

## Рабочая программа дисциплины (модуля) «Аналитическая химия», включая оценочные материалы

### 1. Требования к результатам обучения по дисциплине (модулю)

#### 1.1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Группа компетенций	Категория компетенций	Коды и содержание компетенций
Универсальные	-	-
Общепрофессиональные	Общепрофессиональные навыки	ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений
		ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием
Профессиональные	-	-

#### 1.2. Компетенции и индикаторы их достижения, формируемых дисциплиной (модулем) в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Содержание индикатора компетенции
ОПК-1	ОПК-1.1	Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
	ОПК-1.2	Предлагает интерпретацию результатов проведенных химических экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
	ОПК-1.3	Делает заключения и формулирует выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
ОПК-2	ОПК-2.1	Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности
	ОПК-2.2	Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик
	ОПК-2.3	Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе с использованием серийного научного оборудования

#### 1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

**Цель изучения дисциплины (модуля)** – приобретение обучающимися знаний по основным группам методов химического анализа, наиболее широко применяемых в промышленности и исследовательской работе, а также компетенций, необходимых химикам-технологам всех специальностей для решения конкретных задач химического анализа.

В результате изучения дисциплины (модуля) обучающийся должен

**знать:**

- основные понятия, термины, методы и приемы качественного и количественного химического анализа;
- теоретические основы физико-химических методов анализа;
- принципы работы основных приборов, используемых для проведения качественного и количественного анализа;

**уметь:**

- применять приобретенные практические навыки в профессиональной деятельности для решения конкретных задач;
- проводить обоснованный выбор метода анализа с учетом целей и особенностей данной практической задачи;

- проводить расчеты на основе проведенных исследований;
- проводить метрологическую оценку результатов количественного химического анализа;

**владеть:**

- основами метрологической оценки результатов количественного химического анализа;
- приемами интерпретации результатов анализа на основе каллиметрических оценок;
- методологией химических и физико-химических методов анализа, широко используемых в современной аналитической практике;
- основами системы выбора методов качественного и количественного химического анализа для решения конкретных задач.

## 2. Объем, структура и содержание дисциплины (модуля)

### 2.1. Объем дисциплины (модуля)

Виды учебной работы	Формы обучения
	Очная
Общая трудоемкость: зачетные единицы/часы	10/360
Контактная работа:	336
Занятия лекционного типа	128
Занятия семинарского типа	192
Консультации	16
Промежуточная аттестация	экзамен, зачет с оценкой
Самостоятельная работа (СР)	24

### 2.2. Темы (разделы) дисциплины (модуля) с указанием отведенного на них количества часов по формам образовательной деятельности

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Виды учебной работы (в часах)						
		Контактная работа						СР
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				
		Л	Иные	ПЗ	С	ЛР	Иные	
1.	Идентификация ионов элементов в растворах	24	0	14	0	24	0	4
2.	Количественный химический анализ	26	0	14	0	26	0	5
3.	Методы исследования фазового состава и структуры силикатных материалов	26	0	12	0	26	0	5
4.	Методы исследования дисперсности силикатных материалов и поровой структуры искусственного камня	26	0	12	0	26	0	5
5.	Методы исследования механических и упругих свойств силикатных материалов	26	0	12	0	26	0	5

**Примечания:**

Л – лекции, ПЗ – практические занятия, С – семинары, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная

работа.

## 2.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) и видам работ

### Содержание лекционного курса

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание лекционного курса
1.	Идентификация ионов элементов в растворах	<p>1.1 Введение в современную аналитическую химию. Аналитическая химия как основа методов изучения и контроля химического состава веществ в материальном производстве, научных исследованиях, в контроле объектов окружающей среды. Виды анализа. Элементный, молекулярный, фазовый и изотопный анализ. Количественный и качественный анализ органических и неорганических веществ. Химические, физико-химические методы анализа, их взаимосвязь, соотношение и применение. Аналитический сигнал как носитель качественной и количественной информации об объекте анализа. Постановка аналитической задачи. Алгоритм проведения анализа: отбор средней пробы, подготовка пробы к анализу, измерение аналитического сигнала и его метрологическая оценка, расчет результатов анализа и их интерпретация. Примеры решения задач аналитического контроля в химической технологии, в анализе объектов окружающей среды и др. Понятия о современных методах элементного анализа: атомно-эмиссионный анализ, атомно-абсорбционный анализ, рентгенофлуоресцентный анализ.</p> <p>1.2 Специфика задач аналитической химии. Основные термины аналитической химии. Обнаружение. Определение. Анализ. Аналитические химические реакции как основа химического анализа. Качественные и количественные аналитические химические реакции. Требования, предъявляемые к ним. Специфика аналитических реакций, используемых в анализе. Аналитическая форма и аналитические признаки. Аналитические реакции и аналитические эффекты. Характеристики аналитических реакций: чувствительность, избирательность (селективность). Групповые, общие, частные, характерные и специфические реакции. Пути повышения избирательности и чувствительности аналитических реакций.</p> <p>1.3 Химические равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, применяемых в аналитической химии. Основные типы реакций, применяемых в аналитической химии (осаждения, кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления). Состояние ионов элементов в растворах. Константы равновесия аналитических реакций: термодинамические, концентрационные, условные. Факторы, влияющие на химическое равновесие (комплексообразование, образование малорастворимых соединений, изменение степени окисления определяемого иона, влияние природы растворителя, ионной силы, температуры, состава раствора). Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности. Уравнения материального баланса. Вычисление pH растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования), расчет pH, применение в аналитической химии. Аналитические реакции комплексообразования, осаждения, окисления-восстановления. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии (обнаружение и количественное определение, маскирование). Использование реакций</p>

		<p>осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков. Расчет условий осаждения и растворения осадков. Окислительно-восстановительные равновесия. Стандартный и реальный окислительно-восстановительные потенциалы.</p> <p>Химические и физико-химические способы определения pH растворов. Равновесия аналитических реакций комплексообразования и управление ими. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Константа равновесия и ее химико-аналитическое значение. Расчет коэффициентов побочных реакций.</p> <p>1.4. Качественные и количественные аналитические реакции с органическими аналитическими реагентами в анализе неорганических веществ.</p> <p>Органические аналитические реагенты (ОР). Классификация ОР по типу реакций с неорганическими ионами. Комплексообразующие ОР и строение их молекул: функционально-аналитическая и аналитико-активная группы. Особенности и преимущества использования ОР, области применения. Дополнительно: теория действия комплексообразующих ОР, учет ионного состояния ОР и металла. Гипотеза аналогий и практические выводы из нее. Природа химической связи в комплексах ОР с ионами металлов и ее проявление в цветности комплексов. Реакции ОР с хромоформными элементами. Интенсивность окраски аналитических форм и интенсивность поглощения. Использование реакций органических реагентов в фотометрическом анализе.</p>
2.	Количественный химический анализ	<p>2.1. Принципы и задачи количественного анализа. Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к химическим реакциям в количественном анализе. Этапы количественного определения. Характеристика результатов количественного химического анализа. Определение содержания вещества в растворе, расчетные формулы. Способы представления результатов анализа. Тесты на выявление систематических погрешностей в результатах количественного химического анализа. Пробоотбор и пробоподготовка.</p> <p>2.2. Титриметрический анализ. Типы реакций, используемых в титриметрии. Требования, предъявляемые к ним. Принцип титриметрии. Титрование и его этапы. Графическое изображение процесса титрования – кривые титрования, их виды. Скачок на кривой титрования, точка эквивалентности (Т.Э.) и конечная точка титрования (К.Т.Т.). Первичные и вторичные стандарты. Приемы титриметрического анализа: прямое и обратное титрование, косвенные методы. Типы реакций, используемых в титриметрическом анализе; требования, предъявляемые к ним.</p> <p>Дополнительно: инструментальные методы индикации ТЭ. Потенциометрическое титрование. Метод Грана. Другие способы установления конечной точки титрования.</p> <p>2.3. Реакции нейтрализации в количественном химическом анализе.</p> <p>Методы кислотно-основного титрования. Сущность метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет и построение теоретических кривых титрования сильных и слабых одноосновных протолитов. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых кислотно-основного титрования. Способы установления конечной точки титрования. Кислотно-основные индикаторы, интервал перехода окраски индикатора, показатель титрования (pT).</p>

