

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по
УР

_____ А.Е. Рудин

«28» ___ 06 ___ 2022 года

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.12

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Учебный план: 2022-2023 18.03.01 ИПХиЭ ХТОиНВ ОЗО №1-2-94.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология органических и неорганических веществ
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очно-заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Лаб. занятия				
3	УП	17	34	92,75	0,25	Зачет
	РПД	17	34	92,75	0,25	
4	УП	17	17	83	27	Экзамен
	РПД	17	17	83	27	
Итого	УП	34	51	175,75	27,25	
	РПД	34	51	175,75	27,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

доктор химических наук, Профессор _____

кандидат химических наук, Доцент _____

Зыкова Ирина Викторовна

Лысова Светлана
Сергеевна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии _____

Новоселов Николай
Петрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой _____

Сашина Елена Сергеевна

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области проведения химического анализа различных объектов исследования с использованием химических, физических и физико-химических методов.

1.2 Задачи дисциплины:

научить теоретическим основам качественного и количественного химического анализа;
теоретическим основам инструментальных методов анализа;
показать правильность пробоотбора и пробоподготовки; правильность выбора метода (или методов);
познакомить с методиками выполнения измерений для решения конкретных задач профессиональной деятельности.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Общая и неорганическая химия

Математика

Физика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

Знать: основные химические законы и теории, физико-химические методы анализа, основные этапы качественного и количественного химического анализа различных веществ, методы разделения и концентрирования веществ, метрологические характеристики классических методов анализа.

Уметь: подготовить пробу к анализу, прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях, выполнить анализ объекта классическим методом, провести статистическую обработку результатов измерений.

Владеть: навыками работы с химическими реактивами и приборами, проведения количественного и качественного анализа химическими и физико-химическими методами, навыками корректной оценки погрешностей при их проведении.

ОПК-5: Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные

Знать: теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических, области применения, основное аппаратное оформление

Уметь: выбрать методику анализа для заданной задачи и выполнить ее экспериментально с получением результатов аналитических определений с необходимыми метрологическими характеристиками.

Владеть: методами вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента

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)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Введение и метрологические основы химического анализа	3					Л
Тема 1. Основные понятия аналитической химии. 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. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу.		1		4		
Тема 2. Основные метрологические понятия и представления. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Классификация погрешностей анализа. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Статистическая обработка результатов измерений. Лабораторная работа. Техника безопасности. Изучение I аналитической группы катионов. Анализ смеси катионов I аналитической группы.		1	4	4	АС	
Раздел 2. Равновесия в гомогенных системах						К,Л
Тема 3. Химические равновесия в реальных системах. Факторы, влияющие на равновесие в реальных системах. Влияние электростатических взаимодействий на равновесие. Коэффициенты активности. Ионная сила. растворах. Теория Дебая- Хюккеля. Взаимосвязи между ионной силой и коэффициентом активности. Влияние сольватации на равновесие. Влияние химических взаимодействий на равновесие. Описание сложных равновесий. Метод конкурирующих реакций. Общая и равновесная концентрации. Концентрационные константы.	1		2			

<p>Тема 4. Расчет pH в растворах кислот, оснований, солей, кислотно-основных буферных системах.</p> <p>Вычисления pH растворов одноосновных кислот и однокислотных оснований, многоосновных кислот и многокислотных оснований, смеси кислот и оснований.</p> <p>Константа кислотности и основности. Влияние pH на диссоциацию слабых одноосновных кислот. Влияние pH на диссоциацию слабых двухосновных кислот. Равновесия в процессах гидролиза. Механизмы гидролиза. Количественные характеристики процесса гидролиза. Вычисление pH растворов солей, образованных анионами многоосновных кислот.</p> <p>Буферные системы и их свойства. Расчет pH. Буферная емкость. Зависимость буферной емкости от концентрации буферного раствора. Буферная емкость сильных кислот и оснований.</p> <p>Взаимодействие кислоты и основания . Расчет pH.</p> <p>Лабораторная работа. Изучение II аналитической группы катионов. Анализ смеси катионов I и II аналитических групп.</p>		3	4	18		
<p>Тема 5. Титриметрические методы анализа. Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. 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. Лабораторная работа. Изучение III аналитической группы катионов.</p>		1	4	14		

