



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра аналитической химии

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета,
А.И. Вильмс
17 мая 2021 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 №6 от 17 мая 2021г.
Председатель  А.И. Вильмс

Рекомендовано кафедрой
аналитической химии,
Протокол №_4 от 10.04.2021 г.

Зав. кафедрой,
А.Г. Пройдаков



Иркутск 2021 г.

Содержание

стр.

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.
3. Требования к результатам освоения дисциплины
4. Объем дисциплины и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины
 - 5.1 Содержание разделов и тем дисциплины
 - 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами
 - 5.3 Разделы и темы дисциплин и виды занятий
6. Перечень семинарских, практических занятий, лабораторных работ, план самостоятельной работы студентов, методические указания по организации самостоятельной работы студентов
 - 6.1. План самостоятельной работы студентов
 - 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):
 - а) основная литература;
 - б) дополнительная литература;
 - в) программное обеспечение;
 - г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины
10. Образовательные технологии
11. Оценочные средства (ОС)

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИДК _{ОПК-1.2} Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ	Знать: 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>Уметь: подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях.</p> <p>Владеть: 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_{ОПК-2.1} Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности</p>	<p>Знать: правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами.</p>
	<p>ИДК_{ОПК-2.4} Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования</p>	<p>Знать: основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов.</p> <p>Уметь: 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>Владеть: 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	Знать: правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе. Уметь: представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии Владеть: навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа,

в том числе 53 часа на экзамен.

Из них 136 часов – практическая подготовка

Форма промежуточной аттестации: зачет, 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	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации
			Контактная работа преподавателя с обучающимися			КО			
			Лекции	Лабораторные занятия					
				Всего часов	Из них практическая подготовка				
1.	Введение	3	2						
2.	Состояние веществ в ионо-молекулярных системах	3	8				8		
3.	Методы выделения, разделения и концентрирования	3	12				12		
4.	Методы обнаружения и идентификации	3	6	16	16		6		
5.	Типы химических реакций и процессов в аналитической химии	3	4	36	34		8		
6.	Пробоотбор и пробоподготовка	3	2	10	10		6		
7.	Основные объекты анализа	3	4				6		
8.	Метрологические основы химического анализа	3	2				8		
9.	Гравиметрический анализ	3	4	20	20		8		
10.	Титриметрический анализ	3	10	56	56		9		
			54	136	136		71		
	Экзамен					10		53	

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	Трудо- емкость (час)		
	Состояние веществ в ионо-молекулярных системах	подготовка к устному опросу №1 Написание отчетов по ЛР	4	Устный опрос №1, вопросы 1-3	См. список лит-ры №4,5,6 доп. №3
	Методы выделения, разделения и концентрирования	Подготовка отчета по ЛР, подготовка к устному опросу №2 Решение задач по теме. Написание отчетов по ЛР	10	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	4	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	6	Устный опрос №1, вопросы 4-6	См. список лит-ры №1,6
	Пробоотбор и пробоподготовка	Устное собеседование подготовка к собеседованию	6	Устный опрос	См. список лит-ры №2
	Основные объекты анализа	Устное собеседование подготовка к собеседованию	3	Устный опрос	
	Метрологические основы химического анализа	Устное собеседование подготовка к собеседованию	4	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	Трудо- емкость (час)		
	Гравиметрический анализ	Подготовка отчета по ЛР подготовка к коллоквиуму №1 Решение задач по теме Написание отчетов по ЛР	6	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	4	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	4	Коллоквиум №4	См. список лит-ры №1,5 доп. №3
	Общая трудоемкость		71		

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 pH 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, рН, 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»	2	2	Устный опрос № 1	ИДК _{ОПК-1.2}
	1.2.Типы химических реакций и процессов в аналитической химии.	Способы выполнения аналитических реакций. Анализ мокрым, сухим путем (пробирочные, капельные, микрокристаллоскопические реакции)	2	2	Устное собеседование	ИДК _{ОПК-2.1}
	1.3. Методы обнаружения и идентификации.	Выполнение реакций обнаружения на катионы: Ag ⁺ стр.57 № 2, Pb ²⁺ стр.60 № 2, Cu ²⁺ стр.86 № 2, Al ³⁺ стр.64 № 3, Co ²⁺ стр..90 № 3, Mn ²⁺ стр.77 № 1, Ba ²⁺ стр.53 № 2, K ⁺ стр.46 № 3, Na ⁺ стр.48 № 1	4	4	Решение контрольной задачи на подгруппу серебра	ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}

