

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.О.18**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Аналитическая химия  
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
04.03.01 Химия

направленность (профиль)  
Медицинская и фармацевтическая химия

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 18 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр Форма контроля Вид занятий	4	5	Итого
	экзамен	экзамен	
Лекции	68	68	136
Лабораторные	102	102	204
Практические	34	68	102
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		КР	КР
Промежуточная аттестация	035	0,35	0,70
Контактная работа	204,35	205,35	409,7
Самостоятельная работа	48	119	167
Контроль	35,65	35,65	71,3
<b>Итого</b>	<b>288</b>	<b>360</b>	<b>648</b>

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.х.н. Григорьева О.Б.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

04.03.01 Химия

---

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «\_31\_» \_августа\_ 2025 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании центра медицинской химии

(протокол заседания № 1 от «31» августа 2020 г.).

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – усвоить фундаментальные положения аналитической химии с возможностью их практического применения, сформировать способность обоснованно выбирать методику, метод и условия аналитического эксперимента.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Высшая математика».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Аналитическая химия (спец. курс)», «Аналитический контроль качества сырья и продукции», «Физико-химические методы анализа», «Физическая химия», «Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг», «Экологическая экспертиза», «Экологический производственный контроль», «Хроматографические методы анализа», «Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР».

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знать: - основные методы аналитической химии и аппаратуру для проведения химического эксперимента; - методы математической статистики для оценки метрологических характеристик результатов химического анализа
		Уметь: - анализировать литературные данные и данные собственных экспериментов; - систематизировать результаты аналитического эксперимента
		Владеть: - навыками расчета результатов анализа
	ОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ	Знать: - теоретические основы интерпретации результатов аналитической химии; Уметь: - применять теоретические положения аналитической химии к интерпретации результатов эксперимента

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	традиционных и новых разделов химии	Владеть: - навыками интерпретации результатов анализа
	ОПК-1.3. Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Знать: - основные теоретические положения аналитической химии - возможности и границы применимости аналитического эксперимента
		Уметь: - делать выводы по результатам теоретического и экспериментального исследования
		Владеть: - навыками формулировки выводов по анализу литературных и экспериментальных данных анализа
ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: - правила работы в лаборатории и нормы техники безопасности - классы опасности химических веществ
		Уметь: - придерживаться норм техники безопасности при работе в аналитической лаборатории
		Владеть: - приемами безопасной работы с химическими веществами
	ОПК-2.2. Проводит анализ веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик	Знать: - практические приемы химического анализа; - знать основные методы и доступные методики анализа
		Уметь: - выбирать оптимальный вариант методики для выполнения конкретной аналитической задачи; - разрабатывать стратегию проведения химического аналитического эксперимента
	ОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения	Владеть: - техникой экспериментальных работ; Знать: - приемы и операции аналитического исследования;

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	Уметь: - применять стандартные операции аналитического контроля к веществам и материалам на их основе;
		Владеть: - навыками измерения аналитического сигнала; - навыками приготовления растворов заданной концентрации различными способами;
	ОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	Знать: - устройство и основные узлы аналитических приборов - законы, лежащие в основе измерений в инструментальном анализе;
		Уметь: - работать на научном оборудовании - снимать показания приборов
		Владеть: - навыками работы на серийном научном оборудовании; - техникой проведения инструментального анализа
ОПК-3 Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники	ОПК-3.1. Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности	Знать: - основные законы и уравнения, лежащие в основе аналитических определений
		Уметь: - применять на практике основные теоретические и полуэмпирические модели аналитической химии
		Владеть: - алгоритмом использования моделей аналитической химии при решении задач и проведении расчетов
	ОПК-3.2. Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности	Знать: - основные программы по управлению и обработке результатов инструментальных методов анализа  Уметь: - обрабатывать результаты анализа с применением компьютерных программ;

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		Владеть: - расчетными методами аналитической химии
ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.1. Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности	Знать: - способы решения интегральных и дифференциальных уравнений, квадратных уравнений, логарифмические вычисления - основные законы оптики, положения раздела «электричество»
		Уметь: - производить расчеты в аналитических задачах с использованием математического аппарата
		Владеть: - навыками решения основных уравнений аналитической химии
	ОПК-4.2. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик	Знать: - математические способы обработки аналитических сигналов
		Уметь: - строить интегральные, дифференциальные кривые титрования, прямолинейные и иные градуировочные зависимости
		Владеть: - приемами статистической обработки результатов
	ОПК-4.3. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	Знать: - основные законы физики, лежащие в основе физических и физико-химических методов анализа
		Уметь: - интерпретировать результаты качественных и количественных измерений согласно законов оптики и электрохимии
		Владеть: - подходами к объяснению результатов анализа с использованием основных представлений физики

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
ОПК-5 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5.1. Использует современные ИТ-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля	Знать: - основные программные продукты, используемые в практике аналитической химии; - основные информационные базы, содержащие сведения об аналитических практиках, ведущих аналитических сообществах, производителях аналитического оборудования
		Уметь: - обрабатывать и представлять информацию анализа при помощи современных ИТ-технологий
		Владеть: - приемами современных ИТ-технологий при обработке данных анализа
	ОПК-5.2. Соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности	Знать: - правила и нормы информационной безопасности при работе с программными продуктами и базами данных по аналитической химии
		Уметь: - соблюдать на практике правила информационной безопасности
		Владеть: - представлениями о нормах информационной безопасности
ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	Знать: - нормы и правила, принятые химиками-аналитиками при представлении результатов анализа - профессиональные термины аналитической химии
		Уметь: - представлять результаты анализа в виде отчета в установленной форме;
		Владеть: - навыками представления результатов проведенного химического анализа

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	ОПК-6.2. Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры	Знать: - требования библиографической культуры; - правила оформления и представления библиографического списка
		Уметь: - представлять информацию согласно библиографическим требованиям
		Владеть: - навыками работы с библиографическим списком
	ОПК-6.3. Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе	Знать: - нормы и правила составления тезисов докладов; - профессиональные термины аналитической химии на английском языке
		Уметь: - представлять результаты аналитического исследования в виде тезисов доклада
		Владеть: - навыками составления отчета и тезисов докладов; - навыками использования английского языка в сфере тематики аналитической химии
	ОПК-6.4. Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках	Знать: - программы, позволяющие создавать презентации
		Уметь: - подготовить презентацию на русском и/или английском языке - представить презентацию по результатам аналитического исследования
		Владеть: - приемами работы с программами, позволяющими создавать презентации



#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Основные понятия аналитической химии. Качественный анализ	Лек 1	Аналитическая химия, её задачи и методы. Виды анализа. Этапы анализа. Метод и методика. Основные характеристики методов	4	2		-	
	Лаб 1	Качественные реакции катионов 1-3 аналитических групп	4	6		-	Отчет по лабораторной работе № 1
	Пр 1	Математическая обработка результатов анализа	4	2		-	
	Лек 2, Лек 3	Описание химического равновесия в гомогенных реакциях. Сильные и слабые электролиты. Активность. Коэффициент активности	4	4		-	
	Пр 2	Равновесия в растворах сильных и слабых электролитов. Решение задач	4	2		-	
	Ср 1	Изучение тем лекционных занятий, подготовка к отчетам по лабораторным работам, контрольным работам, итоговому тестированию	4	12		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб 2	Контрольная задача по определению смеси катионов 1-3 аналитических групп	4	6		-	Отчет по лабораторной работе № 2
	Пр 3	Равновесия в растворах многоосновных кислот. Решение задач.	4	2		-	
	Лек 4, Лек 5	Растворы гидролизующихся солей. Буферные системы.	4	4		-	
	Лаб 3	Качественные реакции катионов 4-6 групп	4	6		-	Отчет по лабораторной работе № 3
	Пр 4	Гидролиз солей. Решение задач.	4	2		-	
	Лек 6, Лек 7	Равновесия в растворах комплексных соединений. Применение органических реагентов в химии	4	4		-	
	Пр 5	Буферные системы. Решение задач	4	2		-	
	Лек8, Лек 9	Окислительно-восстановительные реакции в анализе	4	4		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 6	Расчеты с учетом коэффициента активности	4	2		-	
	Лаб 4	Контрольная задача по анализу смеси катионов 4-6 групп	4	6		-	Отчет по лабораторной работе № 4
	Лек 10, Лек 11	Равновесия в гетерогенных системах. Произведение растворимости. Факторы, влияющие на растворимость осадка. Условия образования осадка	4	4		-	
	Пр 7	Контрольная работа 1	4	2	20	-	Контрольная работа №1
	Лаб 5	Тонкослойная и осадочная хроматография катионов	4	6		-	Отчет по лабораторной работе 5.
	Лек 12	Подготовка пробы к анализу. Применение экстракционных методов в химии	4	2		-	
	Пр 8	Равновесия в растворах комплексных соединений	4	2		-	
	Лек 13, Лек 14	Качественный химический анализ. Аналитические реакции, реагенты. Применение в фармации.	4	4		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 9	Равновесие в гетерогенных системах. Условие образования осадков. Решение задач	4	2			
	Лаб 6	Качественные реакции анионов.	4	6		-	Отчет по лабораторной работе № 6
	Пр 10	Влияние рН, ионной силы и на комплексообразования растворимость осадков	4	2		-	
	Лаб 7	Анализ солей. Контрольная задача	4	6		-	Отчет по лабораторной работе № 7
	Пр 11	Контрольная работа 2	4	2	20	-	Контрольная работа №2
Модуль 2. Количественный анализ. Гравиметрия.	Лек 15, Лек 16	Количественный анализ Классификация методов количественного анализа. Математическая обработка результатов анализа	4	4		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Титриметрические методы	Пр 12	Вычисление факторов эквивалентности и молярных масс эквивалентов	4	2		-	
	Ср 2	Изучение тем лекционных занятий, подготовка к отчетам по лабораторным работам, контрольным работам, итоговому тестированию	4	12		-	
	Лаб 8	Стандартизация раствора гидроксида натрия. Коллоквиум 1.	4	6	20	-	Отчет по лабораторной работе № 8. Коллоквиум 1
	Пр 13	Приготовление стандартных растворов. Расчет навески для анализа	4	2		-	
	Лек 17	Гравиметрические методы. Сущность, достоинства, ограничения. Требования к осадкам	4	2		-	
	Лек 18, Лек 19	Химические титриметрические методы анализа. Основные понятия. Типовые расчеты. Классификация методов. Методы установления конечной точки титрования.	4	4		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 14	Вычисление результатов титриметрического анализа	4	2		-	
	Лек 20, Лек 21	Кислотно-основное титрование. Сущность метода. Основные реакции. Индикаторы. Теории индикаторов. Кривые титрования. Расчет, построение, анализ	4	4		-	
	Лаб 9	Определение неизвестного количества соляной и фосфорной кислот	4	6		-	Отчет по лабораторной работе № 9
	Лек 22, Лек 23, Лек 24	Окислительно-восстановительное титрование. Классификации. Требования к реакциям. Индикаторы. Кривые титрования. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Йодометрия. Броматометрия. Нитритометрия. Цериметрия.	4	6		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 15	Расчет кривых титрования	4	2		-	
	Лаб 10	Определение содержания при совместном присутствии щелочи и соды. Определение аммиака формальдегидным методом	4	6		-	Отчет по лабораторной работе № 10
	Лек 25, Лек 26	Методы комплексометрического титрования. Индикаторы. Практическое применение.	4	4		-	
	Пр 16	Гравиметрический анализ. Решение задач	4	2		-	
	Лаб 11	Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия.	4	6		-	Отчет по лабораторной работе № 11

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек 27, Лек 28	Методы осадительного титрования. Индикаторы. Кривые титрования. Аргентометрия. Тиоцианометрия. Меркурометрия.	4	4		-	
	Лаб 12	Дихроматометрия. Иодометрия.	4	6		-	Отчет по лабораторной работе 12
	Лаб 13	Комплексонометрическое титрование. Меркуриметрия.	4	6		-	Отчет по лабораторной работе 13
	Пр 17	Контрольная работа 3	4	2	20	-	Контрольная работа № 3
	Лаб 14	Хелатометрия	4	6		-	Отчет по лабораторной работе 14
	Лек 29	Титрование в неводных средах	4	2		-	



Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб 15	Гравиметрический анализ	4	6			Отчет по лабораторной работе 15
	Лаб 16	Коллоквиум по титриметрическим методам анализа	4	6	20		Коллоквиум 2
Модуль 3. Количественный анализ. Другие методы количественного анализа	Лек 30	Кинетические методы.	4	2		-	
	Ср 3	Изучение тем лекционных занятий, подготовка к итоговому тестированию	4	12		-	
	Лаб 17	Отчет по лабораторным работам	4	4			Отчет по лабораторной работе
	Лек 31, Лек 32	Биохимические методы. Ферментативные индикаторные реакции. Фермент-субстратные комплексы. Биосенсоры. Иммуноферментный анализ. Радиоиммунологический анализ.	4	4		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек 33	Термические методы. Прямые термические методы анализа. Энтальпиметрия (калориметрия), термический анализ, термогравиметрия, катарометрия.	4	2		-	
	Лек 34	Газовольюмометрический анализ. Особенности и способы выполнения. Применение газовольюмометрических методов в органическом элементном анализе	4	2		-	
	Ср 4	Изучение тем лекционных занятий, подготовка к итоговому тестированию	4	12		-	
	ПА	Промежуточная аттестация	4	0,35		-	Вопросы к экзамену № 1-82
	Контроль	Контроль	4	35,65			Вопросы к экзамену № 1-82
	ТИ	Итоговое тестирование	4	2	100	-	Итоговый тест (БТЗ)
<b>Итого:</b>				<b>288</b>	<b>200</b>		
Модуль 1. Оптические методы анализа	Лек 1	Общая характеристика методов. Особенности, области применения, основные приемы	5	2			

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб 1	Знакомство с принципами работы фотоколориметров и спектрофотометров	5	6			Отчет по лабораторной работе №1
	Пр 1	Решение типовых задач по эмиссионному анализу	5	2			
	Лек 2, Лек 3	Эмиссионный спектральный анализ	5	4			
	Ср 1	Изучение тем лекционных занятий, подготовка к отчетам по лабораторным и практическим занятиям, итоговому тестированию	5	39			
	Лек 4, Лек 5	Абсорбционная спектроскопия	5	4			
	Лаб 2	Спектрофотометрическое определение содержания вещества методом градуировочного графика	5	6			Отчет по лабораторной работе № 2
	Лек 6, Лек 7	Атомно-абсорбционный спектральный анализ	5	4			

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 2	Решение типовых задач по абсорбционной спектроскопии	5	2			
	Лаб 3	Спектрофотометрическое определение содержания вещества методом добавок	5	6			Отчет по лабораторной работе № 3
	Лек 8	Люминесцентный анализ	5	2			
	Пр 3	Нефелометрия и турбидиметрия, люминесцентный анализ	5	2			
	Лек 9	Рентгеноспектральные методы анализа	5	2			
	Пр 4	Контрольная работа №1 по теме «Спектрофотометрия»	5	2	15		Контрольная работа
	Лаб 4	Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии в растворе	5	6			Отчет по лабораторной работе № 4
	Лек 10, Лек 11	ИК-спектроскопия	5	4			

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек 12	КР-спектроскопия	5	2			
	Пр 5	Решение задач по «Спектры ИК»	5	2			
	Лек 13, Лек 14	ЯМР	5	4			
	Лаб 5	Рефрактометрическое определение содержания вещества методом градуировочного графика. Качественный рефрактометрический анализ	5	6			Отчет по лабораторной работе № 5
	Пр 6	Решение задач по спектрам ЯМР	5	2			
	Лек 15	ЭПР	5	2			
	Лаб 6	ИК-спектроскопия	5	6			Отчет по лабораторной работе № 6

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лаб 7	Коллоквиум 1	5	6	15		Отчет по лабораторной работе № 7
	Лек 16	ЯКР	5	2			
	Пр 7, Пр 8	Решение задач по теме «Масс-спектрометрия»	5	4			
	Лек 17	Рефрактометрия	5	2			
	Лекция 18 (Лек 18)	Радиометрические методы анализа	5	2			
	Лек 19, Лек 20	Масс-спектрометрия	5	4			
	Пр 9	Контрольная работа по спектрам ИК, ЯМР и масс-спектрометрии	5	2	15		Контрольная работа

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 2. Электрохимические методы анализа	Лек 21	Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия	5	2			
	Ср 2	Изучение тем лекционных занятий, подготовка к отчетам по лабораторным и практическим занятиям, итоговому тестированию, написанию курсовой работы	5	39			
	Лек 22, Лек 23	Потенциометрический метод анализа	5	4			
	Пр 10	Решение задач по потенциометрическим методам анализа	5	2			
	Лаб 8	Прямая потенциометрия	5	6			Отчет по лабораторной работе № 8
	Лек 24	Кулонометрический метод анализа. Электролиз	5	2			
	Лаб 9	Потенциометрическое титрование	5	6			Отчет по лабораторной работе № 9

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 11	Решение типичных задач по кулонометрии и кондуктометрии	5	2			
	Лек 25, Лек 26	Вольтамперометрический метод анализа	5	4			
	Пр 12	Решение задач по теме «Полярография и амперометрия»	5	2			
	Лаб 10	Прямая кондуктометрия Кондуктометрическое титрование	5	6			Отчет по лабораторной работе № 10
	Пр 13	Контрольная работа по теме «Электрохимические методы»	5	2	15		Контрольная работа
	Лаб 11	Коллоквиум 2	5	6	15		Коллоквиум по теме Электрохимические методы анализа
Модуль 3. Методы разделения и концентрирования	Лек 27, Лек 28	Теоретические основы хроматографии	5	4			



Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 14	Экстракция	5	2			
	Ср 3	Изучение тем лекционных занятий, подготовка к отчетам по лабораторным и практическим занятиям, итоговому тестированию, написание курсовой работы	5	41			
	Лек 29, Лек 30	Газовая хроматография	5	4			
	Лаб 12	Газохроматографический анализ методом абсолютной градуировки	5	6			Отчет по лабораторной работе № 12
	Лаб 13	Газохроматографический анализ методом нормализации и внутреннего стандарта	5	6			Отчет по лабораторной работе № 13
	Лек 31	Жидкостная хроматография	5	2			
	Лаб 14	Высокоэффективная жидкостная хроматография	5	6			Отчет по лабораторной работе № 14

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр 15	Решение задач по теме «Хроматографические методы анализа»	5	2			
	Лаб 15	Тонкослойная хроматография	5	6			Отчет по лабораторной работе № 15
	Лек 32	Отдельные виды жидкостной хроматографии	5	2			
	Пр 16	Решение задач по теме «Хроматографические методы анализа»	5	2			
	Лаб 16	Определение хроматографических индексов Ковача	5	6			Отчет по лабораторной работе № 16
	Лек 33	ТСХ	5	2			
	Пр 17	Итоговый тест по теме «Физико-химические методы анализа»	5	2	10		Тест
	Лаб 17	Заключительное занятие. Коллоквиум «Хроматографические методы анализа»	5	4	15		Коллоквиум

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек 34	Капиллярный электрофорез	5	2			
	ПА	Промежуточная аттестация (экзамен)	5	0,35			Вопросы к экзамену
	КР	Курсовая работа	5	1		-	Курсовая работа
	Контроль	Контроль	5	35,65			Вопросы к экзамену
	ТИ	Итоговый тест	5	2	100		Итоговый тест, БТЗ
<b>Итого:</b>				<b>360</b>	<b>200</b>		

**Схема расчета итогового балла**  $\llbracket (\text{Сумма} + T_{\text{cp}}) / 2 \rrbracket$  - сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе + среднее арифметическое по всем промежуточным тестам, проводимым через ОТ.

## **5. Образовательные технологии**

При реализации дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа. На лекциях используются наглядные и словесные методы обучения, на практических и лабораторных занятиях – наглядные, словесные и практические методы. Оценивание знаний студентов производится по балльно-рейтинговой системе.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Самостоятельная работа – это совокупность всей самостоятельной деятельности студентов, как в учебной аудитории, так и вне ее, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий.
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания – консультации по учебным вопросам и при выполнении творческих и индивидуальных заданий.
- в виде внеаудиторной самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов предполагает более углубленное освоение материала лабораторных занятий, отдельных вопросов материала курса, выносимых на самостоятельное изучение, а также творческих заданий, связанных с образовательной и научной исследовательской деятельностью.

Целевые направления самостоятельной работы студентов:

1. Для овладения и углубления знаний:
  - конспектирование текста;
  - составление тезауруса;
  - ознакомление с нормативными документами;
  - создание презентации.
2. Для закрепления знаний:
  - работа с конспектом лекции;
  - повторная работа с учебным материалом;
  - составление плана ответа;
  - составление различных таблиц.
3. Для систематизации учебного материала:
  - подготовка ответов на контрольные вопросы;
  - подготовка сообщения, доклада, реферата;
  - тестирование;
  - составление инструкции и памятки.
4. Для формирования практических и профессиональных умений.
  - решение задач и упражнений по образцу;
  - решение ситуативных и профессиональных задач;

Средства обучения:

- дидактические средства, которые могут быть источником самостоятельного приобретения знаний (первоисточники, документы, сборники задач и упражнений, журналы и газеты, учебные фильмы, карты, таблицы);
- технические средства, при помощи которых предъявляется учебная информация (компьютеры, аудио - видеотехника);
- средства, которые используют для руководства самостоятельной деятельностью студентов (инструктивно - методические указания, карточки с дифференцированными заданиями для организации индивидуальной и групповой работы, карточки с алгоритмами выполнения заданий).

**Семестр 4. Модуль 1. Основные понятия аналитической химии. Качественный анализ**

**Темы лекций:**

Аналитическая химия, её задачи и методы. Виды анализа. Этапы анализа  
Описание химического равновесия в гомогенных реакциях. Активность. Коэффициент активности  
Растворы гидролизующихся солей. Буферные системы.  
Равновесия в растворах комплексных соединений.  
Окислительно-восстановительные реакции в анализе  
Равновесия в гетерогенных системах. Произведение растворимости. Факторы, влияющие на растворимость осадка. Условия образования осадка

**Лабораторные работы**

Качественные реакции катионов 1-3 аналитических групп  
Контрольная задача по определению смеси катионов 1-3 аналитических групп  
Качественные реакции катионов 4-6 групп  
Контрольная задача по анализу смеси катионов 4-6 групп  
Качественные реакции анионов.  
Анализ солей

По темам модуля предусмотрен 1 коллоквиум и 2 контрольные работы (примеры задач и вопросы коллоквиума приведены ниже)

По результатам изучения модуля студенты должны знать задачи аналитической химии, различать понятия «метод» и «методика», знать классификации методов анализа, подходы к описанию равновесия в растворах сильных и слабых электролитов, гидролизующихся солей, буферных систем, комплексных и нерастворимых соединений, проводить расчеты в растворах таких соединений. По результатам выполнения лабораторных работ студенты должны получить представления о методах качественного анализа, знать кислотно-основную классификацию катионов, классификацию анионов, быть способными провести анализ солей методами «мокрой» химии.

**Семестр 4. Модуль 2. Количественный анализ. Гравиметрия. Титриметрические методы****Темы лекций:**

Классификация методов количественного анализа. Химические методы анализа.  
Гравиметрия. Титриметрический анализ. Расчеты в титриметрии. Кривые титрования  
Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации). Индикаторы кислотно-основного титрования  
Редоксиметрия. Индикаторы метода. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Йодометрия.  
Методы комплексометрического титрования. Индикаторы. Практическое применение.  
Методы осадительного титрования

**Лабораторные работы:**

Стандартизация раствора гидроксида натрия.  
Определение неизвестного количества соляной и фосфорной кислот  
Определение содержания при совместном присутствии щелочи и соды.  
Перманганато- и дихроматометрия.  
Комплексометрическое титрование.  
Осадительное титрование  
Гравиметрия

По темам модуля предусмотрен один коллоквиум и одна контрольная работа (примеры задач и вопросы коллоквиума приведены ниже)

По результатам изучения модуля студенты должны знать основные положения, термины и приемы титриметрического анализа, способы выражения концентрации в титриметрии, уметь рассчитывать нормальную концентрацию и титр раствора, проводить расчеты результатов анализа при прямом, обратном и заместительном титровании, оценивать индикаторные ошибки, знать

области применения кислотно-основного, комплексометрического, окислительно-восстановительного и осадительного титрования, их достоинства и недостатки.

#### **Семестр 4. Модуль 3. Количественный анализ. Другие методы количественного анализа**

##### **Темы лекций:**

Биохимические методы. Ферментативные индикаторные реакции. Фермент-субстратные комплексы. Биосенсоры. Иммуноферментный анализ. Радиоиммунологический анализ.

Термические методы. Прямые термические методы анализа. Энтальпиметрия (калориметрия), термический анализ, термогравиметрия, катарометрия. Газоволюмометрический анализ. Особенности и способы выполнения. Применение газоволюмометрических методов в органическом элементном анализе

По темам модуля предусмотрены только лекции и самостоятельная работа, вопросы по теме модуля вынесены в итоговое тестирование.

После изучения темы студенты должны знать суть указанных методов анализа. Их достоинства и недостатки, области практического применения.

#### **Семестр 5. Модуль 1. Оптические методы анализа**

**Темы лекционных занятий:** Общая характеристика спектроскопических методов анализа. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия в УФ- и видимой области. ИК-спектроскопия. Эмиссионные спектроскопические методы анализа. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Люминесцентная спектроскопия. Другие спектральные и оптические методы.

