

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

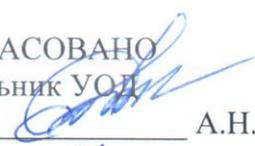
Сертификат: 11 7D 78 67 C2 66 A3 34 B2 CE 4F 9A FD E9 38 84 E5 28 4A 09
Владелец: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Новгородский государственный университет
имени Ярослава Мудрого»
Действителен: с 08.07.2021 до 08.10.2022



А.М. Козина
2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
учебного модуля
Аналитическая химия

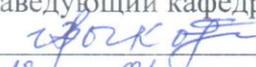
для специальности
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль)
Химия и технология удобрений

СОГЛАСОВАНО
Начальник УОД

_____ А.Н. Макаревич
«21» 01 2019 г.

Разработал
зав. кафедрой ФПХ, д.х.н.

_____ И.В. Зыкова
«15» 01 2019 г.

Принято на заседании кафедры
протокол № 5
от «18» 01 2019 г.

Заведующий кафедрой ФПХ

_____ И.В. Зыкова
«18» 01 2019 г.

1 Цели и задачи освоения учебного модуля

Цель освоения учебного модуля: формирование компетентности студентов владением навыками химического эксперимента, синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций.

Задачи:

- изучение теоретических основ качественного и количественных методов анализа;
- приобретение навыков пробоотбора и пробоподготовки;
- изучение методов разделения и концентрирования;
- уровней градуировки и выбора стандартов;
- приобретение навыков правильного выбора метода или методов для конкретного этапа аналитических измерений.

2 Место учебного модуля в структуре ОПОП

Учебный модуль относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы специальности (далее – ОПОП). В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках следующих дисциплин (модулей, практик): математики, физики, неорганической химии.

Освоение учебного модуля является компетентностным ресурсом для дальнейшего изучения следующих дисциплин (модулей, практик): физическая химия, коллоидная химия, органическая химия, химические основы биологических процессов и т.д..

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебного модуля:

ОПК–1 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности

ОПК–2 Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности

Результаты освоения учебного модуля представлены в табл. 1

Таблица 1 – Результаты освоения учебного модуля:

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)</i>		
ОПК – 1. Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК – 1.1. Знать методы интерпретации результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	ОПК – 1.2. Уметь формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК – 1.3. Владеть методами систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результатов расчетов свойств веществ и материалов

ОПК – 2. Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ОПК – 2.1. Знать существующие и разрабатываемые новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности	ОПК – 2.2. Уметь работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	ОПК – 2.3. Владеть методами исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования
--	--	--	---

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

4.1.1 Трудоемкость учебного модуля для очной формы обучения представлена в табл.

2.

Таблица 2 - Трудоемкость учебного модуля для очной формы обучения

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам	
		3 семестр	4 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	16	6	10
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	360	144	216
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ) (при наличии)			
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	216	72	144
5. Промежуточная аттестация (зачет; дифференцированный зачет; экзамен) (АЧ)		экзамен	экзамен

4.2 Содержание учебного модуля

Введение

Предмет аналитической химии. Структура аналитической химии. Значение аналитической химии в развитии естествознания, техники и народного хозяйства. Виды анализа: изотопный, элементный, функциональный, структурный, молекулярный, фазовый. Химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.

Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу.

Метрологические основы химического анализа

Основные метрологические понятия и представления. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Классификация погрешностей анализа. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Статистическая обработка результатов измерений.

УЭМ 1. Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования:

Основные типы реакций и процессов в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления, осаждения-растворения, экстракции, сорбции. Константы равновесия. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Структура растворителей и раствора. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Метод конкурирующих реакций. Общая и равновесная концентрации. Условные константы. Графическое описание равновесий.

Скорость реакций в химическом анализе. Быстрые и медленные реакции. Элементарные стадии реакции. Скоростопределяющая стадия. Кинетические уравнения. Молекулярность и порядок реакций. Факторы, влияющие на скорость. Катализаторы, ингибиторы. Автокаталитические реакции. Индуцированные цепные и сопряженные реакции. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе. Управление реакциями и процессами в аналитической химии.

Раздел 1.1 Равновесия в гомогенных системах

Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота-сопряженное основание и растворитель. Константа кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя.

Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления pH растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

Раздел 1.2 Равновесия в окислительно-восстановительных процессах

Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления-восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах. Механизмы окислительно-восстановительных реакций.

Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе.

Раздел 1.3 Равновесия в гетерогенных системах (процессы осаждения и соосаждения)

Равновесие в системе раствор – осадок. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона, осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры). Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц и их роста. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка (перекристаллизация и агрегация первичных частиц, термическое старение, оствальдовское созревание). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение и последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др.). Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

Раздел 1.4 Равновесия в процессах комплексообразования

Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия

металл-лиганд, по однородности лиганда и комплексообразователя: внутрисферные и внешнесферные комплексы, однороднолигандные и смешаннолигандные, полиядерные.

Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Влияние общей структуры на свойства органических реагентов, роль заместителей и хромофорных групп. Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа H_2O , NH_3 , H_2S и кислород-, азот-, и серосодержащими органическими реагентами. Влияние природы функционально-аналитических групп, их расположения, стереохимии молекул реагента на селективность его взаимодействия с неорганическими ионами.

Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов: природа донорных атомов и структура реагента, размер циклов, число циклов, характер связи металл-лиганд.

Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений, константы устойчивости, степень образования комплекса. Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости. Механизм замещения лигандов: ассоциативный и диссоциативный. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрации компонентов, рН, ионная сила раствора, температура.

Влияние комплексообразования на растворимость соединений, окислительно-восстановительный потенциал систем, кислотно-основное равновесие, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений. Преимущества органических реагентов по сравнению с неорганическими.

Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.

Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

УЭМ 2. Методы выделения, разделения и концентрирования

Раздел 2.1 Методы выделения, разделения и концентрирования

Основные методы разделения и концентрирования, их выбор и оценка. Сочетание различных методов разделения и концентрирования с физико-химическими и физическими методами определения. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.