		<p>Правило выбора индикатора для конкретного случая титрования. Практическое применение реакций кислотно-основного взаимодействия. Потенциометрическое титрование на основе реакций кислотно-основного взаимодействия. Индикаторные погрешности и их оценка.</p> <p>2.4. Аналитические реакции комплексообразования и осаждения в количественном химическом анализе. Использование комплексообразования в химическом анализе. Неорганические и органические лиганды. Комплексоны и их свойства. Условные константы устойчивости комплексонатов и их практическое использование. Обоснование выбора оптимальных условий комплексонометрического титрования. Кривые комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривых титрования. Способы установления Т.Э. и К.Т.Т. Металлохромные индикаторы, принцип их действия. Выбор индикатора для конкретного случая титрования. Аналитические возможности метода комплексонометрического титрования. Применение комплексонов в аналитической химии в качестве маскирующих агентов. Применение химических реакций комплексообразования в фотометрическом анализе, в методе кондуктометрического титрования. Реакции осаждения в количественном химическом анализе. Гравиметрический анализ. Теоретическое обоснование выбора оптимальных условий осаждения кристаллических и аморфных осадков. Применение химических реакций осаждения в методе потенциометрического титрования, в методе турбидиметрии. Особенности реакций комплексообразования (хелатообразования) ионов металлов с ЭДТА. Осадительное титрование.</p> <p>2.5. Аналитические реакции окисления-восстановления в количественном химическом анализе. Окислительно-восстановительная реакция и окислительно-восстановительный потенциал. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами. Перманганатометрия. Характеристика метода. Условия проведения перманганатометрических определений. Вещества, определяемые перманганатометрическим методом. Достоинства и недостатки метода. Иодометрия. Характеристика метода, условия проведения иодометрического определения веществ. Достоинства и недостатки метода. Применение реакций окисления-восстановления в методе потенциометрического титрования.</p> <p>2.6. Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена. Изотерма ионного обмена. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ. Применение ионообменной хроматографии в аналитической химии органических и неорганических соединений: разделение, очистка, концентрирование и т.д.</p>
3.	Методы исследования фазового состава и структуры силикатных материалов	<p>1.1. Термические методы анализа</p> <p>Суть методов термического анализа. Классификация термических методов анализа в зависимости от определяемых свойств вещества: дифференциально-термический, термогравиметрический, газовольнометрический, дилатометрический.</p> <p>Основы дифференциально-термического анализа (ДТА).</p>

		<p>Термограмма и термические эффекты. Характеристика термических эффектов. Эталонные вещества и требования к ним. Подготовка проб и факторы, влияющие на результаты ДТА.</p> <p>Основы термогравиметрического анализа. Методы определения изменения массы исследуемого вещества при термическом анализе: статическая термогравиметрия, динамическая термогравиметрия, изобарная термогравиметрия. Дифференциальная термогравиметрия и ее возможности.</p> <p>Дериватографический анализ и его отличительные особенности. Аппаратурное оформление: основные узлы и принцип работы дериватографа. Подготовка проб и техника проведения анализа. Качественный и количественный дериватографический анализ. Расшифровка дериватограмм. Факторы, влияющие на точность дериватографического анализа. Выбор оптимальных условий проведения анализа при исследовании сырьевых материалов, изучении процессов синтеза тугоплавких неметаллических и силикатных материалов и свойств изделий на их основе. Q-дериватография. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК): отличительные особенности метода и области практического использования при исследовании силикатных материалов.</p> <p>1.2. Рентгенографические методы анализа</p> <p>Возникновение и природа рентгеновских лучей. Характеристики рентгеновского излучения. Дифракция рентгеновского излучения. Уравнение Вульфа-Брегга. Источники рентгеновского излучения. Основные узлы и принцип работы рентгеновских дифрактометров. Методы съемки рентгенограмм.</p> <p>Качественный рентгенофазовый анализ. Приготовление образцов. Расшифровка рентгенограмм. Идентификация кристаллических веществ методом порошка. Оценка размеров нанокристаллов методом Дебая-Шеррера. Количественный рентгенофазовый анализ. Правила проведения количественных определений. Методы количественных определений: метод стандартных смесей; метод внутреннего стандарта; метод добавок; метод внешнего стандарта. Массовый коэффициент поглощения <math>\mu</math>.</p> <p>1.3. Спектрофотометрический анализ</p> <p>Основные законы светопоглощения. Способы представления спектрофотометрических величин. Причины отклонений от закона Бугера-Ламберта-Бера. Техника оптической спектроскопии в УФ и видимой областях спектра. Применение спектрофотометрии в УФ и видимой областях оптического спектра для изучения пропускания, отражения и поглощения света бесцветными и окрашенными силикатными материалами.</p> <p>Теоретические основы колебательной (ИК- и КР-) спектроскопии стекол и кристаллических силикатов. Техника и проведение анализов на ИК- и КР-спектрометрах. Интерпретация спектров. Применение ИК и КР-спектроскопии для структурных исследований силикатных материалов.</p> <p>1.4. Микроскопический анализ</p> <p>Оптическая микроскопия. Теоретические основы оптической микроскопии. Принцип действия оптического микроскопа и его характеристики. Основные типы оптических микроскопов и их устройство. Подготовка проб к анализу: прозрачные шлифы, полированные шлифы, прозрачно-полированные шлифы. Современные металлографические микроскопы. Основные методики съемки на металлографических микроскопах. Методы специального микроскопического</p>
--	--	--