**Темы лабораторных занятий:** Спектрофотометрическое определение содержания вещества методом добавок. Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии в растворе. Ионообменное разделение железа и меди и их фотометрическое определение. Рефрактометрическое определение содержания вещества методом градуировочного графика.

**Темы практических занятий:** Решение типовых задач по эмиссионному анализу

Решение типовых задач по абсорбционной спектроскопии

Нефелометрия и турбидиметрия, люминесцентный анализ

Спектры ИК

Спектры ЯМР

Масс-спектрометрия

Контрольная работа по спектрам ИК, ЯМР и масс-спектрометрии

**Изучив данный модуль студент должен:** сформировать основные представления об оптических методах анализа, их возможностях, ограничениях и областях применения.

**Знать:** спектры излучения, источники излучения, виды оптических методов анализа

**Уметь:** оценивать возможности каждого метода, выбирать подходящий под задачу метод исследования

**Владеть:** методиками спектрофотометрического и ИК-исследования, навыками обработки полученных результатов анализа

По модулю предусмотрены 2 контрольные работы и 1 коллоквиум

##### **Методические рекомендации по изучению темы:**

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Сформировать понимание основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.

Ответить на контрольные вопросы:

Назовите основные оптические методы качественного и количественного анализа.

От чего зависит интенсивность и ширина спектральных линий?

Как проводят качественный и количественный анализ в эмиссионной спектроскопии?

Оптическая схема спектрометра. УФ- и видимые области спектра.

Запишите основной закон светопоглощения. Назовите ограничения и условия применимости закона Бугера - Ламберта - Бера.

В чем заключается метод градуировочного графика? Метод добавок? Метод двух стандартов?

Рефрактометрические методы анализа. Показатель преломления.

Что такое удельная и молярная рефракция?

Определение молярной рефракции твердого вещества в растворе.

Количественный рефрактометрический анализ. Анализ смеси веществ.

## **Семестр 5. Модуль 2. Электрохимические методы анализа**

**Темы лекционных занятий:** Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия. Потенциометрический метод анализа. Кулонометрический метод анализа. Вольтамперометрический метод анализа.

**Темы лабораторных занятий:** Определение содержания вещества методом потенциометрического титрования. Определение содержания вещества методом кулонометрического титрования.

**Темы практических занятий:** Решение типичных задач по кулонометрии и кондуктометрии

Потенциометрические методы

Полярография и амперометрия

**Изучив данный модуль студент должен:** сформировать основные представления об электрохимических методах анализа, их возможностях, ограничениях и областях применения.

**Знать:** основы электрохимических методов анализа, законы и уравнения методов, возможности их практического применения

**Уметь:** оценивать возможности каждого метода, выбирать подходящий под задачу метод исследования

**Владеть:** методиками потенциометрического, кондуктометрического исследования, навыками обработки полученных результатов анализа

По модулю предусмотрены контрольная работа и коллоквиум

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей

- Сформировать понимание основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.

Ответить на контрольные вопросы:

1. На чем основан метод потенциометрии? Запишите уравнение Нернста.
2. Приведите классификацию электродов. Примеры электродов в потенциометрии.
3. На чем основан метод кулонометрии? Сформулируйте закон Фарадея
4. Что измеряют в кондуктометрии? Какие законы и положения этого метода вам известны?
5. Что такое полярография? Что такое вольтамперометрическое титрование?
6. В чем суть метода амперометрии?

### **Семестр 5. Модуль 3. Методы разделения и концентрирования**

**Темы лекций:** Теоретические основы хроматографии. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография. Отдельные виды жидкостной хроматографии

**Темы лабораторных занятий:** Методы газовой и жидкостной хроматографии. ИСХ

**Темы практических занятий:** Решение задач по теме «Хроматографические методы анализа». Контрольная работа по теме

**Изучив данный модуль, студент должен:** сформировать представление о состоянии современного газохроматографического анализа, его возможностях, основных направлениях и тенденциях развития.

**Знать:**

- теоретические основы газовой хроматографии, основные методы качественного и количественного хроматографического анализа;
- аппаратное оформление газохроматографического процесса

**Уметь:**

- определять основные характеристики хроматографического процесса из хроматограммы; интерпретировать экспериментальные результаты
- подбирать оптимальные условия проведения хроматографического разделения

**Владеть:**

- методиками поиска подходящего варианта разделения веществ; способами оценки погрешности физико-химического эксперимента
- навыками работы на современном хроматографическом оборудовании.

По модулю предусмотрены коллоквиум и итоговый тест по всем физико-химическим методам анализа

### **Методические рекомендации по изучению темы**

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Сформировать понимание физико-химических процессов удерживания сорбатов различного строения на различных по природе неподвижных фазах
- Ответить на контрольные вопросы:
  1. Дайте определение хроматографии.
  2. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения.
  3. Перечислите способы получения хроматограмм. Что используется в качестве элюентов в каждом из способов?



4. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?

5. Что такое индексы удерживания? Какие системы индексов удерживания используют в хроматографии (преимущественно в газовой)?

6. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии. Сравните их между собой.

7. Сравните два режима разделения в газовой хроматографии – изотермический и программирование температуры.

8. Перечислите детекторы в газовой хроматографии.

9. Перечислите особенности и преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

10. Какие варианты метода используют в аналитической практике?

11. Какие сорбенты используют в ВЭЖХ? Каким требованиям они должны отвечать?

12. Почему наиболее популярные сорбенты в ВЭЖХ – силикагель и, особенно, модифицированные силикагели? Как проводят модификацию силикагеля?

13. Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии?

14. Как подбирают состав подвижной фазы в жидкостной хроматографии?

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6	Отчеты по лабораторным работам 1-17 Вопросы банка тестовых заданий Вопросы к экзамену Расчетные задачи 1-25
5	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6	Отчеты по лабораторным работам 1-17 Вопросы банка тестовых заданий Вопросы к экзамену Расчетные задачи 1-26

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Контрольные работы

(наименование оценочного средства)

#### Типовой(ые) пример(ы) задания(ий)

#### Семестр 4. Контрольная работа № 1 по теме «Равновесия в гомогенных системах»

##### Вариант 1.

1. Смешано 25 мл 0,22М раствора хлороводородной кислоты и 24 мл 0,25М раствора гидроксида калия. Вычислить рН полученного раствора.
2. Уксусная кислота в растворе с массовой долей 0,76% диссоциирована на 1,17%. Вычислить константу диссоциации.
3. Вычислите степень гидролиза и рН раствора ацетата натрия с массовой долей 0,1%
4. Сколько мл раствора гидроксида натрия с массовой долей 0,4% надо добавить к 23 мл 0,2М раствора фосфорной кислоты, чтобы получить раствор с рН=2,3?
5. Вычислите ионную силу и активность катиона алюминия в 0,005 М растворе  $AlCl_3$ .

#### Семестр 4. Контрольная работа № 2 по теме «Равновесия в растворах комплексных соединений и гетерогенных системах»

##### Вариант 1

1. Вычислите концентрацию иона-комплексобразователя в растворе, содержащем  $0,1M Ag(NH_3)_2^+$  и  $0,5M NH_3$ .  
Сколько моль  $NH_4CNS$  необходимо внести в 1 л  $5 \cdot 10^{-5} M$  раствора  $Hg(NO_3)_2$ , чтобы снизить концентрацию ионов  $Hg^{2+}$  до  $10^{-11}$  моль/л ( $K_{нестойкости} = 1,7 \cdot 10^{-20}$ ) за счет образования комплексных частиц  $Hg(CNS)_4^{2-}$ ?
3. Вычислите ПР сульфата радия, если в 1 л воды растворяется  $2,11 \cdot 10^{-3} г$  этой соли.
4. Определите какая соль хлорид или хромат серебра более растворима и во сколько раз. Вычислите молярное и массовое отношение.

Образуется ли осадок сульфата свинца, если к насыщенному раствору хлорида свинца прибавить равный объем 0,2 М раствора серной кислоты.

#### **Семестр 4. Контрольная работа № 3 по теме «Количественный анализ. Титриметрия.»**

##### **Вариант 1**

1. Рассчитайте массовую долю оксида азота (V) в образце, если навеска его в 8,0000 г растворена в мерной колбе на 250 мл, на нейтрализацию 20 мл этого раствора затрачивается 12,20 мл 0,1902 М раствора гидроксида натрия.

2. 0,1 М раствор хлороводородной кислоты нейтрализован раствором гидроксида натрия на 80%. Вычислите pH раствора.

3. К смеси, содержащей избыток иодида и иодата калия, добавили 25,00 мл раствора серной кислоты. Выделившийся иод оттитровали 21,35 мл 0,2513 М раствора тиосульфата натрия. Вычислите титр серной кислоты по гидроксиду натрия.

Вычислите массовые доли карбоната кальция и карбоната магния в известняке, если после растворения 1,0000 г пробы и соответствующей обработки, объем раствора довели водой до 100,00 мл и на титрование 20,00 мл его для определения суммы кальция и магния затратили 19,25 мл 0,05140 М раствора ЭДТА, а на титрование магния израсходовали 6,26 мл того же раствора ЭДТА.

5. Вычислите индикаторную погрешность титрования 0,01 М раствора гидроксида аммония 0,01 М раствором соляной кислоты с тимолфталейном ( $pT = 10$ )

##### **Критерии оценки:**

Каждая контрольная содержит 5 задач, каждая задача оценивается по 4 балла (4 – задача выполнена верно, без замечаний, 3 – есть небольшие недочеты, 2 – задача частично выполнена верно, но есть ошибки в некоторых пунктах, 1 балла – задача в целом не решена, но есть верные действия, 0 – студент не приступил к решению)

В сумме за контрольную работу можно набрать 20 баллов.

#### **Семестр 5. Контрольная работа 1. Оптические методы анализа**

##### **Примеры задач:**

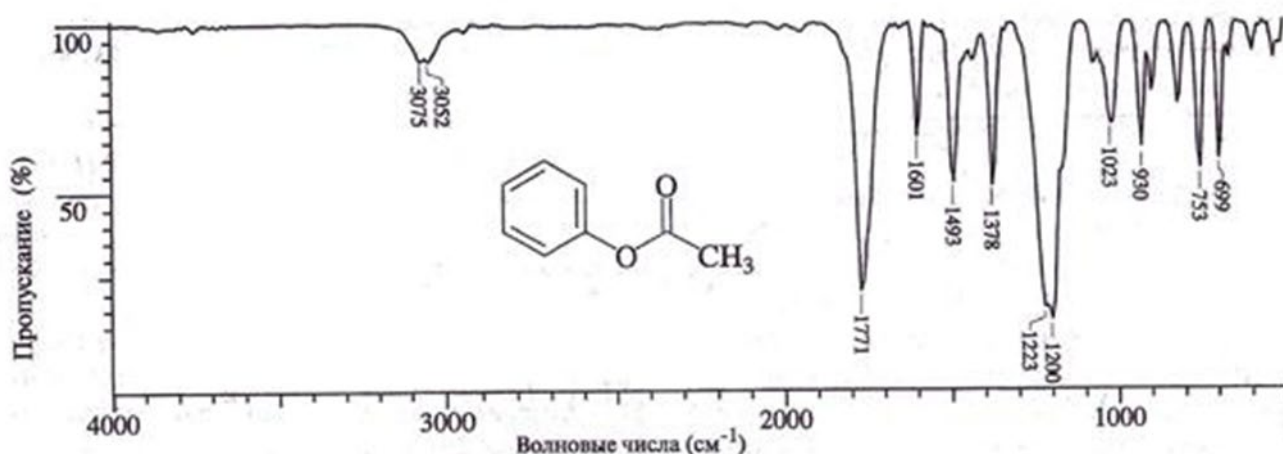
1. Вычислите оптическую плотность раствора, если светопропускание его равно 80%.
2. Молярный коэффициент поглощения  $\text{KMnO}_4$  при  $\lambda = 546 \text{ нм}$  равен 2420. Оптическая плотность этого раствора при  $l = 2 \text{ см}$  равна 0,800. Определите  $T(\text{KMnO}_4/\text{Mn})$ .
3. Определите максимальную толщину поглощающего слоя  $l$  для фотометрирования окрашенного раствора соли железа, если в  $50 \text{ см}^3$  данного раствора содержится 2 мг железа. Оптическая плотность раствора равна 0,430, а молярный коэффициент поглощения  $4 \cdot 10^3$ .
4. Рассчитайте наименьшую концентрацию вещества (моль/дм<sup>3</sup>) для фотометрического определения, если известно, что  $\epsilon_{\lambda} = 5 \cdot 10^4$ , а оптимальное значение  $A$  при  $l = 5 \text{ см}$  равно 0,010.
5. Исследуемый раствор имеет  $A = 0,900$  при измерении в кювете с  $l = 5 \text{ см}$ . Определите концентрацию раствора, если стандартный раствор, содержащий  $7 \text{ мкг/см}^3$  этого же вещества, имеет  $A = 0,600$  при измерении в кювете с  $l = 3 \text{ см}$ .

