

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«04» \_\_\_\_ 04 \_\_\_\_ 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.13** Аналитическая химия

Учебный план: 2024-2025 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 "Медицинская химия"  
(специализация)

Уровень образования: специалитет

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия					
3	УП	34	17	68	34	27	5	Экзамен
	РПД	34	17	68	34	27	5	
4	УП	68	34	68	53	29	7	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	68	34	68	53	29	7	
Итого	УП	102	51	136	87	56	12	
	РПД	102	51	136	87	56	12	

Санкт-Петербург  
2023

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 детей 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

<b>ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности</b>
<b>Знать:</b> основные этапы качественного и количественного химического анализа различных веществ, методы разделения и концентрирования веществ, метрологические характеристики классических методов анализа, теоретические основы физико-химических методов анализа
<b>Уметь:</b> проводить пробоподготовку различных объектов, прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях, выполнять анализ объекта, проводить статистическую обработку результатов измерений
<b>Владеть:</b> навыками анализа и статистической обработки результатов химического эксперимента
<b>ОПК-2: Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности</b>
<b>Знать:</b> теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических, области применения, основное аппаратное оформление указанных методов
<b>Уметь:</b> выбирать методику анализа для поставленной задачи и выполнять ее экспериментально с получением результатов аналитических определений с необходимыми метрологическими характеристиками
<b>Владеть:</b> навыками проведения количественного и качественного анализа различных объектов химическими и физико-химическими методами
<b>ОПК-6: Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</b>
<b>Знать:</b> требования к оформлению тезисов докладов конференций российских и международных, научных статей в рецензируемых изданиях
<b>Уметь:</b> подготавливать тезисы докладов, презентации, научные статьи с учетом требований, предъявляемых к их оформлению
<b>Владеть:</b> 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 ультрамикрoанализ. Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу. Лабораторная работа: Вводное занятие. Техника безопасности. Посуда и реактивы		2		4	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 равновесия в реальных системах.	2	2	8	4			

<p>Тема 3. 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.</p> <p>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.</p> <p>Лабораторная работа: Анализ катионов III аналитической группы</p> <p>Лабораторная работа: Анализ смеси катионов I, II, III аналитических групп</p> <p>Практическое занятие: Расчеты pH в гомогенных системах</p> <p>Контрольная работа</p>	8	3	8	5	ГД	
<p>Раздел 2. Равновесия в процессах комплексообразования</p>						
<p>Тема 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.</p> <p>Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Влияние общей структуры на свойства органических реагентов, роль заместителей и хромофорных групп.</p> <p>Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S и кислород-, азот-, и серосодержащими органическими реагентами. Влияние природы функционально-аналитических групп, их расположения, стереохимии молекул реагента на селективность его взаимодействия с неорганическими ионами.</p> <p>Лабораторная работа: Анализ смеси катионов шести аналитических групп</p>	4		6	3	Ko	

<p>Тема 5. 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.</p> <p>Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.</p> <p>Лабораторная работа: Анализ анионов I аналитической группы</p> <p>Практическое занятие: Равновесия в комплексных системах.</p> <p>Коллоквиум</p>	4	3	6	2	ГД		
---	---	---	---	---	----	--	--

Раздел 3. Равновесие в гетерогенных и окислительно-восстановительных процессах						,Ко
<p>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. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе.</p> <p>Лабораторная работа: Анализ катионов IV аналитической группы Лабораторная работа: Анализ катионов V аналитической группы Практическое занятие: Влияние химических факторов на величину окислительно-восстановительных потенциалов Контрольная работа</p>	4	3	8	5		
<p>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. 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, остwaldовское 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.</p> <p>Лабораторная работа: Анализ катионов VI аналитической группы Лабораторная работа: Анализ смеси катионов IV, V, VI аналитических групп Практическое занятие: Равновесия в гетерогенных системах Коллоквиум</p>	4	3	8	5	ГД	

Раздел 4. Методы выделения, разделения и концентрирования						
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов путем подбора органических растворителей, изменения pH водной среды, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции.</p> <p>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.</p> <p>Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях.</p> <p>Другие методы. Электрохимические методы. Отгонка (дистилляция, возгонка). Зонная плавка. Селективное растворение. Направленная кристаллизация. Химические транспортные реакции. Мембранные методы. Сорбция. Флотация. Термодиффузия.</p> <p>Лабораторная работа: Анализ анионов II, III аналитических групп</p> <p>Лабораторная работа: Анализ смеси</p>	2	8	4		,0	