		<p>анализа.</p> <p>Электронная микроскопия. Теоретические основы метода. Основные виды электронных микроскопов. Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ): устройство и принцип действия. Растровый (сканирующий) электронный микроскоп (РЭМ): устройство и принцип действия. Сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ): сканирующие элементы и принцип действия. Подготовка образцов для исследования материалов на микроскопах. Информация, получаемая на растровых и просвечивающих микроскопах. Методы исследования: прямые и косвенные.</p>
4.	Методы исследования дисперсности силикатных материалов и поровой структуры искусственного камня	<p>2.1. Методы исследования дисперсности порошкообразных материалов</p> <p>Дисперсные системы. Характеристика дисперсных систем. Основы анализа порошкообразных материалов. Гранулометрический состав дисперсных материалов как важный фактор реакционной способности сырьевых материалов в процессах клинкерообразования и цементов при гидратации. Способы определения размеров частиц неправильной формы. Теория эквивалентных сфер. Методы определения удельной поверхности порошкообразных материалов: метод воздухопроницаемости; метод низкотемпературной адсорбции азота. Суть методов, аппаратное оформление, обработка результатов. Методы определения гранулометрического состава порошкообразных материалов: ситовой анализ; седиментационный анализ; сепарационный анализ. Метод лазерной дифракции, теоретические основы метода. Принцип действия лазерного микроанализатора. Гранулограммы. Дифференциальная и интегральная кривые распределения частиц по размерам. Сопоставительный анализ и причины расхождения результатов определения дисперсности порошкообразных материалов, полученных различными методами.</p> <p>2.2. Методы исследования поровой структуры капиллярно-пористых тел</p> <p>Характеристика капиллярно-пористых тел. Классификация пор в пористых материалах. Взаимосвязь между капиллярно-пористой структурой материала и его физико-техническими свойствами.</p> <p>Классификация методов определения поровой структуры материалов. Определение пористости методом ртутной порометрии. Устройство, принцип действия и диапазон измерения порометров низкого и высокого давления. Дифференциальная и интегральная порограммы. Расчет объема и диаметра пор материала. Определение открытой пористости методом насыщения. Расчет закрытой пористости.</p>
5.	Методы исследования механических и упругих свойств силикатных материалов	<p>3.1. Методы определения прочностных характеристик</p> <p>Факторы, влияющие на прочностные показатели силикатных материалов. Методы определения пределов прочности при сжатии, растяжении, изгибе. Требования стандартов. Используемые материалы. Подготовка образцов и условия хранения. Используемое оборудование и оснастка. Обработка полученных результатов.</p> <p>3.2. Методы определения трещиностойкости и упругих свойств силикатных материалов</p> <p>Общие сведения о механических и упругих свойствах силикатных материалов. Факторы, влияющие на трещиностойкость (критический коэффициент интенсивности напряжений). Определение трещиностойкости. Методы определения упругих свойств. Статические и динамические методы измерения модуля упругости. Определение модуля</p>

		упругости керамических материалов по стреле прогиба и резонансными звуковыми методами.
--	--	--

### Содержание занятий семинарского типа

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Тип	Содержание занятий семинарского типа
1.	Идентификация ионов элементов в растворах	ПЗ, ЛР	Идентификация индивидуальных катионов в растворе. Идентификация 2-х индивидуальных сухих солей, образованных одним из изучаемых катионов и одним из изучаемых анионов.
2.	Количественный химический анализ	ПЗ, ЛР	Количественный химический анализ на основе реакций кислотно-основного взаимодействия. Кислотно-основное титрование. Приготовление стандартных растворов HCl и Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10 H <sub>2</sub> O. Кислотно-основное титрование. Стандартизация раствора HCl по раствору первичного стандарта Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10 H <sub>2</sub> O. Кислотно-основное титрование. Определение содержания декагидратакарбоната натрия в образце. Применение синтетических ионообменников для количественного определения солей различных металлов в растворах. Количественный химический анализ на основе аналитических реакций комплексообразования. Приготовление стандартных растворов ЭДТА и ZnSO <sub>4</sub> . Комплексонометрическое титрование. Стандартизация раствора ЭДТА. Комплексонометрическое титрование. Определение содержания солей различных металлов в растворе. Определение жёсткости воды. Количественный химический анализ на основе аналитических реакций окисления-восстановления. Перманганатометрия. Приготовление стандартных растворов KMnO <sub>4</sub> и (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O. Перманганатометрия. Стандартизация раствора KMnO <sub>4</sub> по раствору первичного стандарта (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O. Перманганатометрия. Определение содержания сульфата железа(II) в растворе. Иодометрия. Определение содержания сульфата меди(II) в растворе.
3.	Методы исследования фазового состава и структуры силикатных материалов	ПЗ, ЛР	Рентгенографический анализ силикатных материалов: определение фазового состава и количественный анализ образцов методом внешнего стандарта. Определение количественного содержания отдельных соединений методом дериватографии. Определение размеров кристаллов силикатных материалов методом оптической микроскопии. Спектры пропускания окрашенных силикатных материалов. Расчет коэффициента поглощения.
4.	Методы исследования дисперсности силикатных материалов и поровой структуры искусственного камня	ПЗ, ЛР	Определение гранулометрического состава вещества методом лазерной дифракции. Определение пористости материалов методом насыщения.
5.	Методы исследования механических и упругих свойств силикатных материалов	ПЗ, ЛР	Определение прочностных характеристик образцов. Определение трещиностойкости и упругих деформаций образцов.

### Содержание самостоятельной работы

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание самостоятельной работы
1.	Идентификация ионов элементов в растворах	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа



2.	Количественный химический анализ	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
3.	Методы исследования фазового состава и структуры силикатных материалов	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
4.	Методы исследования дисперсности силикатных материалов и поровой структуры искусственного камня	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа
5.	Методы исследования механических и упругих свойств силикатных материалов	Повторение лекционного материала. Подготовка к занятиям семинарского типа

### **3. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

По дисциплине (модулю) предусмотрены следующие виды контроля качества освоения:

- текущий контроль успеваемости;
- промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине (модулю).

#### **3.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Контролируемые темы (разделы)	Наименование оценочного средства
1.	Идентификация ионов элементов в растворах	Кейсы. Контрольная работа.
2.	Количественный химический анализ	Кейсы. Контрольная работа.
3.	Методы исследования фазового состава и структуры силикатных материалов	Контрольная работа
4.	Методы исследования дисперсности силикатных материалов и поровой структуры искусственного камня	Контрольная работа
5.	Методы исследования механических и упругих свойств силикатных материалов	Контрольная работа

#### **3.1.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля успеваемости**

##### **Кейсы (ситуации и задачи с заданными условиями)**

1. Приведите уравнения реакций идентификации ацетата свинца. Укажите аналитические эффекты реакций, особенности их выполнения. К каким аналитическим группам относятся катион и анион, входящие в состав соли? Укажите групповой реагент, аналитический эффект при действии группового реагента.
2. Приведите уравнения реакций идентификации хлорида железа (III). Укажите аналитические эффекты реакций, особенности их выполнения. К каким аналитическим группам относятся катион и анион, входящие в состав соли? Укажите групповой реагент, аналитический эффект при действии группового реагента.
3. Приведите уравнения реакций идентификации нитрата алюминия. Укажите аналитические эффекты реакций, особенности их выполнения. К каким аналитическим группам относятся катион и анион, входящие в состав соли? Укажите групповой реагент, аналитический эффект при действии группового реагента.
4. Приведите уравнения реакций идентификации сульфата хрома. Укажите аналитические эффекты реакций, особенности их выполнения. К каким аналитическим группам относятся катион и анион, входящие в состав соли? Укажите групповой реагент, аналитический эффект при действии группового реагента.