6. Навеску сплава, содержащего титан массой 0,2500 г, растворили и разбавили дистиллированной водой в мерной колбе до 100 см<sup>3</sup>. К 25,00 см<sup>3</sup> полученного раствора добавили соответствующие реактивы и разбавили до 50 см<sup>3</sup>, при этом получили соединение жёлтого цвета. Оптическая плотность, полученного раствора равна 0,220. К другой порции объёмом 25,00 см<sup>3</sup> добавили раствор, содержащий 0,20 мг титана, и обработали аналогично первому раствору. Оптическая плотность этого раствора равна 0,500. Определите содержание титана в сплаве ( $\omega$ , %).
7. Из навески стали, содержащей никель массой 0,2542 г, после соответствующей обработки получили 100,0 см<sup>3</sup> раствора, содержащего диметилглиоксимат никеля. Оптическая плотность этого раствора, относительно раствора сравнения, содержащего 6,00 мг никеля в 100 см<sup>3</sup>, равна 0,440. Для построения градуировочного графика взяли три стандартных раствора, содержащих 4,00; 8,00; 10,0 см<sup>3</sup> никеля в 100,0 см<sup>3</sup> и получили при тех же условиях относительные оптические плотности соответственно: – 0,240; 0,240; 0,460. Вычислите содержание никеля в стали ( $\omega$ , %).
8. Молярный коэффициент поглощения дитизоната меди (III) в CCl<sub>4</sub> равен  $4,52 \cdot 10^4$ . Какую массовую долю меди можно определить с дитизоном, если из навески образца сплава массой 1,0000 г получили 25,00 см<sup>3</sup> раствора дитизоната в CCl<sub>4</sub>? Оптическая плотность, измеренная при  $l = 5,0$  см, составила 0,020.
9. Для определения марганца в стали навеску массой 1,000 г растворили в смеси серной, фосфорной и азотной кислот и растворов разбавили до 200 см<sup>3</sup>. Для фотометрирования отобрали 20 см<sup>3</sup> этого раствора и реакцию провели в колбе вместимостью 100 см<sup>3</sup>. По градуировочному графику содержание марганца в этом растворе равно 0,71 мг. Каково содержание Mn ( $\omega$ , %) в стали?
10. Для определения меди в сплаве из навески массой 0,3000 г после растворения и обработки раствором NH<sub>3</sub> получили 250 см<sup>3</sup> окрашенного раствора, оптическая плотность которого в кювете при  $l = 1$  см равна 0,250. Определите содержание меди в сплаве ( $\omega$ , %), если  $\epsilon\lambda = 400$ .

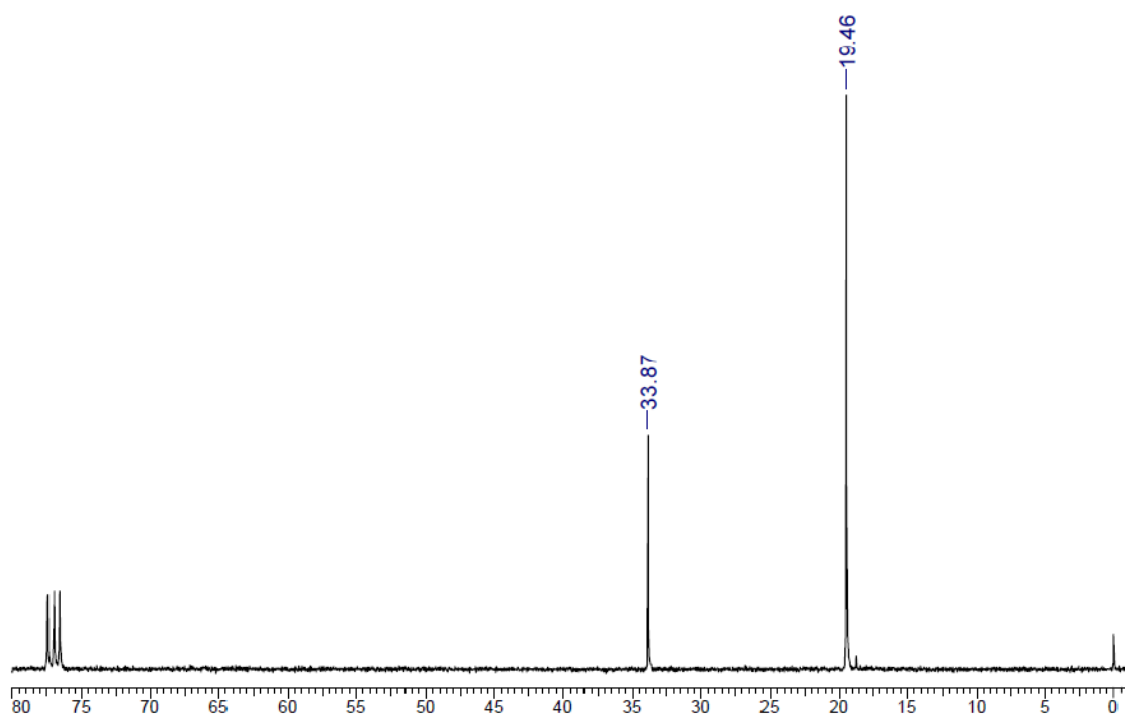
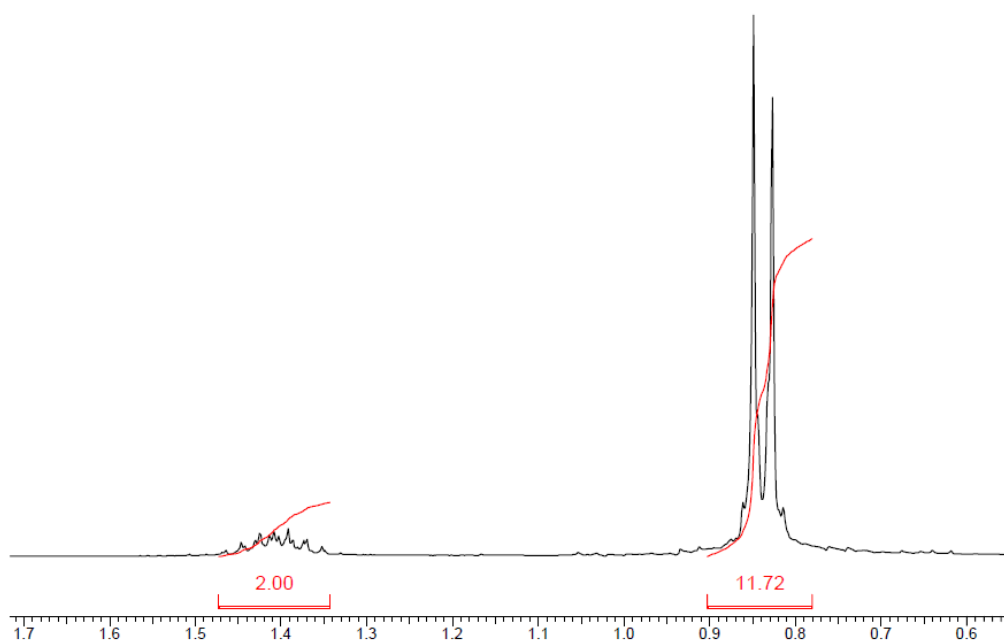
## Семестр 5. Контрольная работа №2. ИК-спектроскопия. ЯМР. Масс-спектроскопия.

Вариант 1.

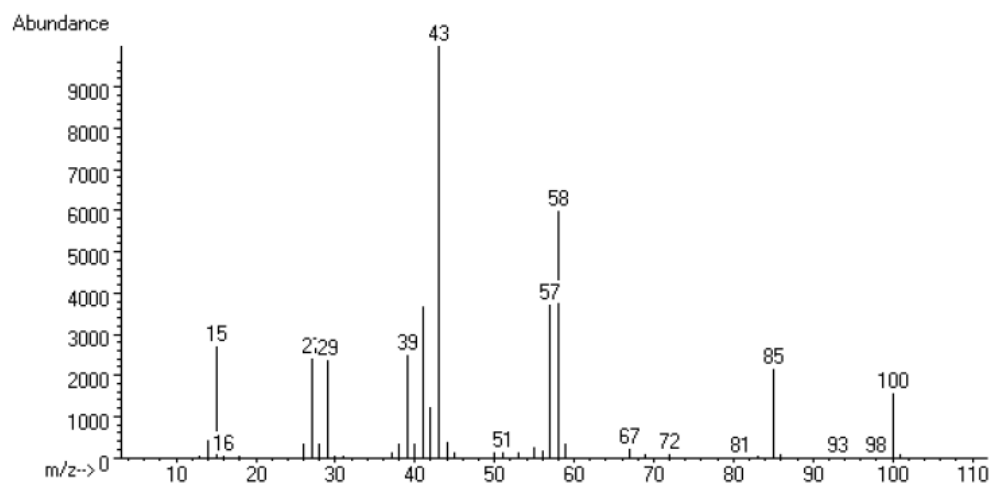
1. Расшифруйте приведенный ниже ИК-спектр, укажите характеристические частоты



2. Расшифруйте ЯМР-спектр. Установите структуру соединения  $C_6H_{14}$  по  $^1H$  и  $^{13}C$  ЯМР-спектрам



3. Расшифруйте масс-спектр, определите брутто-формулу соединения



m/z	I, %	m/z	I, %	m/z	I, %	m/z	I, %	m/z	I, %
14	4,70	31	0,80	49	0,30	59	3,80	83	0,80
15	27,12	37	1,60	50	1,40	65	0,30	84	0,30
16	0,70	38	3,60	51	1,50	67	2,50	85	21,92
18	0,60	39	25,22	52	0,40	68	0,30	86	1,27
25	0,30	40	3,80	53	1,70	69	1,20	87	0,10
26	3,50	41	37,03	54	0,40	70	0,20	91	0,10
27	24,22	42	12,41	55	2,90	71	0,40	100	15,71
28	3,60	43	100,0	56	2,10	72	1,20	101	1,10
29	23,92	44	4,20	57	37,53	81	0,20	102	0,10
30	0,80	45	1,60	58	60,17	82	0,20		

## Модуль 5. Контрольная работа №3. Электрохимические методы анализа

### Вариант 1.

1. *Кондуктометрия.* В навеске органического соединения массой 2,299 г кислород количественно перевели в  $\text{CO}_2$ . Диоксид углерода растворили в электролитической ячейке, наполненной разбавленным раствором щелочи, и определили уменьшение электрической проводимости поглотительного раствора  $\Delta\kappa_x = 300 \cdot 10^6$ , См. Таким же превращениям подвергли стандартные вещества, содержащие от 200 до 1000 мкг кислорода, и измерили соответствующие значения  $\Delta\kappa$ :

$\text{mO}_2$  в образце, мкг .....200      400      600      800      1000

$\Delta\kappa \cdot 10^6$ , См.....80      150      220      285      355

Постройте градуировочный график и вычислите массовую долю (%) кислорода в образце.

2. *Потенциометрия.* Постройте кривые потенциметрического титрования в координатах  $\text{pH-V}$  и  $\frac{\Delta \text{pH}}{\Delta V} - V$  и определите концентрацию (моль/л) раствора уксусной кислоты, если при титровании 10,00 мл этого раствора 0,1000 М КОН получили следующие результаты:

$V_{\text{КОН}}$ , мл ...10,00      13,00      14,00      14,50      14,90      15,00      15,10      15,50  
16,00

pH.....5,05      5,56      5,88      6,19      6,92      8,82      10,59      11,29  
11,58

3. *Полярография и амперометрия.* Начертите поляризационную кривую и охарактеризуйте ее отдельные участки. Приведите уравнение полярографической волны. Используя справочные данные, предложите подходящие условия (потенциал, фоновый электролит) для полярографического определения компонентов смеси  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$ .
4. *Электрогравиметрия и кулонометрия.* Из анализируемого раствора, содержащего ионы трехвалентного металла, в результате электролиза при силе тока 1,000 А за время  $\tau = 15,0$  мин на катоде было выделено 0,6497 г металла. Определите, какой металл был в растворе, если выход по току  $\eta = 100\%$ .

**Критерии оценки:** Каждая контрольная 5 семестра оценивается в 15 баллов. Баллы распределяются между задачами в зависимости от количества и сложности задач.

### **7.2.2. Коллоквиумы**

По курсу в **4 семестре** предусмотрено 2 коллоквиума. Первый по теме «Равновесия в гомогенных и гетерогенных системах», проходит по вопросам 1-18, 26-28, 33-38, 46-51 (пункт 7.3.1.).

Второй коллоквиум проходит по теме «Титриметрические методы анализа», вопросы 19-25, 29-32, 39-45, 52-56 (пункт 7.3.1.).

