

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

 С.К. Касимова

 Е.В. Щепетова
«15» мая 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ХМ

 Л.А. Джигола
«15» мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Аналитическая химия»

Составители

Клементьева А.В., доцент, к.х.н., доцент

Реснянская А.С., доцент, к.х.н., доцент

Согласовано с работодателями:

Глубокова Е.В., директор, МБОУ «СОШ №14 г.

Астрахани»;

Е.К. Минкина, учитель МБОУ г. Астрахани

«СОШ № 27»;

Направление подготовки /

44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ (С

специальность

ДВУМЯ ПРОФИЛЯМИ ПОДГОТОВКИ)

Направленность (профиль) ОПОП

БИОЛОГИЯ И ХИМИЯ

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приема

2025

Курс

2

Семестры

3-4

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Аналитическая химия» является ознакомление студентов с местом аналитической химии в системе наук, понимать роль химического анализа, владеть метрологическими основами анализа, знать существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, а также принципы и области использования основных методов химического анализа.

1.2. Задача освоения дисциплины: развитие теории химических и физико-химических методов анализа, процессов и операций в научном исследовании.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Аналитическая химия» относится к дисциплинам обязательной части и осваивается в 3 и 4 семестрах.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

- неорганическая химия.

Знания: физико-химические свойства важнейших органических и неорганических соединений, законы кинетики и термодинамики, основы электрохимических превращений веществ, теоретических и практических основ методов и средств идентификации, обнаружения, разделения и концентрирования.

Умения: правильно оценивать возможности отдельных методов анализа, обоснованно выбирать соответствующий для решения конкретной задачи.

Навыки: использовать оборудования и приборы, математически обосновывать результаты исследования, критически оценивать полученные результаты; отбирать материал для теоретических занятий и лабораторных работ.

2.3. Последующие учебные дисциплины, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- коллоидная химия (коллоидные системы, коллоидные частицы в процессах осаждения и разделения)

- физическая химия (механизм химических реакций, использование физических и физико-химических процессов)

- химическая технология (аналитический контроль при технологическом контроле протекания промышленных процессов)

- органическая химия (механизм химических реакций, использование физических и физико-химических процессов);

- практики.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

б) общепрофессиональных (ОПК): ОПК-8 Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-8	ОПК-8.1. Демонстрирует специальные научные знания в т.ч. в предметной области	- теоретические основы аналитической химии, закономерности взаимосвязи химической структуры неорганических соединений с их химическими, физическими свойствами;	- грамотно работать с мерной посудой и приборами (аналитические весы, ФЭК, спектрофотометр, хроматограф, рефрактометр и др.);	- элементарными правилами безопасной работы в химико-аналитической лаборатории;
	ОПК-8.2. Осуществляет трансформацию специальных научных знаний в соответствии с психофизиологическими, возрастными, познавательными особенностями обучающихся, в т.ч. с особыми образовательными потребностями.	– методы качественного и количественного анализа, инструментальные методы химического анализа веществ, методику определения примесей;	– использовать основные приёмы и методику выполнения качественных реакций по обнаружению катионов и анионов в реальных объектах с помощью специфических реагентов;	- навыками простейшей обработки химико-аналитической информации;
	ИОПК-8.3. Осуществляет урочную и внеурочную деятельность в соответствии с предметной областью согласно освоенному профилю (профилям) подготовки	- теоретические основы аналитической химии, закономерности взаимосвязи химической структуры неорганических соединений с их химическими, физическими свойствами;	– пользоваться основными неорганическими и органическими реактивами, растворителями и химической посудой в химическом эксперименте;	– терминами и смысловым содержанием основных понятий в области химического анализа веществ;
	ИОПК-8.4. Владеет методами научно-педагогического исследования в предметной области.	- роль и значение методов аналитической химии в анализе реальных объектов, в практической	– готовить титрованные растворы, устанавливать титр и эквивалентную концентрацию	- готовностью к использованию основных биологических, физико-химических,

		деятельности педагога	раствора, готовить растворы с заданной концентрацией растворённых веществ и владеть техникой титрования.– пользоваться основными неорганическими и органическими реактивами, растворителями и химической посудой в химическом эксперимент.	химических, математических методов для разработки, исследований и экспертизы реальных объектов;
--	--	-----------------------	--	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 3,3 зачетные единицы (216 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной, очно-заочной и заочной форм обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	3,3
Объем дисциплины в академических часах	216
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	74
- занятия лекционного типа, в том числе:	36
- практическая подготовка (если предусмотрена)	
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	36
- практическая подготовка (если предусмотрена)	
- консультация (предэкзаменационная)	2
- промежуточная аттестация по дисциплине	
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	142
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	экзамен – 3 семестр; экзамен – 4 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 3.										
Раздел I. Качественный анализ										
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	2				2			9	13	Отчет по лабора- торной работе №1
Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа	2				2			9	13	Отчет по лабораторной работе №2
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	2				2			9	13	Отчет по лабора- торной работе №3
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы	2				2			9	13	Отчет по лабора- торной работе №4
Тема 5. Окислительно- восстановительные процессы	2				2			9	13	Отчет по лабора- торной работе №5
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии	4				4			9	17	Отчет по лабора- торной работе №6,7
Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества	2				2			9	13	Отчет по лабора- торной работе №8
Тема 8. Методы разделения и концентрирования	2				2			8	12	Отчет по лабора- торной работе №9
Консультации	1									
Контроль промежуточной аттестации										Экзамен
ИТОГО за семестр:	18				18			71		
Семестр 4.										
Раздел II. Количественный анализ										
Тема 9. Теоретические основы количественного анализа	2				2			9	13	Отчет по лабора- торной работе №10
Тема 10. Гравиметрический анализ	4				2			9	15	Отчет по лабора- торной работе №11
Тема 11. Титриметрический метод анализа	2				2			9	13	Отчет по лабора- торной работе №12
Тема 12. Метод кислотно- основного титрования	2				4			9	15	Отчет по лабораторной работе №13, 14
Тема 13. Методы окислитель- но-восстановительного титрования	2				2			9	13	Отчет по лабора- торной работе №15
Тема 14. Методы осадительного титрования	2				2			9	13	Отчет по лабора- торной работе №16
Тема 15. Комплексонометрия	2				2			9	13	Отчет по лабора- торной работе №17
Тема 16. Физико- химические методы анализа	2				2			8	12	Отчет по лабора- торной работе №18
Консультации	1									
Контроль промежуточной аттестации										Экзамен
ИТОГО за семестр:	18				18			71		
Итого за весь период	36				36			142	144	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ОПК-8	
Раздел I. Качественный анализ			
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	13	+	1
Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа	13	+	1
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	13	+	1
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы	13	+	1
Тема 5. Окислительно- восстановительные процессы	13	+	1
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии	17	+	1
Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества	13	+	1
Тема 8. Методы разделения и концентрирования	13	+	1
Раздел II. Количественный анализ			
Тема 9. Теоретические основы количественного анализа	13	+	1
Тема 10. Гравиметрический анализ	15		1
Тема 11. Титриметрический метод анализа	13	+	1
Тема 12. Метод кислотно-основного титрования	15	+	1
Тема 13. Методы окислительно-восстановительного титрования	13	+	1
Тема 14. Методы осадительного титрования	13	+	1
Тема 15. Комплексонометрия	13	+	1
Тема 16. Физико- химические методы анализа	13	+	1
Итого	216		1

Краткое содержание учебной дисциплины

Раздел I. Качественный анализ

Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа

Задачи аналитической химии. Место аналитической химии среди других наук и ее влияние на развитие естественных наук, промышленности и сельского хозяйства. Химико-технологический контроль производства. Роль аналитической химии в профессиональной подготовке химиков.

Предмет и задачи качественного анализа. Методы качественного анализа. Физические, физико-химические и химические методы анализа. Анализ «мокрым» и «сухим» путями. Макро-, микро-, полумикро- и ультромикроанализ. Реакции окрашивания пламени. Капельный и микрокристаллический анализы.

Этапы развития аналитической химии. Системы качественного анализа. Сульфидная система анализа катионов, ее сущность. Положительные стороны и недостатки сульфидной системы анализа катионов. Деление катионов и анионов на аналитические группы. Групповые

реагенты. Положительные стороны и недостатки кислотно-щелочной системы. Систематический и дробный ход анализа. Сущность систематического хода анализа. Общеаналитические, групповые и специфические реакции и реагенты. Дробные анализы, их сущность и перспективы развития.

Аналитическая классификация катионов и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Чувствительность аналитических реакции. Открываемый минимум, предельная концентрация или предельное разбавление. Взаимосвязь этих показателей и их практическое использование в анализе.

Основные условия обнаружения ионов в растворе. Специфические, избирательные, селективные реагенты и реакции. Маскировка мешающих посторонних ионов путем связывания их в прочные комплексные соединения.

Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа

Применение закона действующих масс к обратимым реакциям. Уравнение константы химического равновесия. Основные положения теории электролитической диссоциации.

Взаимосвязь между степенью и константой ионизации слабых электролитов. Закон Разбавления В. Оствальда. Методика вычислений с использованием степени и константы ионизации.

Смещение ионных равновесий. Действие одноименного иона. Основные положения теории сильных электролитов. Электростатическое взаимодействие между ионами. Кажущаяся степень диссоциации. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора. Методика вычисления ионной силы раствора и активности ионов с использованием приближенных значений коэффициентов активности и метода интерполяции.

Значение теории электролитической диссоциации в качественном анализе. Произведение воды и водородные показатель. Вычисление рН в растворах щелочей и оснований. Буферные системы и их значение в анализе. Вычисление рН буферных растворов.

Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности

Гидролиз. Механизм гидролиза. Факторы, влияющие на процесс гидролиза. Константы и степень гидролиза. Вычисления константы и степени гидролиза солей. Вычисление рН и рОН в растворах гидролизующихся солей. Значение гидролиза в качественном анализе.

Амфотерность гидроксидов. Теория амфотерности. Значение амфотерности в качественном анализе.

Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы

Произведение растворимости. Методика вычисления растворимости веществ по величине произведения растворимости. Влияние одноименных ионов на растворимость электролитов.

Солевой эффект. Дробное осаждение. Условие образования и растворения осадков. Превращение одних малорастворимых электролитов в другие. Условие протекания реакций обмена.

Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы

Значение реакций окисления-восстановления в анализе. Стандартный водородный электрод. Стандартные электродные и окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций. Подбор эффективных окислителей и восстановителей для конкретных случаев анализа. Влияние рН среды и концентраций редокс-формы на протекание реакций.

Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии

Комплексные соединения, их состав и строение. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости. Применение комплексов в качественном анализе для открытия и разделения катионов.

Маскировка мешающих ионов. Подбор реагентов, разрушающих комплексные ионы. Вычисление концентраций продуктов диссоциаций комплексных соединений. Применение органических реактивов в качественном анализе.

Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества

Классификация анионов. Общая характеристика групп. Групповые реагенты. Анионы-окислители и анионы-восстановители. Открытие ионов при совместном присутствии. Анализ сухого вещества. Переведение веществ в раствор и ход анализа.

Тема 8. Методы разделения и концентрирования

Разделение. Концентрирование. Классификация методов разделения и концентрирования.

Экстракция. Условия экстракции вещества. Сущность экстракции органическими растворителями. Примеры использования экстракции в химическом анализе.

Сущность хроматографии. Современные методы хроматографии. Ионообменные смолы.

Раздел II. Количественный анализ

Тема 9. Теоретические основы количественного анализа

Предмет и методы количественного анализа. Значение и роль количественного анализа в развитии химических проблем и в решение практических вопросов. Основные разделы количественного анализа. Физические и физико-химические методы количественного анализа, их характеристика. Статистическая обработка результатов анализа

Тема 10. Гравиметрический анализ

Сущность гравиметрического анализа. Количественное выделение из раствора компонента в виде осадка. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Осадки кристаллические и аморфные. Выбор и расчет количества осадителя. Осадки кристаллические и аморфные. Выбор и расчет количества осадителя. Условия осаждения. Полнота осаждения. Созревание осадков. Чистота осадков. Адсорбция и окклюзия как причины загрязнения осадков. Промывание, высушивание и прокаливание осадков. Точность гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе.

Тема 11. Титриметрический метод анализа

Сущность титриметрического анализа. Выражение концентрации растворов в титриметрическом анализе. Исходные вещества и требования к ним. Стандартные и стандартизованные растворы. Измерительная посуда и ее проверка. Вычисления в титриметрическом анализе.

Тема 12. Метод кислотно-основного титрования

Объемный анализ. Сущность и методы объемного анализа. Необходимые условия для объемного анализа. Выражение концентраций в объемном анализе. Исходные вещества и требования к ним. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Вычисление в объемном анализе.

Сущность методов кислотно-основного титрования и область их применения. Ацидиметрия и алкалиметрия. Кислотность и щелочность среды и водородный показатель. Точка нейтральности и конечная точка титрования. Индикаторы методов кислотно-основного титрования. Теория индикаторов. Интервалы окраски важнейших индикаторов. Различные случаи титрования. Титрование сильной кислоты щелочью, слабой кислоты щелочью и слабого основания сильной кислотой. Кривые титрования. Точка эквивалентности в различных случаях титрования. Выбор индикаторов для конкретных случаев. Индикаторные ошибки.

Тема 13. Методы окислительно-восстановительного титрования

Сущность и классификация методов редоксиметрии. Редоксипотенциалы и направление протекания реакций. Константы равновесия редокс-реакций. Кривые титрования. Индикаторы метода редоксиметрии.

Пермангонатометрия. Сущность метода и область его применения. Йодометрия. Определение окислителей и восстановителей йодометрическим методом. Рабочие растворы. Раствор тиосульфата и реакции йода с тиосульфатом. Источники ошибок в йодометрии.

Тема 14. Методы осадительного титрования

Методы осаждения. Сущность и теоретические основы методов осаждения. Классификация методов осаждения. Прямое и обратное титрование. Метод Мора, Фаянса и Фольгарда. Область применения методов осаждения. Расчеты в методах осаждения.

Тема 14. Комплексонометрия

Сущность комплексонометрии. Комплексоны. Определение эквивалентной точки. Константы устойчивости комплексных соединений. Кривые титрования по методу комплексонометрии. Комплексонометрическое определение жесткости воды.

Тема 15. Физико-химические методы анализа

Электрогравиметрический метод анализа, его сущность и применение. Потенциометрический и кондуктометрический методы анализа. Полярографический метод анализа. Теоретические основы метода. Полярограф.

Оптические методы анализа. Закон Ламберта–Бугера–Бера. Фотоэлектрокалориметрия. Сущность метода и область применения. Поляриметрия и рефрактометрия. Сущность метода и область применения. Физические методы анализа. Эмиссионный спектральный анализ. Его сущность и применение.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

Методические рекомендации при проведении лекций

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине. Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру дисциплины и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела (модуля), суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины. Для эффективного проведения лекционного занятия рекомендуется соблюдать последовательность ее основных этапов:

1. формулировку темы лекции;
2. указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
3. изложение вводной части;
4. изложение основной части лекции;
5. краткие выводы по каждому из вопросов;
6. заключение;
7. рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Начальный этап каждого лекционного занятия – оглашение основной темы лекции с краткой аннотацией предлагаемых для изучения вопросов. Преподаватель должен сообщить о примерном плане проведения лекции и предполагаемом распределении бюджета времени. Если очередное занятие является продолжением предыдущей лекции, необходимо кратко сформулировать полученные ранее результаты, необходимые для понимания и усвоения изучаемых вопросов.

В вводной части достаточно кратко характеризуется место и значение данной темы в курсе, дается обзор важнейших источников и формулируются основные вопросы или задачи, решение которых необходимо для создания стройной системы знаний в данной предметной области. В этой части лекции демонстрируются основные педагогические методы, которые будут использоваться при изложении материала и устанавливается контакт с аудиторией.

Основная часть лекции имеет своей целью раскрытие содержания основных вопросов или разделов и определяется логической структурой плана лекции. При этом используются основные педагогические способы изложения материала: описание-характеристика, повествование, объяснение и др. Преподаватель должен также умело использовать эффективные методические приемы изложения материала – анализ, обобщение, индукцию, дедукцию, противопоставления, сравнения и т.д., обеспечивающие достаточно высокий уровень качества учебного процесса.

В заключительной части лекции проводят обобщение наиболее важных и существенных вопросов, делаются выводы, формулируются задачи для самостоятельной работы слушателей и указывается рекомендуемая литература. Оставшееся время используют для ответов на вопросы, задаваемые слушателями, и для возможной дискуссии о содержании лекции.

Методические рекомендации к содержанию лекции

Содержание лекционного материала должно строго соответствовать содержательной части утвержденной рабочей учебной программы дисциплины и соответствовать основным дидактическим принципам, которые обеспечивают соответствие излагаемого материала научно-методическим основам педагогической деятельности. Основными из них являются целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность.

Целостность лекции обеспечивается созданием единой ее структуры, основанной на взаимосвязи задач занятия и содержания материала, предназначенного для усвоения студентами.

Научность лекции предполагает соответствие материала основным положениям современной науки, абсолютное преобладание объективного фактора и доказательность выдвигаемых положений. Для научно обоснованной лекции характерны ясность, логичность, аргументированность, точность и сжатость.

Принцип доступности лекции предполагает, что содержание учебного материала должно быть понятным, а объем этого материала посильным для всех студентов. Это означает, что степень сложности лекционного материала должна соответствовать уровню развития и имеющемуся запасу знаний и представлений студентов.