<p>Тема 6. Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования: сильная кислота – сильное основание, слабая кислота – сильное основание, сильная кислота – слабое основание, слабая кислота – слабое основание. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований и температуры на характер кривых титрования. Правило выбора индикатора. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Теории кислотно-основных индикаторов. Наиболее используемые кислотно-основные индикаторы. Ошибки титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований. Лабораторная работа. Ацидиметрия. Приготовление и стандартизация раствора соляной кислоты.</p>		1	4	8	АС	
<p>Раздел 3. Равновесия в окислительно-восстановительных процессах</p>						
<p>Тема 7. Окислительно-восстановительное равновесие. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Влияние химических взаимодействий на величину окислительно-восстановительного потенциала: рН, комплексообразование, образование малорастворимых соединений. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления-восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Механизмы окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Лабораторная работа. Йодиметрия. Приготовление и стандартизация раствора тиосульфата натрия.</p>		1	2	8	АС	Л
<p>Тема 8. Окислительно-восстановительное титрование. Расчет и построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: комплексообразование, концентрация ионов водорода, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования. Наиболее известные окислительно-восстановительные индикаторы. Погрешности титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования: перманганатометрия, дихроматометрия, иодо- и иодиметрия и др. Лабораторная работа. Окислительно-восстановительное титрование. Иоди- и иодометрия. Определение содержания ионов меди в растворе.</p>		2	2	8	АС	

Раздел 4. Равновесия в процессах комплексообразования					
<p>Тема 9. Комплексные соединения. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и комплексообразователя: внутрисферные и внешнесферные комплексы, однороднолигандные и смешаннолигандные, полиядерные. Природа химической связи в комплексных соединениях. Теория кристаллического поля. Метод молекулярных орбиталей. Спектрохимический ряд лигандов. Количественные характеристики комплексных соединений, константы устойчивости, степень образования комплекса. Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Механизмы замещения лигандов: ассоциативный и диссоциативный. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа. Лабораторная работа. Комплексонометрическое титрование. Приготовление и стандартизация раствора трилона Б.</p>	1	2	4	АС	Л
<p>Тема 10. Комплексонометрическое титрование. Неорганические и органические реагенты в комплексонометрии. Способы комплексонометрического титрования: прямое, обратное, вытеснительное, косвенное. Расчет и построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Ошибки титрования. Селективность титрования и способы ее повышения. Лабораторная работа. Комплексонометрическое титрование. Определение концентрации ионов цинка в растворе.</p>	1	2	4	АС	
Раздел 5. Равновесия в гетерогенных системах (процессы осаждения и соосаждения)					Л,К

<p>Тема 11. Равновесия в системе раствор – осадок. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Механизмы осаждения. 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. 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. Способы уменьшения соосаждения. Условия получения кристаллических осадков. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Условия образования аморфных осадков. Использование коллоидных систем в химическом анализе.</p>	2		4		
<p>Тема 12. Осадительное титрование. Расчет и построение кривых титрования на примере метода аргентометрии. Влияние адсорбции на точность титрования. Влияние растворимости соединений, концентрации определяемых ионов, температуры на характер кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования в аргентометрии: способ Мора, Фаянса, Фольгарда. Ошибки титрования. Лабораторная работа. Осадительное титрование. Приготовление и стандартизация раствора нитрата серебра. Определение массы бромида калия в растворе по методу Фольгарда.</p>	1	4	4	АС	

