

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.13

Аналитическая химия

Учебный план: 2026-2027 04.05.01 ИПХЭ Медицинская химия ОО №3-1-155.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Направление подготовки:
(специальность) 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Профиль подготовки:
(специализация) специализация "Медицинская химия"

Уровень образования: специалитет

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
3	УП	32	16	64	41	27	5	Экзамен
	РПД	32	16	64	41	27	5	
4	УП	68	34	68	53	29	7	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	68	34	68	53	29	7	
Итого	УП	100	50	132	94	56	12	
	РПД	100	50	132	94	56	12	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утверждённым приказом Минобрнауки России от 13.07.2017 г. № 652

Составитель (и):

доктор химических наук, Профессор

Зыкова Ирина Викторовна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии

Новоселов Николай
Петрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Новоселов Николай
Петрович

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающихся в области проведения химического эксперимента, синтетических и аналитических методов получения и исследования химических веществ и реакций.

1.2 Задачи дисциплины:

Раскрыть теоретические основы качественных и количественных методов анализа;

Научить осуществлению пробоотбора и пробоподготовки;

Продемонстрировать методы разделения и концентрирования, уровни градуировки и выбора стандартов;

Научить делать правильный выбор метода или методов для конкретного этапа аналитических измерений.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Органическая химия

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности
Знать: основные этапы качественного и количественного химического анализа различных веществ, теоретические основы количественного химического анализа, методы разделения и концентрирования веществ, метрологические характеристики химических и физико-химических методов анализа, теоретические основы физико-химических методов анализа
Уметь: проводить пробоподготовку различных объектов, прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях, выполнять анализ объекта, проводить статистическую обработку результатов измерений
Владеть: навыками анализа и статистической обработки результатов химического эксперимента
ОПК-2: Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности
Знать: теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических, области применения, основное аппаратное оформление указанных методов
Уметь: выбирать методику анализа для поставленной задачи и выполнять ее экспериментально с получением результатов аналитических определений с необходимыми метрологическими характеристиками
Владеть: навыками проведения количественного и качественного анализа различных объектов химическими и физико-химическими методами
ОПК-6: Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе
Знать: требования к оформлению тезисов докладов конференций российских и международных, научных статей в рецензируемых изданиях
Уметь: подготавливать тезисы докладов, презентации, научные статьи с учетом требований, предъявляемых к их оформлению
Владеть: навыками представления тезисов докладов, статей на русском и английском языках с учетом предъявляемых требований

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Равновесия в гомогенных системах	3						К
Тема 1. 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 ультрамикроанализ. Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу.		1			2		
Тема 2. 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. Лабораторная работа: Анализ катионов I аналитической группы Лабораторная работа: Анализ катионов II аналитической группы Практическое занятие: Расчет констант		2	2	8	5		

Тема 3. Равновесия в гомогенных системах. Современные представления о кислотах и основаниях. Равновесие в системе кислота-сопряженное основание и растворитель. Константа кислотности и основности. Диссоциация и вычисление рН в растворах сильных и слабых одноосновных кислот и однокислотных оснований. Влияние рН на диссоциацию слабых одноосновных кислот и однокислотных оснований. Вычисление рН в растворах многоосновных кислот и многокислотных оснований. Влияние рН на диссоциацию слабых многоосновных кислот. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Гидролиз солей. Механизмы гидролиза. Количественные характеристики процесса. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Лабораторная работа: Анализ катионов III аналитической группы Лабораторная работа: Анализ смеси катионов I, II, III аналитических групп Практическое занятие: Расчеты рН в гомогенных системах Контрольная работа		7	2	8	5	ГД	
---	--	---	---	---	---	----	--

Раздел 2. Равновесия в процессах комплексообразования							О
Тема 4. Природа химической связи в комплексных соединениях с точки зрения МВС, ТКП, ММО. Спектрохимический ряд лигандов. Обоснование спектрохимического ряда лигандов с точки зрения ММО. 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. 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, pH, ионная сила раствора, температура. Лабораторная работа: Анализ катионов IV аналитической группы. Лабораторная работа: Анализ катионов V аналитической группы.		4		8	5		
Тема 5. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Стерические эффекты, возникающие при образовании комплексных соединений. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов: природа донорных атомов и структура реагента, размер циклов, число циклов, характер связи металл-лиганд. 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. Лабораторная работа: Анализ катионов VI аналитической группы. Практическое занятие: Равновесия в комплексных системах.		4	3	4	4	ГД	

Раздел 3. Равновесие в гетерогенных и окислительно-восстановительных процессах							К
Тема 6. 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. Влияние pH, комплексообразования, образования труднорастворимых соединений на величину окислительно-восстановительного потенциала системы. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Лабораторная работа: Анализ смеси катионов IV - VI аналитических групп Лабораторная работа: Анализ анионов I - III аналитических групп Практическое занятие: Влияние химических факторов на величину окислительно-восстановительных потенциалов		4	3	8	5		