Методы экстракции. Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов.

Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов путем подбора органических растворителей, изменения рН водной среды, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции.

Методы осаждения и соосаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения путем установления различных значений рН, образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях.

Другие методы. Электрохимические методы. Отгонка (дистилляция, возгонка). Зонная плавка. Селективное растворение. Направленная кристаллизация. Химические транспортные реакции. Мембранные методы. Сорбция. Флотация. Термодиффузия.

Раздел 2.2 Хроматографические методы анализа

Основные принципы метода. Классификация по применяемым фазам, механизмам разделения и технике хроматографического анализа. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные теоретические положения. Концепция теоретических тарелок, ее недостатки. Кинетическая теория. Типы стационарных и подвижных фаз. Качественный и количественный хроматографический анализ.

Адсорбционная жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.

Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лигандообменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

Эксклюзивная хроматография. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.

Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерный). Реагенты для проявления хроматограмм. Бумажная хроматография. Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения.

УЭМ 3. Химические и физико-химические количественные методы анализа

Раздел 3.1 Химические методы анализа

Гравиметрический метод анализа

Сущность гравиметрического анализа и границы его применимости. Прямые и косвенные методы определения. Ошибки в гравиметрическом анализе. Важнейшие неорганические и органические осадители. Общая схема определений. Величина навески, осадка и объема раствора. Требования к осаждаемой форме. Способы отделения осадка от раствора. Промывание осадка. Требования к гравиметрической форме. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ.

Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания.

Титриметрические методы анализа

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Определение неорганических и органических соединений. Виды титриметрических определений: прямое и обратное титрование, определение по замещению. Способы выражения состава растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Молярная концентрация. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования (s-образные, линейные). Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Автоматические титраторы.

Кислотно-основное титрование

Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований и температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Ошибки титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.

Окислительно-восстановительное титрование

Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: комплексообразование, концентрация ионов водорода, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования. Индикаторы. Погрешности титрования.

Осадительное титрование

Построение кривых титрования. Влияние адсорбции на точность титрования. Влияние растворимости соединений, концентрации определяемых ионов, температуры на характер кривых титрования. Индикаторы. Ошибки титрования. Другие методы обнаружения конечной точки титрования.

Комплексометрическое титрование

Построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. Ошибки титрования. Неорганические и органические реагенты в комплексометрии. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, вытеснительное, косвенное. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Селективность титрования и способы ее повышения.

Другие титриметрические методы анализа

Термометрическое, радиометрическое титрование. Сущность методов.

Раздел 3.2 Электрохимические методы анализа

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимическая цепь (ячейки). Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (оммическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах. Чувствительность и селективность электрохимических методов.

Потенциометрия

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика.

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления.

Кондуктометрия

Теоретические основы метода. Электрическая проводимость, измерение электрической проводимости. Зависимость электрической проводимости электролита от различных факторов. Классификация кондуктометрических методов. Области применения кондуктометрии.

Аналитическая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Аппаратура для кондуктометрических измерений.

Вольтамперометрия

Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов. Получение

и характеристика вольтамперной кривой. Конденсаторный (емкостный), миграционный, диффузный токи. Предельный диффузный ток. Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Зависимость потенциала полуволны от константы устойчивости комплексного соединения. Восстановление и окисление органических соединений. Современные разновидности вольтамперометрии: прямая и инверсионная вольтамперометрия, переменноточковая вольтамперометрия, хроноамперометрия с линейной разверткой. Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое титрование с одним и двумя индикаторными поляризованными электродами. Выбор потенциала индикаторного электрода и налагаемого напряжения при использовании двух индикаторных электродов. Виды кривых титрования. Использование реакций осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления.

Другие электрохимические методы анализа

Общая характеристика электрогравиметрических методов. Теоретические основы кулонометрии. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Хронопотенциометрия – вольтамперометрия при постоянном токе. Практическое применение методов.

Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.

Раздел 3.3 Оптические методы анализа

Спектроскопические методы анализа

Спектр электромагнитного излучения, его основные характеристики и способы выражения (длина волны, частота, волновое число, поток излучения, интенсивность). Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), рассеяние, поглощение. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения.

Спектры атомов. Основные и возбужденные электронные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Связь интенсивности с числом излучающих частиц.

Спектры молекул. Представление полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Схемы электронных уровней молекулы. Основные и возбужденные электронные состояния. Особенности молекулярных спектров. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества.

Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов. Характеристики спектральных приборов: дисперсия, разрешающая сила, светосила. Оптические материалы, применяемые для работ в различных областях спектра. Приемники излучения: фотоэмульсия, фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники излучения. Систематические аппаратурные искажения.

Законы поглощения электромагнитного излучения и способы их выражения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Математическое выражение этого закона. Величины, характеризующие поглощение. Использование спектров атомов и молекул в аналитической химии.

Методы атомной оптической спектроскопии

Атомно-эмиссионный метод. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые,

искровые, пониженного давления), пламена, плазменные источники (плазмотроны, индуктивно связанная плазма), лазеры. Их основные характеристики: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов.

Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

Атомно-абсорбционный метод. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики.

Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики.

Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

Методы атомной рентгеновской спектроскопии

Рентгеновские спектры, их особенности. Способы генерации, монохроматизации и регистрации рентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектроскопии: рентгеноэмиссионная, рентгено-абсорбционная, рентгенофлуоресцентная. Принцип рентгеноэмиссионной спектроскопии; рентгеноспектральный микроанализ (электронный зонд). Основы рентгенофлуоресцентной спектроскопии; Особенности и значение метода (быстрый неразрушающий многоэлементный анализ); примеры использования.

Методы молекулярной оптической спектроскопии

Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).

Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические).

Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Спектрофотометрия как метод исследования реакций в растворах (комплексообразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения.