<p>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.</p> <p>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. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион- парная и лигандообменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.</p> <p>Эксклюзивная хроматография. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.</p> <p>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.</p> <p>Лабораторная работа: Ход анализа твердых веществ, растворимых и нерастворимых в воде. Открытие катионов и анионов</p> <p>Лабораторная работа: Хроматографические методы анализа. Плоскостная хроматография</p> <p>Практическое занятие: Расчет концентраций компонентов по данным хроматографического анализа</p>	4	3	12	4	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	68	34		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5		
Раздел 5. Химические методы анализа						,К

Тема 10. 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.

Лабораторная работа: Гравиметрический анализ

34

17

20

11

<p>Тема 11. Хроматографические методы анализа. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газотвердофазная) и газожидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии.</p> <p>Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.</p> <p>Практическое занятие: Расчет концентраций компонентов по данным хроматографического анализа</p>		4	2		10	ГД	
<p>Раздел 6. Физико-химические количественные методы анализа: электрохимические методы</p>							,К
<p>Тема 12. 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.</p> <p>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.</p> <p>Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления.</p> <p>Лабораторная работа: Потенциометрия и потенциометрическое титрование Лабораторная работа: Ионметрия</p> <p>Практическое занятие: Расчет электродной функции ион-селективного электрода, селективности.</p> <p>Коллоквиум</p>		6	2	8	4		

<p>Тема 13. Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Электрическая проводимость, измерение электрической проводимости. Зависимость электрической проводимости электролита от различных факторов. Классификация кондуктометрических методов. Области применения кондуктометрии.</p> <p>Аналитическая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Аппаратура для кондуктометрических измерений.</p> <p>Лабораторная работа: Кондуктометрия Практическое занятие: Расчет концентраций по результатам кондуктометрического титрования</p>	2	4	4	3		
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Другие электрохимические методы анализа. Общая характеристика электрогравиметрических методов. Теоретические основы кулонометрии. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Хронопотенциометрия – вольтамперометрия при постоянном токе. Практическое применение методов.</p> <p>Сравнительная характеристика чувствительности и избирательности, областей применения электрохимических методов.</p>	4			4	ГД	

Раздел 7. Физико-химические количественные методы анализа: оптические методы						,Ко
<p>Тема 15. Оптические методы анализа.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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: фотозумульсия, фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники излучения. Систематические аппаратные искажения.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Атомно-абсорбционный метод. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики.</p> <p>Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно- эмиссионным методом. Метрологические характеристики.</p> <p>Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.</p> <p>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.</p> <p>Практическое занятие: Анализ атомно- эмиссионного спектра</p>	5	2	4			

<p>Тема 16. 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.</p> <p>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.</p> <p>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. Лабораторная работа: Молекулярная спектроскопия в видимой области Лабораторная работа: Молекулярная спектроскопия в УФ-области спектра Лабораторная работа: Молекулярная спектроскопия в ИК-области спектра Практическое занятие: Выбор оптимальных условий фотометрирования</p>	5	2	12	4			
--	---	---	----	---	--	--	--

<p>Тема 17. 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. Лабораторная работа: Рефрактометрия Лабораторная работа: Поляриметрия Практическое занятие: Идентификация органических веществ по показателю преломления и плотности Практическое занятие: Идентификация органических веществ по углу вращения плоскости поляризации плоскополяризованного света</p>	2	5	8	3	ГД	
<p>Раздел 8. Автоматизация анализа, пробоотбор и пробоподготовка</p>						
<p>Тема 18. 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 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.</p>	1			3		Пр

<p>Тема 19. 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.</p> <p>Математические методы в практике работы химико-аналитических лабораторий.</p> <p>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).</p>	1			2	ГД		
---	---	--	--	---	----	--	--

Раздел 9. Основные объекты анализа							,0
<p>Тема 20. 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. Лабораторная работа: Анализ природных и сточных вод</p>		2		8	2		
<p>Тема 21. 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. Лабораторная работа: Определение токсинов в пищевых продуктах</p>		2		8	3	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		68	34	68	53		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		4,5		24,5			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		296		136			

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

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** 1. Определение малых количеств п-трибутилфенола в фенолформальдегидных смолах.

2. Изучение влияния аниона на определение калия, натрия и кальция методом пламенной эмиссионной спектроскопии.