Тема 7. Равновесия в гетерогенных системах (процессы осаждения и соосаждения). 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. Вычисление растворимости различных по природе осадков. 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. Лабораторная работа: Анализ смеси анионов I - III аналитических групп. Лабораторная работа: Анализ твердого вещества. Практическое занятие: Равновесия в гетерогенных системах. Контрольная работа	4	3	8	5	ГД	
--	---	---	---	---	----	--

Раздел 4. Методы выделения, разделения и концентрирования							О
Тема 8. 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. Приборы для экстракции. Методы осаждения и соосаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения путем установления различных значений pH, 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. Лабораторная работа: Разделение и обнаружение катионов методом бумажной хроматографии. Лабораторная работа: Разделение и обнаружения анионов методом бумажной хроматографии.	2		8	6			

Тема 9. 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. Ионнообменное 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. Ионхроматографическое 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. Лабораторная работа: Разделение и обнаружение свободных аминокислот растительного материала методом восходящей распределительной бумажной хроматографии. Лабораторная работа: Идентификация витаминов методом тонкослойной хроматографии. Лабораторная работа: Ионообменная хроматография. Практическое занятие: Расчет концентраций компонентов по данным хроматографического анализа						
	4	3	12	4	ГД	

Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		32	16	64	41		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5			24,5		
Раздел 5. Химические методы анализа							
Тема 10. 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. Теории кислотно-основных индикаторов. Ошибки титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований. Лабораторная работа: Ацидиметрия. Стандартизация раствора соляной кислоты по тетраборату натрия и карбонату натрия. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Лабораторная работа: Алкалиметрия. Стандартизация гидроксида натрия по щавелевой кислоте. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Практическое занятие: Построение кривых кислотно-основного титрования. 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. Лабораторная работа: Перманганатометрия. Стандартизация раствора перманганата калия по оксалату натрия. Задача (задачи) на выбор преподавателя.		22	10	28	12		

Лабораторная работа: Иодиметрия и иодометрия. Стандартизация раствора тиосульфата натрия по дихромату калия. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Лабораторная работа: Дихроматометрия. Приготовление раствора дихромата калия. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Практическое занятие: Построение кривых окислительно-восстановительного титрования. Комплексометрическое титрование. Построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. Ошибки титрования. Неорганические и органические реагенты в комплексонометрии. 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. Лабораторная работа: Стандартизация раствора ЭДТА по сульфату магния. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Практическое занятие: Построение кривых комплексометрического 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. Лабораторная работа: Осадительное титрование. Стандартизация раствора нитрата серебра по методу Мора. Стандартизация раствора тиоцианата аммония (калия) по методу Фольгарда. Стандартизация рабочего раствора гексацианоферрата (II) калия. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Практическое занятие: Построение кривых осадительного титрования.							
--	--	--	--	--	--	--	--

Тема 11. 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. Лабораторная работа: Гравиметрический метод анализа. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Практическое занятие: Расчеты в гравиметрическом анализе. Коллоквиум.							
Раздел 6. Физико-химические методы анализа: электрохимические методы							
Тема 12. Электрохимические методы анализа. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Чувствительность и селективность электрохимических методов. Потенциометрия. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Ионметрия. Возникновение мембранного потенциала. Уравнение Никольского. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления. Лабораторная работа: Потенциометрический метод анализа. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Лабораторная работа: Ионметрия. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Практическое занятие: Расчет концентраций по результатам потенциометрического титрования. Практическое занятие: Ионметрия.							
	2	2	8	4	ГД		
	6	6	12	4		К	

Тема 13. 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. Лабораторная работа: Кондуктометрический метод анализа. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Практическое занятие: Расчет концентраций по результатам кондуктометрического титрования.		2	4	4	4		
Тема 14. 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. Контрольная работа.		4			4	ГД	

Раздел 7. Физико-химические методы анализа: оптические методы							К
Тема 15. 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 аппаратные 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.		4			2		

Тема 16. 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. Практическое занятие: Анализ атомно-эмиссионного спектра.		4	2	2		
---	--	---	---	---	--	--

Тема 17. 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 (комплексобразования, 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.		12	4	12	4		
--	--	----	---	----	---	--	--

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. Лабораторная работа: Фотоколориметрия. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Лабораторная работа: Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях. Задача (задачи) на выбор преподавателя. Лабораторная работа: Инфракрасная (ИК) спектроскопия. Практическое занятие: Выбор оптимальных условий фотометрирования.							
Тема 18. 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. Лабораторная работа: Поляриметрический метод анализа. Задача (задачи) на выбор преподавателя. 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. Лабораторная работа: Рефрактометрический метод анализа. Задача (задачи) на выбор преподавателя. 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. Практическое занятие: Идентификация органических веществ по показателю преломления и плотности Практическое занятие: Идентификация органических веществ по углу вращения плоскости поляризации плоскополяризованного света. Контрольная работа.		4	4	4	4	ГД	

Раздел 8. Физико-химические методы анализа: хроматографические методы анализа							
Тема 19. 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.		2			4		Т
Тема 20. Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность. Практическое занятие: Расчет концентраций компонентов по данным хроматографического анализа. Тестирование.		2	2		4	ГД	
Раздел 9. Пробоотбор и пробоподготовка различных объектов							
Тема 21. Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. 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.		2			2		О
Тема 22. Объекты окружающей среды: воздух, природные воды (поверхностные, подземные), атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Биологические и медицинские объекты. Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы. Аналитические задачи в этих областях.		2			3	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		68	34	68	53		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		4,5			24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		289			143		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Цель: формирование компетентности студентов в области проведения химического эксперимента и синтетических и аналитических методов получения и исследования химических веществ и реакций.