- 10

аналитическим группам относятся катион и анион, входящие в состав соли? Укажите групповой реагент, аналитический эффект при действии группового реагента.

- [illegible]

- реагента.
26. В каком отношении необходимо смешать 14%-ный и 56%-ный раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , чтобы приготовить 20%-ный раствор серной кислоты.
  27. Рассчитайте титр раствора, если в 25 см<sup>3</sup> находится 0,5 г NaOH.
  28. Навеску  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,3580 г растворили в объеме 100 см<sup>3</sup>. На титрование 20,00 см<sup>3</sup> полученного раствора в среднем нужно 21,20 см<sup>3</sup> раствора  $\text{KMnO}_4$ . Определите молярную концентрацию эквивалентов и титр раствора  $\text{KMnO}_4$ .
  29. В 750 г воды растворено 50 г соли. Определите массовую часть (%) соли в растворе.
  30. Определите массовую часть (%) потери в глине при прокаливании, если масса навески к прокаливанию равна 1,9126 г, а масса после прокаливания 1,7412 г.
  31. При прокаливании 0,7562 г и гидроксида алюминия  $\text{Al}(\text{OH})_3$  получено 0,3845 г оксида алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Определите массовую часть (%)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в образце.
  32. Определите какая масса KI находится в 200 см<sup>3</sup> раствора, если титр его равен 0,0166 г/см<sup>3</sup>.
  33. Титр раствора  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  равен 0,003705 г/см<sup>3</sup>. Найдите молярную концентрацию с ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) и молярную концентрацию эквивалентов  $C(1/2\text{Ca}(\text{OH})_2)$ .
  34. Посчитайте титр раствора, если в 25 см<sup>3</sup> содержится 0,5 г NaOH. 10. Молярная концентрация эквивалентов  $C(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05$  моль/л.
  35. Какое соотношение необходимо изменить 14%-ный и 56%-ный раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , чтобы приготовить 20%-ный раствор серной кислоты.
  36. Определите молярную концентрацию эквивалентов раствора, если в растворе содержится 24 г карбоната калия  $\text{K}_2\text{CO}_3$ .
  37. Определите массовую часть (%) потери при прокаливании глины, если масса навески до прокаливания равна 1,9126 г, а масса навески после прокаливания – 1,7412 г.
  38. В 750 г воды растворено 50 г соли. Определите массовую часть (%) соли в растворе.
  39. Нужно приготовить 25% - ный раствор из 60%-ного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
  40. Молярная концентрация эквивалентов  $C(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05$  моль/л. Определить титр и молярную концентрацию раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
  41. Определите молярную концентрацию раствора серной кислоты, если в 100 см<sup>3</sup> этого раствора содержится 4,9 г безводной  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
  42. Определить какая масса KI находится в 200 см<sup>3</sup> раствора, если титр его равен 0,0166 г/см<sup>3</sup>.
  43. Из навески карбонатной породы массой 0,5014 г после нескольких операций получено 0,6497 г гравиметрической формы  $\text{CaSO}_4$ . Рассчитайте массовую часть (%)  $\text{CaCO}_3$  в образце.
  44. Нужно приготовить 100 мл 10%-ного раствора  $\text{BaCl}_2$ .
  45. В 50 г раствора содержится 2,5 г гидроксида калия KOH. Определить массовую долю KOH (%).
  46. Определите массовую долю потерь при прокаливании глины, если масса навески до прокаливания была 1,9126 г, масса навески после прокаливания – 1,7412 г.
  47. Сколько граммов  $\text{KMnO}_4$  надо взять для приготовления 2,00 л раствора с титром 0,003510 г/мл?
  48. На титрование 0,0244 г  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  израсходовано 19,50 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ . Вычислите нормальность и титр раствора  $\text{KMnO}_4$ .
  49. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 2,00 л 0,02н раствора тиосульфата натрия?

### Контрольный работа

#### Тема 1. Примеры вопросов к контрольной работе № 1.

##### Вопрос 1.1.

1. В растворе какого реагента следует растворить осадок  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  для определения в нем ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ?
2. Какое условие нужно обеспечить, чтобы действием гидрата аммиака разделить смесь катионов никеля и алюминия?

#### Вопрос 1.2.

1. Какую формулу нужно использовать для расчета pH в растворе уксусной кислоты?
2. По какой формуле рассчитывают концентрацию ионов водорода в водном растворе гидрофосфата натрия?

#### Вопрос 1.3.

1. Какой из анионов – оксалат, фосфат или фторид при прочих равных условиях обеспечивает наибольшую полноту осаждения ионов бария?
2. Какой из катионов –  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  – будет осажден наиболее полно при действии фосфата натрия на раствор его соли?

### Тема 2. Примеры вопросов к контрольной работе № 2.

#### Вопрос 2.1.

1. С каким индикатором можно оттитровать 0,1000 М раствор  $\text{H}_3\text{PO}_4$  до  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ? Ответ подтвердите расчетом.
2. Какой индикатор следует использовать при определении содержания гидроксида натрия, если в растворе присутствует ацетат натрия? Ответ подтвердите соответствующими уравнениями реакций и расчетами.

#### Вопрос 2.2.

1. По какой формуле рассчитывают количество моль эквивалента иона аммония при его определении формальдегидным методом? Приведите уравнения реакций, иллюстрирующих схему титрования.
2. Титруют смесь гидроксида натрия и карбоната натрия раствором  $\text{HCl}$  с индикатором метиловым оранжевым. Какие компоненты смеси при этом будут оттитровываться? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций.

#### Вопрос 2.3.

1. Рассчитать титр раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  по  $\text{NaOH}$  ( $T(\text{H}_2\text{SO}_4/\text{NaOH})$ ), если  $c(1/2 \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1000$  моль-экв/л.  $M(\text{NaOH}) = 40$  г/моль.
2. Навеску  $\text{NaOH}$  1,5238 г, загрязненную карбонатом ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), растворили и разбавили дистиллированной водой до 100 мл в мерной колбе. На титрование 10,00 мл полученного раствора с индикатором метиловым оранжевым потребовалось 22,53 мл раствора  $\text{HCl}$  с  $T(\text{HCl}) = 0,003650$  г/мл. На титрование такого же объема раствора с индикатором фенолфталеином потребовалось 18,50 мл  $\text{HCl}$ . Рассчитать процентное содержание  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в  $\text{NaOH}$ .