3. Определение различных форм полифосфатов в их смеси методом бумажной хроматографии.

4. Методы определения фенола и резорцина в производственных сточных водах.

5. Анализ методов определения кобальта, марганца, меди и цинка в комплексных удобрениях.

6. Расчет pH для осаждения катионов ТМ в виде гидроксидов из многокомпонентных растворов.

7. Методы определения малых концентраций растворенного кислорода в воде.

8. Оксиды как аналитические реагенты.

9. Хелатообразующие сорбенты для концентрирования микроэлементов.

10. Аналитические применения модифицированных ионообменников.

11. Ионохроматографическое определение неорганических анионов в природных водах.

12. Развитие субстехиометрического анализа.

13. Изомерия гетерополианионов.

14. Каталитические методы определения переходных металлов.

15. Сорбционное концентрирование и разделение микроэлементов на химически модифицированных кремнеземах.

16. Определение содержания стронция в воде.

17. Определение содержания меди в воде различными методами.

18. Определение содержания железа в воде различными способами.

19. Определение содержания меди и алюминия в воде при их совместном присутствии.

20. Определение ионов магния в воде.

21. Определение ионов хрома в воде различными методами.

22. Определение железа (III) в воде различными методами.

23. Определение катионов Fe, Zn и Ca в смеси различными методами.

24. Определение катиона аммония в воде.

25. Определение Fe и Cu при их совместном присутствии.

26. Определение Cu и Zn при их совместном присутствии.

27. Идентификация органических веществ с помощью жидкостной хроматографии.

28. Идентификация органических веществ флуориметрическим методом

**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.	
	Выбирает метод (методику) анализа, проводит статистическую обработку экспериментальных данных с использованием математических методов при решении задач в профессиональной деятельности.	Практико-ориентированные задания

ОПК-2	<p>Раскрывает теоретические основы современных методов анализа различных объектов и методов интерпретации результатов экспериментальных данных.</p> <p>Вычисляет количество (концентрацию) вещества в объекте, используя калибровочный график в координатах: аналитический сигнал - концентрация.</p> <p>Выбирает метод (методику) выполнения измерений концентраций веществ (ионов) в различных объектах и интерпретирует результаты экспериментальных данных.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>
ОПК-6	<p>Раскрывает актуальность, научную и практическую значимость тематики исследования</p> <p>Обрабатывает и анализирует результаты проведенного научного исследования</p> <p>Представляет результаты научно - исследовательской деятельности в виде отчетов и презентаций</p>	<p>Вопросы устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p> <p>Курсовая работа</p>

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Полный исчерпывающий ответ, показывающий понимание предмета. Ориентируется в основных терминах, знаком с дополнительной литературой, правильно отвечает на дополнительные вопросы.</p> <p>Студент показывает правильное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, выбором нужных законов и формул для ее решения.</p> <p>Умеет правильно объяснить теоретические основы аналитических методов и правильно выбрать метод анализа.</p>	
4 (хорошо)	<p>Стандартный ответ, лишенный индивидуальности. Допускает незначительные погрешности при ответе на вопросы.</p> <p>Студент показывает достаточное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения.</p> <p>Умеет правильно объяснить теоретические основы аналитических методов и правильно выбрать метод анализа.</p> <p>Неполный ответ, имеют место небольшие пробелы в знаниях. Допускает погрешности при ответе на вопросы.</p>	

3 (удовлетворительно)	<p>Показывает знания учебного материала в минимальном объеме. Допускает большое количество непринципиальных ошибок. Может устранить их с помощью преподавателя.</p> <p>Студент показывает недостаточное понимание условия задачи, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения.</p> <p>Неполный ответ, есть ошибки в изложении нескольких тем. Путается в терминах.</p>	
2 (неудовлетворительно)	<p>Не может ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Многочисленные грубые ошибки.</p> <p>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.</p> <p>Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.</p>	