Методы колебательной спектроскопии. Колебательные спектры молекул. Их особенности. Классификация методов по способу получения колебательных спектров (ИК и КР-спектроскопия). Принципиальная схема прибора. Основные типы источников излучения, детекторов.

Качественный (молекулярный, структурно-групповой) и количественный анализ методами ИК- и КР-спектроскопии. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов, сравнение с методом спектрофотометрии. Примеры использования.

Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина. Принципиальная схема прибора.

Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода, сравнение с методом спектрофотометрии. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений. Примеры использования.

Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе.

Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа

Теоретические основы метода. Особенности коллоидных растворов. Способы получения коллоидных растворов. Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализа.

Поляриметрический метод анализа

Теоретические основы метода. Получение плоскополяризованного света. Принцип поляриметрических измерений. Аппаратура для поляриметрических измерений. Поляриметр круговой СМ-2. Зависимость угла вращения плоскости поляризации плоскополяризованного света от различных факторов. Практическое применение поляриметрического анализа.

Рефрактометрический метод анализа

Теоретические основы метода. Преломление света на границе раздела двух фаз. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от различных факторов. Поляризация и рефракция. Аппаратура для рефрактометрических определений. Практическое применение рефрактометрических измерений.

Другие физические методы анализа

Масс-спектрометрия. Идентификация и определение органических веществ; элементный и изотопный анализ. Хромато-масс-спектрометрия. Общие представления о резонансных (ЭПР-, ЯМР-спектроскопия) и ядерных методах.

Раздел 3.4 Хроматографические методы анализа

Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газотвердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.

УЭМ 4. Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка

Автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии

Использование ЭВМ в аналитической химии: сбор и первичная обработка результатов анализа; обработка многокомпонентных спектров и хроматограмм; установление корреляций аналитических свойств с пространственным электронным строением реагентов, интермедиатов, продуктов аналитических реакций. Управление аналитическими приборами, создание гибридных устройств анализатор-ЭВМ. Планирование и оптимизация эксперимента. Симплекс-оптимизация. Расчеты равновесий.

Математические методы в практике работы химико-аналитических лабораторий.

Автоматизация и механизация химического анализа. Автоматизация периодического, дискретного анализа и непрерывного анализа в потоке. Проточно-инжекционный анализ. Автоматизированные приборы, системы и комплексы, автоматы-анализаторы для лабораторного и производственного анализа. Персональные компьютеры. Примеры современных высокоэффективных аналитических приборов-автоматов (газоанализаторы, хромато-масс-спектрометры, автоматические приборы и системы для проточно-инжекционного анализа, для отбора и анализа проб космического вещества, лабораторные роботы).

Пробоотбор и пробоподготовка

Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенной и гетерогенной природы. Способы получения средней пробы твердых, жидких и

газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства.

Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Основные объекты анализа

Объекты окружающей среды: воздух, природные воды (поверхностные, подземные), атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа.

Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.

Геологические объекты Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.

Производственный анализ. Анализ технологических растворов, сточных вод.

Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и анализ их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразующих примесей в металлах. Контроль металлургических производств.

Атомные материалы. Определение тория, урана, плутония, трансплутониевых элементов и некоторых продуктов деления.

Неорганические соединения. Вещества особой чистоты (в том числе полупроводниковые материалы, материалы высокотемпературной сверхпроводимости); определение в них примесных и легирующих микроэлементов. Послойный и локальный анализ кристаллов и пленочных материалов.

Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Примеры решения задач контроля органических производств.

Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты.

Аналитическая химия элементов. Основные методы выделения и определения элементов.

4.3 Трудоемкость разделов учебного модуля и контактной работы

Таблица 3 – Трудоемкость разделов учебного модуля

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)			Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля
		Аудиторная				
		ЛЕК	ПЗ	ЛР		
1.	Введение	2	2	0	4	
2.	УЭМ -1 Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования:	28	28	62	22	КР № 1, 2 Кол № 1, 2, 3 защита ЛР № 1-12;
3.	УЭМ-2 Методы выделения, разделения и концентрирования	6	6	10	10	защита ЛР № 13, 14
4.	УЭМ -3 Химические и физико-химические количественные методы анализа	70	48	62	88	КР № 1,2 Кол № 1, 2, 3 защита ЛР № 1-15;

5.	УЭМ -4 Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка	20	6	10		20	защита ЛР № 16, 17
	Промежуточная аттестация					72	
	ИТОГО	126	90	144		216	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ:

3 семестр: УЭМ 1, УЭМ 2

1. Вводное занятие. Техника безопасности. Посуда и реактивы
2. Анализ катионов I аналитической группы
3. Анализ катионов II аналитической группы
4. Анализ катионов III аналитической группы
5. Анализ смеси катионов I, II, III аналитических групп
6. Анализ катионов IV аналитической группы
7. Анализ катионов V аналитической группы
8. Анализ катионов VI аналитической группы
9. Анализ смеси катионов IV, V, VI аналитических групп
10. Анализ смеси катионов шести аналитических групп
11. Анализ анионов I аналитической группы
12. Анализ анионов II, III аналитических групп
13. Анализ смеси анионов трех аналитических групп
14. Ход анализа твердых веществ, растворимых и нерастворимых в воде. Открытие катионов и анионов
15. Хроматографические методы анализа. Плоскостная хроматография

4 семестр: УЭМ 3, УЭМ 4

1. Гравиметрический анализ
2. Кислотно-основное титрование
3. Окислительно-восстановительное титрование
4. Осадительное титрование
5. Комплексонометрическое титрование
6. Кондуктометрия
7. Потенциометрия и потенциометрическое титрование
8. Ионметрия
9. Вольтамперометрия
10. Молекулярная спектроскопия в видимой области
11. Молекулярная спектроскопия в УФ-области спектра
12. Пламенная фотометрия
13. Рефрактометрия
14. Поляриметрия
15. Жидкостная хроматография
16. Анализ природных и сточных вод
17. Определение токсинов в пищевых продуктах

4.4.2 Примерные темы курсовых работ/курсовых проектов: не предусмотрено учебным планом