Задачи:

- приобретение навыков пробоотбора и пробоподготовки;
- изучение уровней градуировки и выбора стандартов;
- приобретение навыков правильного выбора метода или методов для конкретного этапа аналитических измерений.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): 1. Выделение хитозана из грибов (шампиньонов) и изучение физических и химических свойств.

2. Выделение пектина из цитрусовых, их качественный и количественный анализ.
3. Выделение пектина из плодов, их качественный и количественный анализ.
4. Выделение пектина из корнеплодов, их качественный и количественный анализ.
5. Выделение пектина из овощей, их качественный и количественный анализ.
6. Выделение хитозана из ракообразных (креветок) и изучение физических и химических свойств.
7. Изучение лигандной способности яблочного пектина к ионам меди (II).
8. Изучение лигандной способности яблочного пектина, модифицированного ЭДТА, к ионам меди (II).
9. Изучение лигандной способности яблочного пектина к ионам никеля (II).
10. Изучение лигандной способности яблочного пектина, модифицированного ЭДТА, к ионам никеля (II).
11. Изучение лигандной способности хитозана к ионам меди (II).

12. Изучение лигандной способности хитозана к ионам никеля (II).

13. Изучение лигандной способности модифицированного хитозана к ионам меди (II).
14. Изучение лигандной способности модифицированного хитозана к ионам никеля (II).
15. Изучение лигандной способности витамина С из яблочного сока к ионам меди (II).
16. Изучение лигандной способности витамина С из яблочного сока к ионам никеля (II).
17. Получение бактериальной целлюлозы и изучение лигандной способности к ионам меди (II).
18. Получение бактериальной целлюлозы и изучение лигандной способности к ионам никеля (II).

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

В соответствии с требованиями к оформлению текстовых документов.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-1	Раскрывает суть теоретических основ химических, физических и физико-химических методов анализа.	Вопросы для устного собеседования
	Вычисляет концентрации веществ (ионов) в различных объектах на основе законов аналитических методов.	Практико-ориентированные задания
ОПК-2	Выбирает метод (методику) анализа, проводит статистическую обработку экспериментальных данных с использованием математических методов при решении задач в профессиональной деятельности.	Практико-ориентированные задания
	Раскрывает теоретические основы современных методов анализа различных объектов и методов интерпретации результатов экспериментальных данных.	Вопросы для устного собеседования
ОПК-2	Вычисляет количество (концентрацию) вещества в объекте, используя калибровочный график в координатах: аналитический сигнал - концентрация.	Практико-ориентированные задания
	Выбирает метод (методику) выполнения измерений концентраций веществ (ионов) в различных объектах и интерпретирует результаты экспериментальных данных.	Вопросы для устного собеседования

ОПК-6	Раскрывает актуальность, научную и практическую значимость тематики исследования	Вопросы устного собеседования
	Обрабатывает и анализирует результаты проведенного научного исследования	
	Представляет результаты научно - исследовательской деятельности в виде отчетов и презентаций	

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный исчерпывающий ответ, показывающий понимание предмета. Ориентируется в основных терминах, знаком с дополнительной литературой, правильно отвечает на дополнительные вопросы. Студент показывает правильное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, выбором нужных законов и формул для ее решения. Умеет правильно объяснить теоретические основы аналитических методов и правильно выбрать метод анализа.	Обучающийся владеет профессиональной терминологией, показывает высокий уровень применения знаний, умений и навыков в своей работе, дает обоснование предлагаемых решений; использует основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой, работа выполнена безукоризненно в отношении объема, оформления и представления, сдана в установленный срок. На защите представлен доклад, сопровождаемый презентацией, которые в полном объеме отражают выполненные задания, на все вопросы даны исчерпывающие ответы
4 (хорошо)	Стандартный ответ, лишенный	Обучающийся владеет профессиональной
	индивидуальности. Допускает незначительные погрешности при ответе на вопросы. Студент показывает достаточное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения. Умеет правильно объяснить теоретические основы аналитических методов и правильно выбрать метод анализа. Неполный ответ, имеют место небольшие пробелы в знаниях. Допускает погрешности при ответе на вопросы.	терминологией, показывает требуемый уровень применения знаний, умений и навыков в своей работе при некоторых погрешностях проработки заданий курсовой работы. Работа выполнена в полном объеме, но имеются ошибки в оформлении и представлении. Работа сдана в установленный срок. На защите представлен доклад, но презентация не в полном объеме отражает выполненные задания, на вопросы даны ответы разной степени полноты
3 (удовлетворительно)	Показывает знания учебного материала в минимальном объеме. Допускает большое количество непринципиальных ошибок. Может устранить их с помощью преподавателя. Студент показывает недостаточное понимание условия задачи, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения. Неполный ответ, есть ошибки в изложении нескольких тем. Путается в терминах.	Обучающийся демонстрирует знания, умения и навыки в минимально допустимом объеме. Имеет место наличие ошибок; имеются погрешности в оформлении работы. Курсовая работа сдана с существенным запозданием