<p>Тема 13. Гравиметрический метод анализа. Сущность гравиметрического анализа и границы его применимости. Прямые и косвенные методы определения. Ошибки в гравиметрическом анализе. Важнейшие неорганические и органические осадители. Требования к осаждаемой форме. Требования к гравиметрической форме. Термогравиметрический анализ. Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания. Лабораторная работа. Гравиметрический метод анализа. Коллоквиум № 1. Темы: Равновесия в гомогенных, окислительно-восстановительных системах и в процессах комплексообразования.</p>		1	6	6,75		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	88,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Раздел 6. Электрохимические методы анализа						
<p>Тема 14. Потенциометрический метод анализа. Прямая потенциометрия. Косвенная потенциометрия. Электроды в потенциометрии. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Электроды 1, 2 и 3-его родов. Ионселективные электроды. Уравнение Никольского. Основные характеристики ионселективных электродов. Электродная функция. Селективность. Методы определения потенциометрического коэффициента селективности. Время отклика. Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, Электроды с жесткой матрицей (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. Потенциометрическое титрование. Лабораторная работа. Ионометрия.</p>	4	2	4	12	АС	К

<p>Тема 15. Кондуктометрический метод анализа. 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.</p>	1		4		
<p>Тема 16. Вольтамперометрия. Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Полярография. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Предельный диффузный ток. Уравнение Ильковича. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Количественный полярографический анализ. Условия проведения полярографического анализа. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Амперометрическое титрование с одним и двумя индикаторными поляризованными электродами. Выбор потенциала индикаторного электрода и налагаемого напряжения при использовании двух индикаторных электродов. Виды кривых титрования.</p>			4		
<p>Раздел 7. Методы атомной оптической спектроскопии</p>					

<p>Тема 17. Атомно-эмиссионный метод. Спектры атомов. Основные и возбужденные электронные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Связь интенсивности с числом излучающих частиц. 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. Примеры практического применения атомно-эмиссионного метода.</p>		1		6		
<p>Тема 18. 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. Примеры практического применения атомно-абсорбционного метода.</p>		1		4		
<p>Раздел 8. Методы молекулярной оптической спектроскопии</p>						К,Л

<p>Тема 19. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Законы поглощения электромагнитного излучения и способы их выражения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Математическое выражение этого закона. Величины, характеризующие поглощение. Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические). Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). 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. Лабораторная работа. Фотоколориметрия. Лабораторная работа. Спектрофотометрия.</p>		2	4	15		
<p>Тема 20. 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. Лабораторная работа. Определение строения химического соединения по его инфракрасному спектру.</p>		1	2	8	АС	
<p>Тема 21. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Законы люминесценции. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Аппаратура люминесцентного анализа. Практическое применение люминесцентного анализа.</p>		1		4		

<p>Тема 22. Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа. Теоретические основы метода. Особенности коллоидных растворов. Способы получения коллоидных растворов. Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализов.</p>			2		
<p>Тема 23. Поляриметрический и рефрактометрический методы анализа. Теоретические основы поляриметрического метода. Получение плоскополяризованного света. Принцип поляриметрических измерений. Зависимость угла вращения плоскости поляризации плоскополяризованного света от различных факторов. Аппаратура для поляриметрических измерений. Теоретические основы рефрактометрического 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 поляриметрических и рефрактометрических измерений. Лабораторная работа. Рефрактометрия.</p>	1	2	2	АС	
<p>Раздел 9. Хроматографические методы анализа</p>					Л,К

<p>Тема 24. Классификация хроматографических методов по применяемым фазам, механизмам разделения и технике хроматографического анализа. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Молекулярно-адсорбционная хроматография. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии. Осадочная хроматография. 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. Тонкослойная и ионообменная хроматография.</p>		4	2	10	АС	
<p>Тема 25. Газовая и жидкостная хроматографии. 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. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность. Лабораторная работа. Коллоквиум №1 по темам: Электрохимические методы анализа. Оптические методы анализа.</p>		3	3	12		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	83		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине		87,75		196,25		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

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-2	Раскрывает суть теоретических основ химических, физических и физико-химических методов анализа.	Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированные задания
	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.	
ОПК-5	Раскрывает теоретические основы современных методов анализа различных объектов и методов интерпретации результатов экспериментальных данных.	Вопросы для устного собеседования Практико-ориентированные задания
	Вычисляет количество (концентрацию) вещества в объекте, используя калибровочный график в координатах: аналитический сигнал - концентрация. Выбирает метод (методику) выполнения измерений концентраций веществ (ионов) в различных объектах и интерпретирует результаты экспериментальных данных.	