5 Методические рекомендации по организации освоения учебного модуля

3 семестр

Таблица 4 – Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоёмкость в АЧ
1.	Введение	2
2.	УЭМ 1 Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования: Типы реакций и процессов в аналитической химии (информационная лекция)	2
3.	Раздел 1.1 Равновесия в гомогенных системах (лекция-презентация)	10
4.	Раздел 1.2 Равновесия в окислительно-восстановительных процессах (лекция-презентация)	4
5.	Раздел 1.3 Равновесия в гетерогенных системах (процессы осаждения и соосаждения) (лекция-презентация)	4
6.	Раздел 1.4 Равновесия в процессах комплексообразования (лекция-презентация)	8
7.	УЭМ 2 Методы выделения, разделения и концентрирования (информационная лекция)	2
8.	Раздел 2.1 Методы экстракции (лекция-презентация)	2
9.	Раздел 2.2 Хроматографические методы анализа (лекция-презентация)	2
	ИТОГО	36

Таблица 5 – Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоёмкость в АЧ
1.	Введение (решение задач)	2
2.	Равновесия в гомогенных системах (решение задач)	12
3.	Равновесия в гетерогенных процессах (решение задач)	4
4.	Равновесия в окислительно-восстановительных процессах (решение задач)	4
5.	Равновесия в процессах комплексообразования (решение задач) (решение задач)	8
6.	Методы экстракции (решение задач) (решение задач)	2
7.	Методы осаждения и соосаждения (решение задач)	2
8.	Хроматографические методы (решение задач)	2
	ИТОГО	36

Таблица 6 – Методические рекомендации по организации лабораторных работ

№	Темы лабораторных занятий (форма проведения)	Трудоёмкость в АЧ
1.	Вводное занятие. Техника безопасности. Посуда и реактивы	4
2.	Анализ катионов I аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)	4
3.	Анализ катионов II аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)	4
4.	Анализ катионов III аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)	4
5.	Анализ смеси катионов I, II, III аналитических групп (лабораторная работа с элементами НИРС)	4
6.	Анализ катионов IV аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)	4
7.	Анализ катионов V аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)	4
8.	Анализ катионов VI аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)	4
9.	Анализ смеси катионов IV, V, VI аналитических групп (лабораторная работа с элементами НИРС)	4
10.	Анализ смеси катионов шести аналитических групп (лабораторная работа с элементами НИРС)	8
11.	Анализ анионов I аналитической группы (лабораторная работа с элементами НИРС)	4
12.	Анализ анионов II, III аналитических групп (лабораторная работа с элементами НИРС) (лабораторная работа с элементами НИРС)	4

13.	Анализ смеси анионов трех аналитических групп (лабораторная работа с элементами НИРС)	4
14.	Ход анализа твердых веществ, растворимых и нерастворимых в воде. Открытие катионов и анионов (лабораторная работа с элементами НИРС) (лабораторная работа с элементами НИРС) (лабораторная работа с элементами НИРС)	4
15.	Хроматографические методы анализа. Плоскостная хроматография (лабораторная работа с элементами НИРС)	12
	ИТОГО	72

4 семестр

Таблица 7 – Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	УЭМ 3. Химические и физико-химические количественные методы анализа Раздел 3.1 Химические методы анализа (лекция-презентация)	16
2.	Раздел 3.2 Электрохимические методы анализа. (лекция-презентация)	14
3.	Раздел 3.3 Оптические методы анализа. (лекция-презентация)	32
4.	Раздел 3.4 Хроматографические методы анализа (лекция-презентация)	8
5.	УЭМ 4. Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка	20
	ИТОГО	90

Таблица 8 – Методические рекомендации по организации практических занятий

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Гравиметрический анализ (решение задач)	4
2.	Кислотно-основное титрование (решение задач)	6
3.	Окислительно-восстановительное титрование (решение задач)	6
4.	Осадительное титрование (решение задач)	4
5.	Комплексонометрическое титрование (решение задач)	6
6.	Электрохимические методы анализа (решение задач)	6
7.	Методы атомной спектроскопии (решение задач)	4
8.	Методы молекулярной спектроскопии (решение задач)	6
9.	Поляриметрия, рефрактометрия (решение задач)	2
10.	Хроматографические методы анализа (решение задач)	4
11.	Объекты окружающей среды (решение задач)	2
12.	Производственный анализ (решение задач)	2
13.	Специальные объекты анализа (решение задач)	2
	ИТОГО	54

Таблица 9 – Методические рекомендации по организации лабораторных работ

№	Темы лабораторных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Гравиметрический анализ	6
2.	Кислотно-основное титрование	4
3.	Окислительно-восстановительное титрование	4
4.	Осадительное титрование	4
5.	Комплексонометрическое титрование	4
6.	Кондуктометрия	4
7.	Потенциометрия и потенциометрическое титрование	4
8.	Ионометрия	4
9.	Вольтамперометрия	4
10.	Молекулярная спектроскопия в видимой области	4
11.	Молекулярная спектроскопия в УФ-области спектра	4

12.	Пламенная фотометрия	4
13.	Рефрактометрия	4
14.	Поляриметрия	4
15.	Жидкостная хроматография	4
16.	Анализ природных и сточных вод	6
17.	Определение токсинов в пищевых продуктах	4
	ИТОГО	72

6 Фонд оценочных средств учебного модуля

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебного модуля

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечения учебного модуля представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1.	Наличие специальной аудитории	учебная лаборатория
2.	Мультимедийное оборудование	Проектор, компьютер, экран
3.	Программное обеспечение	Microsoft Windows 7 Professional Dreamspark (Imagine) № 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212 от 30.04.2015 Microsoft Office 2013 Standard Open License № 62018256 от 31.07.2016 Kaspersky Endpoint Security Standard Лицензия № 1C1C-180910-103950-813-1463 от 10.09.2018
4.	Вытяжные шкафы	2 вытяжных шкафа
5.	Настольное и напольное оборудование	4 островных лабораторных стола и 8 пристенных лабораторных столов
6.	Шкаф с лабораторной посудой	2 шкафа с лабораторной посудой
	Мойки	4 мойки
	Сушильный шкаф	1 сушильный шкаф
	Муфельная печь	1 муфельная печь
	Аналитические весы	2 аналитических весов
	рН-метр	2 рН-метра
	Иономер	2 иономера
	Вольтамперометрический анализатор	1 вольтамперометрический анализатор
	Кондуктометр	1 кондуктометр
	Фотоэлектроколориметр	2 фотоэлектроколориметра
	Пламенный спектрофотометр	1 пламенный фотометр
	Рефрактометр	1 рефрактометр
	Поляриметр	1 поляриметр
	Жидкостной хроматограф	1 жидкостной хроматограф