2 (неудовлетворительно)	Не может ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Многочисленные грубые ошибки. Не понимает условие задачи, не может предложить варианты решения. Не знает теоретических основ аналитических методов и не может правильно выбрать метод анализа под конкретный объект. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, задания выполнены в недопустимом объеме с грубыми ошибками, оформление работы не соответствует требованиям. Курсовая работа сдана с существенным запозданием. Содержание работы полностью не соответствует заданию. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы.
-------------------------	---	--

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 3	
1	Влияние электростатических взаимодействий на равновесие в реальных системах.
2	Влияние сольватации на равновесие в реальных системах.
3	Влияние химических факторов на равновесие в реальных системах. Связь термодинамической и концентрационной констант.
4	pH в растворах сильных кислот и оснований. pH в растворах слабых одноосновных кислот и одноосновных оснований.
5	Влияние pH раствора на диссоциацию слабых одноосновных кислот (рассмотреть на примере муравьиной кислоты).
6	pH в растворах слабых двухосновных кислот. Влияние pH раствора на диссоциацию слабых двухосновных кислот (рассмотреть на примере винной кислоты).
7	Механизмы процесса гидролиза.
8	Количественные величины процесса гидролиза (константа гидролиза, степень гидролиза, pH растворов солей).
9	Вычисление pH растворов солей, образованных анионами многоосновных кислот. Управление процессами гидролиза. Значение процессов гидролиза для качественного анализа.
10	Буферные растворы, pH буферных растворов.
11	Буферная емкость. Вычисления буферной емкости.
12	Связь буферной емкости с константой диссоциации кислоты (константой кислотности). Зависимость буферной емкости от концентрации буферной системы. Буферные растворы сильных кислот и оснований.
13	Кислотно-основные взаимодействия.
14	Концепция МВС на природу связи в комплексных соединениях.
15	Концепция ТКП на природу связи в комплексных соединениях.
16	Концепция ММО на природу связи в комплексных соединениях.
17	Сравнение концепций МВС, ТКП и ММО на природу связи в комплексных соединениях
18	Обоснование спектрохимического ряда лигандов с позиций ММО.
19	Равновесие в комплексных ионах. Методы определения констант нестойкости комплексных ионов. Термодинамические свойства комплексных ионов.
20	Окраска комплексных соединений в кристаллическом и растворенном состоянии.
21	Кинетические характеристики комплексных соединений. Реакции с участием комплексных частиц, сопровождающиеся изменениями во внутренней сфере.
22	Реакции с участием комплексных частиц, сопровождающиеся изменением состояния комплексообразователя.
23	Стерические эффекты, возникающие при образовании комплексных соединений.
24	Влияние хелатного эффекта на устойчивость комплексных соединений.
25	Растворимость комплексных соединений в воде и других растворителях.
26	Оценка окислительно-восстановительной способности веществ. Вывод уравнения Нернста.
27	Влияние pH на величину потенциала окислительно-восстановительной системы.
28	Влияние процесса комплексообразования на величину потенциала окислительно-восстановительной системы.

29	Влияние процесса образования малорастворимого соединения на вычисление потенциала окислительно-восстановительной системы.
30	Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Применение окислительно-восстановительных реакций в качественном анализе.
31	Механизмы окислительно-восстановительных реакций.
32	Константы равновесия в системе осадок – раствор.
33	Вычисления растворимости для разных по природе малорастворимых веществ.
34	Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимых веществ.
35	Влияние конкурирующих реакций на растворимость
36	Влияние температуры, растворителя, ионной силы и других факторов на растворимость.
37	Дробное осаждение. Превращение одних малорастворимых веществ в другие.
38	Классификация методов качественного анализа.
39	Методы маскирования, концентрирования и разделения.
40	Экстракционные методы. Классификация экстракционных процессов в соответствии с их механизмом. Экстракция простых ковалентных молекул без изменения их состава.
41	Экстракция ионов путем введения их в состав нейтральных молекул. Экстракция координационно несольватированных солей.
42	Экстракция минеральных кислот. Экстракция координационно сольватированных солей.
43	Экстракционное равновесие.
44	Факторы, влияющие на экстракционное равновесие.
45	Адсорбционные и ионообменные процессы для концентрирования и разделения.
46	Электрохимические методы разделения. Методы испарения. Другие методы разделения и концентрирования. Управляемая кристаллизация.
47	Теоретические основы хроматографического метода анализа. Классификация хроматографических методов.
48	Виды хроматографии по механизмам разделения. Молекулярно-адсорбционная хроматография.
49	Ионообменная хроматография. Осадочная хроматография.
50	Распределительная хроматография. Окислительно-восстановительная хроматография.
Семестр 4	
51	Количественный анализ. Задачи количественного анализа. Методы количественного анализа. Расчеты в количественном анализе.
52	Сущность гравиметрического анализа. Типы гравиметрических определений.
53	Теория осаждения в гравиметрическом методе анализа: выбор осадителя, полнота осаждения, механизм образования осадков.
54	Условия осаждения кристаллических осадков. Условия осаждения аморфных осадков. Соосаждение.
55	Операции гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе.
56	Характеристика титриметрического анализа. Реакции, используемые в титриметрическом анализе. Классификация методов титриметрии.
57	Основной закон в титриметрическом методе анализа. Расчеты в титриметрии.
58	Кислотно-основное титрование. Классификация метода. Стандартные растворы. Вычисление концентрации водородных ионов, pH в растворах электролитов.
59	Кривые титрования. Титрование сильной кислоты сильным основанием.
60	Титрование слабых кислот сильными основаниями. Титрование сильных кислот слабыми основаниями. Кривые титрования.
61	Титрование слабых кислот слабыми основаниями Титрование многоосновных кислот. Кривые титрования.
62	Титрование солей на примере соды. Ионная теория кислотно-основных индикаторов.
63	Хромофорная теория кислотно-основных индикаторов. Погрешности титрования.
64	Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования.
65	Методы обнаружения конечной точки окислительно-восстановительного титрования.
66	Комплексонометрическое титрование. Кривые титрования.
67	Методы обнаружения конечной точки комплексонометрического титрования.
68	Осадительное титрование. Кривые титрования.
69	Методы обнаружения конечной точки осадительного титрования.
70	Общая характеристика потенциометрического анализа. Классификация методов.
71	Электроды в потенциометрии. Индикаторные электроды. Электроды 1-го, 2-го, 3-го рода. Электроды на ион водорода.
72	Электроды сравнения.
73	Ионселективные электроды. Основные характеристики ионселективных электродов.