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)	Показывает знания учебного материала в минимальном объеме. Допускает	

	<p>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>	
Зачтено	<p>Выполнены и зачтены все лабораторные работы согласно рабочей программе. Получены положительные результаты при выполнении контрольных работ, ответов на вопросы коллоквиумов.</p>	
Не зачтено	<p>Выполнены (частично выполнены), но не зачтены все лабораторные работы согласно рабочей программе. Получены отрицательные или частично отрицательные результаты при выполнении контрольных работ, ответов на вопросы коллоквиумов.</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	Основные понятия аналитической химии.
2	Влияние электростатических взаимодействий на равновесие.
3	Влияние химических взаимодействий на равновесие.
4	Расчет pH в растворах сильных и слабых кислот и оснований.
5	Концентрационные константы для описания равновесий в реальных системах.
6	Влияние pH на диссоциацию слабых одноосновных кислот.
7	Влияние pH на диссоциацию слабых двухосновных кислот.
8	Механизм гидролиза. Количественные характеристики процесса гидролиза: константа гидролиза, степень гидролиза.
9	Вычисление pH в растворах гидролизующихся солей.
10	Буферные системы. Механизм буферного действия.
11	Расчет pH в буферных системах. Понятие о буферной емкости. Вычисление буферной емкости.
12	Классификация титриметрических методов анализа.
13	Построение кривых титрования: сильная кислота – сильное основание, слабая кислота – сильное основание.
14	Построение кривых титрования: сильная кислота – слабое основание, слабая кислота – слабое основание.