Систематичность лекционного материала определяется взаимосвязью изучаемого материала с ранее изученным, постепенным повышением сложности рассматриваемых вопросов, взаимосвязью частей изучаемого материала, обобщением изученного материала, стройностью изложения материала по содержанию и внешней форме его подачи, рубрикацией курса, темы, вопроса и единообразием структуры построения материала.

Принцип наглядности содержания лекции требует использования при чтении лекции визуальных носителей информации в виде презентаций, поскольку основной поток информации в учебном процессе воспринимается обучаемым зрительно. Демонстрационный материал во всех случаях должен играть подчиненную роль и не подменять содержания лекции. В каждый момент лекции необходимо демонстрировать только тот наглядный материал, который иллюстрирует излагаемые положения.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Работа над конспектом лекции

Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти (через 10 часов после лекции в памяти остается не более 30-40 % материала). С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к семинарским и практическим занятиям. Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля.

Работа с рекомендованной литературой

При работе с основной и дополнительной литературой целесообразно придерживаться такой последовательности. Сначала прочитать весь заданный текст в быстром темпе. Цель такого чтения заключается в том, чтобы создать общее представление об изучаемом материале, понять общий смысл прочитанного. Затем прочитать вторично, более медленно, чтобы в ходе чтения понять и запомнить смысл каждой фразы, каждого положения и вопроса в целом.

Чтение приносит пользу и становится продуктивным, когда сопровождается записями. Это может быть составление плана прочитанного текста, тезисы или выписки, конспектирование и др. Выбор вида записи зависит от характера изучаемого материала и целей работы с ним. Если содержание материала несложное, легко усваиваемое, можно ограничиться составлением плана. Если материал содержит новую и трудно усваиваемую информацию, целесообразно его законспектировать.

В процессе изучения материала источника и составления конспекта нужно обязательно применять различные выделения, подзаголовки, создавая блочную структуру конспекта. Это делает конспект легко воспринимаемым и удобным для работы.

Подготовка к лабораторным работам

Подготовка к лабораторным занятиям предполагает предварительную самостоятельную работу студентов в соответствии с методическими разработками по каждой запланированной теме.

Лабораторные занятия позволяют интегрировать теоретические знания и формировать практические умения и навыки студентов в процессе учебной деятельности.

Структура и последовательность занятий: на первом, вводном, занятии проводится инструктаж обучающихся по охране труда, технике безопасности и правилам работы в лаборатории по инструкциям утвержденного образца с фиксацией результатов в журнале инструктажа. Обучающиеся также знакомятся с основными требованиями преподавателя по выполнению учебного плана, с графиком прохождения лабораторных занятий, с графиком прохождения контрольных заданий, с основными формами отчетности по выполненным работам и заданиям.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с методическими указаниями.

Структура лабораторного занятия:

- Объявление темы, цели и задач занятия.
- Проверка теоретической подготовки студентов к лабораторному занятию.
- Выполнение лабораторной работы.
- Подведение итогов занятия (формулирование выводов).
- Оформление отчета.
- Защита работы преподавателю дисциплины.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Раздел I. Качественный анализ		
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа. Роль аналитической химии в профессиональной подготовке химиков. Этапы развития аналитической химии	9	Оформление отчета по лабораторной работе №1
Тема 2. Закон действия масс, как теоретическая основа качественного анализа. Взаимосвязь между степенью и константой ионизации слабых электролитов. Закон Разбавления В. Оствальда. Методика вычислений с использованием степени и константы ионизации. Смещение ионных равновесий. Действие одноименного иона. Основные положения	9	Оформление отчета по лабораторной работе №2

теории сильных электролитов. Электростатическое взаимодействие между ионами. Кажущаяся степень диссоциации. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора. Методика вычисления ионной силы раствора и активности ионов с использованием приближенных значений коэффициентов активности и метода интерполяции		
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности. Амфотерность гидроксидов. Теория амфотерности. Значение амфотерности в качественном анализе	9	Оформление отчета по лабораторной работе №3
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы. Условие образования и растворение осадков. Превращение одних малорастворимых электролитов в другие. Условие протекания реакций обмена	9	Оформление отчета по лабораторной работе №4
Тема 5. Окислительно- восстановительные процессы. Значение реакций окисления-восстановления в анализе. Стандартный водородный электрод. Стандартные электродные и окислительно-восстановительные потенциалы. Направление окислительно-восстановительных реакций	9	Оформление отчета по лабораторной работе №5
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии. Комплексные соединения, их состав и строение. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости. Применение комплексов в качественном анализе для открытия и разделения катионов	9	Оформление отчета по лабораторной работе №6, 7
Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества Классификация анионов. Общая характеристика групп	9	Оформление отчета по лабораторной работе №8
Тема 8. Методы разделения и концентрирования. Сущность экстракции органическими растворителями. Примеры использования экстракции в химическом анализе	8	Оформление отчета по лабораторной работе №9
Раздел II. Количественный анализ		
Тема 9. Теоретические основы количественного анализа Значение и роль количественного анализа в развитие химических проблем и в решение практических вопросов. Основные разделы количественного анализа	9	Оформление отчета по лабораторной работе №10
Тема 10. Гравиметрический анализ Осадки кристаллические и аморфные. Адсорбция и окклюзия как причины загрязнения осадков	9	Оформление отчета по лабораторной работе №11
Тема 11. Титриметрический метод анализа Стандартные и стандартизованные растворы. Измерительная посуда и ее проверка.	9	Оформление отчета по лабораторной работе №12
Тема 12. Метод кислотно- основного титрования Объемный анализ. Сущность и методы объемного анализа. Необходимые условия для объемного анализа. Выражение концентраций в объемном анализе. Исходные вещества и требования к ним. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Вычисление в объемном анализе	9	Оформление отчета по лабораторной работе №13, 14
Тема 13. Методы окислительно- восстановительного	9	Оформление отчета

титрования Сущность и классификация методов редоксиметрии. Редоксипотенциалы и направление протекания реакций. Константы равновесия редокс-реакций		по лабораторной работе №15
Тема 14. Методы осадительного титрования Область применения методов осаждения	9	Оформление отчета по лабораторной работе №16
Тема 15. Комплексонометрия. Сущность комплексонометрии. Комплексоны	9	Оформление отчета по лабораторной работе №17
Тема 16. Физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа. Закон Ламберта – Бугера – Бера. Фотоэлектрокалориметрия. Сущность метода и область применения	8	Оформление отчета по лабораторной работе №18

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно:

В качестве письменных работ предлагается оформление отчета проделанных лабораторных работ.

Методические указания по оформлению выполненных заданий для самостоятельной подготовки

1. Студент выполняет свой вариант задания для самостоятельной подготовки согласно теме в письменном виде в отдельной тонкой тетради или в печатном виде. Текст выполненного задания в печатном виде необходимо набирать на компьютере. Размер левого поля 30 мм, правого - 15-20 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. Шрифт – Times New Roman, размер – 14, межстрочный интервал – 1,5. Фразы, начинающиеся с новой строки, печатаются с абзацным отступом от начала строки (1,25 см).

2. Задания, выполненные небрежно, неразборчиво, без соблюдения требований по оформлению возвращается студенту без проверки с указанием причин возврата на титульном листе.

3. Сдача выполненного задания может проводится на выделенном одном занятии в рамках часов учебной дисциплины, либо по договоренности с преподавателем. Сдача выполненного задания студентом предусматривает объяснения проделанного задания и ответы на вопросы оппонента. Общая оценка выставляется с учетом оценок за работу, умение вести дискуссию и ответы на вопросы.

4. При оценивании работы будут учитываться следующие пункты: знание и понимание проблемы; умение систематизировать и анализировать материал, четко и обоснованно формулировать выводы; самостоятельность, способность к определению собственной позиции по проблеме и к практической адаптации материала; аккуратность оформления.

Методические указания по написанию отчета по лабораторной работе

1. Цель и задачи исследования.
2. Краткое описание эксперимента: способы, методы, методики исследования и теоретические положения.

3. Законы, положения, математический аппарат, уравнения реакций. Результаты исследования и расчеты (уравнения должны быть приведены в общем виде и с подставленными данными). Результаты исследования и расчетов должны быть сведены в соответствующие таблицы. Статистическая обработка данных.

4. Графическая обработка экспериментальных данных (при необходимости): графики и схемы должны выполняться только на миллиметровой бумаге. На ось ординат наносится функция, на ось абсцисс – аргумент с указанием единиц измерения. На осях наносится шкала согласно выбранному масштабу. Единицы масштаба должны быть выбраны в соответствии точности отсчета при эксперименте. Координаты экспериментальной точки наносятся только на

плоскости и отмечаются точкой. По экспериментальным точкам проводится усредняющая кривая. Выпавшие точки не используются, но показываются. На листе, где выполнен график, должны быть указаны наименование графика (под графиком), условия, сноски. Экспериментальные данные для построения градуировочного графика обрабатываются по методу наименьших квадратов.