Приложение А
(обязательное)
Фонд оценочных средств
учебного модуля Аналитическая химия

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 – Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции	
1.	Контрольная работа №1	УЭМ 1. Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования Раздел 1.1 Равновесия в гомогенных системах	20	ОПК-1, ОПК-2	
2.	Коллоквиум №1		30		
3.	Коллоквиум №2	УЭМ 1. Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования Раздел 1.2 Равновесия в окислительно-восстановительных процессах Раздел 1.3 Равновесия в гетерогенных системах	30		
4.	Контрольная работа № 2		20		
5.	Коллоквиум №3		30		
6.	Защита ЛР №1-12	УЭМ 1 Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах, окислительно-восстановительных процессах и процессах комплексообразования	70		
7.	Защита ЛР № 13-14	УЭМ 2 Методы выделения, разделения и концентрирования	50		
8.	Экзамен	УЭМ 1, УЭМ 2	50		
ИТОГО:			300		
9.	Контрольная работа №1	УЭМ 3. Химические и физико-химические количественные методы анализа	30	ОПК-1, ОПК-2	
	Коллоквиум №1	Раздел 3.1 Химические методы анализа	40		
10.	Контрольная работа №2	УЭМ 3. Химические и физико-химические количественные методы анализа	30		
11.	Коллоквиум №2	Раздел 3.2 Электрохимические методы анализа	40		
12.	Коллоквиум №3	УЭМ 3. Химические и физико-химические количественные методы анализа Раздел 3.3 Оптические методы анализа	40		
13.	Защита ЛР №1-5	УЭМ 3. Химические и физико-химические количественные методы анализа Раздел 3.1 Химические методы анализа	50		
14.	Защита ЛР № 6-9	УЭМ 3. Химические и физико-химические количественные методы анализа	60		

		Раздел 3.2 Электрохимические методы анализа		
13.	Защита ЛР № 10-14	УЭМ 3. Химические и физико-химические количественные методы анализа Раздел 3.3 Оптические методы анализа	100	
14.	Защита ЛР № 15-17	УЭМ 4. Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка	60	
15.	Экзамен	УЭМ 3, УЭМ 4	50	
	ИТОГО		500	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств 3 семестр

Таблица А.2 - Коллоквиум №1

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
теоретический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции	13	3
практический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции		
задача – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции		

ПРИМЕР:

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
Коллоквиум №1

Учебный модуль: **Аналитическая химия**

Для специальности: **04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия**

Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

Вариант 1

1. Влияние электростатических взаимодействий на равновесие в реальных системах.
2. Что произойдет, если реакция на катион калия с гексанитрокобальтатом (III) натрия будет проведена в щелочной среде?
Напишите уравнение реакции взаимодействия иона хрома (III) с перманганат-ионами.
3. К 1,5 %-ному раствору аммиака добавлена щелочь до pH=13. Вычислить степень диссоциации основания и концентрацию иона аммония.

Таблица А.3 - Контрольная работа №1

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
одна задача – 2,5 балла в соответствие с паспортом компетенции	16	8

ПРИМЕР

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
Контрольная работа №1

Учебный модуль: **Аналитическая химия**

Для специальности: **04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия**

Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

Вариант 1

1. Рассчитайте рН 0,1М раствора фосфорной кислоты.
2. Найдите интервал изменения рН при переходе от $1 \cdot 10^{-2}$ М раствора сильной кислоты к $1 \cdot 10^{-2}$ М раствору сильного основания в воде и этиловом спирте.
3. Смешаны 630 см^3 раствора CH_3COOK с массовой долей CH_3COOK 0,3% и 530 см^3 раствора CH_3COOH с массовой долей CH_3COOH 1%. Вычислить степень диссоциации уксусной кислоты.
4. Чему равна активность бромид-ионов в растворе, содержащем по 0,01 моль/л бромидов натрия и алюминия.
5. Вычислить рН полученного раствора при смешении 35 см^3 0,2М раствора $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ с 35 см^3 0,2М раствора HCl .
6. Сколько граммов KH_2PO_4 надо растворить в 50 см^3 0,1М K_2HPO_4 чтобы получить раствор с рН = 6,8.
7. Рассчитайте соотношение молярных концентраций гидрофосфата натрия и дигидрофосфата натрия в буферном растворе с рН = 7,2.
8. Рассчитайте реальную константу диссоциации уксусной кислоты в 0,1М растворе хлорида магния.

Таблица А.4 - Коллоквиум №2

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
теоретический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции	15	3
практический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции		
задача – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции		

ПРИМЕР**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

Коллоквиум №2Учебный модуль: **Аналитическая химия**Для специальности: **04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия**

Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

Вариант 1

1. Оценка окислительно-восстановительной способности веществ. Вывод уравнения Нернста.
2. а) Напишите уравнение открытия PO_4^{3-} магниальной смесью.
б) Как открыть S^{2-} в присутствии анионов I-III аналитических групп.
3. Произойдет ли осаждение PbS при насыщении сероводородом ($C_{\text{H}_2\text{S}}=0.1$ моль/л) раствора, содержащего $2 \cdot 10^{-3}$ М $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ с рН=1,0?