74	Классификация ионселективных электродов.
75	Потенциометрическое титрование.
76	Аппаратура для потенциометрического анализа.
77	Кондуктометрия. Прямая и косвенная. Характеристика методов.
78	Кондуктометрическое титрование. Сущность метода. Определение точки эквивалентности по электропроводности.
79	Кривые кондуктометрического титрования, их типы. Примеры кондуктометрического титрования.
80	Приборы, их принцип действия в кондуктометрическом методе анализа. Устройство кондуктометрической ячейки.
81	Теоретические основы полярографического анализа. Уравнение Ильковича.
82	Полярографические методы определения концентрации веществ в растворе. Условия проведения полярографического анализа. Применение метода.
83	Амперометрическое титрование. Сущность метода. Амперометрическое титрование с одним поляризуемым электродом. Биамперометрическое титрование.
84	Теоретические основы фотометрических методов. Оптические свойства окрашенных растворов. Законы прохождения света через вещество. Молярный коэффициент абсорбции.
85	Цвет раствора. Спектры поглощения. Выбор условий для колориметрических определений. Причины отклонения от основного закона фотометрии.
86	Способы измерения интенсивности светопоглощения. Визуальные методы. Фотоэлектроколориметрические методы.
87	Аппаратура для фотоэлектроколориметрических измерений. Однолучевые фотоэлектроколориметры. Двухлучевые фотоэлектроколориметры.
88	Фотометрические методы определения концентрации веществ в растворе.
89	Теоретические основы нефелометрического и турбидиметрического методов анализа.
90	Особенности коллоидных растворов и способы их получения.
91	Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализов.
92	Методы определения концентрации веществ в растворе с помощью нефелометрического и турбидиметрического методов анализа.
93	Теоретические основы люминесцентного метода анализа. Классификация люминесценции. Люминофоры. Механизм возникновения люминесценции.
94	Законы люминесценции. Тушение люминесценции.
95	Аппаратура для люминесцентного анализа. Флуориметры. Спектрофлуориметры.
96	Практическое применение люминесцентного анализа. Сортовой люминесцентный анализ. Люминесцентная микроскопия. Качественный люминесцентный анализ. Количественный люминесцентный анализ.
97	Теоретические основы метода атомно-абсорбционной спектроскопии.
98	Способы определения концентрации веществ с помощью ААС.
99	Теоретические основы метода эмиссионной спектроскопии (ЭС).
100	Качественный эмиссионный анализ.
101	Характеристика основных узлов, имеющих во всех спектральных приборах.
102	Количественный спектральный анализ. Фотографические методы.
103	Количественный спектральный анализ. Фотоэлектрические методы.
104	Сравнение методов ААС и ЭС. Применение методов.
105	Происхождение ИК-спектров. Области ИК-спектра.
106	Регистрация ИК-спектров. Применение ИК-спектроскопии.
107	Теоретические основы рефрактометрического метода анализа. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от различных факторов.
108	Поляризация молекул. Вывод формулы Лоренц-Лорентца.
109	Практическое применение метода рефрактометрии.
110	Поляриметрия. Сущность поляриметрического анализа. Оптически активные вещества.
111	Плоскополяризованный свет. Вращение плоскости поляризации. Поляриметры, устройство и принцип работы.
112	Методы поляриметрического определения концентрации веществ.
113	Теоретические основы хроматографического анализа газов. Принцип газовой хроматографии.
114	Аппаратура для газовой хроматографии.
115	Особенности и виды высокоэффективной жидкостной хроматографии.