5. Анализ экспериментально полученных зависимостей.

6. Выводы.

Работа считается выполненной, если приведены все необходимые расчеты, построены изучаемые зависимости, приведены все структурные формулы изучаемых веществ и образуемых соединений, сделаны соответствующие выводы.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. (компьютерных симуляций и пр.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся. Возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

6.1. Образовательные технологии

Интерактивные лекции, разбор конкретных ситуаций, персональная и коллективная внеаудиторная работа в малых группах, «равный обучает равного». Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах off-line в формах: лекций-презентаций, собеседования в режиме чат, форума, чата.

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Раздел I. Качественный анализ			
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №1</i>
Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа	<i>Лекция с опорным конспектированием</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №2</i>
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	<i>Лекция с опорным конспектированием</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №3</i>
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы	<i>Информационная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №4</i>
Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы	<i>Информационная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №5</i>
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии	<i>Информационная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №6, 7</i>
Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества	<i>Лекция - презентация</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №8</i>
Тема 8. Методы разделения и концентрирования	<i>Лекция - презентация</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №9</i>
Раздел II. Количественный анализ			

Тема 9. Количественный анализ	<i>Обзорная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №10</i>
Тема 10. Гравиметрический анализ	<i>Лекция с опорным конспектированием</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №11</i>
Тема 11. Титриметрический метод анализа	<i>Информационная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №12</i>
Тема 12. Метод кислотно-основного титрования	<i>Информационная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №13,14</i>
Тема 13. Методы окислительно-восстановительного титрования	<i>Информационная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №15</i>
Тема 14. Методы осаждения	<i>Информационная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №16</i>
Тема 15. Комплексонометрия	<i>Информационная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №17</i>
Тема 16. Физико- химические методы анализа	<i>Лекция-дискуссия</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Лабораторная работа №18</i>

Учебные занятия по дисциплине могут также проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line и (или) off-line в формах видеолекций, видеоконференции, собеседования в режиме форума, чата, выполнения виртуальных практических и (или) лабораторных работ и др.

6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются возможности Интернета в учебном процессе и следующие информационные технологии:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.);
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование»).

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.3.1. Программное обеспечение

- Лицензионное программное обеспечение

<i>Наименование программного обеспечения</i>	<i>Назначение</i>
<i>Платформа дистанционного обучения LMS Moodle «Электронное образование»</i>	<i>Виртуальная обучающая среда</i>

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем
<u>Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»</u> http://dlib.eastview.com Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. http://mars.arbicon.ru

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Аналитическая химия» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие изучаемых разделов, результатов обучения и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №1
Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №2
Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №3
Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №4
Тема 5. Окислительно-восстановительные процессы	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №5
Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии	ОПК-8	Отчет по лабораторным работам №6, №7

Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №8
Тема 8. Методы разделения и концентрирования	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №8
Тема 9. Теоретические основы количественного анализа	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №10
Тема 10. Гравиметрический анализ	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №11
Тема 11. Титриметрический метод анализа	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №12
Тема 12. Метод кислотно-основного титрования	ОПК-8	Отчет по лабораторным работам №13 №14
Тема 13. Методы окислительно-восстановительного титрования	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №15
Тема 14. Методы осадительного титрования	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №16
Тема 15. Комплексонометрия	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №17
Тема 16. Физико- химические методы анализа	ОПК-8	Отчет по лабораторной работе №18

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы,

	допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

Критерии оценки для лабораторных работ

- оценка «отлично» выставляется студенту, если полностью выполнены общие требования к выполнению, оформлению и отчету по лабораторным работам: студент может правильно ответить на поставленные вопросы, способен провести анализ и дать оценку полученным результатам;
- оценка «хорошо», если полностью выполнены общие требования к выполнению, оформлению и отчету по лабораторным работам: студент может правильно ответить на поставленные вопросы, способен провести анализ и дать оценку полученным результатам, но имеются не существенные замечания в расчётно-графической части;
- оценка «удовлетворительно», если не полностью выполнены общие требования к выполнению, оформлению и отчету по лабораторным работам: студент демонстрирует разрозненные знания, не способен провести анализ и дать оценку полученным результатам;
- оценка «неудовлетворительно», если студент не может правильно ответить на поставленные вопросы, не способен провести анализ и дать оценку полученным результатам.

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 1. Предмет, задачи и методы качественного анализа

Отчет по лабораторной работе № 1. Способы выполнения аналитических реакций

Цель работы: знакомство с вариантами выполнения аналитических реакций.

Опыт 1. Растирание сухих солей

Опыт 2. Проба на окрашивание пламени

Опыт 3. Образование перлов

Опыт 4. Осадочная реакция

Опыт 5. Цветная капельная реакция

Опыт 6. Микрористаллоскопическая реакция

Опыт 7. Реакция с выделением газа

Опыт 8. Экстракционная реакция

Сделать выводы и оформить отчёт.

Тема 2. Закон действия масс как теоретическая основа качественного анализа

Отчет по лабораторной работе №2. «Анализ катионов I группы»

Опыт 1. Определение иона K^+ гидротартратом натрия

Опыт 2. Определение иона K^+ «тройным нитритом», $Na_2PbCu(NO_2)_6$,

Опыт 3. Определение иона K^+ реакцией окрашивания пламени.

Опыт 4. Определение иона Na^+ никельурилатацетатом,

Опыт 5. Определение иона Na^+ реакцией окрашивания пламени.

Опыт 6. Определение иона NH_4^+ гидроксидом натрия (калия),

Опыт 7. Определение иона NH_4^+ реактивом Несслера.

Вопросы к отчету

1. Дайте общую характеристику элементов, образующих катионы первой группы: положение в периодической системе элементов Д.И.Менделеева, основные физические и химические свойства.

2. Напишите уравнения реакций обнаружения катионов I группы с реагентами, приведенными в таблице. Укажите условия их выполнения, аналитические эффекты и растворимость полученных осадков в минеральных и уксусной кислотах.

3. Почему открытие катиона калия гидротартратом натрия должно проводиться в нейтральной среде, а не в кислой или щелочной среде?

4. Почему для полноты осаждения катиона K^+ следует использовать не 19 свободную винную кислоту, а её натриевую соль? Написать уравнения химических реакций.

5. Почему перед открытием катиона K^+ необходимо удалить катион NH_4^+ ? Как выполняется это отделение?

6. Почему обнаружение иона калия с гексанитрокобальтатом (III) натрия нельзя проводить в сильнокислой и сильнощелочной среде?

7. Перечислите микрокристаллоскопические реакции обнаружения катионов первой аналитической группы.

8. Какие катионы первой группы окрашивают пламя газовой горелки? Укажите окраску пламени.

Тема 3. Закон действия масс и процессы гидролиза и амфотерности

Отчет по лабораторной работе №3. «Анализ катионов II группы»

Опыт 1. Реакция с соляной кислотой и хлоридами.

Опыт 2. Реакция с серной кислотой и сульфатами.

Опыт 3. Реакция с хроматами (дихроматами).

Опыт 4. Реакция с иодистоводородной кислотой и иодидами.

Вопросы к отчету

1. Дайте общую характеристику элементов, образующих катионы второй группы: положение в периодической системе элементов Д.И.Менделеева, основные физические и химические свойства.

2. Напишите уравнения реакций ионов Pb^{2+} , Hg_2^{+2} , Ag^+ с групповым реагентом HCl , объясните растворимость осадков хлоридов в концентрированном растворе аммиака и горячей воде.

3. Объясните растворимость осадка $PbSO_4$ в избытке концентрированного раствора $NaOH$ и 30%-ном растворе NH_4CH_3COO . Напишите уравнения соответствующих реакций.

4. Напишите уравнения реакций обнаружения катионов II группы с соответствующими реагентами (хроматы или дихроматы в присутствии $NaCH_3COO$, хлориды, соли олова (II)), укажите условия их выполнения, аналитические эффекты и свойства продуктов реакций

5. Какова роль азотной кислоты при открытии катионов серебра?

6. Пользуясь таблицей произведения растворимости, определите, какими из нижеследующих реактивов: хромат натрия Na_2CrO_4 , сульфид натрия Na_2S , иодид натрия NaI , гидроксид натрия $NaOH$ можно полнее осадить ионы серебра из раствора нитрата серебра?

7. При действии группового реактива на катионы второй группы получаются осадки хлориды соответствующих катионов: $AgCl$, Hg_2Cl_2 , $PbCl_2$. Какова растворимость хлоридов в воде и как это используется в анализе?

8. С помощью каких реактивов можно растворить сульфат свинца, йодид свинца, хромат свинца и гидроксид свинца? Написать уравнения химических реакций.

9. Почему гидроксиды серебра и ртути (I) не образуются в растворе?

10. Какие продукты образуются при растворении хлоридов серебра и ртути (I) в растворе гидроксида аммония?