	1.5.Методы выделения, разделения и концентрирования.	Систематический и дробный анализ (сероводородный, на основе сульфида натрия, кислотно-основной)	10	10	решение контрольной задачи на 1-4 аналитические группы	ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1
		«Равновесие в гетерогенной среде»	6	6	Устный опрос № 2	ИДКОПК-1.2
		Анионы, их классификация. Выполнение реакций обнаружения сочетаний анионов: SO ₄ ²⁻ , CO ₃ ²⁻ , SO ₃ ²⁻ с.13; Cl ⁻ , Br ⁻ , J ⁻ с.13; NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ с.14	4	4	Решение задачи на обнаружение анионов	ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1
		Качественный анализ многокомпонентной смеси катионов с использованием бумажной хроматографии: а) Fe ³⁺ , Cr ³⁺ , Zn ²⁺ , Mn ²⁺ , Co ²⁺ , Ni ²⁺ б) Bi ³⁺ , Ag ⁺ , Hg ²⁺ , Cu ²⁺ , Cd ²⁺ , Pb ²⁺	2	2	Качественный анализ смеси катионов:	ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1
		Использование ТСХ для разделения и обнаружения органических веществ	2	2	Качественный анализ смеси (антрацен, карбазол, фенантрен)	ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1
		Анализ индивидуального вещества (скоростная задача)	1	1		ИДКОПК2.4 ИДКОПК6.1

		Решение контрольной (сухой) задачи	8	8		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
1.8.Гравиметрический анализ.						
		Беседа о технике лабораторных работ в гравиметрическом анализе. Знакомство с аналитическими весами	2	2		ИДК _{ОПК-2.1}
		Установление содержания Ba^{2+} в техническом препарате $BaCl_2 \cdot 2H_2O$	10	10	Коллоквиум №1	ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
		Определение содержания Fe^{3+} в растворе	6	6		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
		Решение расчетных задач	2	2		ИДК _{ОПК-1.2}
1.9.Титриметрические методы анализа.						
1.9.1.Кислотно-основное титрование		Приготовление 0,1 н раствора HCl из концентрированного раствора кислоты	1	1		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
		Приготовление 0,1 н раствора Na_2CO_3 , установление коэффициента поправки рабочего раствора HCl	1	1		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}

		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 .	1	1		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
		Определение содержания уксусной кислоты в растворе	1	1		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
		Установление концентрации раствора сильной кислоты	1	1		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
		Устный опрос № 3 «Кислотно-основное равновесие»	2	2		ИДК _{ОПК-1.2}
		Определение содержания CO_3^{2-} и HCO_3^- в пробе воды	2	2		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
		Определение содержания CO_2 в карбонатных породах.	2	2		ИДК _{ОПК2.4}
		Определение содержания HCl и H_3BO_3 при совместном присутствии	1	1		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
		Титрование многоосновных кислот.	2	2		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}

		Определение содержания H_3PO_4				
		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 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ из очищенного препарата $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1	1		ИДК _{ОПК} 2.4 ИДК _{ОПК} 6.1
		Установление нормальности и коэффициента поправки рабочего раствора KMnO_4	2	2		ИДК _{ОПК} 2.4 ИДК _{ОПК} 6.1
		Определение содержания NaNO_2 в техническом препарате	2	2		ИДК _{ОПК} 2.4 ИДК _{ОПК} 6.1
		Решение теоретических задач	2	2		ИДК ОПК-1.2
		Устный опрос №4 «Окислительно-восстановительное равновесие»	2	2		ИДК ОПК-1.2
		Метод бихроматометрии				