15	Теории кислотно-основных индикаторов.
16	Влияние химических взаимодействий на величину окислительно-восстановительного потенциала: рН, комплексообразование, образование малорастворимых соединений.
17	Построение кривых окислительно-восстановительного титрования.
18	Способы фиксации конечной точки окислительно-восстановительного титрования.
19	Методы окислительно-восстановительного титрования.
20	Природа химической связи в комплексных соединениях с точки зрения теории кристаллического поля.
21	Природа химической связи в комплексных соединениях с точки зрения метода молекулярных орбиталей.
22	Построение кривых комплексонометрического титрования.
23	Способы фиксации конечной точки комплексонометрического титрования.
24	Схема образования осадка. Механизмы осаждения.
25	Факторы, влияющие на полноту осаждения осадков.
26	Причины загрязнения осадков. Классификация различных видов соосаждения.
27	Способы уменьшения соосаждения.
28	Условия образования кристаллических осадков.
29	Условия образования аморфных осадков.
30	Построение кривых осадительного титрования на примере метода аргентометрии.
31	Способы фиксации конечной точки в аргентометрии.
32	Сущность гравиметрического анализа. Требования к гравиметрической и осаждаемой формам.
Семестр 4	
33	Потенциометрия. Электроды в потенциометрии. Уравнение Нернста.
34	Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы.
35	Ионселективные электроды. Мембранный потенциал. Уравнение Никольского.
36	Основные характеристики ионселективных электродов.
37	Классификация ионселективных электродов.
38	Потенциометрическое титрование.
39	Теоретические основы кондуктометрического метода. Уравнение Кольрауша.
40	Зависимость удельной электрической проводимости электролита от концентрации, температуры и размера ионов.
41	Кондуктометрическое титрование.
42	Теоретические основы атомно-эмиссионной спектроскопии. Источники атомизации и возбуждения.
43	Качественный и количественный анализ методом атомно-эмиссионной спектроскопии.
44	Теоретические основы атомно-абсорбционной спектроскопии. Атомизаторы. Источники излучения.
45	Методы количественного анализа, используемые в атомно-абсорбционной спектроскопии.
46	Основной закон светопоглощения: закон Бугера-Ламберта-Бера.
47	Принципиальная схема однолучевого фотоэлектроколориметра.
48	Способы определения концентрации веществ в фотоэлектроколориметрии.
49	Теоретические основы метода инфракрасной спектроскопии.
50	Качественный и количественный анализ методом инфракрасной спектроскопии.
51	Теоретические основы нефелометрического и турбидиметрического анализов.
52	Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализов.
53	Теоретические основы поляриметрического метода.
54	Теоретические основы рефрактометрического метода.
55	Практическое применение поляриметрических и рефрактометрических измерений.
56	Классификация хроматографических методов.
57	Молекулярно-адсорбционная и ионообменная хроматографии.
58	Осадочная и окислительно-восстановительная хроматографии.
59	Плоскостная хроматография: бумажная и тонкослойная хроматографии.
60	Теоретические основы газо-адсорбционной и газо-жидкостной хроматографии.
61	Схема газового хроматографа. Детекторы.
62	Виды высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), их характеристика.
63	Схема жидкостного хроматографа.
64	Детекторы, применяемые в высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Рассчитать область скачка титрования и окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности: 0,2 н Na₂SO₃ - 0,4 н KMnO₄ если pH = 3.
2. Рассчитать область скачка титрования и окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности: 0,02 н. FeSO₄ - 0,01 н. K₂Cr₂O₇, если pH = 2.
3. Построить кривую титрования и подобрать индикатор для титрования: 0,2 н. HF - 0,1 н. NH₄OH.
4. Рассчитать область скачка титрования и окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и подобрать индикатор для титрования: 0,1 н. NaNO₂ - 0,1 н. KClO₃, если pH = 3.
5. Построить кривую титрования и подобрать индикатор для титрования: 0,02 н. H₂S - 0,02 н. раствором HClO при pH = 0.
6. Построить кривую титрования и подобрать индикатор для титрования: 0,1 н. H₃AsO₃ - 0,1 н. KMnO₄ при pH = 2.
7. Построить кривую титрования и подобрать индикатор: 0,1 н. HCOOH - 0,2 н раствором KOH.
8. Построить кривую титрования и подобрать индикатор для титрования: 0,1 н. HF – 0,1 н. раствором NaOH.
9. Рассчитать область скачка титрования и окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и подобрать индикатор при титровании: 0,05 н. FeSO₄ - 0,05 н. раствором KClO₃, если [H⁺] = 0,1 моль/л.
10. Какой индикатор пригоден для титрования: 1) Na₃PO₄ + HCl; 2) HCOOH + NaOH; 3) KCN + HCl (метилловый оранжевый, фенолфталеин, лакмус).
11. Какой из индикаторов (метилловый оранжевый; фенолфталеин; лакмус) пригоден для титрования: а) Na₃PO₄ + 2HCl; б) C₆H₅NH₂ + HCl; в) KCN + HCl.
12. Как определить концентрации NaOH и Na₂CO₃, если они присутствуют совместно?
13. Можно ли оттитровать 0,01 н NH₄OH - 0,01 н. раствором HCl с фенолфталеином?
14. Как определить концентрации K₂CO₃ и KHCO₃, если они присутствуют совместно?
15. Можно ли оттитровать 0,01 н. CH₃COOH 0,01 н. раствором NaOH с нейтральным красным (pT = 7)? Доказать!
16. Как определить концентрации Na₂CO₃ и NaHCO₃, если они присутствуют совместно?
17. При каком pH можно количественно осадить Zn²⁺ (0,01M) в виде ZnS, насыщая раствор сероводородом (0,1 M)?
18. При каком pH можно количественно осадить Cd²⁺ (0,01M) в виде CdS, насыщая раствор сероводородом (0,1 M)?
19. При каком pH можно количественно осадить Ni²⁺ в виде NiS, насыщая раствор сероводородом (0,1 M)?
20. При каком минимальном pH не начнет выпадать осадок FeS из 0,1M раствора FeSO₄ при насыщении раствора сероводородом (0,1M)?
21. При каком минимальном pH начнет выпадать осадок CoS из 0,05M раствора CoCl₂ при насыщении раствора сероводородом (0,1M)?
22. При каком минимальном pH начнет выпадать осадок MnS из 0,1M раствора MnCl₂ при насыщении раствора сероводородом (0,1M)?
23. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: NH₄OH + HCl ↔ NH₄Cl + H₂O
24. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: NaOH + C₆H₅COOH ↔ C₆H₅COONa + H₂O
25. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: AgNO₃ + KCl ↔ AgCl↓ + KNO₃
26. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: NH₄OH + CH₃COOH ↔ CH₃COONH₄ + H₂O
27. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: KOH + CH₃COOH ↔ CH₃COOK + H₂O
28. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: C₆H₅NH₂ + HCl ↔
29. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: NaOH + CH₃COOH ↔ CH₃COONa + H₂O
30. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: BaCl₂ + (NH₄)₂SO₄ ↔ BaSO₄ + 2NH₄Cl
31. Какой участок видимой области спектра является оптимальным для измерения светорассеяния суспензии BaSO₄?
32. Какая пара электродов служит для потенциометрических измерений с использованием следующей реакции:
HCl + NaOH = NaCl + H₂O?
33. Какому электроду соответствует схематическая запись Ag, AgCl|KCl?
34. Какому электроду соответствует схематическая запись Hg, Hg₂Cl₂|KCl?
35. Какому электроду соответствует схематическая запись Pt(H₂)/2H⁺?