Тема 4. Закон действия масс и гетерогенные процессы

Отчет по лабораторной работе №4. «Анализ катионов III группы»

Опыт 1. Определение иона Ba^{2+} дихроматом калия

Опыт 2. Определение иона Ba^{2+} реакцией окрашивания пламени

- Опыт 3.* Определение иона Ba^{2+} карбонатом аммония.
Опыт 4. Определение иона Ca^{2+} серной кислотой
Опыт 5. Определение иона Ca^{2+} реакцией окрашивания пламени.
Опыт 6. Определение иона Ca^{2+} оксалатом аммония.
Опыт 7. Определение иона Sr^{2+} гидрофосфатом натрия.
Опыт 8. Определение иона Sr^{2+} реакцией окрашивания пламени

Вопросы к отчету

1. Дайте общую характеристику элементов, образующих катионы третьей группы: положение в периодической системе элементов Д.И.Менделеева, основные физические и химические свойства.
2. Свойства и растворимость солей катионов III аналитической группы.
3. Напишите уравнения реакций катионов Ba^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} с групповым реагентом H_2SO_4 . Объясните растворимость полученных осадков сульфатов в уксусной и минеральных кислотах. Напишите уравнения соответствующих реакций.
4. Объясните условия и напишите уравнения реакций перевода сульфатов в карбонаты.
5. Напишите уравнения реакций обнаружения катионов III группы с соответствующими реагентами. Укажите условия их выполнения, аналитические эффекты и свойства продуктов реакций.
6. Почему ион Ba^{2+} отделяют от иона Sr^{2+} и иона Ca^{2+} действием хромата калия K_2CrO_4 в уксуснокислой среде?
7. Напишите уравнения реакций ионов Sr^{2+} и Ca^{2+} с избытком сульфата аммония?
8. Какой ион следует определять первым: ион Ca^{2+} или ион Ba^{2+} ? Ответ поясните.
9. Сульфаты каких катионов не растворимы в воде?
10. Почему осадок $BaCO_3$ растворяется в CH_3COOH и не растворяется в H_2SO_4 ?
11. Зачем при открытии ионов Ca^{2+} необходимо добавлять этиловый спирт?
12. Какие катионы третьей группы окрашивают пламя газовой горелки? Укажите окраску пламени

Тема 5. Окислительно- восстановительные процессы

Отчет по лабораторной работе №5. «Анализ катионов IV группы»

- Опыт 1.* Реакции обнаружения катиона цинка Zn^{2+} гидроксидом аммония
Опыт 2. Реакции обнаружения катиона цинка Zn^{2+} сульфидом натрия
Опыт 3. Реакции обнаружения катиона цинка Zn^{2+} гексацианоферратом (II) калия (желтая кровавая соль)
Опыт 4. Реакции обнаружения катиона цинка Zn^{2+} с нитратом кобальта
Опыт 5. Реакции обнаружения катиона цинка Cr^{3+} пероксидом водорода
Опыт 6. Реакции обнаружения катиона цинка Cr^{3+} сульфидом аммония (натрия)
Опыт 7. Реакции обнаружения катиона цинка Zn^{2+} гексацианоферратом (II) калия (желтая кровавая соль)
Опыт 8. Реакции обнаружения Al^{3+} гидроксидом аммония
Опыт 9. Реакции обнаружения Al^{3+} сульфидом аммония
Опыт 10. Реакция обнаружения Al^{3+} с ализарином S.
Опыт 11. Реакции обнаружения катиона олова (II) Sn^{2+} с солями висмута (III)
Опыт 12. Реакции обнаружения катиона олова (II) Sn^{2+} с сероводородной водой
Опыт 12. Реакции обнаружения ион Cu^{2+} аммиаком
Опыт 13. Реакции обнаружения ион Cu^{2+} гексацианоферрат(II) калия

Вопросы к отчету

1. Какие катионы относятся к четвертой аналитической группе? Какой реагент является групповым на четвертую аналитическую группу катионов?
2. Напишите уравнения всех частных реакций открытия катионов Al^{3+} , Zn^{2+} .

3. Какие катионы IV аналитической группы обладают специфическими реакциями? Напишите уравнения реакций.
4. Гидроксиды каких катионов растворяются в избытке раствора гидроксида калия? Напишите уравнения реакций.
5. Как отделить ионы алюминия от ионов цинка и хрома?
6. Какие реакции определения катионов цинка являются фармакопейными?
7. Какая реакция на катионы хрома является чувствительной и специфичной?
8. Какую окраску имеют растворы солей хрома в зависимости от его степени окисления и состава аниона?
9. Какой из гидроксидов катионов четвертой группы растворяется в избытке гидроксида аммония с образованием комплексного иона?
10. Какие реакции протекают в щелочном растворе, содержащем катионы четвертой группы при нагревании после добавления пероксида водорода? Изменяется ли при этом внешний вид раствора?

Тема 6. Комплексообразование в аналитической химии

Отчет по лабораторной работе №6. «Анализ катионов V группы»

Опыт 1. Реакции с сильными основаниями.

Опыт 2. Реакции обнаружения катиона цинка Fe^{2+} гексацианоферратом (III) калия.

Опыт 3. Реакции обнаружения катиона цинка Fe^{2+} диметилглиоксимом (реактив Чугуева)

Опыт 4. Реакции обнаружения катиона цинка Fe^{3+} гексацианоферратом (II) калия.

Опыт 5. Реакции обнаружения катиона цинка Fe^{3+} роданидом калия (аммония)

Опыт 6. Окисление катиона цинка Mn^{2+} диоксидом свинца PbO_2

Опыт 7. Реакции обнаружения катиона висмута Bi^{3+} с помощью гидролиза

Опыт 8. Реакции обнаружения катиона висмута Bi^{3+} с иодид-ионами.

Опыт 9. Реакции обнаружения катиона цинка Bi^{3+} с хлоридом олова.

Опыт 10. Реакции обнаружения катиона олова (II) Sn^{2+} с солями висмута (III)

Опыт 11. Реакции обнаружения катиона олова (II) Sn^{2+} с сероводородной водой

Опыт 12. Реакции обнаружения иона Sb^{3+} с помощью гидролиза

Вопросы к отчету

1. Какие катионы относятся к пятой аналитической группе? Какой реагент является групповым на пятую аналитическую группу катионов?
2. Какие катионы пятой группы обладают специфическими свойствами? Привести уравнения реакций.
3. Как можно разделить смесь катионов Fe^{3+} и Mg^{2+} ? Написать уравнения химических реакций.
4. Почему при определении иона Mn^{2+} необходимо добавлять HNO_3 ? Напишите уравнение аналитической реакции.
5. Какую окраску имеют гидроксиды катионов пятой группы?
6. Реакцию гидролиза каких ионов пятой группы используют для их обнаружения? Напишите уравнения соответствующих реакций.
7. Как отличить осадки SbOCl и BiOCl друг от друга?
8. Какую роль играют хлорид аммония и аммиак при осаждении иона магния гидрофосфатом натрия? Составьте соответствующие уравнения реакций.
9. Как действует пероксид водорода в щелочной среде на железо (II) и марганец (II)? Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите цвет продуктов реакции.
10. Чем отличаются гидроксиды катионов (V) группы от гидроксидов катионов (IV) группы? Что происходит с гидроксидами железа (II) и марганца (II) на воздухе? Напишите уравнения реакций

Отчет по лабораторной работе №7. «Анализ катионов VI группы»

- Опыт 1.** Реакции с сильными основаниями.
- Опыт 2.** Реакции обнаружения ион Cu^{2+} аммиаком
- Опыт 3.** Реакции обнаружения ион Cu^{2+} гексацианоферрат(II) калия
- Опыт 4.** Реакции обнаружения ион Cu^{2+} тиосульфатом натрия
- Опыт 5.** Реакции обнаружения ион Hg^{2+} сероводородом и тиосульфатом натрия.
- Опыт 6.** Реакции обнаружения ион Hg^{2+} йодидом калия
- Опыт 7.** Реакции обнаружения ион Hg^{2+} сульфидом натрия.
- Опыт 8.** Реакции обнаружения катиона кобальта Co^{2+} роданидом (тиоцианатом) аммония
- Опыт 9.** Реакции обнаружения катиона кобальта Co^{2+} с тетратиоцианомеркуратом (II) аммония
- Опыт 10.** Реакции обнаружения катиона Ni^{2+} диметилглиоксимом (реактив Чугуева)