#### **Критерии оценки:**

Коллоквиумы 4 семестра оцениваются в 20 баллов:

- 18-20 баллов выставляется студенту, если даны правильные ответы на все вопросы (оценка «отлично»)
- 14-17 баллов выставляется студенту, если в ответах содержатся небольшие недочёты (оценка «хорошо»)
- 6 - 13 баллов выставляется студенту, если в некоторых ответах содержатся существенные ошибки (оценка «удовлетворительно»);
- 1 - 5 балла выставляется студенту, если он в целом не готов к коллоквиуму, но знаком с некоторыми терминами и определениями.

По курсу в **5 семестре** предусмотрено 2 коллоквиума по темам «Оптические методы анализа» и «Электрохимические методы анализа» (по вопросам экзамена)

#### **Критерии оценки:**

Коллоквиумы оцениваются в 15 баллов, состоит из трех вопросов, каждый из которых оценивается в 5 баллов.

**Итоговый коллоквиум** проводится в виде собеседования по вопросам предварительно написанного теста

#### **Типовой пример теста для коллоквиума**

1. К инструментальным (физическим и физико-химическим) методам анализа относят Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- 1)                      спектроскопические

- 2) радиометрические
- 3) электрохимические
- 4) гравиметрические

2. При проведении количественного хроматографического анализа измеряют следующие параметры

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- 1) индекс удерживания
- 2) высоту пика
- 3) площадь пика
- 4) удерживаемый объем

3. Закон Бугера-Ламберта-Бера устанавливает

Выберите один из 6 вариантов ответа:

- 1) прямо пропорциональную зависимость оптической плотности от молярной концентрации
- 2) прямо пропорциональную зависимость оптической плотности от нормальной концентрации
- 3) прямо пропорциональную зависимость оптической плотности от числа эквивалентов
- 4) обратно пропорциональную зависимость оптической плотности от молярной концентрации
- 5) обратно пропорциональную зависимость оптической плотности от нормальной концентрации
- 6) обратно пропорциональную зависимость оптической плотности от числа эквивалентов

4. Возможность анализировать по оптической плотности растворы, в которых присутствует несколько окрашенных веществ, основана на

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) свойстве аддитивности оптической плотности
- 2) свойстве аддитивности молярного коэффициента светопоглощения
- 3) не влиянии на величину оптической плотности одного из окрашенных соединений
- 4) использовании в кювете сравнения в качестве стандарта одного из окрашенных растворов

5. В основу классификации хроматографических методов положены следующие признаки

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- 1) объем пробы и концентрация в ней анализируемых веществ
- 2) техника выполнения хроматографирования
- 3) природа сорбента
- 4) агрегатное состояние фаз

6. Универсальным детектором, используемым в газовой хроматографии, является

- 1) термоионный
- 2) пламенно-ионизационный
- 3) детектор по теплопроводности
- 4) электронного захвата

7. Физико-химический метод, основанный на измерении электропроводности растворов – это

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) кулонометрия
- 2) потенциометрия
- 3) вольтамперометрия
- 4) кондуктометрия

8. Электроды I и II рода относятся к



Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) металлическим электродам
- 2) мембранным электродам
- 3) ионоселективным электродам
- 4) электродам сравнения

9. Стекланный электрод относится к электродам

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- 1) I рода
- 2) II рода
- 3) мембранным
- 4) ионоселективным

10. Физико-химический метод, основанный на снятии поляризационных кривых - это

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) кондуктометрия
- 2) потенциометрия
- 3) вольтамперометрия
- 4) кулонометрия

11. Величина предельного диффузионного тока зависит от

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) концентрации индифферентного электролита
- 2) pH среды
- 3) природы ионов деполяризатора
- 4) концентрации иона деполяризатора

12. Удельная электропроводность не зависит от

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) температуры
- 2) наличия примесей неэлектролитов
- 3) концентрации раствора
- 4) вязкости растворителя

13. Отношение количества выделившегося при электролизе вещества к тому количеству, которое должно выделиться по закону Фарадея – это

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) выход по электролизу
- 2) выход по току
- 3) коэффициент полезного действия
- 4) практический выход

14. Укажите соответствие между физико-химическим методом и законами и приемами, которые в нем используются

Укажите соответствие для всех 4 вариантов ответа:

Кулонометрия

1. закон Кольрауша, закон Ома, высокочастотное титрование

Вольтамперометрия

2. уравнение Ильковича, уравнение полярографической волны

Кондуктометрия

3. законы Фарадея, электрогравиметрия  
4. уравнение Нернста

Потенциометрия

15. В основе потенциометрического анализа лежит

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) измерение потенциала электродов погруженных в раствор

- 2) зависимость между составом вещества и его свойствами
- 3) измерение длины волны
- 4) измерение потенциала раствора

16. Кулонометрический метод анализа основан на измерении

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) силы тока
- 2) электрической проводимости
- 3) количества электричества, протекающего через электрохимическую ячейку
- 4) потенциала электрода

17. При амперометрическом титровании солей свинца (электроактивный компонент) раствором сульфата натрия после точки эквивалентности сила тока

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) остается постоянной
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается
- 4) вначале уменьшается, потом увеличивается

18. Хроматография, целью которой является определение качественного и количественного состава разделяемых веществ, называется

Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) препаративная
- 2) аналитическая
- 3) промышленная
- 4) арбитражная

19. Метод распределительной хроматографии, основанный на распределении вещества между двумя несмешивающимися жидкостями, называют

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) сверхкритической флюидной
- 2) жидкостно-жидкостной
- 3) газо-твердофазной
- 4) газо-жидкостной

20. Расстояние между линией старта и фронта растворителя на хроматограмме оказалось равным 10,0 см, линией старта и центром пятна вещества – 6,0 см. Величина  $R_f$  вещества равна

Выберите один из 5 вариантов ответа:

- 1) 0,60
- 2) 4,0
- 3) 0,50
- 4) 1,0
- 5) 1,67

21. В абсорбционном спектрофотометре

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) Спектральная поглощательная способность прямо пропорциональна пропусканию
- 2) Процент пропускания прямо пропорционален концентрации
- 3) Процент пропускания прямо пропорционален световой длине волны
- 4) Спектральная поглощательная способность прямо пропорциональна концентрации

22. К УФ-излучению относится интервал длин волн

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 10-400 нм
- 2) 400-760 нм
- 3) 760-106 нм
- 4) более 1 м

23. Нормальная дисперсия – это

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) резкое изменение показателя преломления в узком диапазоне длин волн
- 2) линейная зависимость показателя преломления от длины волны
- 3) логарифмическая зависимость показателя преломления от длины волны
- 4) постепенное изменение показателя преломления в узком диапазоне длин волн

24. Для фотометрического определения металлов используют

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) реакции замещения на ауксохромные группы
- 2) реакции замещения на хромоформные и ауксохромные группы
- 3) реакции замещения на хромоформные группы
- 4) реакции комплексообразования с переносом заряда

25. Определите оптическую плотность раствора, молярный коэффициент поглощения которого равен 8300, толщина слоя 1 см, а концентрация  $6,2 \cdot 10^{-5}$  моль/л

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 0,27300
- 2) 0,51460
- 3) 5,14600
- 4) 0,05146

**Критерии оценки:** За коллоквиум можно получить максимум 10 баллов. 2 балла ставится за написание теста, если он выполнен не менее, чем на 50%. Остальные 8 баллов ставятся при собеседовании с преподавателем – задается 8 вопросов, каждый из которых оценивается в 1 балл при правильном ответе.

### 7.2.3 Отчеты по лабораторным работам

#### 4 семестр:

**Лабораторная работа 1 и 3: Качественные реакции катионов I, II, III аналитических групп (кислотно-основная классификация) Качественные реакции катионов IV, V, VI аналитических групп (кислотно-основная классификация)**

Цель работы: овладеть навыками проведения качественных реакций на катионы I, II, III аналитических групп

#### *Методика проведения*

1. Составить таблицу с вертикальными столбцами

Катион	Реагент	Уравнение аналитической реакции (в молекулярной и ионной формах), условия проведения реакции	Наблюдаемый эффект

2. Провести общие, групповые и характерные реакции «сухим» и «мокрым» путем пробирочным, капельным и пирохимическим способом.
3. Заполнить таблицу.
4. Подписать полученные результаты у преподавателя.
5. Оформить отчет.

## Лабораторная работа 2: Систематический анализ смеси катионов I, II, III аналитических групп

Цель работы: провести анализ смеси катионов катионов I, II, III аналитических групп

### Методика проведения

1. Разработать стратегию систематического анализа в виде схемы (таблицы) для образца, содержащего смесь катионов I, II, III аналитических групп (студент работает по индивидуальному заданию преподавателя).
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции в соответствии с разработанной схемой анализа.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформлять в виде таблицы.
4. Подписать полученные результаты у преподавателя.
5. Оформить отчет.

## Лабораторная работа 4: Систематический анализ смеси катионов IV, V, VI аналитических групп (кислотно-основная классификация)

Цель работы: провести анализ смеси катионов катионов IV, V, VI аналитических групп

### Методика проведения

1. Разработать стратегию систематического анализа в виде схемы (таблицы) для образца, содержащего смесь катионов IV, V, VI аналитических групп (студент работает по индивидуальному заданию преподавателя).
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции в соответствии с разработанной схемой анализа.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформлять в виде таблицы.
4. Подписать полученные результаты у преподавателя.
5. Оформить отчет.

## Лабораторная работа 5: Качественные реакции анионов I, II, III аналитических групп

Цель работы: овладеть навыками проведения качественных реакций на катионы IV, V, VI аналитических групп

### Методика проведения

1. Составить таблицу с вертикальными столбцами

Анион	Реагент	Уравнение аналитической реакции (в молекулярной и ионной формах), условия проведения реакции	Наблюдаемый эффект

2. Провести общие, групповые и характерные реакции «сухим» и «мок-рым» путем пробирочным, капельным и пирохимическим способом.
3. Заполнить таблицу.
4. Подписать полученные результаты у преподавателя.
5. Оформить отчет.

## Лабораторная работа 6: Анализ солей

Цель работы: применить элементы дробного и систематического анализа

### Методика проведения

1. Разработать стратегию дробного и систематического анализа в виде схемы (таблицы) для образца (студент работает по индивидуальному заданию преподавателя).
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции в соответствии с разработанной схемой анализа.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.

*Таблица* – качественный анализ индивидуальных соединений (солей)

Образец №	Реагент	Уравнение аналитической реакции (в молекулярной и ионной формах), условия проведения реакции	Наблюдаемый эффект
№1- определение катиона	Осмотр	Белое кристаллическое вещество, раств. в H <sub>2</sub> O	В растворе появляется осадок.
	Пламя	Окрашивание пламени.	Явного окрашивания не наблюдали
	NaOH	И т.д.	....
	...		
Определение аниона	BaCl <sub>2</sub>	Записывается уравнение соответствующей реакции	Белый осадок, не растворяется в минеральных кислотах

4. Подписать полученные результаты у преподавателя.

5. Оформить отчет.

### Лабораторная работа 7: Кисотно-основное титрование. Стандартизация раствора гидроксида натрия.

Цель работы:

1. Приготовление раствора титранта.
2. Подготовка образца к анализу.
3. Выбор индикатора

#### Методика проведения

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблиц.

Таблица 1 – приготовление раствора титранта

Вещество	Навеска уст. вещества $m = ,....г$	Стандартизация: установочный раствор	Титрование (V), см <sup>3</sup>	Расчет
			V <sub>1</sub> = .., ..см <sup>3</sup> V <sub>2</sub> V <sub>3</sub>	Расчетная формула, Результат.

Таблица 2– подготовка образца к анализу

Анализируемое вещество	Навеска образца, $m = ,....г/V_k$	Титрование (V <sub>a</sub> ), или $m_{нав} = ,....г$	Титрант, M(f <sub>экв</sub> = ),	Результат, Расчетная формула: Отн. ошибка.
			V <sub>1</sub> = .., ..см <sup>3</sup> V <sub>2</sub> V <sub>3</sub>	

4. Подписать полученные результаты у преподавателя.

5. Оформить отчет.

### Лабораторные работы 8, 9: Кислотно-основное титрование. Определение содержания кислоты (основания, соли) в образце

Цель работы:

1. Приготовление раствора титранта.
2. Подготовка образца к анализу.
3. Выбор индикатора
4. Определение содержания кислоты (основания, соли) в образце

*Методика проведения*

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Рассчитать кривую титрования с графическим определением ТЭ.
5. Обосновать выбор индикатора с указанием рТ, изменения окраски, рН титруемого раствора.
6. Результаты титрования рекомендуется представлять в виде таблицы.

*Таблица – результаты анализа исследуемого образца*

Анализируемое вещество	Навеска образца $m = , \dots \Gamma$ или $V_a, \text{см}^3$	Титрование( $V_a$ ), или $m_{\text{нав}} = , \dots \Gamma$	Титрант- 0,1М $M(f_{\text{экв}} = )$ ,	Результат анализа, Расчетная формула: Отн. ошибка.
			$V_1$ $V_2$ $V_3$	

7. Подписать полученные результаты у преподавателя.
8. Оформить отчет.

**Лабораторная работа № 10: Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия. Бихроматометрия.**

Цель работы:

1. Приготовление раствора титранта.
2. Подготовка образца к анализу.
3. Выбор индикатора
4. Определение содержания восстановителей ( $\text{Fe}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) в образце

*Методика проведения*

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Рассчитать кривую титрования с графическим определением ТЭ.
5. Обосновать выбор индикатора с указанием рТ, изменения окраски, рН титруемого раствора.
6. Результаты титрования рекомендуется представлять в виде таблицы.

*Таблица – результаты анализа исследуемого образца*

Анализируемое вещество	Навеска образца $m = , \dots \Gamma$ или $V_a, \text{см}^3$	Титрование( $V_a$ ), или $m_{\text{нав}} = , \dots \Gamma$	Титрант- 0,1М $M(f_{\text{экв}} = )$ ,	Результат анализа, Расчетная формула: Отн. ошибка.
			$V_1$ $V_2$ $V_3$	

7. Подписать полученные результаты у преподавателя.
8. Оформить отчет.

## Лабораторные работы № 11, 12 Комплексонометрическое титрование. Осадительное титрование.

Цель работы:

1. Приготовление раствора титранта.
2. Подготовка образца к анализу.
3. Выбор индикатора.
4. Определение содержания катионов в контрольных задачах

### Методика проведения

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Рассчитать кривую титрования с графическим определением ТЭ.
5. Обосновать выбор индикатора с указанием рТ, изменения окраски, рН титруемого раствора.
6. Результаты титрования рекомендуется представлять в виде таблицы.

Таблица – результаты анализа исследуемого образца

Анализируемые компоненты образца	Навеска образца $m = , \dots \text{г}$ или $V_a, \text{см}^3$	Титрование( $V_a$ ), или $m_{\text{нав}} = , \dots \text{г}$	Титрант- 0,1М $M(f_{\text{экв}} = )$ ,	Результаты анализа, Расчетные формулы: Отн. ошибка.
1)			$V_1$	
2)			$V_2$	
			$V_3$	
			$V_{21}$	
			$V_{22}$	
			$V_{23}$	

7. Подписать полученные результаты у преподавателя.
8. Оформить отчет.

### Критерии оценки:

Непосещение/невыполнение лабораторной работы оценивается в -10 (минус десять) баллов. Лабораторная работа считается выполненной, когда по ней сдан отчет преподавателю.

### 5 семестр:

#### Лабораторная работа: Рефрактометрическое определение. Работа с рефрактометром

Цель работы: овладеть навыками работы с рефрактометром

### Методика проведения

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить градуировочный график.
5. Применить хемометрику.

Таблица – результаты анализа исследуемого образца

Анализируемое вещество	Навеска образца $m =$ ,....г или $V_a$ , $\text{см}^3$	Значения показателя преломления
	$V_1$	
	... $V_7$	

7. Подписать полученные результаты у преподавателя.

8.Оформить отчет.

**Лабораторная работа: Спектрофотометрическое определение. Работа со спектрофотометром. Метод градуировочного графика** Цель работы: овладеть навыками работы со спектрофотометром

*Методика проведения*

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить градуировочный график.
5. Применить хемометрику.

*Таблица – результаты анализа исследуемого образца*

Анализируемое вещество	Навеска образца $m =$ ,....г или $V_a$ , $\text{см}^3$	Значения оптической плотности
	$V_1$	
	... $V_7$	

7. Подписать полученные результаты у преподавателя.

8.Оформить отчет.

**Лабораторная работа: Спектрофотометрическое определение. Работа со спектрофотометром. Метод добавок**

Цель работы: овладеть навыками работы со спектрофотометром

*Методика проведения*

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить градуировочный график.
5. Применить хемометрику.



*Таблица – результаты анализа исследуемого образца*

Анализируемое вещество	Навеска образца $m =$ ,....г или $V_a$ , $\text{см}^3$	Значения оптической плотности
	$V_1$ ... $V_3$	

7. Подписать полученные результаты у преподавателя.

8.Оформить отчет.

**Лабораторная работа: Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии в растворе. Работа со спектрофотометром.**

Цель работы: овладеть навыками работы со спектрофотометром

*Методика проведения*

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить градуировочные графики для железа и никеля.
5. Применить хемометрику.

*Таблица – результаты анализа исследуемого образца*

Анализируемое вещество	Навеска образца $m =$ ,....г или $V_a$ , $\text{см}^3$	Значения оптической плотности
	$V_1$ ... $V_3$	

7. Подписать полученные результаты у преподавателя.

8.Оформить отчет.

**Лабораторная работа: Ионообменное разделение железа и меди и их фотометрическое определение**

Цель работы: овладеть навыками работы со спектрофотометром и хроматографической колонкой

*Методика проведения*

1. Приготовление стандартных растворов.
2. Подготовка образца к анализу.
3. Разделение смеси катионитов.
4. Определение железа в фильтрате.
5. Определение меди в фильтрате.

6. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
7. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
8. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
9. Построить градуировочные графики.
10. Применить хемометрику.

*Таблица – результаты анализа исследуемого образца*

Анализируемое вещество	Навеска образца $m =$ ,....г или $V_a$ , $\text{см}^3$	Значения оптической плотности
	$V_1$ ... $V_3$	

11. Подписать полученные результаты у преподавателя.
12. Оформить отчет.

### **Лабораторная работа: Потенциометрическое определение. Работа с потенциометром**

Цель работы: овладеть навыками работы с потенциометром

#### *Методика проведения*

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить кривую титрования с графическим определением ТЭ.
5. Применить хемометрику.

*Таблица – результаты анализа исследуемого образца*

Анализируемое вещество	Навеска образца $m =$ ,....г или $V_a$ , $\text{см}^3$	Титрование( $V_a$ ), или $m_{\text{нав}} =$ ,....г	Титрант- 0,1М $M(f_{\text{экв}} = )$ ,	pH
			$V_1$ $V_2$ $V_3$	

7. Подписать полученные результаты у преподавателя.
8. Оформить отчет.

### **Лабораторная работа: Кондуктометрическое определение. Работа с кондуктометром**

Цель работы: овладеть навыками работы с кондуктометром

#### *Методика проведения*

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.

2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить кривую титрования с графическим определением ТЭ.
5. Применить хеометрику.

Таблица – результаты анализа исследуемого образца

Анализируемое вещество	Навеска образца $m =$ ,....г или $V_a$ , см <sup>3</sup>	Титрование( $V_a$ ), или $m_{нав} =$ ,....г	Титрант- 0,1М $M(f_{эКВ} = )$ ,	$\chi$
			$V_1$ $V_2$ $V_3$	

7. Подписать полученные результаты у преподавателя.
- 8.Оформить отчет.

## Лабораторная работа «Определение содержания примесей в техническом циклогексане методом внутренней нормализации»

### Форма отчета по лабораторной работе №1

В отчете должны быть заполнены следующие пункты:

Цель работы

Задачи работы

Аппаратура и объекты исследования

Условия работы хроматографа

Температура испарителя ..... °С

Температура термостата колонок ..... °С

Температура детектора ..... °С

Газ-носитель .....

Скорость потока газа-носителя ..... см<sup>3</sup>× мин<sup>-1</sup>

Ток моста ..... мА

Скорость движения диаграммной ленты самописца ..... мм× ч<sup>-1</sup>

Объем вводимой пробы .....

Выполнение работы

*Кратко описывается ход работы и выполняемые операции*

Выводы

*Контрольные вопросы:*

1. В чем состоит сущность метода внутренней нормализации?
2. Каковы ограничения применения метода нормализации площадей?
3. В чем состоит отличие потокового детектора от концентрационного, интегрального от дифференциального? Привести примеры.
4. От чего зависит чувствительность катарометра?
5. Какие газы предпочтительно использовать при работе на хроматографе с катарометром? Почему?
5. Дать определение понятиям чувствительности детектора, селективности детектора, предела обнаружения, ЛДД.

## Лабораторная работа «Определение содержания массовой доли основного вещества в *n*-бутаноле методом внутреннего стандарта»

### Форма отчета по лабораторной работе №2

В отчете должны быть заполнены следующие пункты:

Цель работы

Задачи работы

Аппаратура и объекты исследования

Условия работы хроматографа

Температура испарителя ..... °C

Температура термостата колонок ..... °C

Температура детектора ..... °C

Газ-носитель .....

Скорость потока газа-носителя .....  $\text{см} \times \text{мин}^{-1}$

Ток моста .....  $\text{мА}$

Скорость движения диаграммной ленты самописца .....  $\text{мм} \times \text{ч}^{-1}$

Объем вводимой пробы .....

Выполнение работы

*Кратко описывается ход работы и выполняемые операции*

Выводы

*Контрольные вопросы:*

1. В чем сущность метода внутреннего стандарта, его достоинства и недостатки перед методами внутренней нормализации и абсолютной градуировки?
2. Какие требования необходимо соблюдать при анализе по методу внутреннего стандарта?
3. Как выполняется градуировка хроматографа по методу внутреннего стандарта?
4. Описать принцип действия ДИП?
5. От чего зависит чувствительность ДИП?
6. Описать принцип действия ПФД.
7. Описать принцип действия ЭЗД.
8. Описать принцип действия ТИД.

### Требования к оформлению:

1. Каждая работа должна быть оформлена на отдельных листах, должна содержать титульный лист с указанием названия темы лабораторной работы, номера группы, ФИО студента и ФИО проверяющего преподавателя.
2. Под формулами должна быть приведена расшифровка буквенных обозначений;
3. У численных значений физических величин должны быть указаны единицы измерений;
4. Полученные экспериментальные величины должны быть указаны с интервалом погрешности.
5. Выводы обязательны.

### Требования к оформлению отчета:

1. Каждая работа оформляется на отдельных листах (формат А4), должна содержать титульный лист с указанием названия темы лабораторной работы, номера группы, ФИО студента и ФИО проверяющего преподавателя.
2. В отчете должны быть указаны уравнения проведенных химических реакций.
3. Под формулами должна быть приведена расшифровка буквенных обозначений;
4. У численных значений физических величин должны быть указаны единицы измерений;
5. Полученные экспериментальные величины должны быть указаны с интервалом погрешности и относительная погрешность (%).
6. Графики к лабораторным работам и кривые титрования должны быть построены на миллиметровой бумаге (выдается на занятии) по правилам построения графиков.
7. Выводы должны отражать выполнение задач, поставленных для достижения цели.
8. Отчеты-презентации прилагаются в виде распечатанных слайдов. Защита проводится публично. Вопрос – ответ в устной форме.

### **Процедура оценивания:**

Процедура защиты лабораторных работ представляет собой собеседование с преподавателем по теоретическим вопросам темы лабораторной работы.