### Тема 3. Примеры вопросов к контрольной работе № 3.

#### Вопрос 3.1.

1. Напишите формулу для расчета окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности. Чему равно значение окислительно-восстановительного потенциала в точке эквивалентности при титровании 0,05 н. раствора  $\text{I}_2$  0,05 н. раствором  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , если  $E_{\text{I}_2/\text{I}^-}^0 = 0,54 \text{ В}$ , а  $E_{\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}^0 = 0,09 \text{ В}$ ? Ответ подтвердите расчётом и запишите уравнения соответствующей химической реакции и полуреакций, изобразите ход кривой титрования.
2. Напишите формулу для расчета реального окислительно-восстановительного потенциала от pH раствора. Чему равно значение реального окислительно-восстановительного потенциала полуреакции восстановления пероксида водорода при pH 4? Ответ подтвердите расчетом.

#### Вопрос 3.2.

1. По какой формуле рассчитывают значение реального окислительно-

восстановительного потенциала полуреакции, если окисленная форма участвует в побочной реакции комплексообразования. Ответ подтвердите уравнениями химических реакций и полуреакций на конкретном примере.

2. Как вычисляют число молей эквивалента  $K_2Cr_2O_7$  при определении иодометрическим методом? Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций и полуреакций. Предложите физико-химический метод определения концентрации дихромата калия в растворе.

### **Вопрос 3.3.**

1. Определение содержания железа(II) в растворе проводят методом потенциометрического титрования. Сколько железа содержит образец, если навеска этого образца массой 0,1700 г после растворения и восстановления железа до железа (II) оттитрована 8,40 мл раствора перманганата калия с  $T(KMnO_4/Fe) = 0,006200$  г/мл?
2. Объясните принцип ионного обмена. Приведите уравнения химических реакций. Перечислите известные вам типы ионообменников.

## **Контрольная работа 1**

### **Вариант 1.1.**

1. Суть методов термического анализа и их виды. Простые и дифференциальные кривые нагревания.
2. Применение ИК-спектроскопии для исследования структуры силикатных материалов.

### **Вариант 1.2.**

1. Физические основы методов рентгенографического анализа, классификация методов.
2. Поляризационные микроскопы, их устройство и принцип работы. Методика определения показателей преломления.

### **Вариант 1.3.**

1. Теоретические основы ИК-спектроскопии стекол и кристаллических силикатов.
2. Применение просвечивающей электронной микроскопии для исследования силикатных материалов.

### **Вариант 1.4.**

1. Дериватография. Преимущества и отличия метода дериватографии от классического дифференциально-термического анализа.
2. Металлографические микроскопы, особенности конструкции. Методика подготовки шлифов и методы их исследования.

### **Вариант 1.5.**

1. Дифференциально-термический анализ. Энергетические эффекты фазовых переходов. Факторы, влияющие на форму термопиков на ДТА кривой.
2. Сканирующий туннельный микроскоп и принцип его работы. Методы съемки поверхности.

### **Вариант 1.6.**

1. Электронная микроскопия. Принцип получения увеличенного изображения объекта. Схема электронного микроскопа на примере электронного микроскопа просвечивающего типа.
2. Средства обеспечения условий проведения термического анализа: нагревательные элементы, охлаждающие агенты, используемые газы.

### **Вариант 1.7.**

1. Методы рентгенографического анализа. Физические основы методов. Дифракция рентгеновского излучения. Уравнение Вульфа-Брегга.
2. Применение электронной микроскопии. Определение ориентационного соотношения кристаллов.

### **Вариант 1.8.**

1. Теоретические основы оптической микроскопии. Области ее практического использования.

Основные узлы и принцип работы рентгеновского дифрактометра.

**Вариант 1.9.**

1. Электронно-микроскопические изображения. Теория дифракционного контраста.
2. Количественный фазовый ДТА. Методы количественных определений: пропорциональный метод, метод градуировочного графика.

**Вариант 1.10.**

1. Рентгенографический анализ. Методы количественных определений.
2. Электронная микроскопия. Приготовление и исследование препаратов из вязущих материалов. Метод избирательного травления.

**Вариант 1.11.**

1. Дифференциально-термический анализ. Качественный дифференциально-термический анализ. Расшифровка термограмм.
2. Растровый электронный микроскоп (РЭМ), режим контраста (регистрация излучения отраженных электронов) и его характеристика.

**Вариант 1.12.**

1. Метод Q-дериватографии: квазиизотермический и квазиизобарный термогравиметрические методы. Схема квазиизотермического дериватографа.
2. КР-спектроскопия в анализе стекол и кристаллических силикатов.

**Вариант 1.13.**

1. Электронная микроскопия: характеристика методов.
2. Дифференциально-термический анализ. Основные понятия: характеристическая температура, температура пика, температурный интервал, ширина пика, амплитуда пика, площадь пика.

**Вариант 1.14.**

1. Качественный рентгенофазовый анализ. Подготовка проб к анализу. Расшифровка рентгенограмм.
2. Растровый электронный микроскоп (РЭМ): локальный рентгеноспектральный анализ. Особенности подготовки образцов.

**Вариант 1.15.**

1. Оптическая микроскопия. Классификация оптических микроскопов по способам освещения и методам исследования.
2. Применение КР-спектроскопии для исследования структуры силикатных материалов.

**Контрольная работа 2**

**Вариант 2.1.**

1. Дисперсные системы. Характеристики дисперсных систем.
2. Характеристика пластичности при кручении. Диаграмма кручения.

**Вариант 2.2.**

1. Определение удельной поверхности методом воздухопроницаемости.
2. Вязкое разрушение. Схема зарождения трещин и дислокационных скоплений по А.Н. Орлову. показателей преломления.

**Вариант 2.3.**

1. Метод низкотемпературной адсорбции азота: аппаратное оформление и порядок проведения измерений.
2. Статистические методы определения механических свойств материалов.

**Вариант 2.4.**

1. Определение пористости методом ртутной порометрии: суть метода. Понятие микротвердости и возможность ее оценки.

**Вариант 2.5.**

1. Поромер высокого давления, порядок работы. Дифференциальная и интегральная порогаммы.
2. Классификация механических свойств и признаки, заложенные в ее основу. Единицы измерения прочности материалов.

**Вариант 2.6.**

1. Классификация дисперсных систем по виду дисперсной фазы. Способы выражения концентрации дисперсной фазы.
2. Принцип работы маятникового копра. Размеры и форма образцов с надрезом для испытания на ударный изгиб.

**Вариант 2.7.**

1. Размер частиц неправильной формы. Понятие об эквивалентном радиусе. Диаметры эквивалентных сфер.
2. Статистическая обработка результатов механических испытаний.

**Вариант 2.8.**

1. Методы определения размеров частиц: ситовой анализ, сепарационный анализ, световая оптическая микроскопия. Характеристика методов, их достоинства и недостатки.
2. Диаграмма пластического вдавливания шарового индектора. Схема прибора для определения твердости по Бринеллю.

**Вариант 2.9.**

1. Метод низкотемпературной адсорбции азота: порядок проведения измерений и обработка результатов.
2. Динамические методы определения механических свойств материалов.

**Вариант 2.10.**

1. Распределение частиц полидисперсных систем по размеру. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц по размеру.
2. Факторы, влияющие на прочностные показатели искусственного камня.

**Вариант 2.11.**

1. Размер частиц неправильной формы. Методы определения среднего размера частиц неправильной формы. Теория эквивалентных сфер.
2. Факторы, влияющие на трещиностойкость (критический коэффициент интенсивности напряжений).

**Вариант 2.1**

1. Седиментационный анализ. Закон Стокса. Факторы, влияющие на скорость осаждения частиц.
2. Методы определения работы удара и материалы, испытывающие ударную вязкость

**Вариант 2.13.**

1. Метод светового рассеяния на малые углы, характеристика метода. Гранулограмма и ее интерпретация.
2. Сравнительная характеристика статических и динамических методов определения механических свойств материалов.

**Вариант 2.14.**

1. Классификация дисперсных систем по виду дисперсной фазы. Одно-, двух- и трехмерные дисперсные фазы.
2. Диаграмма пластического вдавливания шарового индектора. Схема прибора для определения твердости по Бринеллю

**Вариант 2.15.**

1. Классификация дисперсных систем по виду дисперсной фазы. Одно-, двух- и трехмерные дисперсные фазы.
2. Диаграмма пластического вдавливания шарового индектора. Схема прибора для определения твердости по Бринеллю.



### 3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

#### Кейсы (ситуации и задачи с заданными условиями)

Обучающийся должен уметь выделить основные положения из текста задачи, которые требуют анализа и служат условиями решения. Исходя из поставленного вопроса в задаче, попытаться максимально точно определить проблему и соответственно решить ее.

Задачи могут решаться устно и/или письменно. При решении задач также важно правильно сформулировать и записать вопросы, начиная с более общих и, кончая частными.

*Критерии оценивания* – оценка учитывает методы и средства, использованные при решении ситуационной, проблемной задачи.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда обучающийся выполнил задание (решил задачу), используя в полном объеме теоретические знания и практические навыки, полученные в процессе обучения.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся в целом выполнил все требования, но не совсем четко определяется опора на теоретические положения, изложенные в научной литературе по данному вопросу.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся показал положительные результаты в процессе решения задачи.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не выполнил все требования.

#### Контрольная работа

Оценивается не только глубина знаний поставленных вопросов, но и умение изложить письменно.

*Критерии оценивания:* последовательность, полнота, логичность изложения, анализ различных точек зрения, самостоятельное обобщение материала. Изложение материала без фактических ошибок.

Оценка «отлично» ставится в случае, когда соблюдены все критерии.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, знает практическую базу, но допускает несущественные погрешности.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала, затрудняется с ответами, показывает отсутствие должной связи между анализом, аргументацией и выводами.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся не отвечает на поставленные вопросы.

### 3.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### 3.2.1. Критерии оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Шкала оценивания	Результаты обучения	Показатели оценивания результатов обучения
ОТЛИЧНО	Знает:	- обучающийся глубоко и всесторонне усвоил материал, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы, - на основе системных научных знаний делает квалифицированные выводы и обобщения, свободно оперирует категориями и понятиями.
	Умеет:	- обучающийся умеет самостоятельно и правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, используя научные понятия, ссылаясь на нормативную базу.
	Владеет:	- обучающийся владеет рациональными методами (с использованием

		<p>рациональных методик) решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;</p> <p>При решении продемонстрировал навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выделения главного,</li> <li>- связкой теоретических положений с требованиями руководящих документов,</li> <li>- изложения мыслей в логической последовательности,</li> <li>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.</li> </ul>
ХОРОШО	Знает:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся твердо усвоил материал, достаточно грамотно его излагает, опираясь на знания основной и дополнительной литературы,</li> <li>- затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений, оперирует категориями и понятиями, но не всегда правильно их верифицирует.</li> </ul>
	Умеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся умеет самостоятельно и в основном правильно решать учебно-профессиональные задачи или задания, уверенно, логично, последовательно и аргументировано излагать свое решение, не в полной мере используя научные понятия и ссылки на нормативную базу.</li> </ul>
	Владеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся в целом владеет рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;</li> <li>При решении смог продемонстрировать достаточность, но не глубинность навыков,</li> <li>- выделения главного,</li> <li>- изложения мыслей в логической последовательности,</li> <li>- связки теоретических положений с требованиями руководящих документов,</li> <li>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.</li> </ul>
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Знает:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся ориентируется в материале, однако затрудняется в его изложении;</li> <li>- показывает недостаточность знаний основной и дополнительной литературы;</li> <li>- слабо аргументирует научные положения;</li> <li>- практически не способен сформулировать выводы и обобщения;</li> <li>- частично владеет системой понятий.</li> </ul>
	Умеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся в основном умеет решить учебно-профессиональную задачу или задание, но допускает ошибки, слабо аргументирует свое решение, недостаточно использует научные понятия и руководящие документы.</li> </ul>
	Владеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся владеет некоторыми рациональными методами решения сложных профессиональных задач, представленных деловыми играми, кейсами и т.д.;</li> <li>При решении продемонстрировал недостаточность навыков</li> <li>- выделения главного,</li> <li>- изложения мыслей в логической последовательности,</li> <li>- связки теоретических положений с требованиями руководящих документов,</li> <li>- самостоятельного анализа факты, событий, явлений, процессов в их взаимосвязи и диалектическом развитии.</li> </ul>
НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	Знает:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не усвоил значительной части материала;</li> <li>- не может аргументировать научные положения;</li> <li>- не формулирует квалифицированных выводов и обобщений;</li> <li>- не владеет системой понятий.</li> </ul>
	Умеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не показал умение решать учебно-профессиональную задачу или задание.</li> </ul>
	Владеет:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не выполнены требования, предъявляемые к навыкам, оцениваемым «удовлетворительно».</li> </ul>

### 3.2.2. Контрольные задания и/или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

#### Список вопросов для устных ответов (варианты теста)

1. Основные положения протолитической теории.
2. Термодинамическая, концентрационная и условная константы равновесия.
3. Аналитические реакции и аналитические эффекты. Характеристики аналитических реакций: чувствительность, избирательность (селективность).
4. Групповые, общие, частные, характерные и специфические реакции.
5. Равновесия в аналитически важных протолитических системах. Константы кислотности и основности.
6. Вычисление рН растворов кислот и оснований различной силы, смесей кислот и оснований.
7. Буферные растворы, используемые в химическом анализе: их состав, свойства (буферная емкость, область буферирования).
8. Аналитические реакции комплексообразования. Общие, ступенчатые и условные константы устойчивости комплексных соединений.
9. Использование реакций осаждения в аналитических целях. Константа равновесия реакций осаждения-растворения; факторы, влияющие на растворимость осадков.
10. Окислительно-восстановительная реакция и окислительно-восстановительный потенциал.
11. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций.
12. Выбор титранта и оптимальных условий титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.
13. Индикация конечной точки титрования химическими и физико-химическими методами.
14. Ионообменная хроматография в количественном химическом анализе.
15. Требования, предъявляемые к реакциям ионного обмена.
16. Изотерма ионного обмена.
17. Выбор оптимальных условий ионообменного разделения веществ.
18. Классификация физико-химических методов анализа.
19. Аналитический сигнал как информативная функция состава вещества и его количества.
20. Примеры аналитических сигналов и их измерений в ФХМА.
21. Основные аналитико-метрологические характеристики методов и результатов анализа, способы их оценки.
22. Общая характеристика спектральных методов анализа.
23. Общая характеристика электрохимических методов анализа.
24. Общая характеристика хроматографических методов.
25. Представление о фотометрических и потенциометрических методах анализа.
26. Методы термического анализа и их классификация.
27. Дифференциально-термический анализ. Суть метода и его возможности. Способы повышения разрешающей способности метода.
28. Схема дериватографа, основные узлы и принцип работы прибора.
29. Качественный ДТА. Подготовка проб для анализа. Интерпретация результатов анализа.
30. Количественный дифференциально-термический анализ. Приемы и методы количественных определений.
31. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Общие черты и различия методов ДСК и ДТА.
32. Использование методов термического анализа при исследовании тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
33. Методы Q-дериватографии, их характеристика. Принцип работы квазиизотермического дериватографа.
34. Теоретические основы методов рентгенографического анализа и их классификация.
35. Аппаратурное оформление рентгенографического анализа: основные узлы прибора