Вопросы к отчету

1. Какие катионы относятся к шестой аналитической группе? Какой реагент является групповым на шестую аналитическую группу катионов?
2. Напишите уравнения всех частных реакций открытия катионов шестой аналитической группы в молекулярном и ионном виде.
3. Раствор имеет зеленый цвет. Какие ионы могут быть в растворе?
4. Как можно обнаружить ион Cu^{2+} в присутствии иона Fe^{3+} ?
5. Какие ионы мешают открытию иона Co^{2+} ? Как можно открыть ион Co^{2+} в их присутствии?
6. Гидроксиды каких катионов не растворяются в избытке раствора гидроксида калия, но растворяются в избытке раствора аммиака?
7. Какие катионы шестой группы участвуют в окислительно-восстановительных реакциях? Напишите уравнения соответствующих реакций.
8. Какую окраску имеют аммиачные комплексы катионов шестой группы? Напишите их формулы.
9. Какие катионы шестой группы окрашивают пламя газовой горелки? Укажите окраску пламени.
10. Какую реакцию можно использовать для дробного обнаружения ртути (II) в смеси катионов пятой и шестой групп? Напишите ее уравнение в ионном виде

Тема 7. Анионы и анализ сухого вещества

Отчет по лабораторной работе №8. «Анализ анионов»

- Опыт 1.** Реакции анионов I группы с нитратом серебра.
- Опыт 2.** Реакция анионов II группы с хлоридом бария.
- Опыт 3.** Реакции открытия иона CO_3^{2-} с кислотой.
- Опыт 4.** Реакции открытия иона PO_4^{3-} молибденовой жидкостью
- Опыт 5.** Реакции открытия иона NO_3^- сульфатом двухвалентного железа.
- Опыт 6.** Реакции обнаружения сульфат - иона SO_4^{2-} солью свинца (II).
- Опыт 7.** Реакции обнаружения сульфит-иона SO_3^{2-} разбавленными минеральными кислотами
- Опыт 8.** Реакции обнаружения сульфит-иона SO_3^{2-} перманганатом калия в присутствии серной кислоты
- Опыт 9.** Реакции обнаружения тиосульфат - иона $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ нитратом серебра
- Опыт 10.** Реакции обнаружения тиосульфат - иона $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ раствором йода
- Опыт 11.** Реакции обнаружения оксалат - иона $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ хлоридом кальция.
- Опыт 12.** Реакции обнаружения хромат - иона CrO_4^{2-} нитратом свинца (II)
- Опыт 13.** Реакции обнаружения хромат - иона CrO_4^{2-} пероксидом водорода в кислой среде

Вопросы к отчету

1. При действии нитрата бария на неизвестный раствор получили белый кристаллический осадок. Как установить, что в растворе находится ион PO_4^{3-} ?

2. При действии нитрата бария на неизвестный раствор получили белый кристаллический осадок. Как установить, что в растворе находится ион CO_3^{2-} ?
3. Почему при действии иона Cl^- на комплексный ион $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ осадок не образуется, а при действии иона I^- выпадает осадок?
4. При действии нитрата бария на неизвестный раствор получили белый кристаллический осадок. Как установить, что в растворе находится ион SO_4^{2-} ?
5. Какие анионы первой группы проявляют окислительно-восстановительные свойства? Напишите уравнения реакций.
6. Какие бариевые соли анионов первой группы растворяются в уксусной кислоте?
7. С помощью какой реакции можно обнаружить сульфит-ион SO_3^{2-} в присутствии карбонат-иона? Напишите уравнение реакции.
8. Какая реакция позволяет отличить тиосульфат-ион $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ от сульфит-иона SO_3^{2-} ?
9. Какая реакция обнаружения оксалат-ионов широко используется в количественном анализе? Напишите уравнение реакции.
10. Какой цвет приобретает органический растворитель после экстракции с его помощью из водного раствора продуктов взаимодействия: а) бромид-ионов с хлорной водой, б) йодид-ионов с хлорной водой? Напишите уравнения реакций.

Тема 8. Методы разделения и концентрирования

Отчет по лабораторной работе №9 «Анализ смеси анионов I—III групп»

Ход выполнения лабораторной работы

Предварительные испытания

1. Определение pH среды.
2. Проба на присутствие анионов первой группы.
3. Проба на присутствие анионов второй группы
4. Проба на присутствие анионов-окислителей (NO_2^- , NO_3^-).
5. Проба на присутствие анионов-восстановителей (SO_3^{2-} , NO_2^- , Cl^- , Br^- , I^-).

Дробное обнаружение анионов.

1. Открытие аниона SO_4^{2-} .
2. Открытие аниона CO_3^{2-} .
3. Открытие аниона SO_3^{2-} .
4. Открытие аниона PO_4^{3-} .
5. Открытие аниона хлорида Cl^-
6. Открытие бромид - (Br^-) и иодид- (I^-) анионов.
7. Открытие аниона NO_2^- .
8. Открытие аниона NO_3^- .
9. Открытие аниона CH_3COO^-

Систематический анализ смеси анионов

Тема 9. Теоретические основы количественного анализа

Отчет по лабораторной работе №10 «Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария»

В зависимости от термодинамических условий одна и та же соль может кристаллизоваться с различным числом молекул воды. Так, например, тетраборат натрия ниже 60°C образует кристаллы состава $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, а выше 60°C - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

При нагревании кристаллогидратов испаряется кристаллизационная вода. При этом температура высушивания для различных кристаллогидратов может быть различной и зависит от прочности связи, координации и положения молекул воды в кристаллической решетке. Содержание кристаллизационной воды должно соответствовать приписываемой ему формуле. Поэтому для определения следует брать перекристаллизованную химически чистую соль.

Взятие навески

Бюкс, в котором будет проводиться взвешивание, нужно тщательно вымыть, высушить в сушильном шкафу и поместить в эксикстор на 20 минут. При высушивании бюкс с солью должен быть открыт, а при взвешивании закрыт крышкой.

Взвесьте бюкс с крышкой на аналитических весах (крышка на ребро). Возьмите на аналитических весах навеску кристаллогидрата хлорида бария $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой около 1,5 г.

Высушивание

Перевернув крышку бюкса на ребро, поместите его на полку сушильного шкафа на 2 часа при температуре 120-125°C. По истечении времени поместите бюкс с закрытой крышкой в эксикстор на 20 минут. Повторите эксперимент еще 2 раза, цифровые данные запишите в лабораторный журнал.

Вычисление содержания кристаллизационной воды (в процентах).

Например, получены следующие цифровые данные:

Масса бюкса с солью – 13,9602 г

Масса пустого бюкса – 12,4234 г

Масса навески соли – 1,5368 г

Масса бюкса с солью после высушиваний:

1). 13,7352 г 2). 13,7341 г 3). 13,7340 г.

Количество кристаллизационной воды в навеске:

13,9602 г – 13,7340 г = 0,2262 г.

В 1,5368 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ содержится 0,2262 г H_2O

В 100 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ содержится X г H_2O

$X = 0,2262 \cdot 100 / 1,5268 = 14,72$ г, или 14,72%.

Проверка точности проведенного анализа

Найденную величину кристаллизационной воды сравните с теоретически вычисленным значением содержания ее в кристаллогидрате $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Исходя из постоянных величин молекулярных масс, составим следующую пропорцию:

В 244,3 г ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) содержится 36,03 г (H_2O)

В 100 г ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) содержится X г (H_2O).

$X = 36,03 \cdot 100 / 244,3 = 14,75$ г, или 14,75%.

Абсолютная ошибка анализа составляет: $14,72 - 14,75 = -0,03$ %.

Относительная ошибка анализа составляет: $(-0,03) \cdot 100 / 14,75 = -0,20(96)$.

Правильно проведенным анализ считается, когда эта разница не превышает + 0,05 %.

Тема 10. Гравиметрический анализ

Отчет по лабораторной работе №11. «Определение содержания бария в кристаллогидрате хлорида бария»

Определение бария гравиметрическим методом основано на осаждении бария в виде сульфата, прокаливании осадка до постоянной массы, взвешивании его и расчете содержания бария. BaSO_4 – труднорастворимое соединение ($\text{ПР} = 1,1 \cdot 10^{-10}$). Весовая форма соответствует осаждаемой. В качестве осадителя используют 2 н. раствор H_2SO_4 .

Ход работы

1) Объем исходного раствора соли бария разбавляют до 70-80 мл дистиллированной водой и нагревают до 80-90°C.

2) Заранее рассчитанный объем серной кислоты (осадителя) помещают в стакан, разбавляют до 70-80 мл и нагревают до 80-90°C.

3) Осаждение бария. Осадитель добавляют из бюретки по каплям к раствору соли бария при постоянном перемешивании, дают постоять, пока раствор над осадком не станет прозрачным, проверяют на полноту осаждения и оставляют до формирования кристаллического осадка на несколько часов.

4) Фильтрование осадка. Устанавливают кольцо на штатив, помещают в него воронку (скошенный конец воронки должен касаться стакана). Складывают бумажный фильтр, помещают в воронку. Смачивают фильтр водой таким образом, чтобы между стеклом и бумагой не

осталось пузырьков воздуха. Осторожно сливают через воронку отстоявшуюся жидкость над осадком (обязательно по стеклянной палочке во избежание расплескивания жидкости). Фильтр нельзя заполнять до краев! Убирая стакан, ведут носиком вверх по палочке. Палочку после декантации оставляют в стакане!