#### **7.2.4 Темы письменных работ**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы курсовых работ</b>
1	Разделение пептидных гормонов методом ВЭЖХ
2	Колоночная жидкостная хроматография биогенных аминов
3	Электрохимическое обнаружение биогенных аминов
4	Измерение природной флуоресценции биогенных аминов
5	Жидко-жидкостная хроматография в анализе углеводов
6	Методы разделения азотистых оснований, нуклеозидов и монопонуклеотидов
7	Анализ компонентов нуклеиновых кислот в биологических объектах
8	Применение хроматографии в полинуклеотидном синтезе
9	Разделение и обнаружение свободных порфиринов
10	Исследование лекарственных средств стероидного ряда методом ВЭЖХ
11	Определение стероидных гормонов в биологических жидкостях
12	Исследование витаминов в биологических объектах
13	Разделение и обнаружение органических кислот как маркеров нарушений метаболизма
14	Анализ растительных фенольных соединений
15	Анализ сапонинов
16	Методы анализа гликозидов
17	Методы анализа алкалоидов
18	Спектрофотометрическое определение белков
19	Идентификация нуклеозидов в смеси методом ТСХ
20	Использование методов гель-хроматографии в биохимическом анализе
21	Применение методов ВЭЖХ в определении липофильности соединений
22	Жидкостная хроматография в химико-токсикологическом анализе
23	Методы анализа фармацевтических препаратов

№ п/п	Темы курсовых работ
24	Иммуноферментный анализ в определении антибиотиков
25	Иммунохимические методы анализа микотоксинов

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр \_\_4\_\_

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Укажите способы выражения концентрации растворов.
2	Рассчитайте титр 0.050 М раствора едкого натра и титр едкого натра по серной кислоте.
3	Укажите взаимосвязь между титром раствора и его молярностью, нормальностью.
4	Приготовление растворов с концентрацией: моль/л., моль-экв./л, г/л, % (масс.), % (объем.).
5	Каким требованиям должен соответствовать стандартный раствор? Способы приготовления стандартных растворов.
6	При смешении одно молярных водных растворов хлористого натрия и хлористого калия изменится ли концентрация ионов в полученном растворе? Если да, то как?
7	Рассчитайте ионную силу децимолярного и сантимольярного водных растворов серной кислоты.
8	Сравните коэффициенты активностей ионов водорода в 0.050 М и 0.0020 М растворах серной кислоты. Вычислите активную концентрацию ионов водорода и величину рН.
9	Вычислите активную концентрацию ионов водорода в 0.020 М водных растворах хлороводородной и уксусной кислот.
10	Приведите примеры сильных и слабых электролитов. Дайте пояснения.
11	Сравните силу муравьиной и ортофосфорной кислот в водном растворе при концентрации 0.10 моль-экв/л.
12	Сравните силу оснований в водных растворах: 0.050 М КОН и 0.050 М NH <sub>4</sub> ОН.
13	Вычислите величину рН 0.010М водного раствора NH <sub>4</sub> Cl, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ОН (фенол).
1	Кислотно-основное равновесие. Расчет величин рН для слабых кислот.
15	Кислотно-основное равновесие. Расчет величин рН для слабых оснований.
16	Кислотно-основное равновесие. Расчет величин рН для солей, которые гидролизуются в водных растворах.
17	Буферные системы. Механизм их действия. Буферная емкость.
18	Кислотно-основное равновесие. Расчет величин рН для сильных и слабых кислот.
19	Основные понятия в титриметрии. Способы титрования. Классификация титриметрических методов анализа. Кривые титрования. Индикаторные системы.
20	Расчет результатов титриметрического анализа. Погрешность титриметрического анализа.
21	Кислотно-основное титрование. Типы кривых титрования. Определение конечной точки титрования (КТТ).
22	Выбор индикатора и индикаторные погрешности.
23	Построить кривую титрования 20.0 мл 0.10 М муравьиной кислоты 0.10 М раствором КОН. Выбрать индикатор для фиксирования КТТ.
24	Определить тип величину погрешности при титровании 0.10 М муравьиной кислоты 0.10 М раствором едкого натра при использовании индикатора метилового оранжевого.
25	Титрование смесей веществ кислотно-основного характера.
26	Равновесие в системах с комплексными соединениями. Диссоциация комплексных соединений. Константы устойчивости.

27	Константы устойчивости комплексных соединений.
28	Факторы, влияющие на устойчивость комплексов.
29	Комплексонометрическое титрование. Характеристика метода. Титранты. Кривые титрования. Области применения.
30	Условия проведения анализа комплексонометрии. Индикаторы в комплексонометрии и индикаторные ошибки.
3	Трилонометрия. Титрант, его стандартизация. Условия проведения анализа. Области применения.
32	Дифференцированное комплексонометрическое титрование смесей веществ.
33	Окислительно-восстановительные системы. Электродные потенциалы.
34	ЭДС системы – критерий оценки направления процесса. Уравнение Гиббса.
35	Факторы, которые влияют на ЭДС системы.
36	Уравнение Нернста. Зависимость величины ЭДС от соотношения концентраций окисленной и восстановленной форм реагента.
37	Электрохимический эквивалент вещества.
38	Окислительно-восстановительные процессы в аналитической химии. Константа равновесия. Пояснить на примере.
39	Окислительно-восстановительное титрование. Классификация методов. Кривые титрования. Определение КТТ.
40	Перманганометрия. Приготовление и стандартизация титранта. Установочные вещества. Влияние среды на ход реакции.
41	Расчет кривой титрования в перманганометрии. Определение КТТ. Область применения перманганометрии.
42	Иодометрия. Условия проведения иодометрических реакций. Приготовление титрантов и их стандартизация. Области применения иодометрического анализа.
43	Иодатометрия. Титрант. Область применения. Способы осуществления анализа. Анализ органических веществ.
44	Броматометрия. Титрант. Условия проведения реакций в броматометрии. Фиксирование точки эквивалентности. Область применения броматометрии.
45	Хроматометрия. Титрант – стандартный раствор дихромата калия. Условия проведения окислительно-восстановительных реакций в хроматометрии. Применение метода для анализа органических веществ.
46	Равновесие в системе осадок – раствор. Произведение растворимости. Основные факторы, влияющие на растворимость малорастворимых соединений.
47	Равновесие в системе осадок – раствор. Растворимость малорастворимых солей.
48	Произведение растворимости. Ионное произведение.
49	Условие образования и растворения осадков.
50	Факторы, влияющие на растворимость малорастворимых солей.
51	Солевой эффект, сущность этого эффекта.
52	Титрование по методу осаждения (осадительное титрование). Классификация методов. Расчетные кривые титрования.
53	Титрование смеси галогенидов методом осаждения. Особенности процесса.
54	Построить кривую титрования 20 мл 0.010 М раствора бромида натрия раствором нитрата серебра той же концентрации. Определить КТТ.
55	Аргентометрия. Приготовление титранта и его стандартизация. Условия проведения реакций в аргентометрии.
56	Индикаторы, применяемые в осадительном титровании. Метод Мора, метод Фаянса, метод Гей-Люсаака, области применения.
57	Основные метрологические характеристики методов анализа.
58	Оценка воспроизводимости результатов измерений.
59	Определение и исключение грубых погрешностей (промахов).
60	Качественный состав веществ (органических и неорганических). Химические способы установления качественного состава вещества.
61	Качественный анализ неорганических веществ, рассмотрите на примере установления состава солей.
62	Назовите классификационные системы катионов.

63	Групповые реагенты в качественном анализе, их роль.
64	Групповые реагенты в качественном анализе катионов по кислотно-основной классификации.
65	Аналитические реакции, требования, которым должны соответствовать аналитические реакции.
66	Качественные реакции катионов. Реакции открытия. Специфические реакции.
67	Открываемый минимум, минимальный объем в качественном анализе.
68	Аналитические группы катионов по кислотно-основной классификации.
69	Составьте схему разделения катионов I, II, III аналитических групп. Запишите соответствующие химические реакции в сокращенном ионном виде.
70	Составьте схему разделения катионов IV, V, VI аналитических групп. Запишите соответствующие химические реакции в сокращенном ионном виде.
71	Составьте схему разделения катионов $K^+$ , $Ba^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Cd^{2+}$ . Запишите соответствующие химические реакции в сокращенном ионном виде.
72	Назовите основные этапы систематического анализа катионов по кислотно-основной классификации.
73	Способы проведения качественного анализа: предварительный анализ, дробный анализ.
74	Напишите уравнения реакций открытия катионов в предварительном анализе.
75	Открытие катионов кальция, стронция, бария капельной реакцией с родизонатом натрия.
76	Подготовка образца к проведению качественного анализа. Взятие средней пробы.
77	Классификация анионов. Групповые реагенты в качественном анализе анионов.
78	Реакции осаждения в качественном анализе смеси анионов первой группы. Приведите соответствующие уравнения реакций.
79	Приведите схему идентификации солей на примере солей $KCl$ , $NH_4Cl$ , $Al_2(SO_4)_3$ .
80	Функциональный анализ органических соединений. Анализ альдегидов, кетонов.
81	Функциональный анализ органических соединений. Анализ спиртов и органических кислот.
82	Элементный анализ органических веществ. Какой образец принят за стандарт в элементном анализе и почему?

#### Типовые расчетные задания

1	Вычислите равновесные концентрации частиц в растворе, содержащем 0.010 М $Cu^{2+}$ и 1,0 М аммиака.
2	Вычислите концентрации ионов $Hg^{2+}$ в растворе, содержащем 0.10 моль/л $Hg(NO_3)_2$ и 2,0 моль/л $KBr$ .
3	Определите, в каком направлении и с какой интенсивностью пойдут реакции: $Fe^{2+} + Cl_2 = Fe^{3+} + 2Cl^-$ , $Fe^{2+} + Br_2 = Fe^{3+} + 2Br^-$ , $Fe^{2+} + J_2 = Fe^{3+} + 2J^-$ .
4	Напишите константы равновесия для процессов диссоциации следующих веществ: $Zn(NH_3)_4SO_4$ , $H_2C_2O_4$ , $Ca_3(PO_4)_2$ .
5	Вычислите растворимости в воде солей серебра: $AgBr$ , $AgJ$ , $Ag_2SO_4$ , $Ag_3PO_4$ .
6	Вычислите, сколько $Na_2CO_3$ потребуется для превращения 0.250 г $BaSO_4$ в 200 мл раствора в $BaCO_3$ на 90%.
7	Вычислите фактор эквивалентности для $KMnO_4$ в реакции с $FeSO_4$ в кислой среде.
8	Рассчитайте титр 0.050 М раствора едкого натра и титр едкого натра по серной кислоте.
9	Приготовление растворов с концентрацией: моль/л., моль-экв./л, г/л, % (масс.), % (объем.).
10	Рассчитайте ионную силу децимолярного и сантимольярного водных растворов серной кислоты.
11	Сравните коэффициенты активностей ионов водорода в 0.050 М и 0.0020 М растворах серной кислоты. Вычислите активную концентрацию ионов водорода и величину pH.
12	Вычислите активную концентрацию ионов водорода в 0.020 М водных растворах хлороводородной и уксусной кислот.
13	При смешении одномолярных водных растворов хлористого натрия и хлористого калия изменятся ли концентрации ионов в полученном растворе? Если да, то как?



14	Сравните силу муравьиной и ортофосфорной кислот в водном растворе при концентрации 0.10 моль-экв./л.
15	Сравните силу оснований в водных растворах: 0.050 М КОН и 0.050 М NH <sub>4</sub> ОН.
16	Вычислите величину pH 0.010 М водного раствора NH <sub>4</sub> Cl, C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ОН (фенол).
17	Вычислите концентрацию ионов Hg <sup>2+</sup> в растворе, содержащем 0.10 моль/л Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> и 2,0 моль/л KBr.
18	Рассчитайте величины pH в ацетатном буфере.
19	Рассчитайте величины pH в аммиачном буферном растворе.
20	Рассчитать область скачка титрования 0,01М КОН 0,01М стандартным раствором HCl.
21	Определите тип и величину индикаторной ошибки при титровании 0.10 М муравьиной кислоты 0.10 М раствором едкого натра при использовании индикатора метилового оранжевого.
22	Рассчитайте, какие координаты будет иметь ТЭ при титровании ~ 0.10 М раствора сульфата меди 0.10 М стандартным раствором ЭДТА?
23	Какой объем воды надо добавить к навеске 1.5320 г КОН, чтобы на титрование аликвоты 20.0 мл этого раствора израсходовать 14.70 мл 0.050 М HCl?
24	Определите молярную концентрацию раствора КОН, если на титрование 15.00 мл его израсходовали 18.70 мл раствора HCl с T <sub>(HCl)</sub> 0.002864 г/мл.
25	На реакцию 0.2140 смеси, состоящей из карбонатов кальция и бария, израсходовали 15.00 мл 0.2000 М раствора HCl. Определите массовую долю (%) CaCO <sub>3</sub> и BaCO <sub>3</sub> в смеси.