5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. 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 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$?
2. Образуется ли осадок Ag_3PO_4 , если в 1 л раствора, содержащего 0,1 моль $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ и 1 моль NH_3 , растворили 1 г Na_3PO_4 ?
3. Произойдет ли разрушение комплексного иона, если к раствору комплексной соли цианоаргентата калия с концентрацией 0,001 моль/л, прибавить раствор сульфида аммония, концентрация которого равна 0,001 моль/л; константа нестойкости комплекса равна $1,41 \cdot 10^{-20}$, $K_s(\text{Ag}_2\text{S}) = 6,3 \cdot 10^{-50}$?
4. К раствору, в 1 л которого содержится по 0,01 моль/л Ba^{2+} и Ca^{2+} , постепенно прибавляют $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в концентрации 1 моль/л.
5. Сколько миллилитров раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ нужно прибавить к 1 л раствора, чтобы начал выпадать осадок CaSO_4 ?
6. Вычислить концентрацию кальция в растворе после того, как 99,9% бария перейдет в осадок.
7. Сколько миллилитров $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ должно содержаться в растворе объемом 100 мл с $\text{pH}=0,5$, чтобы при насыщении его сероводородом с концентрацией $\text{H}_2\text{S} = 0,1$ моль/л, образовался сульфид свинца?
8. Выпадет ли осадок AgCl , если в 1 л воды растворили 0,1 моль NaCl , 0,7 моль NH_3 , 0,1 моль AgNO_3 ?
9. Вычислить равновесные концентрации ионов Cr^{3+} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ и H_2O_2 в растворе, содержащем 0,2 моль/л CrCl_3 и 0,3 моль/л H_2O_2 при $\text{pH}=1$
10. Рассчитать равновесные концентрации ионов Fe^{2+} , Fe^{3+} , I^- и I_2 в растворе, полученном растворением 16,60 г KI и 16,22 г FeCl_3 в 1 л 1 н. Кислоты.
11. Сколько граммов $\text{Cr}(\text{OH})_3$ растворится в 5 мл 0,3 М H_2O_2 при $\text{pH}=14$. Какова равновесная концентрация HO_2^- в растворе?
12. Сколько моль CH_3COONa нужно прибавить к 1 л 1 М CH_3COOH , чтобы обеспечить условия для открытия ионов Ba^{2+} в присутствии Sr^{2+} посредством CrO_4^{2-} , $[\text{Ba}^{2+}]=[\text{Sr}^{2+}] = 0,2$ моль/л?
13. Вычислить концентрацию фторид- и карбонат- ионов в равновесном растворе, полученном при обработке фторида кальция 1,5 М Na_2CO_3 .
14. При каком минимальном pH можно количественно разделить смеси катионов при насыщении раствора сероводородом ($C = 0,1$ моль/л) и какова концентрация осаждаемого иона при этом pH : 0,01 М CoCl_2 и 0,05 М BiCl_3 ?
15. При каком минимальном pH можно количественно разделить смеси катионов при насыщении раствора сероводородом ($C = 0,1$ моль/л) и какова концентрация осаждаемого иона при этом pH : 0,03 М MnCl_2 и 0,02 М CdCl_2 ?
16. При каком минимальном pH можно количественно разделить смеси катионов при насыщении раствора сероводородом ($C = 0,1$ моль/л) и какова концентрация осаждаемого иона при этом pH : 0,04 М NiCl_2 и 0,02 М CuCl_2 ?