5) Промывание осадка. Во избежание потерь, а также для удаления примесей в качестве промывной жидкости используют разбавленный раствор осадителя (5 см^3 серной кислоты на 100 см^3 воды). Осадок промывают декантацией: $15\text{-}20 \text{ см}^3$ промывной жидкости вносят в стакан, перемешивают, дают осадку осесть и опять сливают жидкость по палочке на фильтр. Повторяют операцию 3-4 раза.

6) Осадок количественно переносят на фильтр (для этого наливают в стакан небольшое количество промывной жидкости, взмучивают осадок и переносят суспензию по палочке на фильтр). Следы осадка снимают со стакана и палочки кусочком фильтровальной бумаги, кладут его в воронку.

7) Промывание осадка на фильтре. Осадок промывают большим количеством маленьких порций жидкости, которой всякий раз дают полностью стекать (промывная жидкость – дистиллированная вода). Повторив операцию 4-5 раз, делают пробу на полноту удаления примесей (пробу объемом $1\text{-}2 \text{ см}^3$ подкисляют азотной кислотой, добавляют нитрат серебра. Если муть AgCl не появляется, промывание прекращают).

8) Высушивание осадка. Воронку с осадком накрывают листом влажной фильтровальной бумаги, прижимают края к наружной поверхности воронки. После этого воронку помещают в сушильный шкаф (не более чем на 20 мин)

9) Взвешивают чистый прокаленный тигель. Извлекают фильтр с осадком из воронки, и, держа над тиглем, аккуратно сворачивают и укладывают в тигель. Фильтр озолотят и прокалывают в муфельной печи при $600\text{-}800^\circ\text{C}$ до постоянной массы (последний результат взвешивания не должен отличаться от предыдущего более чем на $0,0002 \text{ г}$).

Данные всех взвешиваний записывают в таблицу

№ тигля	Масса тигля, г	Масса тигля с осадком после высушивания, г	Масса осадка, г

По полученному результату рассчитывают массу бария в исходном растворе и сообщают результат преподавателю. Рассчитывают относительную погрешность определения массы бария на основании истинного значения, сообщаемого преподавателем.

Вопросы для контроля

1. Сущность и виды гравиметрического метода анализа.
2. Осаждаемая и весовая формы; требования, предъявляемые к ним.
3. Условия аналитического выделения и свойства кристаллических осадков. Какие цели преследуют созданием определенных условий при осаждении кристаллических осадков?
4. Требования к осадителям. Расчет количества осадителя.
5. Почему раствор осадителя добавляют к раствору осаждаемого вещества, а не наоборот?
6. Пояснить, с какой целью проводят разбавление и нагревание растворов осадителя и осаждаемого вещества, постоянное перемешивание при осаждении.
7. Какие процессы происходят с кристаллическими осадками при их старении? Почему старение осадка выгодно для анализа?
8. Каким объемом а) воды и б) $0,01\text{M}$ раствора серной кислоты можно промыть $0,2 \text{ г}$ сульфата бария, чтобы потери не превысили точности гравиметрического метода анализа?
 $\text{PP}(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$.

Тема 11. Титриметрический метод анализа

Отчет по лабораторной работе №12. «Определение содержания кислот методом кислотно-основного титрования»

К методу кислотно-основного титрования относят титриметрические определения, в основе которых лежит реакция: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$.

По этому методу возможно определение различных кислот, оснований, некоторых солей, определение жесткости воды, азота в органических соединениях и т.д. В качестве титрантов обычно используют растворы хлороводородной и серной кислот, растворы щелочей.

Задача 1. Стандартизация раствора хлороводородной кислоты

Ход работы

1) В три колбы для титрования вносят пипеткой 10 мл 0,1н. раствора Na_2CO_3 . В каждую из колб прибавляют по 1-2 капли индикатора метилового оранжевого.

2) Чисто вымытую бюретку ополаскивают 2 раза небольшим количеством приготовленного раствора HCl , чтобы удалить из нее остатки воды, после чего заполняют бюретку раствором HCl . Устанавливают уровень раствора HCl в бюретке на ноль и приступают к титрованию.

3) Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора из желтой в красно-оранжевую.

4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое 3 измерений.

5) Искомую концентрацию кислоты рассчитывают по формуле:

$$N_{\text{HCl}} = N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \cdot V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} / V_{\text{HCl}}$$

Задача 2. Определение гидроксида натрия

У лаборанта получают задачу – неизвестный объем раствора щелочи с неизвестной концентрацией. Задача состоит в определении массы щелочи, содержащейся в выданной пробе.

Ход работы

1) В колбы с неизвестным количеством щелочи добавляют по 1-2 капли индикатора (фенолфталеина или метилового оранжевого).

2) Чисто вымытую бюретку ополаскивают 2 раза небольшим количеством 0,1н. раствора HCl , чтобы удалить из нее остатки воды, после чего заполняют бюретку 0,1н. раствором HCl . Устанавливают уровень раствора HCl в бюретке на ноль и приступают к титрованию.

3) Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора: при использовании метилового оранжевого – из желтой в красно-оранжевую, при использовании фенолфталеина – из малиновой в бесцветную.

4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое 3 измерений. Рассчитывают массу щелочи по формуле (5) и относительную погрешность определения.

Тема 12. Метод кислотно-основного титрования

Отчет по лабораторной работе №13. «Определение состава карбонатных и фосфатных смесей»

Определение карбонат-ионов и щелочи или карбонат- и гидрокарбонат-ионов при совместном присутствии

Ход работы

1) Бюретку готовят к титрованию, как описано выше, и заполняют ее 0,1н. раствором HCl .

2) *Определение карбонат-ионов и щелочи.* К раствору смеси в колбу для титрования прибавляют 20,00 мл воды, 2-3 капли фенолфталеина и титруют из бюретки раствором HCl до обесцвечивания раствора. Измеряют объем HCl (V_1). Этот объем кислоты расходуется на титрование карбонат-ионов до гидрокарбонат-ионов и на титрование щелочи. В оттитрованный по фенолфталеину раствор вводят 2 капли метилового оранжевого и, не заполняя бюретку, продолжают титровать раствором HCl до перехода окраски из желтой в красно-оранжевую. Измеряют

объем HCl (V_2), израсходованный на титрование карбонат-ионов до CO_2 и щелочи (отсчет ведут от нуля).

3) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Расчет объемов соляной кислоты, израсходованной на титрование карбонат-ионов и щелочи, производят по формулам:

$$V_{\text{HCl}/\text{CO}_3^{2-}} = 2(V_2 - V_1)$$

$$V_{\text{HCl}/\text{OH}^-} = V_2 - 2(V_2 - V_1) = 2V_1 - V_2$$

Используя значения объемов кислоты, израсходованной на титрование, рассчитывают содержание карбоната натрия и щелочи в выданной пробе и относительную погрешность определения.

4) *Определение карбонат- и гидрокарбонат-ионов при совместном присутствии.* К раствору смеси в колбу для титрования прибавляют 20,00 мл воды, 2-3 капли фенолфталеина и титруют из бюретки раствором HCl до обесцвечивания раствора. Измеряют объем HCl (V_1). Это объем кислоты, израсходованный на титрование карбонат-ионов до гидрокарбонат-ионов. В оттитрованный по фенолфталеину раствор вносят 2 капли метилового оранжевого и, не заполняя бюретку, титруют раствором HCl до перехода окраски из желтой в красно-оранжевую. Измеряют объем HCl (V_2), израсходованный на титрование карбонат-ионов до CO_2 (отсчет ведут от нуля).

5) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Расчет объема соляной кислоты, израсходованной на титрование карбонат-ионов, производят по формуле: Объем кислоты, израсходованной на титрование гидрокарбонат-ионов, рассчитывают по формуле:

$$V_{\text{HCl}/\text{CO}_3^{2-}} = 2V_1$$

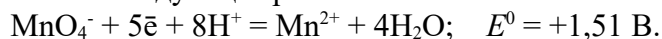
$$V_{\text{HCl}/\text{HCO}_3^-} = V_2 - 2V_1$$

Используя значения объемов кислоты, израсходованной на титрование, рассчитывают содержание гидрокарбонат- и карбонат-ионов в выданной пробе и относительную погрешность определения.

Отчет по лабораторной работе №14. «Перманганатометрия»

Перманганатометрическим титрованием называется титриметрический метод анализа, основанный на использовании в качестве титранта раствор KMnO_4 . Поскольку титрант имеет интенсивную окраску, перманганатометрическое титрование проводят без индикатора. Конечную точку титрования обнаруживают по появлению или исчезновению окраски KMnO_4 .