## 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	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	Влияние сольватации на равновесие в реальных системах
4	Аппаратура для газовой хроматографии
5	Буферные растворы, pH буферных растворов
6	Механизмы окислительно-восстановительных реакций
7	Влияние химических факторов на равновесие в реальных системах. Связь термодинамической и концентрационной констант
8	Концепция «жестких» и «мягких» кислот и оснований
9	Механизмы процесса гидролиза
10	Влияние процесса комплексообразования на величину потенциала окислительно-восстановительной системы
11	Влияние pH раствора на диссоциацию слабых одноосновных кислот
12	Дробное осаждение. Превращение одних малорастворимых веществ в другие
13	Концепция теории кристаллического поля на природу связи в комплексных соединениях
14	Концепция теории кристаллического поля на природу связи в комплексных соединениях
15	Экстракция координационно несольватированных солей
16	Окраска комплексных соединений в кристаллическом и растворенном состоянии
17	Влияние температуры, растворителя, ионной силы и других факторов на растворимость
18	Обоснование спектрохимического ряда лигандов с позиций метода молекулярных орбиталей
19	Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимых веществ.
20	Количественные величины процесса гидролиза (константа гидролиза, степень гидролиза, pH растворов солей.)
21	Влияние хелатного эффекта на устойчивость комплексных соединений.
22	Классификация методов качественного анализа.
23	Факторы, влияющие на экстракционное равновесие.

24	Влияние электростатических взаимодействий на равновесие в реальных системах.
25	Растворимость комплексных соединений в воде и других растворителях.
26	Концепция МВС на природу связи в комплексных соединениях.
27	Влияние процесса образования малорастворимых соединений на величину потенциала окислительно-восстановительной системы.
28	Кислотно-основные взаимодействия.
29	Экстракция ионов путем введения их в состав нейтральных молекул.
30	Буферная емкость. Вычисления буферной емкости.
31	Концепция ММО на природу связи в комплексных соединениях.
32	Применение комплексных соединений в химии и медицине.
Семестр 4	
33	Теория осаждения в гравиметрическом методе анализа: выбор осадителя, полнота осаждения, механизм образования осадков
34	Приборы, их принцип действия в кондуктометрическом методе анализа. Устройство кондуктометрической ячейки
35	Характеристика титриметрического анализа. Реакции, используемые в титриметрическом анализе. Классификация методов титриметрии
36	Методы определения концентрации в растворе с помощью полярографического анализа. Условия проведения полярографического анализа. Применение метода
37	Титрование слабых кислот сильными основаниями. Титрование сильных кислот слабыми основаниями. Кривые титрования
38	Количественный спектральный анализ. Фотографические методы
39	Титрование слабых кислот слабыми основаниями. Титрование многоосновных кислот. Кривые титрования
40	Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализов
41	Методы обнаружения конечной точки окислительно-восстановительного титрования
42	Аппаратура для фотоэлектроколориметрических измерений. Однолучевые фотоэлектроколориметры. Двухлучевые фотоэлектроколориметры
43	Осадительное титрование. Кривые титрования
44	Поляриметры, устройство и принцип работы
45	Электроды в потенциометрии. Индикаторные электроды. Электроды 1-го, 2-го, 3-го рода. Электроды на ион водорода
46	Практическое применение люминесцентного анализа. Сортной люминесцентный анализ. Люминесцентная микроскопия. Качественный люминесцентный анализ. Количественный люминесцентный анализ
47	Теоретические основы люминесцентного метода анализа. Классификация люминесценции. Люминофоры. Механизм возникновения люминесценции
48	Аппаратура для потенциометрического анализа
49	Сущность гравиметрического анализа. Типы гравиметрических определений
50	Характеристика основных узлов, имеющих во всех спектральных приборах
51	Титрование солей на примере соды. Ионная теория кислотно-основных индикаторов
52	Способы измерения интенсивности светопоглощения. Визуальные методы. Фотоэлектроколориметрические методы
53	Цвет раствора. Спектры поглощения. Выбор условий для колориметрических определений. Причины отклонения от основного закона фотометрии
54	Методы поляриметрического определения концентрации веществ
55	Хромофорная теория кислотно-основных индикаторов. Погрешности титрования
56	Происхождение ИК-спектров. Области ИК-спектра
57	Ионселективные электроды. Основные характеристики ионселективных электродов
58	Способы определения концентрации веществ с помощью ААС
59	Кондуктометрическое титрование. Сущность метода. Определение точки эквивалентности по электропроводности
60	Методы определения концентрации веществ в растворе с помощью нефелометрического и турбидиметрического методов анализа
61	Методы обнаружения конечной точки осадительного титрования
62	Регистрация ИК-спектров. Применение ИК-спектроскопии
63	Количественный анализ. Задачи количественного анализа. Методы количественного анализа. Расчеты в количественном анализе
64	Амперометрическое титрование с двумя поляризуемыми электродами
65	Комплексонометрическое титрование. Кривые титрования
66	Фотометрические методы определения концентрации веществ в растворе