		Приготовление 0,05 н раствора $K_2Cr_2O_7$	1	1		ИДК _{ОПК} 2.4 ИДК _{ОПК} 6.1
		Определение содержания Fe^{2+} в водном растворе	1	1		ИДК _{ОПК} 2.4 ИДК _{ОПК} 6.1
		Метод йодометрии	1	1		ИДК _{ОПК} 2.4 ИДК _{ОПК} 6.1
		Установление концентрации и коэффициента поправки рабочего раствора I_2	1	1		ИДК _{ОПК} 2.4 ИДК _{ОПК} 6.1
		Определение содержания меди в водном растворе	1	1		ИДК _{ОПК} 2.4 ИДК _{ОПК} 6.1
		Определение содержания Na_2SO_3 в сухом препарате	1	1		ИДК _{ОПК} 2.4 ИДК _{ОПК} 6.1
		Решение теоретических задач	2		Коллоквиум №3	ИДК _{ОПК} -1.2
	1.9.4.Компл ексометриче ское титрование	Установление концентрации и коэффициента поправки комплексона III	1	1	Коллоквиум № 4.	ИДК _{ОПК} 2.4 ИДК _{ОПК} 6.1

		Определение жесткости воды	1	1		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
		Определение содержания Fe ³⁺ в растворе	1	1		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
		Решение теоретических задач	2	2		ИДК _{ОПК-1.2}
		Решение контрольной задачи: анализ карбонатной породы.	12	12		ИДК _{ОПК2.4} ИДК _{ОПК6.1}
	1.9.3.Осадительное титрование				Коллоквиум Аргентометрия.»	ИДК _{ОПК-1.2}
	Всего		136	136		

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

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
	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 _{ОПК-1.2} Знать: 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
	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	ИДК _{ОПК2.4} Знать: основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов. Владеть: 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

			процессов с их участием	определения элементов в различных объектах.
		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 _{ОПК6.1} Знать: правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе. Уметь: представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии
	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 _{ОПК-1.2} Знать: 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. Владеть: навыками применения теоретических основ при проведении

				аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.
	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 Знать: 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. Владеть: навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.
		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	ИДК ОПК6.1 Знать: правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе. Уметь: представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области

			сообществе	
	Титриметрический анализ	Подготовка к устным опросам № 3,4	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИДК _{ОПК-1.2} Знать: 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. Владеть: навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.
		Подготовка к коллоквиумам № 2,3,4 Решение задач по теме		
		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} Знать: правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе. Уметь: 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
2. http://www.ksu.ru/chmku/docs/kn4_06.rtf
3. www.xenoid.ru/.../chem_books_download.php
4. http://www.ftchemistry.dsmu.edu.ua/ana_him/lek_14.html
5. 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
8. <http://www.edu.ru/window/library?p...>
9. <http://www.novedu.ru>
10. 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):

11.1. Оценочные средства для входного контроля - нет.

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_{ОПК2.4}; ИДК_{ОПК6.1}). 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 , основные и побочные реакции, α - коэффициент (молярная доля).
5. Расчет α -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, рН, 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 рН 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. Перманганометрия. 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, дентатностьлиганда. Моно- и полидентатныелиганды. 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 комплексонатов, 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 комплексом: прямое, обратное, титрование заместителя, примеры. Условия определения жесткости воды, Ca^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , 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.

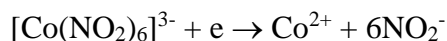
Пример контрольной работы

Билет №1

1. Рассчитайте скачок потенциала при титровании раствора сульфата железа (II) раствором бихромата калия между недостатком и избытком последнего в 0,1 %, рН=1,0. ($E^\circ \text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 0,77\text{В}$; $E^\circ \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+} = 1,36\text{В}$)
2. Смешано по 500 мл 3%-ного раствора AgNO_3 и 1%-ного раствора HCl . Рассчитать концентрацию ионов серебра в растворе.
3. Рассчитайте рН раствора CH_3COONa в метиловом спирте.
 $K\text{CH}_3\text{OH} = 2,0 \cdot 10^{-17}$; $K\text{CH}_3\text{COOH}, \text{CH}_3\text{OH} = 2,0 \cdot 10^{-10}$
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 рН при титровании 0,1 н раствора CH_3COOH 0,1 н раствором NaOH . ($K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,74 \cdot 10^{-5}$)
2. Рассчитайте равновесную концентрацию HSO_3^- в 0,1 М растворе H_2SO_3 при $\text{pH}=7,0$.
3. Рассчитайте формальный потенциал полуреакции :



исходя из величин: $E^\circ \text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+} = +1,81\text{В}$; $\beta[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-} = 1 \cdot 10^{22}$

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 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,151 г. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ растворили в разбавленной HCl , добавили избыток KJ и выделившийся J_2 оттитровали, затратив 46,1 мл реагента. Рассчитайте нормальность раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Пример тестовых заданий

ВАРИАНТ 1.