Семестр 5

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Сформулируйте цели и задачи аналитической химии. Поясните, что собой представляет аналитический цикл, на каком этапе исследования он разрабатывается?
2.	В чем состоит информативность метода анализа? Приведите примеры.
3.	Что включает в себя общая методология решения аналитических задач?
4.	Поясните, в чем суть аналитического подхода для решения аналитической задачи?
5.	Стандарты для процедур и измерений в аналитической лаборатории.
6.	Обозначьте будущие пути развития аналитической химии.
7.	Аналитические характеристики. Предел обнаружения вещества. Предельное разбавления
8.	Дайте определение абсолютной и относительной, случайной и систематической ошибкам.
9.	Поясните на примерах, что характеризует правильность и воспроизводимость измерений.
10.	Назовите способы осуществления титриметрических методов анализа и запишите расчетные формулы для обработки результатов эксперимента..
11.	Фиксирование КТТ в кислотно—основном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.
12.	Охарактеризуйте индикаторные ошибки в кислотно — основном титровании, их количественную величину?
13.	Фиксирование КТТ в окислительно - восстановительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.
14.	Фиксирование КТТ в комплексонометрическом титровании, принцип действия металлоиндикаторов.
15.	Фиксирование КТТ в осадительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.
16.	Рассмотрите расчетные формулы в титриметрии при прямом, обратном титровании и . при титровании по замещению.
17.	Метрологические характеристики химического анализа. Регрессивный анализ. Определение параметров линейных уравнений.
18.	Расчет линейного градуировочного графика $y=bx$ .
19.	Расчет линейного градуировочного графика $y=a + bx$ . Оценка значимости коэффициента а.
20.	Сравнение двух средних. Критерий Фишера

№ п/п	Вопросы к экзамену
21.	Определение наличия грубых промахов при анализе экспериментальных данных.
22.	Теоретические основы эмиссионной спектроскопии. Атомные спектры. Источники возбуждения.
23.	Количественный анализ. Интенсивность спектральных линий. Уравнение Ломакина - Шайбе..
24.	Методы трех эталонов, одного эталона, их применение в количественном анализе. Поясните на примерах.
25.	Абсорбционная спектроскопия. В чем сущность колориметрического, фотометрического и спектрофотометрического методов анализа?
26.	Назовите основные узлы приборов для анализа по светопоглощению. Каково назначения каждого из этих узлов?
27.	Назвать особенности спектрофотометрии в ультрафиолетовой области спектра.
28.	Качественный и количественный анализ в спектрофотометрическом методе.
29.	Закон Ламберта – Бугера – Бера. Ограничения и условия применимости закона
30.	Спектрофотометрический анализ объектов сложного состава. Рассмотрите на примере определения никеля и железа в стали ( можно другие объекты)
31.	Применение метода градуировочного графика и метода добавок в количественном анализе.
32.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем .титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и титрант не поглощают, а продукт реакции поглощает.
33.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем .титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент поглощает, а титрант и продукт реакции не поглощают.
34.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем .титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и продукт реакции не поглощают, а титрант поглощает.
35.	Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем .титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и титрант поглощают, а продукт реакции не поглощает свет..
36.	ИК-спектроскопия. На чем основан качественный анализ по поглощению в инфракрасной области спектра?
37.	Что такое функциональные группы? Как проводят идентификацию функциональных групп с помощью ИК-спектра?
38.	Кондуктометрический анализ. Удельная и эквивалентная электрическая проводимость, их взаимосвязь.
39.	Укажите, какие факторы влияют на электрическую проводимость.
40.	Прямая кондуктометрия. Области применения. Укажите достоинства и недостатки применения прямой кондуктометрии.
41.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильной и слабой кислот при совместном присутствии сильным основанием? Укажите, при каком условии кислоты будут титроваться дифференцированно?
42.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильного и слабого оснований при совместном присутствии сильной кислотой? Укажите, при каком условии компоненты будут титроваться дифференцированно?
43.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу осаждения?
44.	Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу комплексонометрии?
45.	Рассмотрите кривые кондуктометрического титрования для реакций осаждения, если: а) подвижность осаждаемых ионов больше подвижности ионов осадителя; б) Подвижности осаждаемых ионов и ионов осадителя примерно одинаковы.

№ п/п	Вопросы к экзамену
46.	Потенциометрические методы анализа. Приведите принципиальную схему установки для потенциометрического титрования.
47.	Прямая потенциометрия. Ионоселективные электроды, поясните принцип их устройства. Приведите примеры применения ионоселективных электродов в количественном анализе.
48.	Применение метода градуировочного графика в прямой потенциометрии. Рассмотрите на конкретном примере.
49.	Потенциометрическое титрование. Расчетные значения координат ТЭ.(Рассмотрите на примере).
50.	Укажите индикаторные электроды, которые используют при потенциометрическом титровании с использованием реакций кислотно-основного взаимодействия.
51.	Укажите индикаторные электроды, которые применяют при потенциометрическом титровании с использованием реакций комплексообразования.
52.	Укажите индикаторные электроды, которые применяют при потенциометрическом титровании с использованием реакций окисления – восстановления.
53.	Рассмотрите кривую потенциометрического титрования раствора иминодигидратной кислоты стандартным раствором NaOH, если значения $pK_1 = 2,17$ ; $pK_2 = 3,61$ ; $pK_3 = 5,10$ ; $pK_4 = 11,32$ .
54.	Каким образом определяют доверительный интервал среднего значения найденной величины, что он характеризует и как используется для обнаружения систематической ошибки метода?
55.	Что характеризует коэффициент Стьюдента $t_{\alpha, f}$ ? От каких факторов зависит величина $t$ – коэффициента?
56.	Как используется $t$ – критерий для проверки значимости различия двух средних значений и для установления числа параллельных измерений, необходимое для получения среднего результата с заданной точностью?
	Расчетные задачи
1.	Для анализа смесей метанол-вода измерено поглощение стандартных растворов при $\lambda = 1,94 \mu\text{м}$ : $\omega$ (воды), %..... 26,0            29,0            32,0            37,0 $A_{1,94}$ ..... 0,470            0,500            0,532            0,585 Определить массовую долю воды и метанола в смесях по следующим данным: 1) $A=0,570$ ; 2) $A=0,540$ ; 3) $A=0,485$ .
2.	Навеску серебряного сплава в 1,75г растворили в азотной кислоте и раствор разбавили водой до 200мл. На титрование 10,00мл раствора потребовалось 11,75мл 0,05М раствора $\text{NH}_4\text{CNS}$ (поправочный коэффициент $K=0,9344$ ). Определить массовую долю серебра в образце.
3.	Навеску п-нитробензойной кислоты ( $\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_4$ ) массой 0,0492г растворили в 50,0мл смеси спиртов и 5,00 мл оттитровали 0,0200 М раствором метилата натрия спектрофотометрическим методом. Построить кривую титрования и рассчитать массовую долю кислоты по данным титрования: $V(\text{CH}_3\text{CONa})$ , мл.... 0,60 0,80 1,00 1,20 1,40 1,60 1,80 $A$ ..... 0,255 0,340 0,420 0,500 0,565 0,555 0,545
4.	Рассчитать процентное содержание марганца в стали методом трех эталонов по следующим данным сравнения спектральных линий марганца ( $\lambda=2939,11 \text{ \AA}$ ) и железа ( $\lambda=2944,40 \text{ \AA}$ ): $\text{CMn}$ (%)..... 0,59            0,74            1,43            x $\text{SMn}$ ..... 0,896            1,020            1,49            1,105 $\text{SFe}$ ..... 0,764            0,748            0,763            0,760
5.	Спектрофотометрическое определение содержания альдегидов в капролактаме методом добавок.
6.	Какой метод может быть применен для определения циклогексанона? Дайте краткую характеристику метода анализа, приведите расчетную формулу.
7.	Какой метод используют при определении аминного числа? Рассчитайте аминное число продукта аминирования, если на титрование 0,875 г образца смолы пошло 3,65 мл 0,1М раствора хлороводородной кислоты.
8.	Как определяется содержание свободного аммиака в карбамиде? Приведите расчетную формулу.

№ п/п	Вопросы к экзамену
9.	Запишите расчетную формулу содержания продукта (%) при использовании метода титрования по замещению.
10.	Навеску 0,6383г сплава, содержащего медь, после растворения обработали аммиаком и получили 1000мл окрашенного раствора, оптическая плотность которого при толщине слоя кюветы 2см равна 0,255, $\varepsilon = 423 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . Определить процентное содержание меди в сплаве.
11.	В образце сплава определили медь гравиметрическим (I) и титриметрическим (II) методами. Получены следующие результаты 12. (%): I - 13,21; 13,11; 13,17; 13,28 и II - 13,40; 13,75; 13,65; 13,58. Можно ли для расчета содержания меди в образце объединить эти данные в одну выборку?
12.	Определяемый минимум. Рассмотрите на примере фотометрического определения карбонильного соединения ().
13.	Кислотное число образца этилацетата составляет 2,3. Какая массовая доля эфира в анализируемом образце, если считать, что других примесей в эфире нет?
14.	Образец бутилового эфира адипиновой кислоты был проанализирован, какое эфирное число должно быть получено, если выход эфира составил 96,5%?
15.	Кислотное число полученного этилацетата 1,15. Каким должно быть эфирное число этого продукта?
16.	Какое количество этилового спирта будет соответствовать 1,00 мл точно 0,1N раствору тиосульфата, если анализ ведут по схеме: спирт $\rightarrow$ дихромат калия $\rightarrow$ иод $\rightarrow$ тиосульфат натрия?
17.	Если бромное число изопропилового спирта равно 0,012, какому %-ному содержанию изопропена оно соответствует.
18.	Содержание метилметакрилата в техническом продукте 93,5%. Чему будет равно эфирное число этого эфира?
19.	Определение содержания метилового спирта в сточных водах
20.	Число ацетилирования бутилового спирта равно 735. Какому содержанию бутанола соответствует это число?
21.	Как определить содержание хлорида натрия и соляной кислоты при совместном присутствии в образце?
22.	Как определить содержание серной и борной кислот при совместном присутствии в образце?
23.	Как определить содержание хлорида натрия и иодида натрия при совместном присутствии в образце?
24.	Как определить содержание хлорида натрия и хлорида калия при совместном присутствии в образце?
25.	Как определить содержание хлорида аммония и аммиака при совместном присутствии этих соединений в образце?
26.	Как осуществить титрование с целью определения содержания сульфат-иона в минеральной воде?

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
4, 5	Экзамен по накопительному рейтингу	«отлично»	Текущий рейтинг составляет 80-100 баллов
		«хорошо»	Текущий рейтинг составляет 60-79 баллов
		«удовлетворительно»	Текущий рейтинг составляет 40-59 баллов
		«неудовлетворительно»	Текущий рейтинг составляет 0 - 39 баллов



## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Вершинин В. И., Власова И.В., Никифорова И.А.	Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебник / Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 428 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-4121-1	учебник	2019	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/115526">https://e.lanbook.com/book/115526</a>
2	Сутягин В. М., Ляпков А.А.	Физико-химические методы исследования полимеров [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Изд. 3-е, испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 140 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2712-3	Учебное пособие	2018	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/99212">https://e.lanbook.com/reader/book/99212</a>
3	Перегончая О. В., Соколова С.А.	Практикум по аналитической химии. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Воронеж. гос. аграр. ун-т им. Императора Петра I. - Воронеж : ВГАУ им. Петра I, 2017. - 100 с	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRBook» <a href="http://www.iprbookshop.ru/72731.html">http://www.iprbookshop.ru/72731.html</a>
4	Сост. Сульдина Т.И.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / : Ай Пи Эр Медиа, 2018. - 118 с. : ил. - ISBN 978-5-4486-0057-9.	Лабораторный практикум	2018	ЭБС «IPRBook» <a href="http://www.iprbookshop.ru/70757.html">http://www.iprbookshop.ru/70757.html</a>
5	Ганеев А.А. и др.	Аналитическая химия [Электронный ресурс] : методы разделения веществ и гибридные методы анализа: учебник /	Учебник	2019	ЭБС «Лань»

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
		Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 332 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-3394-0.			<a href="https://e.lanbook.com/book/113899">https://e.lanbook.com/book/113899</a>

## 8.2. Дополнительная литература

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
1	Жебентяев А. И. , Жерносек А.К., Талуть И.Е.	Аналитическая химия. Химические методы анализа [Электронный ресурс] : учеб. пособие / 2-е изд., стер. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2014. - 542 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16004685-3.	Учебное пособие	2014	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Щеколдина Т. В., Ольховатов Е. А., Степовой А. В.	Физикохимические основы и общие принципы переработки растительного сырья [Электронный ресурс] : учеб. пособие / СанктПетербург : Лань, 2017. - 208 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2697-3.	Учебное пособие	2017	ЭБС "Лань"

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
3	Лебухов В. И. Окара А. И., Павлюченкова Л. П.	Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] : учебник / Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1320-1.	Учебник	2012	ЭБС "Лань"



### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Бутлеровские сообщения [Электронный ресурс] : многопредмет. науч. журн. / ООО «Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие»». – Электрон. журнал. – Казань : ООО «Инновационно-издательский дом «Бутлеровское наследие»», 1999- . Режим доступа к журн.: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>
- Химия в интересах устойчивого развития [Электронный ресурс] : междунар. науч. журн. / Сибирское отделение РАН. – Электрон. журнал. – Новосибирск : Издательство СО РАН, 1999- . Режим доступа к журн. <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>
- Oriental Journal Of Chemistry  
Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (А-125)	Стол учебный трехместный, стол преподавательский, стул преподавательский, кафедра, доска меловая, экран навесной, проектор., процессор, мышь комп., пульт.
2	Лаборатория "Аналитической химии и физико-химических методов анализа"	Стол лабораторный островной, полка для посуды, Стол лабораторный с полкой аквадистиллятор ДЭ-10 , мойка

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. (А-207)	нержавеющая, печь муфельная, сушильный шкаф Snol58/350, мойки лабораторная, шкаф вытяжной, стол письменный, тумбы для посуды и реактивов, центрифуга лабораторная ОПи-3, аналитические весы ВЛР-200, весы лабораторные НСВ123, фотометр фотоэлектрический КФК, рН-метр - иономер рН-121, иономер Эксперт001, иономер И-160М, кондуктометр Анион, табуреты лабораторные, Аквадистиллятор ДЭ-10 химическая посуда
3	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации (УЛК-205)	Переносной проектор, столы компьютерные, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная), компьютеры с выходом в сеть Интернет.
4	Помещение для самостоятельной работы студентов (Г-401)	Стол�ы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.