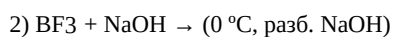
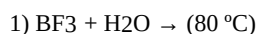
1. Закончите уравнения реакций, расставьте коэффициенты.

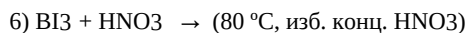
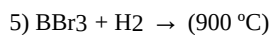
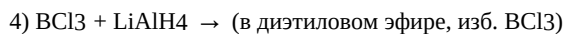
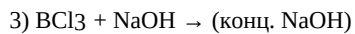


2. Закончите уравнения реакций, расставьте коэффициенты.

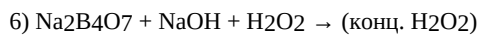
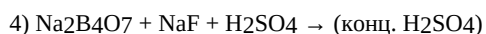
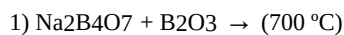


3. Закончите уравнения химических реакций, расставьте коэффициенты.



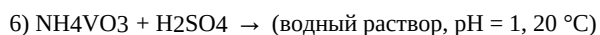
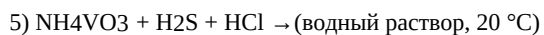
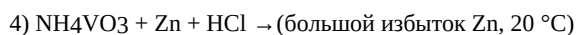
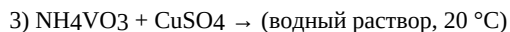


4. Закончите уравнения реакций, расставьте коэффициенты.

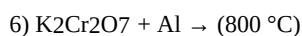
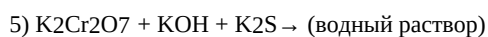
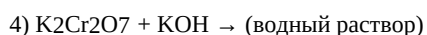
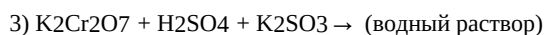
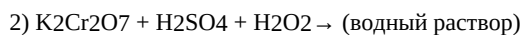
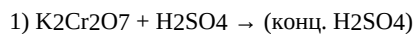


Второй семестр:

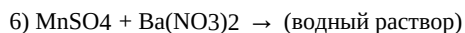
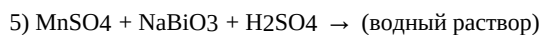
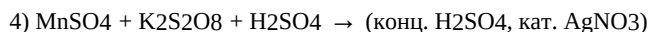
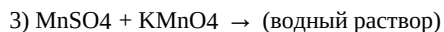
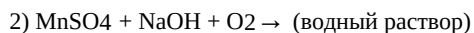
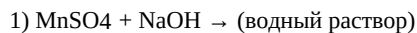
1. Закончит уравнения реакций, расставьте коэффициенты:



2. Закончите уравнения реакций, расставьте коэффициенты:



3. Закончите уравнения реакций, расставьте коэффициенты:



Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные

Оценка	Критерии оценивания
	умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Неорганическая химия. Химия элементов : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия" : [в 2 т.] / МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Моск. ун-та : Академкнига, 2007-. - (Классический университетский учебник : осн. в 2002 г. / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Неорганическая химия. Химия элементов. Т. 1. - 2007. - 537 с. - ISBN 978-5-211-05332-2 (т. 1) : 280.00., 48 экз.
2. Неорганическая химия. Химия элементов : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия" : [в 2 т.] / МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во Моск. ун-та : Академкнига, 2007-. - (Классический университетский учебник : осн. в 2002 г. / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Неорганическая химия. Химия элементов. Т. 2. - 2007. - 670 с. - ISBN 978-5-211-05334-2 (т. 2) : 301.80., 48 экз.
3. Угай Яков Александрович. Общая и неорганическая химия : учеб. для вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия". - Изд. 3-е, испр. - М. : Высшая школа, 2002. - 527 с. : ил. - Предм. указ.: с. 520 - 523. - ISBN 5-06-003751-7 : 158.00., 8 экз.
4. Угай Яков Александрович. Общая и неорганическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия". - Изд. 5-е, стер. - М. : Высшая школа, 2007. - 527 с. : ил. - ISBN 978-5-06-003751-7 : 538.00., 19 экз.
5. Глинка Николай Леонидович. Общая химия в 2 т. Том 1 : Учебник для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. Попкова В.А., Бабкова А. В. - 20-е изд. - Москва : Юрайт, 2021. - 353 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-9353-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=763456&idb=0>.
6. Глинка Николай Леонидович. Общая химия в 2 т. Том 2 : Учебник для вузов / Глинка Н. Л. ; под ред. Попкова В.А., Бабкова А. В. - 20-е изд. - Москва : Юрайт, 2021. - 379 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-9355-4. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=765856&idb=0>.
7. Глинка Николай Леонидович. Общая химия : учебник для вузов / Н. Л. Глинка ; под редакцией В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 20-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 717 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/555925> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-19092-2 : 2549.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=902939&idb=0>.
8. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии : учебно-практическое пособие / Н. Л. Глинка ; под редакцией В. А. Попкова, А. В. Бабкова. - 14-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - 236 с. -

(Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-8914-4. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=848919&idb=0>.

9. Глинка Николай Леонидович. Задачи и упражнения по общей химии : Учебно-практическое пособие / Глинка Н. Л. ; под ред. Попкова В.А., Бабкова А. В. - 14-е изд. - Москва : Юрайт, 2021. - 236 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-8914-4. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=765200&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Глинка Николай Леонидович. Общая химия : [учеб. пособие для вузов] / под ред. А. И. Ермакова. - Изд. 30-е, испр. - М. : Интеграл-Пресс, 2009. - 728 с. - Предм. указ.: с. 706 - 727. - ISBN 5-89602-017-1 : 215.00., 56 экз.
2. Третьяков Юрий Дмитриевич. Введение в химию твердофазных материалов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Химия, физика и механика материалов" / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2006. - 400 с. - (Классический университетский учебник : осн. в 2002 г. / редкол.: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). - ISBN 5-211-06045-8 : 265.80., 16 экз.
3. Коттон Ф. Современная неорганическая химия : [в 3 ч.] : пер. с англ. Ч. 1 : Общая теория / пер. ч. С. С. Чуранова ; под ред. К. В. Астахова. - М. : Мир, 1969. - 224 с. : с черт. - 0.54., 11 экз.
4. Коттон Ф. Современная неорганическая химия : [в 3 ч.] : пер. с англ. Ч. 2 : Химия непереходных элементов / пер. ч. Е. К. Ивановой [и др.] ; под ред. К. В. Астахова. - М. : Мир, 1969. - 494 с. : с черт. - 2.27., 13 экз.
5. Коттон Ф. Современная неорганическая химия. Ч. 3 : Химия переходных элементов / пер. с англ. М. Н. Варгафтика ; под ред. М. Е. Дяткиной. - М. : Мир, 1969. - 592 с. : ил. - 1.39., 14 экз.
6. Спицын Виктор Иванович. Неорганическая химия : [учеб. для хим. специальностей вузов]. Ч. 1. - М. : Изд-во МГУ, 1991. - 474, [2] с. : ил. - ISBN 5-211-00906-1 (в пер.) : 4.00., 3 экз.
7. Мартыненко Лариса Ивановна. Избранные главы неорганической химии. Вып. 1 : Химия неметаллов и методы разделения и очистки в неорганическом синтезе. - М. : Изд-во МГУ, 1986. - 287 с. : ил. - 0.80., 3 экз.
8. Еллиев Юрий Ефимович. Элементы физической химии в курсе общей химии : учеб. пособие / ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 1998. - 246 с. - 19.50., 235 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

-

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Автор(ы): Тихонова Елена Леонидовна, кандидат химических наук.

Рецензент(ы): Маркин Алексей Владимирович, доктор химических наук.

Заведующий кафедрой: Буланов Евгений Николаевич, кандидат химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.