Таблица А.5 - Контрольная работа №2

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
1 задача – 6,5 баллов в соответствие с паспортом компетенции	16	8
2 задача – 7 баллов в соответствие с паспортом компетенции		
3 задача – 6,5 баллов в соответствие с паспортом компетенции		

ПРИМЕР

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
Контрольная работа №2

Учебный модуль: **Аналитическая химия**

Для специальности: **04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия**

Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

Вариант 1

1. Вычислить потенциал кадмиевого электрода в растворе, содержащем 0,02 моль/л хлорида кадмия и 1,5 моль/л аммиака.
2. В 1 л раствора, содержащего 0,1 моль/л пероксида водорода и 1,0 моль/л хлороводородной кислоты, растворили 33,2 г иодида калия. Вычислить равновесные концентрации H_2O_2 , I^- и I_2 .
3. Сколько миллиграммов фторида кальция превратится в карбонат кальция при обработке его 3 мл 2,5М раствором карбоната натрия?

Таблица А.6 - Коллоквиум №3

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
теоретический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции	13	3
практический вопрос – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции		
задача – 10 баллов в соответствие с паспортом компетенции		

ПРИМЕР

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
Коллоквиум №3

Учебный модуль: **Аналитическая химия**

Для специальности: **04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия**

Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

Вариант 1

1. Концепция МВС на природу связи в комплексных соединениях.
2. А) Как осуществляется открытие катионов калия из смеси катионов I-VI групп?
 Б) Напишите уравнение реакции открытия ионов цинка (II) гексацианоферратом (II) калия.
3. Сколько миллилитров 1 М NH_3 необходимо для растворения 0,1 г Ag_2CrO_4 ?

Таблица А.7 - Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
1 вопрос – 15 баллов в соответствие с паспортом компетенции	29	3
2 вопрос – 15 баллов в соответствие с паспортом компетенции		
3 вопрос – 20 баллов в соответствие с паспортом компетенции		

Пример экзаменационного билета:

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт сельского хозяйства и природных ресурсов
Кафедра фундаментальной и прикладной химии

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Учебный модуль: **Аналитическая химия (3 семестр)**
 для специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия
 Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

БИЛЕТ 1

1. Вычисление pH растворов солей, образованных анионами многоосновных кислот. Значение процесса гидролиза для качественного анализа. Управление процессами гидролиза.
2. Стерические эффекты, возникающие при образовании комплексных соединений.
3. Образуется ли осадок $\text{Fe}(\text{OH})_3$, если к 1 л раствора, содержащего 0,1 моль $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ и 0,1 моль NH_3 , добавить 0,1 моль $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$?

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Зыкова И.В.

Принято на заседании кафедры «__» _____ 202__ протокол №__

4 семестр

Таблица А.8 - Контрольная работа №1

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
одна задача – 3 балла в соответствие с паспортом компетенции	15	10

ПРИМЕР**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

Контрольная работа №1Учебный модуль: **Аналитическая химия**Для специальности: **04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия**

Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

Вариант 1

1. Какие законы лежат в основе гравиметрического анализа?
2. Как влияют на полноту осаждения: а) температура раствора; б) количество осадителя; в) присутствие посторонних электролитов?
3. Какие соединения - $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ - следует использовать для осаждения кальция?
4. В каком случае при титровании точка эквивалентности лежит в области $\text{pH} > 7$?
5. Какова масса навески гидроксида натрия, содержащейся в 1 л раствора, если на титрование 20 мл полученного раствора расходуется 22,4 мл раствора серной кислоты $C_{\text{M}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05$ моль/л?

6. По какой формуле нужно вычислить рН в заданной точке, если к 20 мл раствора уксусной кислоты ($C_{\text{экв}} = 0,1$ моль/л) добавлено 19,8 мл раствора гидроксида натрия ($C_{\text{экв}} = 0,1$ моль/л)?
7. Для чего необходимы кривые титрования по методу редоксиметрии?
8. Как определяется эквивалент в реакциях окисления-восстановления? Определите эквиваленты окислителя и восстановителя при титровании: а) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4$; б) $\text{I}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
9. Рассчитать область скачка титрования и окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности: 0,2 н Na_2SO_3 - 0,4 н KMnO_4 если рН = 3.
10. Сколько мл 1,0 н $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ надо прибавить к 1 л раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ с титром по железу 0,0035, чтобы получить раствор с титром по железу 0,0045?

Таблица А.9 - Коллоквиум №1

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
теоретический вопрос – 20 баллов в соответствие с паспортом компетенции	15	2
задача – 20 баллов в соответствие с паспортом компетенции		

ПРИМЕР**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

Коллоквиум №1Учебный модуль: **Аналитическая химия**Для специальности: **04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия**

Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

Вариант 1

1. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Механизм осаждения.
2. Рассчитать и построить кривую титрования 0,2 н. KCN 0,1 н. раствором HCl

Таблица А.10 - Контрольная работа №2

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
одна задача – 5 баллов в соответствие с паспортом компетенции	11	6

ПРИМЕР**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

Контрольная работа №2Учебный модуль: **Аналитическая химия**Для специальности: **04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия**

Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

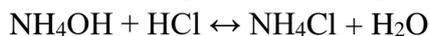
Вариант 1

1. При титровании 50 мл раствора, содержащего NaOH и NH_4OH , 0,01н HCl получили следующие данные:

V_{HCl} , мл	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\chi \cdot 10^4$ См/м	6,30	5,41	4,52	3,62	3,71	4,79	5,85	6,93	9,00	12,08	15,13

Построить график кондуктометрического титрования и определить точки эквивалентности и рассчитать концентрацию (г/л) NaOH и NH_4OH в исследуемом растворе.

2. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции:



3. Рассчитать pH раствора, если показания pH-метра, калиброванного по хлорсеребряному электроду при использовании каломельного электрода равен 5,0. Для хлорсеребряного электрода $\phi^0 = 201$ мВ; для каломельного – $\phi^0 = 247$ мВ.
4. Как влияет на электропроводность природа электролита и растворителя?
5. При титровании 20 мл раствора H_3PO_4 , содержащего примесь KH_2PO_4 0,1н раствором NaOH были получены следующие данные:

V,мл	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	10,0	12,0	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	17,0
pH	3,0	3,3	3,6	4,3	5,8	6,1	6,7	7,2	7,8	8,1	8,6	9,5	9,8	10,5

Рассчитать концентрации H_3PO_4 и KH_2PO_4 в растворе.