- и принцип его работы. Съемка рентгенограмм с регистрацией методом плоского образца (схема Брегга-Брентана).
36. Качественный рентгенофазовый анализ (РФА). Суть метода. Факторы, влияющие на результаты анализа многофазных смесей. Порядок расшифровки рентгенограмм.
  37. Количественный РФА минеральных вяжущих веществ. Критерии выбора аналитических пиков. Методы количественных определений.
  38. Использование рентгенографических методов в анализе тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.
  39. Рентгеноструктурный анализ силикатных материалов. Методы съемки кристаллов с дифрактометрической регистрацией.
  40. Теоретические основы методов спектрофотометрии в УФ- и видимой областях спектра. Использование этих методов при исследовании структуры силикатных материалов.
  41. Основные узлы и принцип работы ИК-спектрофотометра. Техника проведения анализа. Интерпретация полученных результатов.
  42. Теоретические основы КР-спектроскопии. Ее отличительные особенности и использование при исследовании кристаллических силикатов.
  43. Основные узлы и принцип работы КР-спектрометра. Техника проведения анализа. Интерпретация полученных результатов.
  44. ИК- и КР-спектроскопия – сравнительная характеристика методов.
  45. Теоретические основы оптической микроскопии и границы ее использования. Классификации оптических микроскопов.
  46. Оптические микроскопы: основные узлы и построение оптических схем. Основные характеристики оптических микроскопов.
  47. Специальные методы микроскопического анализа и их использование при исследовании силикатных материалов.
  48. Количественная металлография. Основы метода. Определение размера зерна в поликристалле, количественный анализ фазового состава силиката, исследование формы, размера и распределения зерен различных фаз.
  49. Теоретические основы электронной микроскопии. Классификации электронных микроскопов по типу используемых линз и способу исследования объектов.
  50. Просвечивающий электронный микроскоп (ПЭМ): схема прибора и основные узлы. Принцип работы просвечивающего электронного микроскопа.
  51. Растровый электронный микроскоп (РЭМ): схема и основные узлы прибора. Основы работы растрового электронного микроскопа (РЭМ).
  52. Растровый электронный микроскоп: режимы работы. Использование различных режимов работы РЭМ в аналитических целях.
  53. Виды электронных микроскопов ПЭМ и РЭМ, их сравнительная характеристика.
  54. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ): принцип его действия и границы использования. Основные узлы и схема работы прибора, методики сканирования.
  55. Методы электронной микроскопии: прямые, косвенные и специальные. Использование методов электронной микроскопии для исследования силикатных материалов, способы подготовки проб.
  56. Теоретические основы анализа порошкообразных материалов. Понятие о дисперсности. Способы определения размеров частиц неправильной формы. Теория эквивалентных сфер.
  57. Дисперсные системы: их классификация и характеристики.
  58. Определение удельной поверхности методом воздухопроницаемости. Основы метода. Факторы, влияющие на результаты анализа. Достоинства и недостатки метода.
  59. Определение удельной поверхности методом воздухопроницаемости: основные узлы прибора. Порядок выполнения работы, обработка результатов измерений.

60. Определение удельной поверхности методом низкотемпературной адсорбции азота. Основы метода и области использования.
61. Определение удельной поверхности методом низкотемпературной адсорбции азота: аппаратное оформление и принцип работы прибора.
62. Определение удельной поверхности методом низкотемпературной адсорбции азота: подготовка проб, порядок проведения анализа и обработка результатов.
63. Методы определения гранулометрического состава минеральных порошков. Ситовой анализ. Характеристика шкалы сит. Порядок проведения анализа. Достоинства и недостатки метода.
64. Теоретические основы седиментационного анализа и границы его применимости. Достоинства и недостатки метода.
65. Седиментационный анализ и особенности его проведения при анализе минеральных вяжущих веществ. Порядок проведения анализа и обработка результатов.
66. Сепарационный анализ минеральных порошков. Основы метода и условия его проведения. Достоинства и недостатки метода.
67. Теоретические основы метода лазерной дифракции. Принцип работы лазерного микроанализатора.
68. Метод лазерной дифракции. Порядок проведения анализа. Гранулограммы. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц по размерам.
69. Методы определения гранулометрического состава минеральных порошков. Сравнительная характеристика методов и сопоставительный анализ результатов.
70. Капиллярно-пористые тела, их классификация и характеристика.
71. Характеристика поровой структуры искусственного камня. Взаимосвязь поровой структуры искусственного камня с его физико-техническими характеристиками.
72. Методы определения поровой структуры искусственного камня. Классификация методов и их сравнительная характеристика.
73. Теоретические основы метода ртутной порометрии. Поромеры высокого и низкого давления.
74. Метод ртутной порометрии: аппаратное оформление метода. Устройство порометров высокого и низкого давления.
75. Определение пористости методом ртутной порометрии. Подготовка образцов и порядок проведения анализа.
76. Определение пористости методом ртутной порометрии. Обработка результатов измерений. Построение интегральной и дифференциальной кривых распределения пор по размерам. Расчет размера и диаметра пор.
77. Определение поровой структуры искусственного камня методом насыщения. Основы метода.
78. Методы оценки механических свойств силикатных материалов. Единицы измерения.
79. Методы определения упругих свойств материала. Упругие участки кривых напряжение – деформация. Зависимость вязкости разрушения от скорости деформации.
80. Классификация механических испытаний по способу нагружения и характеру изменения нагрузки во времени. Современная трактовка физического и технического смысла важнейших механических свойств материалов.
81. Твердость материала и методы ее измерения: твердость по Бринеллю, Виккерсу и Роквеллу. Единицы измерения. Достоинства и недостатки методов.
82. Упругие свойства материалов. Закон Гука и константа упругих свойств. Модуль Юнга, модуль сдвига и коэффициент Пуансона.
83. Определение упругих свойств материалов. Приборы и принцип их работы. Резонансная установка для определения модуля нормальной упругости.