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»

Условиями допуска обучающегося к промежуточной аттестации являются выполнение и защиты всех лабораторных работ согласно рабочей программе; положительные результаты выполнения контрольных работ, ответов на вопросы коллоквиумов.

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				
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
Золотов Ю. А.	Введение в аналитическую химию. — 2-е изд., электрон.	Москва: Лаборатория знаний	2020	https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=372679
Волосова, Е. В., Пашкова, Е. В., Шипуля, А. Н., Безгина, Ю. А., Глазунова, Н. Н.	Химические методы анализа	Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет	2017	https://www.iprbooks.hop.ru/76063.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Лысова С. С., Скрипникова Т. А., Зевацкий Ю. Э., Мызников Л. В., Ворона С. В.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Электронные спектры и строение органических соединений	СПб.: СПбГУПТД	2018	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201871
Лысова С. С., Скрипникова Т. А.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2019	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019317
Мовчан, Н. И., Романова, Р. Г., Горбунова, Т. С., Евгеньева, И. И.	Основы аналитической химии. Химические методы анализа	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2012	http://www.iprbookshop.ru/61991.html
Суделовская, А. В.	Основы аналитической химии	Брянск: Брянский государственный аграрный университет	2019	http://www.iprbookshop.ru/107911.html
Старикова Т. А., Лысова С. С., Зевацкий Ю. Э., Холохонова Л. И.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Физико-химические методы исследования. Ионнообменная хроматография	СПб.: СПбГУПТД	2016	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3162

Лысова С. С., Скрипникова Т. А., Зевацкий Ю. Э.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Физическая химия. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017201
Линько, И. В., Рудницкая, О. В., Култышкина, Е. К., Доброхотова, Е. В., Хрусталева, В. Н.	Теоретические основы аналитической химии	Москва: Российский университет дружбы народов	2018	http://www.iprbookshop.ru/104270.html
Лысова С. С., Мызников Л. В., Старикова Т. А.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Способы выражения концентрации растворов	СПб.: СПбГУПТД	2015	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2411

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Список физико-химических величин системы СИ с обозначениями и размерностью [Электронный ресурс].

URL: <http://old.iupac.org/reports/1993/homann/index.html>

Окислительно-восстановительные потенциалы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chem.msu.su/rus/handbook/redox/welcome.html>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru>

Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://publish.sutd.ru>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows

MicrosoftOfficeProfessional

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

Лабораторные занятия со студентами проводятся в специализированных помещениях кафедры, оборудованных химической посудой, химическими реактивами, измерительными приборами, дистиллятором, сушильными шкафами, муфельной печью, компьютером.

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска