



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра аналитической химии**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета,  
А.И. Вильмс  
“13” мая 2024 г.



**Рабочая программа дисциплины Б1.О.18**

Наименование дисциплины **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки **04.03.01 – Химия**

Направленность подготовки: **Химия.**

Квалификация выпускника – **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Согласовано с УМК химического  
факультета  
Протокол №\_4 от «13» мая 2024 г.

Рекомендовано кафедрой  
аналитической химии,  
Протокол №8 от 10.05.2024 г.

Председатель  
А.И. Вильмс

Зав. кафедрой  
А.Г. Пройдаков

Иркутск 2024 г.

## Содержание

стр.

I.	Цели и задачи дисциплины
II.	Место дисциплины в структуре ОПОП.
III.	Требования к результатам освоения дисциплины
IV.	Содержание и структура дисциплины 4.1 <b>Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов</b> 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине 4.3 Содержание учебного материала 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
V.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) а) перечень литературы в) список авторских методических разработок г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
VI.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) 6.1. Учебно-лабораторное оборудование: 6.2. Программное обеспечение: 6.3. Технические и электронные средства обучения
VII.	Образовательные технологии
VIII.	Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

## **I. Цели и задачи дисциплины:**

**Цель** дисциплины – изучение основ теории и практики химических методов качественного и количественного анализа, исследования неорганических и органических соединений, показать роль аналитической химии в системе наук, научить интерпретировать экспериментальные результаты.

**Задачи** курса - в результате изучения данного курса студенты должны познакомиться с теоретическими основами и приемами пробоотбора и пробоподготовки, освоить основные закономерности равновесий и протекания различных типов химических реакций, основные методы разделения и концентрирования, овладеть химическими методами анализа различных объектов.

## **II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Учебная дисциплина «Аналитическая химия» Б1.О.18 относится к обязательной части учебного плана программы подготовки по направлению 04.03.01 Химия.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Неорганическая химия», «Физика», «Математика».

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Освоение дисциплины «Аналитическая химия» является необходимой для последующего изучения дисциплин «Физическая химия», «Химическая технология», «Анализ сложных объектов», «Методы разделения и концентрирования», «Физико-химические методы анализа», при выполнении квалификационных работ.

## **III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки 04.03.01 Химия.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы компетенций</b>	<b>Результаты обучения</b>
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ	<b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа.

	<p>традиционных и новых разделов химии</p>	<p>Иметь представление об особенностях объектов анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.</p>
<p>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</p>	<p>ИДК<sub>ОПК-2.1</sub> Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p><b>Знать:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами.</p>
	<p>ИДК<sub>ОПК-2.4</sub> Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p>	<p><b>Знать:</b> основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках аналитической химии.</p> <p><b>Владеть:</b> теоретическими представлениями</p>

		аналитической химии, основами химических методов анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.
ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ИДКОПК6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	<b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе. <b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии <b>Владеть:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 час,

в том числе 36 час. на экзамен.

Из них 144 часа – практическая подготовка

Форма текущей аттестации – зачет.

**Форма промежуточной аттестации: экзамен**

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Самостоятельн ая работа (в том числе, внеаудиторная СР, КСР)	Формы текущего контроля успеваемости;  Форма промежуточной аттестации
					Контактная работа преподавателя с обучающимися		КО		
					Лекции	Лабораторн ые занятия			
1.	<u>Введение</u>	<u>3</u>	2		2				Устный опрос №1, вопросы 1-3
2.	<u>Состояние веществ в ионо-молекулярных системах</u>	<u>3</u>	13		4		1	8	Устный опрос №2, вопросы 1-8, лабораторные работы
3.	<u>Методы выделения, разделения и концентрирования</u>	<u>3</u>	15		4		1	10	Устный опрос №2, вопросы 9-11, лабораторные работы
4.	<u>Методы обнаружения и идентификации</u>	<u>3</u>	29	20	2	20	1	6	Устный опрос №1, вопросы 4-6
5.	<u>Типы химических реакций и процессов в аналитической химии</u>	<u>3</u>	47	36	4	36	1	6	Устный опрос
6.	<u>Пробоотбор и пробоподготовка</u>	<u>3</u>	5		2		1	2	Устный опрос

7.	Основные объекты анализа	3	5		2		1	2	Устный опрос
8.	Метрологические основы химического анализа	3	5		2		1	2	Устный опрос №1, вопросы 1-3
9.	Гравиметрический анализ	3	39	24	4	24	1	10	Устный опрос, лабораторные работы, контрольные работы коллоквиум, выполнение лабораторных работ, написание отчетов по ЛР. Контрольные работы
10	Титриметрический анализ	3	92	64	10	64	2	16	
11	Контроль текущей успеваемости								Зачет
12	Промежуточная аттестация		36						Экзамен 36
13	Всего часов		288	144	36	144	10	62	36

*\*В рабочей программе по дисциплине при выполнении лабораторных работ предусмотрена **практическая подготовка** в виде выполнения отдельных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью*

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр 3	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся		Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Трудовое мкость (час)		
	Состояние веществ в ионо-молекулярных системах	подготовка к устному опросу №1 Написание отчетов по ЛР	8	Устный опрос №1, вопросы 1-3	См. список лит-ры №4,5,6 доп. №3

Семестр 3	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся		Оценочное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Трудое мкость (час)		
	Методы выделения, разделения и концентрирования	Подготовка отчета по ЛР, подготовка к устному опросу №2 Решение задач по теме. Написание отчетов по ЛР	2	Устный опрос №2, вопросы 1-8	См. список лит-ры №1,6
	Методы обнаружения и идентификации	Подготовка отчета по ЛР, подготовка к устному опросу №2 Решение задач по теме. Написание отчетов по ЛР	2	Устный опрос №2, вопросы 9-11	Методич. указания «Качественный анализ» См. список лит-ры №1,4,5,.6
	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии	подготовка к устному опросу №1 Написание отчетов по ЛР	4	Устный опрос №1, вопросы 4-6	См. список лит-ры №1,6
	Пробоотбор и пробоподготовка	Устное собеседование подготовка к собеседованию	2	Устный опрос	См. список лит-ры №2
	Основные объекты анализа	Устное собеседование подготовка к собеседованию	2	Устный опрос	
	Метрологические основы химического анализа	Устное собеседование подготовка к собеседованию	2	Устный опрос	См. список лит-ры №7 доп. №3



Семестр 3	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся		Оценочное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Трудое мкость (час)		
	Гравиметрический анализ	Подготовка отчета по ЛР подготовка к коллоквиуму №1 Решение задач по теме Написание отчетов по ЛР	2	коллоквиум	Методич. указания «Количественный анализ» См. список лит-ры №1,5 доп. №3
	Титриметрический анализ	Подготовка отчета по ЛР. подготовка к коллоквиуму Решение задач по теме Написание отчетов по ЛР	9	Устный опрос № 3	См. список лит-ры №1,5
	Метод кислотно-основного титрования	подготовка к коллоквиуму №2 Решение задач по теме Написание отчетов по ЛР	10	Коллоквиум №2	См. список лит-ры №1,5 доп. №3
	Окислительно-восстановительное титрование	подготовка к коллоквиуму №3 Решение задач по теме Написание отчетов по ЛР	10	Устный опрос №4, Коллоквиум №3	См. список лит-ры №1,5 доп. №3
	Комплексонометрия, Аргентометрия	подготовка к коллоквиуму №4 Решение задач по теме Написание отчетов по ЛР	2	Коллоквиум №4	См. список лит-ры №1,5 доп. №3
	Общая трудоемкость		47		

Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине включает в себя:

занятия лекционного типа, лабораторные работы, коллоквиумы, групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателем.

## 4.3 Содержание учебного материала

### Введение

Предмет аналитической химии, его структура, место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности: обеспечение экспрессности; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа.

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

### 1.1. Состояние веществ в ионо-молекулярных системах

Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Способы выражения действующей массы: активность, равновесная и общая аналитическая концентрации. Константы равновесия реакций и процессов. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Условные константы.

### 1.2. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии

Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления.

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

Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

1.2.2. **Окислительно-восстановительные реакции.** Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакций окисления-восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций.

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

1.2.3. **Реакции комплексообразования.** Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл - лиганд, по однородности лиганда, центрального иона (комплексообразователя): внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты

(внешнесферные комплексы и ионные пары), однороднолигандные и смешанолигандные, полиядерные (гетерополиядерные и гомополиядерные).

Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие). Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, pH, ионная сила раствора, температура.

Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости.

Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Влияние их природы, расположения, стереохимии молекул реагента на ее взаимодействие с неорганическими ионами.

Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$  и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, влияющие на устойчивость хелатов: природа донорных атомов и структура реагента, размер цикла, число циклов, характер связи металл-лиганд. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.

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

### **Методы обнаружения и идентификации**

Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов, веществ. Дробный и систематический анализ. Микрорентгенофлуоресцентный анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Тест-методы обнаружения веществ. Примеры практического применения методов обнаружения.

### **1.3. Пробоотбор и пробоподготовка**

Представительность пробы; проба и объект анализа, проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ. Первичная обработка и хранение проб.

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

### **1.4. Методы выделения, разделения и концентрирования**

Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения, гибридные методы. Разделение сопоставимых количеств элементов и отделение малых количеств от больших. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент

концентрирования.

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

Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменением pH водной фазы, маскирования и демаскирования.

**1.4.2. Методы осаждения и соосаждения.** Равновесие в системе раствор-осадок. Примеры неорганических и органических реагентов для осаждения. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления. Способы разделения путем установления различных значений pH, образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).

**1.4.3. Хроматографические методы.** Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный).

*Ионообменная хроматография.* Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена, факторы, его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии.

*Плоскостная хроматография.* Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерный). Реагенты для проявления хроматограмм.

*Бумажная хроматография.* Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. *Тонкослойная хроматография.* Механизмы разделения. Сорбенты, подвижные фазы. Области применения.

## **1.5. Основные объекты анализа**

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

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

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

Производственный анализ. Анализ технологических растворов, сточных вод.

Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Контроль металлургических производств.

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

## 1.7. Метрологические основы химического анализа

Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Способы определения содержания по данным аналитических измерений. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами.

## 1.8. Гравиметрический анализ

Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Условия получения кристаллических осадков. Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц их роста. Гомогенное осаждение. Старение осадка (превращение метастабильной кристаллической модификации в более устойчивую форму; химическое старение в результате изменения состава осадка – дегидратации-гидратации, поликонденсации). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия: внутренняя адсорбция, инклюзия; изоморфизм). Положительное и отрицательное явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании.

## 1.9. Титриметрические методы анализа

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

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

**Окислительно-восстановительное титрование.** Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования.

**1.9.2. Методы окислительно-восстановительного титрования.** Перманганатометрия. Первичные и вторичные стандарты. Условия проведения перманганатометрических определений.

Йодометрия и йодиметрия. Система йод-йодид как окислитель или восстановитель. Крахмал, как индикатор.

Бихроматометрия. Практическое применение для анализа неорганических и органических веществ.

**1.9.3. Осадительное титрование.** Построение кривых титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.

**1.9.4 Комплексонометрическое титрование.** Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования.

#### 4.3.1. Перечень лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	практическая подготовка		
	1.1.Состояние веществ в ионо-молекулярных системах.	«Расчет равновесных концентраций в ионо-молекулярных системах»	6	6	Устный опрос № 1	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>
	1.2.Типы химических реакций и процессов в аналитической химии.	Способы выполнения аналитических реакций. Анализ мокрым, сухим путем (пробирочные, капельные, микрокристаллоскопические реакции)	4	4	Устное собеседование	ИДК <sub>ОПК-2.1</sub>
	1.3. Методы обнаружения и идентификации.	Выполнение реакций обнаружения на катионы: Ag <sup>+</sup> стр.57 № 2, Pb <sup>2+</sup> стр.60 № 2, Cu <sup>2+</sup> стр.86 № 2, Al <sup>3+</sup> стр.64 № 3, Co <sup>2+</sup> стр..90 № 3, Mn <sup>2+</sup> стр.77 № 1, Ba <sup>2+</sup> стр.53 № 2, K <sup>+</sup> стр.46 № 3, Na <sup>+</sup> стр.48 № 1	4	4	Решение контрольной задачи на подгруппу серебра	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>

	1.5.Методы выделения, разделения и концентрирования.	Систематический и дробный анализ (сероводородный, на основе сульфида натрия, кислотно-основной)	16	16	решение контрольной задачи на 1-4 аналитические группы	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		«Равновесие в гетерогенной среде»	6	6	Устный опрос № 2	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>
		Анионы, их классификация. Выполнение реакций обнаружения сочетаний анионов: SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> с.13; Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , J <sup>-</sup> с.13; NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> с.14	8	8	Решение задачи на обнаружение анионов	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Качественный анализ многокомпонентной смеси катионов с использованием бумажной хроматографии: а) Fe <sup>3+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Zn <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> б) Bi <sup>3+</sup> , Ag <sup>+</sup> , Hg <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> , Cd <sup>2+</sup> , Pb <sup>2+</sup>	4	4	Качественный анализ смеси катионов:	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Использование ТСХ для разделения и обнаружения органических веществ	4	4	Качественный анализ смеси (антрацен, карбазол, фенантрен)	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>



		Анализ индивидуального вещества (скоростная задача)	4	4		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
1.8.Гравиметрический анализ.						
		Беседа о технике лабораторных работ в гравиметрическом анализе. Знакомство с аналитическими весами	2	2		ИДК <sub>ОПК-2.1</sub>
		Установление содержания Ва <sup>2+</sup> в техническом препарате ВаСl <sub>2</sub> ·2Н <sub>2</sub> О	12	12	Коллоквиум №1 Выполнение лабораторных работ	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Определение содержания Fe <sup>3+</sup> в растворе	6	6		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Решение расчетных задач	4	4		ИДК <sub>ОПК-1.2</sub>
1.9.Титриметрические методы анализа.						
1.9.1.Кислотно-основное титрование		Приготовление 0,1 н раствора НСl из концентрированного раствора кислоты	2	2	Собеседование по технике выполнения работ. Выполнение лабораторных работ,	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>
		Приготовление 0,1 н раствора Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , установление коэффициента	2	2		ИДК <sub>ОПК2.4</sub> ИДК <sub>ОПК6.1</sub>

		поправки рабочего раствора НСІ			оформление отчетов по работам	
		Приготовление 0,1 н раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Установление коэффициента поправки рабочего раствора NaOH.	2	2		ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1
		Определение содержания уксусной кислоты в растворе	1	1		ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1
		Установление концентрации раствора сильной кислоты	1	2		ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1
		Устный опрос № 3 «Кислотно-основное равновесие»	4	4		ИДКОПК-1.2
		Определение содержания $\text{CO}_3^{2-}$ и $\text{HCO}_3^-$ в пробе воды	1	1		ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1
		Определение содержания $\text{CO}_2$ в карбонатных породах.	2	2		ИДКОПК2.4
		Определение содержания НСІ и $\text{H}_3\text{BO}_3$ при совместном присутствии	2	2		ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1

		Титрование многоосновных кислот. Определение содержания $H_3PO_4$	2	2		ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1	
		Решение теоретических задач	4	4	Коллоквиум №2	ИДК ОПК-1.2	
	1.9.2.Методы окислительно-восстановительного титрования	Метод перманганатометрии					
		Приготовление 0,05 н раствора $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ из очищенного препарата $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$	1	1	Собеседование по технике выполнения работ. Выполнение лабораторных работ, оформление отчетов по работам	ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1	
		Установление нормальности и коэффициента поправки рабочего раствора $KMnO_4$	2	2		ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1	
		Определение содержания $NaNO_2$ в техническом препарате	3	3		ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1	
		Решение теоретических задач	2	2		ИДК ОПК-1.2	
		Устный опрос №4 «Окислительно-восстановительное равновесие»	4	4		ИДК ОПК-1.2	
		Метод бихроматометрии					

		Приготовление 0,05 н раствора $K_2Cr_2O_7$	2	2	Собеседование по технике выполнения работ. Выполнение лабораторных работ, оформление отчетов по работам	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
		Определение содержания $Fe^{2+}$ в водном растворе	1	1		ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
		Установление концентрации и коэффициента поправки рабочего раствора $I_2$	2	2		ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
		Определение содержания меди в водном растворе	2	2		ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
		Определение содержания $Na_2SO_3$ в сухом препарате	2	2		ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
		Решение теоретических задач	4	4		Коллоквиум №3
	1.9.4. Комплексометрическое титрование	Установление концентрации и коэффициента поправки комплекса III	1	1	Собеседование по технике выполнения работ. Выполнение лабораторных работ, оформление отчетов по работам	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
		Определение жесткости воды	2	2		ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1
		Определение содержания $Fe^{3+}$ в растворе	2	2	Коллоквиум № 4.	ИДК <sub>ОПК</sub> 2.4 ИДК <sub>ОПК</sub> 6.1

		Решение теоретических задач	4	4	Контрольная работа по решению расчетных задач	ИДК ОПК-1.2
	1.9.3.Осадительное титрование		2	2	Коллоквиум «Аргентометрия.»	ИДК ОПК-1.2
	Заключительная контрольная работа			4		
	Всего		144	144		

#### 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Расчет равновесных концентраций в ионо - молекулярных системах.	Подготовка к устному опросу №1.	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> <b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа
2.	Равновесие в гетерогенной среде.	Подготовка к устному опросу №2. Решение задач по теме.	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	ИДК <sub>ОПК2.4</sub> <b>Знать:</b> основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов. <b>Владеть:</b> теоретическими представлениями аналитической химии, основами химических методов анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения при проведении аналитических реакций для

				определения элементов в различных объектах.
3.		Написание отчетов по Лабораторной работе	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ИДК <sub>ОПК6.1</sub> <b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе. <b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии
4.	Методы обнаружения и идентификации.  Пробоотбор и пробоподготовка	Подготовка к устному опросу №2. Решение задач по теме.	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИДК <sub>ОПК-1.2</sub> <b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.  <b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.

5.	Гравиметрический анализ	Подготовка к коллоквиуму №1 Решение задач по теме	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИДК ОПК-1.2 <b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.  <b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.
6.		Написание отчетов по Лабораторным работам	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ИДК ОПК6.1 <b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.  <b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области
7.	Титриметрический анализ	Подготовка к устным опросам № 3,4	ОПК-1 Способен анализировать и	ИДК ОПК-1.2 <b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и



		Подготовка к коллоквиумам № 2,3,4 Решение задач по теме	интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа. <b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.
8.		Написание отчетов по Лабораторным работам	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ИДК <sub>ОПК6.1</sub> <b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе. <b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов, связанная с подготовкой отчетов по выполненным лабораторным работам, закреплением

теоретического материала в виде решения задач и подготовке к коллоквиумам и устному собеседованию, проводится во внеаудиторное время.

Структура отчета по лабораторной работе:

1. Цель работы.
2. Теоретическая часть.
3. Выполнение расчетных, графических и контрольных заданий в соответствии с методическими указаниями к каждой работе.
4. Вывод (на основе полученных результатов).

Методические рекомендации по выполнению и обработке экспериментальных данных по каждой лабораторной работе описаны в методических рекомендациях, подготовленных преподавателями кафедры (см. приложения). Примеры решения типовых задач представлены в рекомендуемых учебных пособиях и задачниках.

### V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электронная информационно-образовательная среда университета обеспечивает доступ к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочей программе дисциплины.

При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочей программе дисциплины, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

#### а) основная литература

##### 1. Хаханина, Татьяна Ивановна

Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие для бакалавров, учеб. пособие для студ. вузов / Т. И. Хаханина. - 3-е изд., испр. и доп. - ЭВК. - М. : Юрайт ; [Б. м.] : ИД Юрайт, 2012. - (Бакалавр. Базовый курс). - **Режим доступа:** . - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 20 доступов. - ISBN 978-5-9916-2035-2. - ISBN 978-5-9692-1366-1;

##### 2. Карпов, Юрий Александрович.

Методы пробоотбора и пробоподготовки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. А. Карпов. - 2-е изд. - ЭВК. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - (Методы в химии). - **Режим доступа:** . - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-0768-5 :

##### 3. Аналитическая химия : учебник: в 3 т. / ред. Л. Н. Москвин. - М. : Академия, 2008. - . - 23 см. - (Высшее профессиональное образование: Естественные науки). - ISBN 978-5-7695-3955-8.

**Т. 1** : Методы идентификации и определения веществ / А. А. Белюстин [и др.]. - 2008. - 575 с. : ил. - Библиограф.: с. 563-567. - ISBN 978-5-7695-3954-1 : всего 15

4. **Аналитическая химия.** Вершинин В.И., Власова И.В., Никифорова И.А. изд-во Лань. 2022г. ISBN 978-5-8114-9166-7
5. **Аналитическая химия:** курс лекций Поддубных Л.П. Красноярский государственный аграрный университет. 2014 г.
6. **Аналитическая химия.** Апарнев А.И. Новосибирский государственный технический университет. 2021 г. ISBN 978-5-7782-4423-8

#### б) дополнительная литература

1. **Трифонова, А. Н.** Аналитическая химия [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А. Н. Трифонова. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 160 с. - **Режим доступа:** <http://ibooks.ru/reading.php.productid=338907> (<http://ibooks.ru/product.php?productid=338907>). - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-985-06-2246-4 :
2. **Смагунова, Антонина Никоновна.** Методы математической статистики в аналитической химии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / А. Н. Смагунова, О. М. Карпукова. - Ростов н/Д : Феникс, 2012. - 347 с. ; 20 см. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-19507-9 : геохим (30)



#### в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. [www.elar.usu.ru/.../1569/1/1333921\\_exam.pdf](http://www.elar.usu.ru/.../1569/1/1333921_exam.pdf)
2. [http://www.ksu.ru/chmku/docs/kn4\\_06.rtf](http://www.ksu.ru/chmku/docs/kn4_06.rtf)
3. [www.xenoid.ru/.../chem\\_books\\_download.php](http://www.xenoid.ru/.../chem_books_download.php)
4. [http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana\\_him/lek\\_14.html](http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana_him/lek_14.html)
5. [http://www.Ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana\\_him/lek\\_1-16html](http://www.Ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana_him/lek_1-16html)
6. <http://www.edu.ru./db/portal/spe/archive.htm>
7. [http://www.krugosvet.ru/.../Himiya\\_analiticheskaya.html](http://www.krugosvet.ru/.../Himiya_analiticheskaya.html)
8. <http://www.edu.ru/window/library?p...>
9. <http://www.novedu.ru>
10. [http://www.newlibrary.ru/.../analiticheskaya\\_himiya](http://www.newlibrary.ru/.../analiticheskaya_himiya)
11. <http://www.anchem.ru>
12. <http://www.ximicat.com/index.php?...chemanalytica.com/>

#### г) список авторских методических разработок:

1. **Качественный анализ** [Текст] : Метод. указ. - Иркутск: Изд-во «ИГУ», 2022/ сост. Н.Ф. Апрелькова [и др.]; рец. Е.А.Писарькова.-2022. -31 с. (100 экз)
2. **Химическое обнаружение анионов** [Текст] : Метод. указ. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2022/ сост. Н.Ф. Апрелькова [и др.]; рец. Е.А.Писарькова.-2022. -24 с. 100 экз)
3. **Количественный анализ** [Текст] : Метод. указ. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2022/ сост. Н.Ф. Апрелькова [и др.]; рец. Е.А.Писарькова.-2022. -47 с. (100 экз)

## **VI.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Кабинеты №210, 213, 232 и 233 оснащены оборудованием, комплектами плакатов, методическими указаниями предназначенными для проведения лабораторных занятий.

№ п/п	Наименование	Количество
1.	Штативы с набором реактивов для проведения качественного анализа	каждому студенту
2.	Штативы с набором пробирок	каждому студенту
3.	Центрифуги	2
4.	Микроскопы	2
5.	Водяные бани	2
6.	Технические весы	2
7.	Аналитические весы	6
8.	Пипетки	каждому студенту
9.	Бюретки	каждому студенту
10.	Колбы для титрования	каждому студенту
11.	цилиндры	каждому студенту
12.	Мерные колбы	каждому студенту
13.	Муфельные печи	2
14.	Сушильные шкафы	2

## **VII.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В процессе изучения дисциплины используются как традиционные так и инновационные технологии, активные и интерактивные методы и формы обучения: технология объяснительно-иллюстративного объяснений с элементами проблемного изложения, технология профессионально-ориентированного обучения, лекции, объяснительно-иллюстративный метод с элементами проблемного изложения, контрольные и лабораторные работы, коллоквиумы, разбор конкретных ситуаций.

## VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Оценочные средства (ОС):

. Оценочные средства для входного контроля - не предусмотрен

11.2. Назначение оценочных средств текущего контроля - выявить сформированность составляющих частей компетенций ОПК 1, ОПК 2 и ОПК 6 (ИДК ОПК-1.2, ИДК ОПК-2.1; ИДК<sub>ОПК2.4</sub>; ИДК<sub>ОПК6.1</sub>). Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета в виде устных опросов, коллоквиумов, выполнения лабораторных работ и оформления отчетов.

### Устный опрос №1

Расчет равновесных концентраций в ионо - молекулярных системах.

1. Химическое равновесие в гомогенных системах. Закон действия масс. Идеальные и реальные системы. Причины отклонения реальных систем от идеальных.
2. Способы выражения действующей массы: активность, равновесная концентрация, общая аналитическая концентрация. Суть условия материального баланса. Суть условия электронейтральности.
3. Ионная сила раствора, коэффициент активности. Связь активности иона и его равновесной концентрации. Уравнение Дебая-Хюккеля для расчета коэффициента активности в зависимости от ионной силы раствора. Факторы, влияющие на величину коэффициента активности.
4.  $K^k$  и  $K^T$ , связь между ними.  $K^y$ , основная и побочная реакции,  $\alpha$  - коэффициент (мольная доля).
5. Расчет  $\alpha$ -коэффициента для побочной реакции комплексообразования, протонизации.
6. Основы аналитических расчетов с использованием констант равновесия и балансовых уравнений (материального баланса, электронейтральности).

### Устный опрос 2

Равновесие в гетерогенной среде.

1. Понятие гетерогенной системы. Равновесие между жидкой и твердой фазами. Произведение растворимости, растворимость осадка.
2. Связь  $PP^T$ ,  $PP^k$ ,  $PP^y$  между собой.
3. Расчет  $S$  по  $PP$ , расчет  $PP$  по  $S$ .
4. Факторы, влияющие на растворимость: температура и давление, ионная сила раствора (солевой эффект), электролиты с одноименными ионами, электролиты, вызывающие побочные реакции протонизации, комплексообразования, сочетание нескольких побочных реакций.
5. Теория осаждения сульфидов.

6. Избирательное растворение.
7. Экстракция и ее назначение в аналитической химии. Типы экстракционных систем.
8. Константа и коэффициент распределения, связь между ними. Факторы, определяющие эффективность реакции.
9. Классификация хроматографических методов разделения:
  - а/ по природе фаз
  - б/ по механизму разделения
  - в/ по технике выполнения
10. Способы получения хроматограмм (восходящая, нисходящая, радиальная, двумерная). Техника выполнения хроматографии на бумаге. Расчет  $R_f$ , факторы, влияющие на  $R_f$ . Области использования бумажной хроматографии.
11. Тонкослойная хроматография. Техника выполнения работ. Адсорбенты, используемые в ТСХ. Применение ТСХ в аналитической химии.
12. Решение задач:
  1. Расчет растворимости по ПР
  2. Расчет ПР по растворимости
  3. Влияние на растворимость осадка одноименного и разноименного ионов.
  4. Влияние на растворимость осадка побочных реакций протонизации и комплексообразования.
  5. Расчет условий осаждения.
  6. Расчет концентрации вещества X, оставшейся в водной фазе после экстракции из определенного объема раствора различными порциями органического растворителя.

### Устный опрос №3

#### Кислотно-основное равновесие

1. Основы протолитической теории Бренстеда-Лоури, ее преимущества перед теорией Аррениуса.
2. Роль растворителя в проявлении кислотно-основных свойств веществ. Автопротолиз, константа автопротолиза.
3. Определение протогенных, протофильных, амфипротных и инертных растворителей. Приведите примеры.
4. Сопряженная кислотно-основная пара. Связь константы диссоциации кислоты и сопряженного основания.
5. Буферные растворы. Буферная емкость. Факторы, влияющие на буферную емкость.
6. Определение реакций гидролиза с позиции теории Бренстеда-Лоури.
7. Расчет равновесных концентраций кислот и оснований:
  - а) расчет pH раствора сильной кислоты в широком интервале концентраций.
  - б) расчет pH растворов сильного основания в широком диапазоне концентраций.
  - в) расчет pH растворов многоосновных кислот.
  - г) расчет pH растворов слабых кислот: а)  $\alpha < 5\%$ ; б)  $\alpha > 5\%$ .

- д) расчет pH растворов гидролизующихся солей.
- е) расчет pH неводных растворов кислот и оснований.
- ж) расчет pH буферных растворов.

7. Решение расчетных задач по методу нейтрализации

#### Устный опрос № 4

Окислительно-восстановительное равновесие

1. Электродный потенциал, уравнение Нернста. Стандартный, формальный, равновесный потенциалы. Их различие и взаимосвязь.
2. Факторы, влияющие на величину потенциала: ионная сила раствора, pH, побочные реакции комплексообразования, осаждения с окисленной (восстановленной) формой.
3. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительной реакции, полноту взаимодействия. Связь между константой равновесия реакции и стандартными потенциалами систем.

#### Коллоквиум №1

Гравиметрический анализ.

1. Гравиметрический анализ. Сущность метода. Методы осаждения и возгонки. Требования к химическим реакциям, используемым в анализе.
2. Подготовка вещества к анализу: отбор средней пробы, взятие навески, растворение. Осаждение, фильтрование, промывание, подготовка осадка для взвешивания. Вычисление результатов анализа (понятие о факторе пересчета).
3. Осаждаемая и весовая формы осадка. Требования, предъявляемые к ним.
4. Свойства и условия образования кристаллических осадков. «Старение» осадка.
5. Условия образования и свойства аморфных осадков. Образование и коагуляция коллоидных растворов, пептизация осадков.
6. Загрязнение осадков (совместное осаждение, послеосаждение, соосаждение). Виды соосаждения: адсорбция, окклюзия, изоморфизм.
7. Требования, предъявляемые к жидкостям для промывания кристаллических и аморфных осадков.
8. Способы уменьшения соосаждения. Способы очистки осадков от окклюдированных примесей.
9. Решение задач.
  1. Приготовление растворов.
  2. Вычисление весового и %-ного содержания определяемого вещества.
  3. Пересчет на сухое вещество.
  4. Расчет навески и объема растворов, требующихся для реакции.
  5. Расчет объема промывной жидкости.
  6. Расчет потери вещества при промывании осадка.

## Коллоквиум №2

### Метод кислотно-основного титрования

1. Рабочие и исходные растворы метода, требования, предъявляемые к ним.
2. Кривые титрования: сильной кислоты (основания) слабой кислоты (основания), соли слабой кислоты, многоосновной кислоты, смеси кислот:
  - а) вычислить  $pH$  титруемого раствора в начальной точке, до точки эквивалентности, в точке эквивалентности, после точки эквивалентности;
  - б) рассчитать скачок титрования. Указать зависимость скачка от концентрации растворов, силы кислоты и основания, температуры;
  - в) пояснить различие кривых титрования сильных и слабых кислот (оснований);
  - г) привести примеры титрования, когда точка эквивалентности и точка нейтральности не совпадают и объяснить почему;
3. Кислотно-основные индикаторы. Ионно-хромофорная теория индикаторов.
  4. Интервал перехода окраски индикатора и связь его с константой диссоциации индикатора, показатель титрования ( $pT$ ).
  5. Индикаторная ошибка титрования. Вычисление ошибки при титровании сильных кислот (оснований) и слабых кислот (оснований).
6. Решение задач:
  - а) вычисления при приготовлении растворов, навески для анализа.
  - б) расчет результатов анализа (прямое титрование, титрование по остатку, обратное титрование.)

## Коллоквиум №3

### Окислительно-восстановительное титрование

1. Требования, предъявляемые к реакциям для количественных определений. Факторы, влияющие на скорость окислительно-восстановительных реакций (индуцированные и автокаталитические реакции).
2. Расчет окислительно-восстановительного потенциала при титровании до точки эквивалентности, в точке эквивалентности, после точки эквивалентности, построение кривой титрования.
3. Способы установления конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы, вычисление интервала перехода индикатора. Выбор индикатора для определения конца титрования с требуемой точностью. Вычисление индикаторной ошибки.
4. Перманганатометрия. Характеристика метода, исходные и рабочие растворы. Принципы определения окислителей, восстановителей. Недостатки метода.
5. Йодометрия. Характеристика системы  $I_2/2I^-$ . Факторы, обуславливающие универсальность метода. Характеристика метода, исходные и рабочие растворы. Установка титров. Источники ошибок в йодометрии, способы их устранения. Определение окислителей, восстановителей, сильных кислот, определение меди.



6. Хроматометрия. Особенности метода. Способы определения окислителей и восстановителей, индикаторы.
7. Решение задач:
  - а). расчет реального потенциала системы, протекающей с участием побочных реакций: протонизации, комплексообразования, осаждения.
  - б). расчет потенциалов в различные моменты титрования.
  - в). расчет результатов анализа в редоксиметрии.

#### Коллоквиум №4

##### Комплексные соединения в аналитической химии. Комплексонометрия. Аргентометрия.

1. Образование и свойства комплексных соединений. Основные типы комплексных соединений. Ступенчатые и общие константы устойчивости, связь их между собой.
2. Координационное число, дентатность лиганда. Моно- и полидентатные лиганды. Органические и неорганические лиганды.
3. Моно- и полиядерные комплексы. Примеры гомо- и гетерополиядерных комплексных соединений.
4. Диссоциация комплексона и влияние рН раствора на диссоциацию.
5. Уравнения реакций образования комплексонов, строение комплексов, влияние рН на полноту образования комплексов. Возможности избирательного определения ионов металлов.
6. Комплексонометрия. Исходные и рабочие растворы. Кривая титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования
7. Индикаторы, принцип действия. Требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам.
8. Способы титрования комплексоном: прямое, обратное, титрование заместителя, примеры. Условия определения жесткости воды,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , расчет результатов анализа.
9. Аргентометрия: расчет и построение кривых титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования.
10. Способ Мора. Условия титрования и определения конечной точки титрования. Установление титра рабочего раствора, определение хлоридов.
11. Способ Фольгарда. Рабочие и исходные растворы, индикатор, влияние рН. Затруднения и ошибки при определении конца титрования и как их избежать.
12. Способ Фаянса. Принцип действия адсорбционных индикаторов. Условия проведения титрования.

## Пример контрольной работы

### Билет №1

1. Рассчитайте скачок потенциала при титровании раствора сульфата железа (II) раствором бихромата калия между недостатком и избытком последнего в 0,1 %,  $pH=1,0$ . ( $E^{\circ}_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77V$ ;  $E^{\circ}_{Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}} = 1,36V$ )
2. Смешано по 500 мл 3%-ного раствора  $AgNO_3$  и 1%-ного раствора  $HCl$ . Рассчитать концентрацию ионов серебра в растворе.
3. Рассчитайте  $pH$  раствора  $CH_3COONa$  в метиловом спирте.  
 $K_{CH_3OH} = 2,0 \cdot 10^{-17}$ ;  $K_{CH_3COOH, CH_3OH} = 2,0 \cdot 10^{-10}$
4. Во сколько раз следует разбавить 20,24% раствор  $H_2SO_4$  ( $\rho = 1,012 \text{ г/см}^3$ ) для приготовления 0,1 н раствора?
5. Образец серебряного сплава весом 0,4000 г. был растворен в азотной кислоте. Из полученного раствора все содержащееся в нем серебро осаждено избытком соляной кислоты. Вес осадка  $AgCl$  равен 0,4248 г. Определить процентное содержание серебра в сплаве.

### Билет №2

1. Рассчитайте скачок  $pH$  при титровании 0,1 н раствора  $CH_3COOH$  0,1 н раствором  $NaOH$ . ( $K_{CH_3COOH} = 1,74 \cdot 10^{-5}$ )
2. Рассчитайте равновесную концентрацию  $HSO_3^-$  в 0,1 М растворе  $H_2SO_3$  при  $pH=7,0$ .
3. Рассчитайте формальный потенциал полуреакции :  
$$[Co(NO_2)_6]^{3-} + e \rightarrow Co^{2+} + 6NO_2^-$$
исходя из величин:  $E^{\circ}_{Co^{3+}/Co^{2+}} = +1,81V$ ;  $\beta[Co(NO_2)_6]^{3-} = 1 \cdot 10^{22}$
4. Для промывания осадка  $BaSO_4$  массой 0,5000 г. используют 250 мл воды. Во сколько раз уменьшатся потери осадка, если для промывания использовать 250 мл  $5,05 \cdot 10^{-4}$  М раствора  $H_2SO_4$ ? (Ионную силу раствора не учитывать).
5. Для стандартизации раствора  $Na_2S_2O_3$  0,151 г.  $K_2Cr_2O_7$  растворили в разбавленной  $HCl$ , добавили избыток  $KJ$  и выделившийся  $J_2$  оттитровали, затратив 46,1 мл реагента. Рассчитайте нормальность раствора  $Na_2S_2O_3$ .

### Программа оценивания контролируемых компетенций:

Тема или раздел дисциплины <sup>1</sup>	Код индикатора компетенции	Планируемый результат	Показатель	Критерий оценивания	Наименование ОС <sup>2</sup>		
					ТК <sup>3</sup>	ПА <sup>4</sup>	
Состояние веществ в ионо-молекулярных системах	ИДК ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	<b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии <b>Уметь:</b> решать типовые учебные задачи	Знает общие закономерности протекания химических реакций, формы нахождения вещества в растворе. Умеет рассчитать концентрацию определенной формы вещества при различных условиях	Владеет материалом, представленным в разделе 1.1 Вопросы для устного собеседования.  Решил 3 из 5 задач контрольной работы №1	УО, К	Экзамен	
Равновесие в гетерогенных средах		<b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии <b>Уметь:</b> решать типовые задачи	Умеет решать типовые задачи на расчет растворимости, ПР осадка в идеальных и реальных условиях.	Владеет материалом, представленным в разделе 1.4.2 Вопросы для устного собеседования. Решил 3 из 5 задач контрольной работы №2 Представил отчеты по лабораторным работам.			УО, К, О
Сухая контрольная задача по качественному анализу		ИДК ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ИДК ОПК-2.4 Проводит исследования	<b>Уметь:</b> выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения <b>Уметь:</b> обрабатывать результаты эксперимента <b>Владеть:</b> навыками проведения эксперимента и	Уметь на практике применить полученные знания по методам разделения и обнаружения. Правильно составить схему проведения анализа контрольной задачи.			Допустимо не более 2-х ошибок при установлении состава исследуемой смеси веществ, написание отчета на решенную задачу.

	свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	методами обработки его результатов				
Кислотно-основные реакции.	ИДК опк-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ИДК <sub>опк6.1</sub> Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	<b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии <b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе. <b>Уметь:</b> решать типовые задачи	Знает теории кислот и оснований. Умеет рассчитать pH растворов кислот и оснований различной силы в водных и неводных растворителях	Владеет материалом, представленным в разделе 1.2.1 Вопросы для устного собеседования Решил 3 из 5 задач контрольной работы №3	УО, К	
Окислительно-восстановительные реакции.		<b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии <b>Уметь:</b> решать типовые задачи	Умеет расписать и уравнять реакцию окисления-восстановления. Умеет рассчитать реальный и равновесный потенциал с учетом протекания конкурирующих реакций.	Владеет материалом, представленным в разделе 1.2.2 Вопросы для устного собеседования Решил 3 из 5 задач контрольной работы №4	Семинар, К	

Реакции комплексобразования		<b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии	Умеет классифицировать комплексные соединения, знает области их применения в аналитической химии		Кл	
Методы обнаружения и идентификации		<b>Знать:</b> стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ <b>Уметь:</b> проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам <b>Владеть:</b> базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов <b>Умеет:</b> проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам	Базовый уровень: <b>Знает:</b> сухой и мокрый методы обнаружения, дробный и систематический анализ на катионы, классификации анионов. <b>Умеет:</b> составлять схему анализа с учетом свойств катионов и анионов	Владеет техникой выполнения реакций отделения и обнаружения, сделал максимум по 2 ошибки при решении учебной и контрольной сухой задачи.	Кл, О	
Методы выделения, разделения и концентрирования	ИДК опк-1.2 Предлагает интерпретацию	<b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии	Имеет представление о принципах разделения методом осаждения,	Владеет материалом, представленным в разделе 1.4.2 Вопросы 6-11 для устного собеседования.	УО	

	результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии		хроматографии и экстракции	Решил 1 из 3 задач по теме экстракция		
Гравиметрический анализ	ИДК ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ИДК ОПК-2.1 Работает с	<b>Владеть:</b> навыками проведения эксперимента и методами обработки его результатов <b>Уметь:</b> обрабатывать результаты эксперимента <b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных	<b>Умеет:</b> проводить простые операции осаждения, фильтрования, промывания осадка, расчет результатов анализа; решать типовые задачи	Полнота ответов на вопросы коллоквиума №1, правильно решил 2 из 3 предложенных задач из сборника задач по аналитической химии.	Кл, К, О	

	химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ИДКОпк2.4	результатов, подготовить отчет о выполненной работе.				
Титриметрические методы анализа:	Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования ИДКОпк6.1 Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке					
Кислотно-основное титрование		<p><b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии</p> <p><b>Уметь:</b> решать типовые задачи</p> <p><b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.</p> <p><b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно</p>	Способы выражения концентрации. Знать исходные и рабочие растворы, ионно-хромофорную теорию индикаторов.	Умеет построить кривую титрования по реакции кислотно-основного взаимодействия. Выбрать индикатор, провести расчет результатов анализа. (Кл. №2) Правильно решил 3 задачи из 5 предложенных. Предоставить отчеты о проведенных лабораторных работах.	Кл, К, О	Экзамен

		требованиям в данной области				
Окислительно-восстановительное титрование		<p><b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии</p> <p><b>Уметь:</b> решать типовые задачи</p> <p><b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.</p> <p><b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области</p>	Знать исходные и рабочие растворы при титровании по реакциям окисления-восстановления. Способы установления момента эквивалентности.	Знает особенности проведения анализа перманганатометрии, дихроматометрии, йодометрии. Выбрать индикатор и обосновать его применение. (Кл.№3) При сдаче Кл правильно решить предложенную задачу (из сборника задач). Представить отчеты о проведенных лабораторных работах.	Кл, К, О	
Осадительное титрование		<p><b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии</p>	Особенности титрования по реакции осаждения. Способы установления момента эквивалентности	Правильно ответить на вопросы 9-11 Кл №4	Кл	



		<b>Уметь:</b> решать типовые задачи	(способ Мора, Фольгарда, Фаянса)			
Комплексометрическое титрование.		<b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии <b>Уметь:</b> решать типовые задачи <b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области	Применение комплексных соединений в количественном анализе. Комплексоны, рабочие и исходные растворы, теория индикаторов. Расчет результатов анализа.	Ответить правильно на вопросы 1-8 Кл №4, решить одну расчетную задачу. Предоставить отчеты о проведенных лабораторных работах.	Кл, О	

У –устный опрос, Кл-коллоквиум, О-отчет по лабораторной работе, К- контрольная работа

### Характеристика ОС для обеспечения текущего контроля по дисциплине

Код индикатора компетенции	Планируемый результат	ОС <sup>2</sup>	Содержание задания <sup>3</sup> /вопроса и т.д.
<p>ИДК ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения</p>	<p>Собеседование. Коллоквиум. Выполнение лабораторных работ</p>	<p>Устные опросы №1,2,3,4. Написание отчетов по лабораторным работам. Контрольные работы по решению задач</p>

	элементов в различных объектах.		
ИДК ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	<b>Знать:</b> правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами.	собеседование	Вопросы по ТБ в аналитической лаборатории
ИДК ОПК-2.4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	<b>Знать:</b> основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов. <b>Уметь:</b> проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках аналитической химии. <b>Владеть:</b> теоретическими представлениями аналитической химии, основами химических методов анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения при проведении аналитических реакций для определения		Коллоквиумы №1,2,3 Написание отчетов по лабораторным работам. Контрольные работы по решению задач

	элементов в различных объектах.		
ИДК <sub>ОПК6.1</sub> Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	<p><b>Знать:</b> правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.</p> <p><b>Уметь:</b> представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии</p> <p><b>Владеть:</b> навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде</p>	Написание отчетов по выполненным лабораторным работам	Правила оформления отчетов

Зачет выставляется студенту, если: материал усвоен в полном объеме, ответил на вопросы текущего контроля, при выполнении контрольных работ по решению расчетных задач решил правильно 3 задания из 5, студент владеет необходимыми умениями и навыками, оформлены отчёты по всем лабораторным работам, выполнены задания по самостоятельной работе.

Лабораторная работа считается выполненной если:

- 1) предоставлен письменный отчет по лабораторной работе, выполненный по установленным требованиям;
- 2) присутствует запись о выполнении работы в журнале преподавателя или присутствует подпись преподавателя в протоколе выполнения лабораторной работы студента. Во всех других случаях работа считается невыполненной. Ответственность за невыполнение установленного количества лабораторных работ полностью лежит на студенте.

Незачет ставится, если в усвоении материала имеются пробелы: отдельные умения недостаточно устойчивы, основное содержание материала не усвоено; не полностью выполнены лабораторные работы и не представлены отчёты по лабораторным работам.

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме экзамена).

## **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ.**

1. Предмет и задачи аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Понятие "аналитический сигнал" и классификация методов химического анализа. Требования, предъявляемые к аналитической химии.
2. Основные стадии аналитических определений. Пробоотбор и его значение. Техника отбора представительной пробы твердых, жидких и газообразных веществ.
3. Способы разложения проб (мокрый и сухой).
4. Классификация методов аналитической химии по количеству анализируемого вещества. Способы обнаружения и определения элементов в аналитической химии. Требования, предъявляемые к аналитическим реакциям. Дробный и систематический ход анализа.
5. Дайте определения и объяснения понятий: обнаружение и определение элементов, химический анализ и анализируемое вещество, аналитическая проба, аналитическая форма элемента, аналитическая реакция, аналитический метод и аналитическая методика, аналитический параметр, химические и физические методы аналитической химии.
6. Способы разделения ионов в аналитической химии. Осаждение, органические и неорганические осадители.
7. Экстракция. Основные параметры, характеризующие экстракционное разделение и концентрирование - степень извлечения и фактор разделения. Константа экстракции и ее связь с коэффициентом распределения. Расчет числа экстракций, необходимых для полного извлечения компонента в органическую фазу.
8. Хроматографические методы разделения. Классификация их по природе фаз, механизму разделения, технике выполнения.
9. Классификация хроматографических методов в соответствии с принципом разделения (адсорбционная, ионообменная, гель-хроматография).
10. Бумажная и тонкослойная хроматография. Техника выполнения работ. Адсорбенты, виды равновесий, устанавливаемых в ТСХ. Применение ТСХ и бумажной хроматографии в аналитической химии.
11. Разделение методом осаждения. Избирательное осаждение и растворение (на примере сульфидов).
12. Разбор схемы хода анализа на катионы с применением сульфида натрия.
13. Аналитические классификации анионов.
14. Химическое равновесие в гомогенных системах. Закон действующих масс. Константа равновесия, ее физический смысл.
15. Идеальные и реальные химические системы. Побочные процессы, которые могут протекать в реальных системах. Уравнение материального баланса, коэффициенты конкурирующих реакций.
16. Константа и степень диссоциации электролитов. Сильные и слабые электролиты. Закон разбавления Оствальда.
17. Ионная сила раствора. Активность и коэффициент активности. Термодинамические, концентрационные и условные константы равновесия, их связь.
18. Типы гетерогенных систем, используемых в аналитической химии. Химическое равновесие в системе "раствор-осадок". Произведение растворимости. Математическая связь между растворимостью и произведением растворимости.

19. Факторы, влияющие на растворимость осадков. Солевой эффект.
20. Кристаллические и аморфные осадки. Условия их образования.
21. Виды и причины загрязнения осадков (соосаждение, послеосаждение, адсорбция, окклюзия, инклюзия, изоморфизм).
22. Ионизация растворителей. Автопротолиз. Ионное произведение воды,  $pH$ .
23. Недостатки теории кислот и оснований Аррениуса. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури, ее достоинства, ограничения.
24. Классификация растворителей с точки зрения протолитической теории кислот и оснований. Основные свойства растворителей, влияющие на протолитическое поведение растворенного вещества.
25. Вычисление  $pH$  растворов сильных и слабых кислот и оснований при достаточно высоких их концентрациях.
26. Вычисление  $pH$  растворов сильных кислот и оснований при их низких концентрациях.
27. Вычисление  $pH$  растворов слабых кислот и оснований при их низких концентрациях.
28. Диссоциация многокислотных оснований и многоосновных кислот. Ступенчатые и полные константы диссоциации. Вычисление  $pH$  растворов многоосновных кислот.
29. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость, ее зависимость от концентрации компонентов. Вычисление  $pH$  буферных растворов.
30. Вычисление  $pH$  растворов гидролизующихся солей.
31. Комплексные соединения и основные аспекты использования их в аналитической химии. Катионные, анионные и нейтральные комплексные соединения. Примеры.
32. Прочность комплексов. Полные и ступенчатые константы устойчивости комплексных соединений. Термодинамическая и кинетическая устойчивость комплексных соединений.
33. Внутриклеточные соединения (ВКС). Связь в молекулах ВКС. Дентатность лиганда и хелатные циклы в молекулах ВКС, их влияние на прочность ВКС. Привести примеры ВКС, используемых в аналитической химии.
34. Основные аспекты использования органических реагентов в аналитической химии. Механизм действия органических реагентов. Функционально-аналитические группы. Преимущества использования органических реагентов перед неорганическими.
35. Окислительно-восстановительные реакции и основные аспекты использования их в аналитической химии, Стандартные потенциалы и уравнение Нернста. Влияние окислительно-восстановительных потенциалов на направление окислительно-восстановительных реакций.
36. Факторы, влияющие на величину реальных окислительно-восстановительных потенциалов: ионная сила раствора,  $pH$  растворов, протекание конкурирующих реакций осаждения, комплексообразования.
37. Сущность гравиметрического метода анализа. Прямые и косвенные способы гравиметрии. Общая схема прямых гравиметрических определений.
38. Осадкообразование. Кристаллические и аморфные осадки, условия их образования. Преимущества использования кристаллических осадков в гравиметрии.
39. Осаждаемая и весовая формы осадков, предъявляемые к ним требования. Требования к осадителям. Основные источники загрязнения осадков.

40. Расчеты в гравиметрическом анализе. Расчет навески, объема осадителя, результатов анализа. Фактор пересчета.
41. Сущность титриметрического анализа. Основные понятия, используемые в титриметрии: титрование, первичные и вторичные стандарты, исходные вещества, момент эквивалентности, кривые титрования, индикаторы титрования.
42. Общие требования к реакциям, лежащим в основе титриметрических определений. Типы реакций, используемых в титриметрии, классификация методов титриметрии.
43. Способы титрования, примеры. Способы выражения концентрации в титриметрии. Коэффициент поправки. Исходные вещества в титриметрии и предъявляемые к ним требования. Способы установления концентрации растворов.
44. Основные источники ошибок в титриметрии. Измерительная посуда и ее назначение.
45. Теория кислотно-основных индикаторов. Интервал превращения индикатора, показатель титрования. Индикаторные ошибки, их расчет. Общий подход к выбору индикатора.
46. Факторы, определяющие величину скачка на кривой кислотно-основного титрования. Титрование сильных кислот сильным основанием и слабых кислот сильным основанием. Общий вид кривых титрования. Выбор индикатора.
47. Методы окисления-восстановления в титриметрии, их классификация.
48. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Скачок титрования. Вычисление величины окислительно-восстановительного потенциала в различные моменты титрования.
49. Индикаторы, применяемые в методах окислительно-восстановительного титрования. Расчет индикаторной ошибки.
50. Обзор важнейших методов окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия, йодометрия, бихроматометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы, примеры определений.
51. Методы осадительного титрования. Кривые титрования и основные факторы, определяющие величину скачка на кривой. Аргентометрия и роданометрия. Индикаторы, применяемые в осадительном титровании. Примеры осадительного титрования.
- 52.** Комплексоны и комплексонометрия, кривая титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Металлохромные индикаторы. Примеры комплексонометрических определений.

Экзамен по дисциплине состоит из двух частей: На экзамене студенту предлагается ответить на 2 теоретических вопроса и решить расчетную задачу. Ответ на каждый вопрос билета оценивается отдельно. При выставлении оценки за ответ учитываются ответы студента на дополнительные вопросы преподавателя. Отдельная оценка за ответы на дополнительные вопросы не ставится.

Показатели	Критерии
Ответы по вопросам билета	содержание ответа соответствует поставленному вопросу раскрываются наиболее значимые факты, научные положения, соблюдается логическая последовательность в изложении материала
Ответы на дополнительные вопросы	содержание ответа соответствует поставленному вопросу раскрываются наиболее значимые факты, научные

	положения, соблюдается логическую последовательность в изложении материал
--	---

Отметка **«отлично»** выставляется студенту, если: материал усвоен в полном объеме; студент имеет всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного предмета, владеет необходимыми умениями и навыками, терминологией.

Отметку **«хорошо»** получает студент, если: в усвоении материала имеются незначительные пробелы, изложение материала недостаточно систематизировано, отдельные умения и навыки недостаточно устойчивы;

Отметка **«удовлетворительно»** ставится, если в усвоении материала имеются пробелы: материал излагается не систематизировано, отдельные умения недостаточно устойчивы, выводы и обобщения аргументированы слабо, в них допускаются ошибки, основное содержание материала не усвоено в полном объеме.

Оценка **«неудовлетворительно»** соответствует фрагментарному знанию предмета, неправильному ответу либо не ответу на вопрос.



**Критерии оценивания ответов на экзамене:**

Планируемые результаты обучения	Оценочная шкала		
	3	4	5
<p><b>Знать:</b> теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования классических методов химического анализа. Иметь представление об особенностях объектов анализа.</p>	<p>Владеет классическими методами анализа неорганических веществ, понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками использования стандартных аналитических методов изучения веществ различной природы.</p>	<p>Владеет классическими методами анализа неорганических веществ. понимает их преимущества и недостатки;</p> <p>владеет навыками комплексного использования стандартных аналитических методов изучения веществ различной природы;</p> <p>способен грамотно интерпретировать результат эксперимента;</p>	<p>Владеет классическими методами анализа неорганических веществ. понимает их преимущества и недостатки;</p> <p>владеет навыками комплексного использования стандартных аналитических методов изучения веществ различной природы;</p> <p>способен грамотно интерпретировать результат эксперимента;</p>
	<p>Умеет решать типовые задачи по аналитической химии</p>	<p>Умеет решать комбинированные задачи по аналитической химии</p>	<p>Умеет решать задачи повышенной сложности по аналитической химии</p>

<p><b>Уметь:</b> подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе</p>	<p>Владеет базовыми навыками идентификации и изучения свойств несложных веществ</p>	<p>Владеет навыками идентификации и изучения свойств отдельных классов веществ (материалов), правильного протоколирования опытов</p>	<p>Владеет навыками идентификации и изучения свойств веществ и материалов, правильного протоколирования опытов</p>
<p><b>Уметь:</b> проводить простые операции (классификация веществ, составление формул, схем процессов, первичный анализ результатов и т.п.) с учетом общих закономерностей, формулируемых в рамках аналитической химии</p>	<p>Умеет проводить анализ полученного вещества одним из стандартных методов. Допускает отдельные ошибки при оформлении протокола эксперимента</p>	<p>Умеет проводить анализ по предлагаемой методике, идентификацию и исследование свойств веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента с небольшим количеством замечаний</p>	<p>Умеет выполнять демонстративные опыты по химии; проводить комплексный анализ и исследование свойств полученных веществ и материалов. Умеет оформлять результаты эксперимента в соответствии с заявленными требованиями</p>
<p><b>Владеть:</b> теоретическими представлениями аналитической химии, основами химических методов анализа неорганических и органических соединений, методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения при проведении аналитических реакций</p>	<p>Имеет представление о содержании дисциплины аналитическая химия, знает терминологию, основные законы химии, но допускает неточности в формулировках</p>	<p>Имеет представление о содержании курса, знает терминологию, основные законы и понимает сущность общих закономерностей, изучаемых в рамках аналитической химии</p>	<p>Имеет четкое, целостное представление о содержании курса и общих закономерностях химических процессов, изучаемых в рамках аналитической химии</p>
	<p>Владеет классическими методами анализа</p>	<p>Владеет классическими методами анализа неорганических веществ.</p>	<p>Владеет классическими методами анализа</p>

<p>для определения элементов в различных объектах.</p>	<p>неорганических веществ, понимает их преимущества и недостатки; владеет навыками использования стандартных аналитических методов изучения веществ различной природы.</p>	<p>понимает их преимущества и недостатки;</p> <p>владеет навыками комплексного использования стандартных аналитических методов изучения веществ различной природы;</p> <p>способен грамотно интерпретировать результат эксперимента; владеет навыками решения учебных задач по аналитической химии</p>	<p>неорганических веществ. понимает их преимущества и недостатки;</p> <p>владеет навыками комплексного использования стандартных аналитических методов изучения веществ различной природы;</p> <p>способен грамотно интерпретировать результат эксперимента; владеет навыками решения учебных задач по аналитической химии</p>
--	--	--	--

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

**Разработчики:**

доцент Г.Н. Королева



доцент Н.Ф. Апрелькова



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 Химия.

Программа рассмотрена на заседании кафедры аналитической химии

«10 » мая 2024 г.    Протокол № 8

Зав. кафедрой, проф. Пройдаков А.Г.



*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*