17. При каком минимальном pH можно количественно разделить смеси катионов при насыщении раствора сероводородом ($C = 0,1$ моль/л) и какова концентрация осаждаемого иона при этом pH: $0,02M ZnCl_2$ и $0,03M CdCl_2$?
18. Вычислить потенциал никелевого электрода в растворе, содержащем $0,1$ моль/л $NiCl_2$ и $2,7$ моль/л NH_3 .
19. Вычислить потенциал серебряного электрода в растворе, содержащем $3,4$ г/л $AgNO_3$ и $2,5$ моль/л NH_3 .
20. Выпадет ли осадок CoS , если раствор, содержащий $0,03$ моль/л $CoCl_2$, $0,1$ моль/л CH_3COOH и $0,2$ моль/л CH_3COOK , насыщать сероводородом ($C = 0,1$ моль/л)?
21. Вычислить начальную концентрацию раствора KCl , обеспечивающую максимальную полноту осаждения $PbCl_2$ из $0,1$ М $Pb(NO_3)_2$
22. Вычислить начальную концентрацию NH_4OH , обеспечивающую максимальную полноту осаждения $Cu(OH)_2$ из $0,2M Cu(NO_3)_2$
23. Вычислить pH раствора, полученного при смешении: 40 мл $0,2M KH_2PO_4$ и 10 мл $0,2M KOH$.
24. Сколько миллилитров 1 М NH_3 необходимо для растворения $0,1$ г Ag_2CrO_4 ?
25. Вычислить концентрацию Hg^{2+} в растворе, содержащем $0,01$ моль/л $Hg(NO_3)_2$ и $0,08$ моль/л KI .
26. Сколько граммов $NaOH$ необходимо для образования $Zn(OH)_4^{2-}$, из 50 мл $0,8$ М $ZnCl_2$, если концентрация цинка в конечном растворе не должна превышать 10^{-13} моль/л?
27. В раствор, содержащий $0,1$ моль/л $CoCl_2$ и $1,4$ моль/л NH_3 , пропустили сероводород до начальной концентрации иона S^{2-} , равной 10^{-13} моль/л. Выпадает ли в осадок CoS ?
28. Навеску $5,315$ мг $AgCl$ обработали 1 мл 6 М NH_3 , в результате чего осадок растворился полностью. Вычислить равновесные концентрации Ag^+ , NH_3 и $Ag(NH_3)_2^+$.
29. В 10 мл воды растворили $0,3684$ г $K_4[Fe(CN)_6]$. Чему равна концентрация свободных Fe^{2+} в растворе?
30. Вычислить начальную концентрацию $Na_2S_2O_3$, необходимую для полного растворения в 1 л его $0,4$ моль $Ag_2C_2O_4$, если считать, что в растворе образуются только ионы $Ag(S_2O_3)_2^-$
31. Растворится ли $0,05$ г AgI в 200 мл 1 М NH_3 ?
32. 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.
33. При фотометрировании раствора сульфосалицилатного комплекса железа получили относительную оптическую плотность $0,29$. Раствор сравнения содержал $0,0576$ мг Fe в $50,0$ см³, толщина кюветы 5 см.
34. При фотометрическом определении ванадия по методу добавок навеску стали $0,3680$ 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: $A_x = 0,28$ и $A_x + ст = 0,48$. Рассчитать массовую долю ванадия в стали.
35. При фотометрическом определении ванадия по методу добавок навеску стали $0,6572$ 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: $A_x = 0,23$ и $A_x + ст = 0,49$. Рассчитать массовую долю ванадия в стали.
36. Рассчитать минимальную, максимальную и оптическую концентрации вещества $KMnO_4$ для его фотометрического определения, если при $l = 1$ см, $A_{мин} = 0,02$; $A_{макс} = 1,30$ и $A_{опт} = 0,44$; а молярный коэффициент поглощения при $\lambda = 546$ нм равен 2420 .
37. Рассчитать минимальную, максимальную и оптическую концентрации вещества $Fe(CNS)_3$ для его фотометрического определения, если при $l = 1$ см, $A_{мин} = 0,02$; $A_{макс} = 1,30$ и $A_{опт} = 0,44$; а молярный коэффициент поглощения при $\lambda = 500$ -нм равен 5000 .
38. Рассчитать минимальную, максимальную и оптическую концентрации вещества $KMnO_4$ для его фотометрического определения, если при $l = 1$ см; $A_{мин} = 0,02$; $A_{макс} = 1,30$ и $A_{опт} = 0,44$; а молярный коэффициент поглощения при $\lambda = 546$ нм равен 2420 .
39. Рассчитать минимальную, максимальную и оптическую концентрации вещества $Bi[SC(NH_2)_2]_3^{3+}$ для его фотометрического определения, если при $l = 1$ см; $A_{мин} = 0,02$; $A_{макс} = 1,30$ и $A_{опт} = 0,44$; а молярный коэффициент поглощения при $\lambda = 320$ нм равен 39300 .
40. Для люминесцентного определения бора в руде навеску $0,200$ г растворили и после соответствующей обработки довели объем раствора до 100 см³. Затем к 1 см³ раствора добавили спиртовой раствор бензоила и измерили интенсивность люминесценции полученного раствора. Она оказалась равной $0,60$.
41. Стандартные растворы содержат $4,00$; $10,00$ и $20,00$ мг бора в 100 см³. После прибавления к $1,00$ см³ каждого стандартного раствора тех же реактивов и в тех же количествах, как и в случае исследуемого раствора, интенсивность люминесценции их оказалась $0,38$; $0,65$ и $1,08$ соответственно.
42. Рассчитать pH раствора по следующим экспериментальным данным: $Pt(H_2)/NH_4Cl/0,1$ н. KCl , $AgCl/Ag$, если эдс. равен $0,642$ В
43. Вычислить потенциал серебряного электрода в растворе, содержащем $0,1$ моль/л $AgNO_3$ и KCN , если концентрация цианид-ионов 1 моль/л.
44. Для рефрактометрического определения свинца в цинковой руде методом добавок взяли навеску руды $1,000$ г. После ее растворили и соответствующей обработки объем раствора довели до 200 см³. Для снятия полярограммы взяли $20,0$ см³ этого раствора. Высота волны оказалась равной $25,0$ мм. После добавки

5,0 см³ 0,0800 М раствора Pb(NO₃)₂ высота волны увеличилась до 35,0 мм. Определить массовую долю свинца в руде.

45. Для люминесцентного определения бора в руде навеску 0,360 г растворили и после соответствующей обработки довели объем раствора до 100 см³. Затем к 1 см³ раствора добавили спиртовой раствор бензоила и измерили интенсивность люминесценции полученного раствора. Она оказалась равной 1,00. Стандартные растворы содержали 4,00; 10,00 и 20,00 мг бора в 100 см³. После прибавления к 1,00 см³ каждого стандартного раствора тех же реактивов и в тех же количествах, как и в случае исследуемого раствора, интенсивность люминесценции их оказалась 0,38; 0,65 и 1,08 соответственно.