ЧАСТЬ А

Инструкция: В заданиях только один ответ является верным. Выберите верный, по вашему мнению ответ.

1. Коэффициент активности $\gamma < 1$ учитывает следующий фактор:

- а. электростатическое ионное взаимодействие
- б. химическое ионное взаимодействие
- в. Изменение диэлектрической проницаемости среды
- г. взаимодействие иона с водой
- д. изменение активности воды

2. Физический смысл явления, называемого «солевым эффектом»:

- а. увеличение растворимости осадка под действием комплексообразующего реагента
- б. уменьшение растворимости осадка под действием одноименного иона
- в. увеличение растворимости осадка под действием сильных электролитов.

3. Если $\gamma = 0$, $\alpha_A = \alpha_B = 1$, для вычисления растворимости осадка типа A_mB_n необходимо использовать выражение произведения растворимости:

- а. K_S^T
- б. K_S^P
- в. K_S^Y

4. Расчеты в титриметрии основаны на законе:

- а. эквивалентов
- б. кратных отношений
- в. постоянства состава
- г. действующих масс
- д. Авогадро

5. Интервал pH изменения окраски индикатора зависит от:

- а. $K_{\text{дисс.}}$ индикатора
- б. концентрации индикатора
- в. интенсивности окраски индикатора
- г. pH титруемого раствора

6. Скачок на кривой комплексометрического титрования зависит от:

- а. концентрации ионов титруемого металла и титранта
- б. концентрации ионов титруемого металла и титранта и термодинамической $K_{\text{уст}}$ образующегося комплексоната
- в. коэффициентов всех побочных реакций
- г. концентрации ионов титруемого металла и титранта, и условной $K_{\text{уст}}$ образующегося комплексоната
- д. условной $K_{\text{уст}}$ образующегося комплексоната

7. Гравиметрическая форма должна:

- а. быть устойчивой к прокаливанию
- б. иметь интенсивную окраску
- в. иметь минимально возможную молярную массу
- г. иметь точный постоянный стехиометрический состав
- д. иметь максимально возможную молярную массу
- е. не подвергаться действию окружающей среды

8. Широкое использование комплексонов в аналитической химии обусловлено:

- а. полидентатностью комплексонов
- б. высокой устойчивостью комплексонатов металлов и простой стехиометрией ($M:L=1:1$)
- в. различной скоростью образования комплексонатов металлов
- г. различной и характерной окраской комплексонатов
- д. доступностью реагентов

9. В качестве первичного стандарта (устойчивого вещества для стандартизации раствора ЭДТА) можно использовать:

- а. KIO_3
- б. $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- в. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- г. $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- д. MgSO_4

10. В качестве первичного стандарта для установления титра растворов оснований нельзя использовать кислоту:

- а. бензойную
- б. соляную
- в. янтарную
- г. щавелевую

11. Величина рН в точке эквивалентности больше 7 при титровании:

- а. сильной кислоты сильным основанием
- б. слабой кислоты сильным основанием
- в. сильного основания слабой кислотой
- г. слабой кислоты слабым основанием

12. Расчет потенциала до точки эквивалентности для реакции $\text{Red}_1 + \text{Ox}_2 > \text{Ox}_1 + \text{Red}_2$ проводится по формуле:

$$\text{а. } E = \frac{n_2 E_1^0 + n_1 E_2^0}{n_1 + n_2} \quad \text{б. } E = E_2^0 + \frac{0.059}{n_2} \lg \frac{[\text{Ox}_2]}{[\text{Red}_2]} \quad \text{в. } E = E_1^0 + \frac{0.059}{n_1} \lg \frac{[\text{Ox}_1]}{[\text{Red}_1]}$$