6. Рассчитать pH раствора по следующим экспериментальным данным:



Таблица А.11 - Коллоквиум №2

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
теоретический вопрос – 20 баллов в соответствие с паспортом компетенции	15	2
задача – 20 баллов в соответствие с паспортом компетенции		

ПРИМЕР

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

Коллоквиум №2

Учебный модуль: **Аналитическая химия**

Для специальности: **04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия**

Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

Вариант 1

1. Общая характеристика потенциометрического анализа. Классификация методов.
2. Рассчитать pH раствора, если ЭДС = 0, 498 В

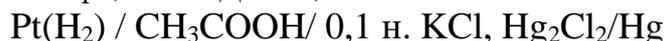


Таблица А.12 - Коллоквиум №3

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
каждый вопрос – 4 балла в соответствие с паспортом компетенции	15	10

ПРИМЕР

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

Коллоквиум №3

Учебный модуль: **Аналитическая химия**

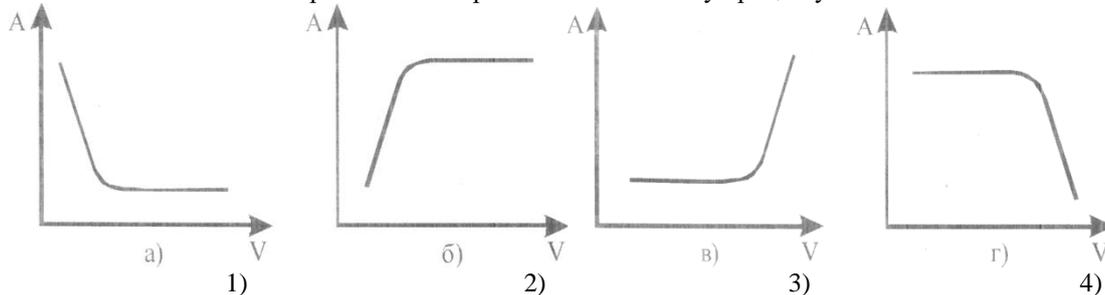
Для специальности: **04.05.01 – фундаментальная и прикладная химия**

Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

Вариант 1

1. Какое свойство используется в спектрофотометрических методах анализа?
1) излучение света атомами вещества; 2) поглощение света атомами вещества;

- 3) поглощение света молекулами или ионами; 4) рассеяние света частицами вещества.
 2. Каким соотношением связаны между собой оптическая плотность (A) и коэффициент пропускания (T)?
 1) $T = -\lg A$; 2) $A = -\lg T$; 3) $\lg T = \varepsilon \cdot l \cdot C$ 4) $T = 10^{-\varepsilon l C}$.
 3. При фотометрическом титровании FeSO_4 раствором KMnO_4 регистрацию ведут по изменению оптической плотности титранта. Какая кривая отвечает этому процессу?



- 1) 2) 3) 4)
4. Как бы Вы оценили погрешность турбидиметрического метода по сравнению с гравиметрическим и фотометрическим методами?
 1) сравнима с погрешностью гравиметрического определения;
 2) сравнима с погрешностью фотометрического метода;
 2) больше, чем погрешность гравиметрического метода, но меньше, чем фотометрического;
 4) больше, чем в гравиметрии и фотометрии.
 5. Какой физический процесс лежит в основе эмиссионного спектрального анализа?
 1) энергетический переход внутренних электронов в молекуле;
 2) энергетический переход внешних электронов в молекуле;
 3) переход внешних электронов в атоме с возбужденного уровня на более низкий;
 4) переход внешних электронов в атоме с основного уровня на возбужденный.
 6. В каком методе количественной хроматографии строят графики зависимости высоты или площади пика от концентрации вещества и по ним определяют концентрацию анализируемого вещества?
 1) в методе простой нормировки;
 2) в методе нормировки с калибровочными коэффициентами;
 3) в методе абсолютной калибровки;
 4) в методе внутреннего стандарта.
 7. Каким уравнением описывается аналитическая функция метода высокочастотного титрования?
 1) $\kappa = K \cdot C$; 2) $E = E_0 \pm S \cdot \lg a(x)$; 3) $I_d = K \cdot C$; 4) $A = \varepsilon \cdot l \cdot C$.
 8. Какой электрод следует использовать при потенциометрических определениях с участием реакций окисления-восстановления?
 1) хингидронный; 2) водородный; 3) каломельный; 4) платиновый.
 9. При приготовлении серии стандартных растворов для градуировочного графика в ионометрии для разбавления используется раствор индифферентного электролита, а не вода: почему?
 1) для поддержания постоянной ионной силы раствора;
 2) для сохранения постоянства pH;
 3) во избежание побочных реакций;
 4) для достижения определенной плотности раствора.
 10. Значения $E_{1/2}$ в 1 М растворе KCl равны: для $\text{Tl}^{+} = -0,46$ В, для $\text{Pb}^{2+} = -0,39$ В, для $\text{Ni}^{2+} = -1,18$ В. Какие из названных ионов можно идентифицировать с помощью полярограммы?
 1) все ионы Tl^{+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} ; 2) два иона Tl^{+} и Ni^{2+} ;
 3) только один ион Ni^{2+} ; 4) только один ион Pb^{2+} .