84. Ударная вязкость, единицы измерения. Вязкое разрушение, механизмы зарождения трещин.
85. Методы определения предела прочности искусственного камня при изгибе, сжатии и растяжении. Подготовка образцов. Приборы и установки.

#### Тексты проблемно-аналитических и (или) практических учебно-профессиональных задач

1. Рассчитайте pH буферного раствора, состоящего из равных объемов 0,10 М гидроксида аммония и 0,20 М хлорида аммония. ( $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ).
2. С целью определения содержания компонентов проводили титрование раствора, содержавшего равное количество молей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$ . В присутствии индикатора фенолфталеина было израсходовано 40,0 мл стандартного раствора HCl. Затем полученный раствор дотитровывали в присутствии индикатора метилового оранжевого. Какой объем HCl затрачен на дотитрование. Приведите уравнения химических реакций и расчеты.
3. Для анализа сточных вод провели серию испытаний. Для этого отобрали 100,0 мл пробы и осаждали сульфат-ионы хлоридом бария. Полученный осадок отфильтровывали, промывали и растворяли в 30,00 мл 0,025 М раствора ЭДТА. Избыток ЭДТА оттитровывали 0,0250 М раствором хлорида магния. При этом были получены следующие результаты:  $V_1 = 15,00$ ;  $V_2 = 15,03$ ;  $V_3 = 15,00$ ;  $V_4 = 15,04$ ;  $V_5 = 15,05$  мл. Определите содержание сульфат-ионов в 1 л сточной воды и доверительный интервал для полученного результата, приняв уровень доверительной вероятности 0,95. ( $M(\text{SO}_4^{2-}) = 96$  г/моль;  $M(\text{ЭДТА}) = 372,24$  г/моль).
4. Расчитайте потенциал в Т.Э при титровании раствора  $\text{FeSO}_4$  раствором  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  при pH = 2 и 7, если ( $E^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, 14\text{H}^+/2\text{Cr}^{3+}) = 1,36$  В),  $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77$  В. (Концентрации компонентов принять равными 1 моль/л).
5. Каким образом, используя ионный обмен, можно провести определение  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  в растворе методом кислотно-основного титрования? Приведите уравнения соответствующих химических реакций и формулу для расчета содержания гидрофосфата натрия в растворе.

#### 3.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации

##### Процедура оценивания знаний (тест)

Предлагаемое количество заданий	20
Последовательность выборки	Определена по разделам
Критерии оценки	- правильный ответ на вопрос
«5» если	правильно выполнено 90-100% тестовых заданий
«4» если	правильно выполнено 70-89% тестовых заданий
«3» если	правильно выполнено 50-69% тестовых заданий

##### Процедура оценивания знаний (устный ответ)

Предел длительности	10 минут
Предлагаемое количество заданий	2 вопроса
Последовательность выборки вопросов из каждого раздела	Случайная
Критерии оценки	- требуемый объем и структура - изложение материала без фактических ошибок - логика изложения - использование соответствующей терминологии - стиль речи и культура речи - подбор примеров их научной литературы и практики
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов
«3» если	требования выполнены частично – не выдержан объем, есть фактические ошибки, нарушена логика изложения, недостаточно используется соответствующая терминологии

## Процедура оценивания умений и навыков (решение проблемно-аналитических и практических учебно-профессиональных задач)

Предлагаемое количество заданий	1
Последовательность выборки	Случайная
Критерии оценки:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделение и понимание проблемы</li> <li>- умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения</li> <li>- полнота использования источников</li> <li>- наличие авторской позиции</li> <li>- соответствие ответа поставленному вопросу</li> <li>- использование социального опыта, материалов СМИ, статистических данных</li> <li>- логичность изложения</li> <li>- умение сделать квалифицированные выводы и обобщения с точки зрения решения профессиональных задач</li> <li>- умение привести пример</li> <li>- опора на теоретические положения</li> <li>- владение соответствующей терминологией</li> </ul>
«5» если	требования к ответу выполнены в полном объеме
«4» если	в целом выполнены требования к ответу, однако есть небольшие неточности в изложении некоторых вопросов. Затрудняется в формулировании квалифицированных выводов и обобщений
«3» если	требования выполнены частично – пытается обосновать свою точку зрения, однако слабо аргументирует научные положения, практически не способен самостоятельно сформулировать выводы и обобщения, не видит связь с профессиональной деятельностью

## 4. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 4.1. Электронные учебные издания

1. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 537 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09354-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511300>.
2. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для вузов / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 344 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09460-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511323>.
3. Аналитическая химия : учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 107 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07837-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514150>.
4. Баннов, А. Г. Инструментальные методы анализа: термический анализ и низкотемпературная адсорбция азота : учебное пособие / А. Г. Баннов, М. В. Попов. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 72 с. — ISBN 978-5-7782-3847-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152336>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Водопьянова, С. В. Аналитический контроль минерального сырья в производстве силикатных материалов : учебное пособие / С. В. Водопьянова. — Казань : КНИТУ, 2018. — 100 с. — ISBN 978-5-7882-2353-7. — Текст : электронный //

- Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138521>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Матюхина О. Н., Сивков С.П. Методы термического анализа: учебное пособие. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. - 39 с.
  7. Матюхина О.Н., Косинов Е.А. Методы рентгенографического анализа: текст лекций. М: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2010. 52 с.
  8. Потапова Е.Н., Барина О.Н. Микроскопические методы исследования вяжущих материалов: Учебное пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева. 2018. 168 с.
  9. Физико-химические методы анализа : учебное пособие для вузов / В. Н. Казин [и др.] ; под редакцией Е. М. Плисса. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 201 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14964-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/518222>.

#### **4.2. Электронные образовательные ресурсы**

1. Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт») [Электронный ресурс]. – URL: <https://urait.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система ZNANIUM [Электронный ресурс]. – URL: <https://znanium.com/>.
3. Электронная библиотечная система «Консультант студента» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/>.
4. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/>.
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/>.
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/>.
7. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <http://fcior.edu.ru/>.

#### **4.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к ниже следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru>.
2. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/>.

#### **4.4. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
2. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.
3. Программное обеспечение отечественного производства: справочно-правовая система «Гарант» (Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»), образовательная платформа ЮРАЙТ (Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» Biblio-online.ru (ЭБС «Юрайт»)), электронно-библиотечная система ZNANIUM, электронная библиотечная система «Консультант студента».

#### **4.5. Оборудование и технические средства обучения**

Для реализации дисциплины (модуля) используются учебные аудитории для проведения учебных занятий, которые оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, и помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые



оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Наименование учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы*	Оснащенность учебных аудиторий для проведения учебных занятий и помещений для самостоятельной работы оборудованием и техническими средствами обучения
Учебные аудитории для проведения учебных занятий	Учебная аудитория укомплектована специализированной мебелью, отвечающей всем установленным нормам и требованиям, оборудованием и техническими средствами обучения (мобильное мультимедийное оборудование).
Помещение для самостоятельной работы	Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РХТУ им. Д.И. Менделеева и к ЭБС.

\* Номер конкретной аудитории указан в приказе об аудиторном фонде, расписании учебных занятий и расписании промежуточной аттестации.