67	Кривые титрования. Титрование сильной кислоты сильным основанием
68	Практическое применение метода рефрактометрии
69	Методы обнаружения конечной точки окислительно-восстановительного титрования
70	Теоретические основы рефрактометрического метода анализа. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от различных факторов
71	Потенциометрическое титрование
72	Качественный эмиссионный анализ
73	Общая характеристика потенциометрического анализа. Классификация методов
74	Теоретические основы метода эмиссионной спектроскопии
75	Электроды сравнения
76	Количественный спектральный анализ. Фотоэлектрические методы
77	Теоретические основы полярографического анализа
78	Аппаратура для люминесцентного анализа. Флуориметры. Спектрофлуориметры
79	Основной закон в титриметрическом методе анализа. Расчеты в титриметрии
80	Поляриметрия. Сущность поляриметрического анализа. Оптически активные вещества
81	Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования
82	Особенности коллоидных растворов и способы их получения
83	Условия осаждения кристаллических осадков. Условия осаждения аморфных осадков. Соосаждение
84	Сравнение методов ААС и ЭС. Применение методов
85	Операции гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе
86	Теоретические основы фотометрических методов. Оптические свойства окрашенных растворов. Законы прохождения света через вещество. Молярный коэффициент абсорции
87	Классификация ионселективных электродов
88	Поляризация молекул. Вывод формулы Лоренц-Лорентца
89	Кислотно-основное титрование. Классификация метода. Стандартные растворы. Вычисление концентрации водородных ионов, pH в растворах электролитов
90	Кривые кондуктометрического титрования, их типы. Примеры кондуктометрического титрования
91	Теоретические основы нефелометрического и турбидиметрического методов анализа
92	Практическое применение рефрактометрии
93	Законы люминесценции. Тушение люминесценции
94	Количественный спектральный анализ. Фотографические методы
95	Кондуктометрия. Прямая и косвенная. Характеристика методов
96	Амперометрическое титрование с одним поляризуемым электродом
97	Теоретические основы атомно-абсорбционной спектроскопии
98	Поляриметры. Устройство и принцип работы

### 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 1л раствора, содержащего 0,1моль  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  и 0,1 моль  $\text{NH}_3$ , добавить 0,1 моль  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ?

2.Образуется ли осадок  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$ , если в 1 л раствора, содержащего 0,1 моль  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$  и 1 моль  $\text{NH}_3$ , растворили 1 г  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ?

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 1л которого содержится по 0,01 моль/л  $\text{Ba}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ , 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 1л раствора, чтобы начал выпадать осадок  $\text{CaSO}_4$ ?

6. 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  $A_x + \text{ст} = 0,48$ . Рассчитать массовую долю ванадия в стали.

7. При фотометрировании раствора сульфосалицилатного комплекса железа получили относительную оптическую плотность 0,29. Раствор сравнения содержал 0,0576 мг Fe в 50, 0 см<sup>3</sup>, толщина кюветы 5 см.

8. 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  $A_x + \text{ст} = 0,48$ . Рассчитать массовую долю ванадия в стали.

9. 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.

10. 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.

### 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
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Апарнев, А. И., Казакова, А. А., Александрова, Т. П.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2018	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/91180.html">https://www.iprbooks.hop.ru/91180.html</a>
Полуэктова, В. А.	Аналитическая химия. Химические методы анализа	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2018	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/92239.html">https://www.iprbooks.hop.ru/92239.html</a>
Александрова, Т. П., Апарнев, А. И., Казакова, А. А.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2016	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/91321.html">https://www.iprbooks.hop.ru/91321.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Власова Е. Г. (и др.)	Аналитическая химия: химические методы анализа (Электронный ресурс). — Эл. издание — (Учебник для высшей школы)	Москва: Лаборатория знаний	2017	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=373238">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=373238</a>
Сульдина, Т. И.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Саратов: Ай Пи Эр Медиа	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/70757.html">http://www.iprbookshop.ru/70757.html</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Портал по стандартизации. URL: [www.standart.gost.ru](http://www.standart.gost.ru)

Портал по международной стандартизации. URL: [www.iso.gost.ru](http://www.iso.gost.ru)

Библиотека ГОСТов и нормативных документов. URL: [www.libgost.ru](http://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