Таблица А.13 - Экзамен

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
1 вопрос – 10 баллов в соответствии с паспортом компетенции		4
2 вопрос – 10 баллов в соответствии с паспортом компетенции		
3 вопрос – 20 баллов в соответствии с паспортом компетенции		
4 вопрос – 10 баллов в соответствии с паспортом компетенции		

Пример экзаменационного билета:**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого**
Кафедра фундаментальной и прикладной химии
Экзаменационный билет №1**Учебный модуль:** Аналитическая химия (4 семестр)

Для специальности 04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия

Направление (профиль) – Химия и технология удобрений

1. Теория осаждения в гравиметрическом методе анализа: выбор осадителя, полнота осаждения, механизм образования осадков.
2. Приборы, их принцип действия в кондуктометрическом методе анализа. Устройство кондуктометрической ячейки.
3. При фотометрическом определении ванадия по методу добавок навеску стали 0,5096 г перевели в раствор и его объем довели до 50 мл. В две мерные колбы на 50 мл отобрали аликвоты раствора по 20,0 мл; в одну из колб добавили стандартный раствор ванадия (0,003 г V), затем в обе колбы – пероксид водорода. Растворы в колбах довели до метки, профотометрировали и получили: $A_x = 0,20$ и $A_{x+ст} = 0,48$. Рассчитать массовую долю ванадия в стали.
4. Согласно ИК-спектрам определить структуру соединения (зад. № 19).

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Зыкова И.В.

Принято на заседании кафедры

« ___ » _____ 202__ протокол № ___

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения
Учебного модуля Аналитическая химия**

Таблица Б.1 - Основная литература*

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1 Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа : учеб. для вузов / Ю. Я. Харитонов ; М-во образования и науки РФ. - 6-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 653, [3] с. : ил. - Прил.: 611-647. - Указ.: с. 654. - ISBN 978-5-9704-2941-9. - ISBN 978-5-9704-2920-4 : (в пер.)	20	
2 Васильев В. П. Аналитическая химия: Сборник вопросов, упражнений и задач : учеб. пособие для вузов / Под ред. В. П. Васильева. - 4-е изд., стер. - Москва : Дрофа, 2006. - 318, [2] с. : ил. - (Высшее образование). - Прил.: с. 300-316. - ISBN 5-358-01175-7 : 207.00. - ISBN 978-5-358-01175-5 : (в пер.)	20	
3 Васильев В. П. Аналитическая химия : учеб. для вузов : В 2 кн. Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрический методы анализа. - 7-е изд., стер. - Москва : Дрофа, 2009. - 366, [2] с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 342. - Прил.: с. 343-350. - Указ.: с. 351-360. - ISBN 978-5-358-06604-5 : 277.00. - ISBN 978-5-358-06605-2 : (в пер.)..	20	
4 Васильев В. П. Аналитическая химия : учеб. для вузов : В 2 кн. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа. - 7-е изд., стер. - Москва : Дрофа, 2009. - 382, [2] с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 365. - Прил.: с. 366-370. - Указ.: с. 371-375. - ISBN 978-5-358-06606-9 : 277.00. - ISBN 978-5-358-06605-2 : (в пер.)..	19	
Электронные ресурсы		
1 Вершинин, В. И. Аналитическая химия : учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-4121-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/115526 (дата обращения: 15.01.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		ЭБС Лань
2 Качественный анализ : лабораторный практикум по аналитической химии для студентов специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия / авторы-составители : И. В. Зыкова, В. А. Исаков; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2019. – 132 с.- URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-4411		ЭБС БиблиоТех
3 Количественный анализ "Химические методы анализа": лабораторный практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 54 с. – URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-990		ЭБС БиблиоТех
4 Физико-химические методы анализа "Электрохимические методы анализа": лабораторный практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 18 с. – URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-991		ЭБС БиблиоТех
5 Физико-химические методы анализа "Оптические методы анализа": лабораторный практикум / авт.-сост. И.В. Зыкова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. – 22 с. – URL: https://novsu.bibliotech.ru/Reader/Book/-1020		ЭБС БиблиоТех

Таблица Б.2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/	Договор № 101/НЭБ/2338 от 01.09.2017	31.08.2022
ЭБС «Лань» с ООО «ЭБС ЛАНЬ» https://e.lanbook.com/	Договор № 52/ЕП(У)18 от 11.01.2019	10.01.2020
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина https://www.prlib.ru/	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
База данных спектров органических соединений https://sdb.sdb.aist.go.jp/	в открытом доступе	

Таблица Б.3 - Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библиот. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
Основы аналитической химии : В 2 кн. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения / Под ред. Ю.А.Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2000. - 352с. - Библиогр.: с. 342-345. - Указ.: с. 345-348. - ISBN 5-06-003560-3 : (в пер.)	2	
Основы аналитической химии : В 2 кн. Кн. 1 : Общие вопросы. Методы разделения / Под ред. Ю.А.Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 1999. - 352с. - Библиогр.: с. 342-345. - Указ.: с. 345-348. - ISBN 5-06-003558-1 : (в пер.)	8	
Основы аналитической химии : В 2 кн. Кн. 2 : Методы химического анализа / Под ред. Ю.А.Золотова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2000. - 494с. - Библиогр.: с. 482-485. - Указ.: с. 486-491. - ISBN 5-06-003560-3 : (в пер.)	2	
Основы аналитической химии. Задачи и вопросы : учеб. пособие для вузов / Под ред. Ю.А.Золотова. - Москва : Высшая школа, 2002. - 411,[1]с. - Прил.: с. 397-409. - ISBN 5-06-004029-1 : (в пер.)	1	

Проверено НБ НовГУ. Калинина Н. А.

Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор учета

Содержание изменений:

1 Содержание изменений при актуализации рабочей программы на 2020-2021 учебный год (протокол № 11 заседания кафедры от 30.06.2020):

таблицу Б.2 Приложения Б изложить в следующей редакции:

Таблица Б.2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/	Договор № 101/НЭБ/2338 от 01.09.2017	31.08.2022
ЭБС «Лань» с ООО «ЭБС ЛАНЬ» https://e.lanbook.com/	Договор № 72/ЕП(У)19 от 25.12.2019	10.01.2021
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина https://www.prlib.ru/	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
База данных спектров органических соединений https://sdfs.db.aist.go.jp/	в открытом доступе	