13. Молярная масса эквивалента перманганата калия для реакций, протекающих в кислой среде равна:

- а. $M/5$
- б. $M/4$
- в. $M/2$
- г. $M/3$

14. В окислительно-восстановительном титровании используются:

- а. специфические и истинные окислительно-восстановительные индикаторы
- б. индикаторы, реагирующие на появление или исчезновение в системе отдельных веществ в процессе титрования
- в. индикаторы, реагирующие на изменение потенциала системы в широком интервале рН

ВАРИАНТ 2

ЧАСТЬ А

Инструкция: В заданиях 1-14 только один ответ является верным. Выберите верный, по вашему мнению ответ.

1. Наибольшее влияние на растворимость осадка в системе, где происходит конкурентное взаимодействие ($\alpha_A \neq 1$) оказывает:

- а. увеличение температуры
б. увеличение ионной силы
в. изменение диэлектрической проницаемости растворителя
г. изменение концентрации ионов, вызывающих изменение α_A

2. Молярная масса эквивалента H_3PO_4 при титровании ее стандартным раствором NaOH с индикатором равна:

- а. $M(\text{H}_3\text{PO}_4)/3$ б. $M(\text{H}_3\text{PO}_4)/2$ в. $M(\text{H}_3\text{PO}_4)$

3. Окислительно-восстановительный потенциал при титровании раствора соли Fe(II) раствором сульфата Ce(IV) после точки эквивалентности определяется по формуле:

- а. $E = E^0_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}} + \frac{0.059}{n} \lg \frac{\text{Ce}^{3+}}{\text{Ce}^{4+}}$ б. $E = E^0_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} + \frac{0.059}{n} \lg \frac{\text{Fe}^{2+}}{\text{Fe}^{3+}}$
в. $E = \frac{n_2 E^0_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} + n_1 E^0_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}}}{n_1 + n_2}$ г. $E = E^0_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} + \frac{0.059}{n} \lg \frac{\text{Fe}^{3+}}{\text{Fe}^{2+}}$
д. $E = E^0_{\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}} + \frac{0.059}{n} \lg \frac{\text{Ce}^{4+}}{\text{Ce}^{3+}}$

4. Окислительно-восстановительный индикатор это органический аналитический реагент, который изменяет свою окраску при:

- а. определенном значении потенциала
б. образовании комплексного соединения с титруемым ионом
в. образовании комплексного соединения с титрантом
г. изменении рН

5. На величину скачка на кривой комплексометрического титрования влияет:

- а. константа устойчивости комплексоката и исходная концентрация металла
б. рН и наличие других металлов, вступающих в реакцию с ЭДТА
в. наличие посторонних веществ, являющихся лигандами для титруемого металла и температура
г. все перечисленные факторы

6. Безындикаторным способом титрования является:

- а. иодометрия
- б. перманганатометрия
- в. броматометрия
- г. аскорбинометрия

7. Раздельное комплексонометрическое титрование ионов металлов:

- а. невозможно
- б. возможно, если условные $K_{уст}$ комплексонов различаются не менее чем в 10^4 раз
- в. возможно, если комплексоны металлов имеют различную окраску
- г. возможно, если условные $K_{уст}$ комплексонов различаются не менее чем в 10^7 раз

8. Чаще всего в качестве стандарта для установления титра растворов кислот используют:

- а. Na_2CO_3 б. $Ba(OH)_2$ в. KOH г. $C_6H_4(COOH)COOK$ – гидрофталат калия

9. Точка нейтральности совпадает с точкой эквивалентности при титровании в водных растворах:

- а. слабой кислоты сильным основанием
- б. слабого основания сильной кислотой
- в. сильной кислоты сильным основанием
- г. сильного основания слабой кислотой
- д. сильной кислоты слабым основанием

10. Расчет потенциала в точке эквивалентности для реакции $Red_1 + Ox_2 \rightarrow Ox_1 + Red_2$ проводится по формуле:

а. $E = \frac{n_2 E_1^0 + n_1 E_2^0}{n_1 + n_2}$ б. $E = E_1^0 + \frac{0.059}{n_1} \lg \frac{[Ox_1]}{[Red_1]}$ в. $E = E_2^0 + \frac{0.059}{n_2} \lg \frac{[Ox_2]}{[Red_2]}$

11. Произведение растворимости оксалата кальция $K_s^0 = 2,29 \cdot 10^{-9}$. Растворимость оксалата кальция:

(ответ представить в виде $X, X \cdot 10^{-x}$)

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.
Комплексоны и комплексонометрия, кривая титрования. Факторы, влияющие на величину скачка на кривой титрования. Металлохромные индикаторы. Примеры комплексонометрических определений

Планируемые результаты обучения для формирования компетенций

Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)	Процедура оценивания
ИДК ОПК-1.2 Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии	<p>Знать: теоретические основы аналитической химии, существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии; принципы и области использования основных методов химического анализа.</p> <p>Иметь представление об особенностях объектов анализа.</p> <p>Уметь: подготавливать объекты исследования для анализа, проводить экспериментальные исследования по заданной методике, работать на аппаратуре, применяемой в аналитических исследованиях,</p> <p>Владеть: навыками применения теоретических основ при проведении аналитических реакций для определения элементов в различных объектах.</p>	Собеседование по теме лабораторных работ. (Смотри. вопросы для текущего контроля) Выполнение лабораторных работ.
ИДК ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: правила и нормы техники безопасности при работе с химическими реактивами и физическими приборами	Собеседование по теме лабораторных работ. (Смотри. вопросы для текущего контроля) Выполнение лабораторных работ.
ИДК ОПК-2.4 Проводит исследования свойств веществ и материалов с	Знать: основные достоинства и недостатки различных методов исследования свойств веществ и материалов	Собеседование по теме лабораторных работ.

использованием серийного научного оборудования	<p>Уметь: 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>Владеть: 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.</p>	<p>(Смотри. вопросы для текущего контроля)</p> <p>Выполнение лабораторных работ.</p>
ИДК _{ОПК6.1} Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке	<p>Знать: правила составления протоколов отчетов химических опытов, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, подготовить отчет о выполненной работе.</p> <p>Уметь: представить результаты опытов и расчетных работ согласно требованиям в данной области химии</p> <p>Владеть: навыками представления результатов собственных научных изысканий в компьютерных сетях и информационной научно-образовательной среде</p>	Оформление отчетов по лабораторным работам.

УШ. Критерии оценивания результатов обучения:

1. Необходимо выполнить весь перечень лабораторных работ (см. пункт 4.3.1.) Оценивается техника выполнения, оформление отчетов (максимум 60 баллов).
2. Предусмотрено 4 устных опроса и 4 коллоквиума. Каждая тема оценивается максимум на 5 баллов.

Для получения зачета по дисциплине необходимо выполнить лабораторные работы, оформить отчеты, ответить на вопросы текущего контроля. Необходимо набрать минимум 60 баллов.

Критерии оценивания ответов на экзамене:

Оценка «неудовлетворительно»

фрагментарное знание предмета, отсутствие умений и навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (менее 50 баллов).

Оценка «удовлетворительно»

несистематизированные знания предмета, частично сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных задач (50-69 баллов).

Оценка «хорошо»

в целом, сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания предмета, умение применять методы и подходы изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач с минимальным количеством ошибок не принципиального характера, наличие навыков применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (70 - 85 баллов).

Оценка «отлично»

сформированные и систематизированные знания предмета, сформированные умения и навыки применения методов и подходов изучаемой дисциплины при решении учебных и практических задач (86-100 баллов).

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

Разработчики:



доцент

Г.Н. Королева Г.Н.



доцент

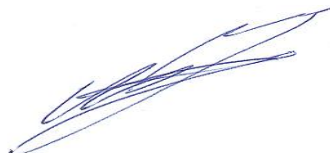
Н.Ф. Апрелкова

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

Программа рассмотрена на заседании кафедры аналитической химии

10 апреля 2021 г. Протокол № 4

Зав. кафедрой д.х.н., профессор



А.Г. Пройдаков

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