46. Вычислить растворимость AgCl и AgI (г/л) в 1 М (NH₄)₂CO₃. Будет ли достигнуто разделение этих галогенидов, если смесь 0,05 г AgCl и 0,05 г AgI обработана 10 мл 1 М (NH₄)₂CO₃?

47. Сколько грамм AgBr растворится в 20 мл 0,1 М (NH₄)₂CO₃?

48. Рассчитать pH раствора по следующим экспериментальным данным: Pt(H₂)/N₂H₄*H₂O/1 н. KCl, AgCl/Ag, если эдс. равен 0,772 В

49. Для полярографического определения свинца в цинковой руде методом добавок взяли навеску руды 22,665 г. После ее растворения и соответствующей обработки объем раствора довели до 200 мл. Для снятия полярограммы взяли 20,0 мл этого раствора. Высота волны оказалась равной 25,0 мм. После добавки 4,5 мл 0,0800 М раствора Pb(NO₃)₂ высота волны увеличилась до 33 мм. Определить массовую долю свинца в руде.

50. Для полярографического определения свинца в цинковой руде методом добавок взяли навеску руды 2,2680 г. После ее растворения и соответствующей обработки объем раствора довели до 200 мл. Для снятия полярограммы взяли 20,0 мл этого раствора. Высота волны оказалась равной 25,0 мм. После добавки 4,0 мл 0,0080 М раствора Pb(NO₃)₂ высота волны увеличилась до 31 мм. Определить массовую долю свинца в руде.

51. Для полярографического определения свинца в цинковой руде методом добавок взяли навеску руды 3,0730 г. После ее растворения и соответствующей обработки объем раствора довели до 200 мл. Для снятия полярограммы взяли 20,0 мл этого раствора. Высота волны оказалась равной 25,0 мм. После добавки 3,5 мл 0,00080 М раствора Pb(NO₃)₂ высота волны увеличилась до 29 мм. Определить массовую долю свинца в руде.

52. Для полярографического определения свинца в цинковой руде методом добавок взяли навеску руды 3,1860 г. После ее растворения и соответствующей обработки объем раствора довели до 20,0 мл. Для снятия полярограммы взяли 20,0 мл этого раствора. Высота волны оказалась равной 25,0 мм. После добавки 3,0 мл 0,00080 М раствора Pb(NO₃)₂ высота волны увеличилась до 27 мм. Определить массовую долю свинца в руде.

53. Произойдет ли осаждение PbS при насыщении сероводородом раствора, содержащего 2·10⁻³ моль/л Pb(NO₃)₂ с pH = 1,0?

Вычислить эквивалентную концентрацию Na₂S₂O₃, если 1,00 мл раствора K₂Cr₂O₇ эквивалентен 0,005584 г Fe. При взаимодействии 20,00 мл раствора K₂Cr₂O₇ с KI выделяется такое количество I₂, которое оттитровывается 32,46 мл раствора Na₂S₂O₃.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ + Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными таблицами и калькулятором.

Время подготовки ответов на задания экзаменационного билета - 45 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Апарнев, А. И., Казакова, А. А., Александрова, Т. П.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2018	https://www.iprbooks.hop.ru/91180.html
Полуэктова, В. А.	Аналитическая химия. Химические методы анализа	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2018	https://www.iprbooks.hop.ru/92239.html

6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Александрова, Т. П., Апарнев, А. И., Казакова, А. А.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2016	https://www.iprbooks hop.ru/91321.html
Сульдина, Т. И.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Саратов: Ай Пи Эр Медиа	2018	http://www.iprbooksh op.ru/70757.html
Власова Е. Г. (и др.)	Аналитическая химия: химические методы анализа (Электронный ресурс). — Эл. издание — (Учебник для высшей школы)	Москва: Лаборатория знаний	2017	https://ibooks.ru/read ing.php? short=1&productid=3 73238
Зыкова И. В., Лысова С. С.	Аналитическая химия. Качественный анализ	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2025	http://publish.sutd.ru/ tp_ext_inf_publish.ph p?id=202543
Зыкова И. В., Лысова С. С.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Количественный анализ: химические методы	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2024	http://publish.sutd.ru/ tp_ext_inf_publish.ph p?id=2024139

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Портал по стандартизации. URL: www.standart.gost.ru

Портал по международной стандартизации. URL: www.iso.gost.ru

Библиотека ГОСТов и нормативных документов. URL: www.libgost.ru

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

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

Занятия проводятся в аудитории, оснащенной следующим оборудованием:

Вытяжные шкафы

Настольное и напольное оборудование

Шкаф с лабораторной посудой

Мойки

Сушильный шкаф

Муфельная печь

Аналитические весы

pH-метр

Иономер

Кондуктометр

Фотоэлектроколориметр

Спектрофотометр

ИК-спектрофотометр

Рефрактометр

Поляриметр