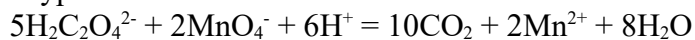
Перманганатометрическое титрование чаще всего проводят в кислой среде, реже – в нейтральной. Для создания кислой среды применяют серную кислоту, поскольку азотная кислота сама является сильным окислителем, а хлороводородная, напротив, может окисляться титрантом. В основе метода лежит следующее равновесие:



Задача 1. Стандартизация раствора перманганата калия

Исходным раствором для установления концентрации перманганата калия служит дигидрат щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Реакция протекает по уравнению:



Ход работы

- 1) Рассчитывают массу кристаллогидрата щавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), необходимую для приготовления 100 мл 0,1н. раствора.
- 2) Берут рассчитанную навеску щавелевой кислоты и переносят в мерную колбу на 1000 мл. Растворяют в небольшом количестве дистиллированной воды. Раствор тщательно пе-

ремешивают.

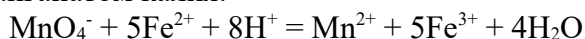
3) Готовят три конические термостойкие колбы для титрования. В каждую вносят по 15 мл раствора серной кислоты (2н.), нагревают до 80-90 °С, добавляют по 10 мл приготовленного раствора щавелевой кислоты. (*Раствор щавелевой кислоты добавляют в колбу непосредственно перед титрованием, поскольку при повышенной температуре щавелевая кислота разрушается.*) Раствор быстро оттитровывают раствором перманганата калия, при этом сначала прибавляют 1-2 капли титранта и ожидают, перемешивая, пока раствор обесцветится. Следующие порции титранта можно прибавлять быстрее. Конец титрования определяют по не исчезающей розовой окраске раствора, появляющейся при добавлении избыточной капли титранта. Бюретку готовят к титрованию, как описано выше.

4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Молярную концентрацию эквивалента перманганата калия рассчитывают по формуле:

$$N_{\text{KMnO}_4} = N_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} / V_{\text{KMnO}_4}$$

Задача 2. Определение железа в соли Мора

Определение железа в соли Мора $((\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ основано на окислении железа(II) до железа(III) перманганатом калия:



Ход работы

1) Бюретку к титрованию готовят, как описано выше, и заполняют ее 0,05н. раствором перманганата калия.

2) У лаборанта получают конические колбы с раствором соли Мора. В колбы с анализируемым раствором добавляют по 5 мл раствора H_2SO_4 (1:4) и по 5 капель H_3PO_4 (конц.), после чего приступают к титрованию. Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора из бесцветной в розовую.

3) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. По полученному усредненному значению объема раствора KMnO_4 рассчитывают содержание железа (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

Тема 13. Методы окислительно-восстановительного титрования

Отчет по лабораторной работе №15. «Бихроматометрия»

Бихроматометрией называется титриметрический метод анализа, основанный на использовании в качестве титранта раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. В основе метода лежит следующее равновесие:



Для обнаружения конечной точки в бихроматометрическом титровании используют окислительно-восстановительные индикаторы.

Задача 1. Определение железа в соли Мора

Определение железа в соли Мора $((\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ основано на окислении железа(II) до железа(III) бихроматом калия: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$. В качестве индикатора используют дифениламин.

Ход работы

1) Бюретку к титрованию готовят, как описано выше, и заполняют ее 0,05н. раствором $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

2) У лаборанта получают конические колбы с раствором соли Мора. В колбы с анализируемым раствором добавляют по 5 мл раствора H_2SO_4 (1:4) и по 5 капель H_3PO_4 (конц.), 1-2 капли индикатора дифениламина, после чего приступают к титрованию растворов, содержащих неизвестное количество Fe^{2+} .

3) Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски анализируемого раствора из зеленой в сине-фиолетовую.

4) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. По полученному усредненному значению объема раствора $K_2Cr_2O_7$ рассчитывают содержание железа (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

Тема 14. Методы осадительного титрования

Отчет по лабораторной работе №15. «Определение содержания хлоридов»

Цель работы: методом осадительного титрования определить процентное содержание хлоридов в исследуемом растворе.

Ход работы

1. Расчет и приготовление исследуемых растворов хлорида калия и хлорида натрия.

Сначала рассчитывают навески исследуемых образцов, необходимых для приготовления 100 мл растворов приблизительно такой же нормальности, что и стандартный раствор $AgNO_3$ 0,1н. Затем переносят каждую навеску в отдельную мерную колбу и растворяют в небольшом объеме воды, а затем доливают воды до метки. По навескам рассчитывают нормальность полученных растворов.

2. Определение титра раствора нитрата серебра по хлориду натрия и процентного содержания хлоридов в растворах солей хлорида натрия и хлорида калия.

Наливают в коническую колбу пипеткой определенный объем раствора $NaCl$ (20 – 25 мл), прибавляют 1 – 2 капли индикатора Ag_2CrO_4 и разбавляют раствор водой, взятой приблизительно в таком же объеме, что и титруемый раствор. Полученный раствор титруют раствором нитрата серебра до получения не исчезающего осадка красновато-бурого осадка Ag_2CrO_4 . Колбу во время титрования тщательно перемешивают. Титрование повторяют три раза, причем отклонение результатов титрования не должно превышать 0,1 мл (заносятся в журнал затраченные объемы титранта и рассчитывается среднеарифметическое значение объема). Аналогичную процедуру проводят с хлоридом калия.

3. Определение титра раствора нитрата серебра и процентного содержания хлоридов в навесках хлорида натрия и калия. Рассчитывают титр нитрата серебра по хлориду натрия и хлориду калия. Определяют содержание каждой соли во взятых навесках (в г):

$$m_1 = T \cdot V_{\text{ср.}} \cdot (V_1 / V_2)$$

После выполнения экспериментальной части оформите результаты работы в рабочей тетради (журнале) и сделайте общий вывод по работе. Определите погрешность определений.

Тема 15. Комплексонометрия

Отчет по лабораторной работе №15. «Определение постоянной жесткости воды»

Задача 1. Стандартизация раствора ЭДТА (трилона Б)

Концентрацию ЭДТА устанавливают по химически чистым $CaCO_3$, ZnO , металлам (Zn , Bi , Fe) или по фиксаналу соли магния, например, 0,01-0,15н. растворам $MgSO_4$.

Ход работы

1) Бюретку готовят как обычно и заполняют ее стандартным раствором трилона Б.

2) В колбу для титрования вносят пипеткой 10 мл 0,05н. раствора $MgSO_4$, добавляют 5 мл аммиачной буферной смеси и с кончика шпателя 20-30 мг смеси индикатора с хлоридом натрия.

3) Раствор оттитровывают стандартным раствором трилона Б. Конечной точкой титрования считают момент перехода окраски раствора из вишнево-красной в синюю (с зеленоватым оттенком).

4) Титрование проводят 3 раза. Полученные данные усредняют.

5) Концентрацию эквивалента трилона Б рассчитывают по формуле:

Задача 2. Определение кальция и магния при совместном присутствии

$$N_{\text{ЭДТА}} = N(MgSO_4) \cdot V(MgSO_4) / V_{\text{ЭДТА}}$$

Константы устойчивости этилендиаминтетраацетатов кальция и магния различаются на 2 порядка (логарифмы констант устойчивости равны 10,7 и 8,7 для кальция и магния соответственно при 20 °С и ионной силе 0,1). Поэтому эти ионы нельзя оттитровать отдельно, используя только различие в константах устойчивости комплексонов. При $pH_{\text{отт}} \approx 10$ в качестве металлоиндикатора используют эриохром черный Т (хромоген). При этих условиях определяют сумму кальция и магния. В другой аликвотной части создают $pH > 12$, вводя NaOH. При этом магний осаждается в виде гидроксида, его не отфильтровывают, и в растворе определяют кальций в присутствии мурексида.

Ход работы

1) Бюретку готовят к титрованию как обычно и заполняют ее раствором трилона Б.

2) У лаборанта получают мерную колбу с анализируемым раствором и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой.

3) *Определение суммарного содержания кальция и магния.*

В колбу для титрования помещают 10 мл анализируемого раствора, прибавляют 5 мл аммиачного буферного раствора и на кончике шпателя эриохром черный Т. Перемешивают до полного растворения индикаторной смеси и титруют раствором ЭДТА до изменения окраски раствора из винно-красной в синюю. Титрование проводят 3 раза, полученные данные усредняют. Значение объема (V_1) раствора трилона Б – это объем, пошедший на титрование кальция и магния.

4) *Определение кальция.*

Бюретку заполняют раствором титранта. Отбирают пипеткой 10,00 мл анализируемого раствора в колбу для титрования, прибавляют 5 мл 2н. раствора NaOH или KOH, вводят 20-30 мг индикаторной смеси мурексида с хлоридом натрия и титруют раствором ЭДТА до изменения окраски раствора от одной капли раствора ЭДТА из розовой в фиолетово-сиреневую. Титрование проводят 3 раза, полученные данные усредняют. Полученное значение объема (V_2) раствора трилона Б – это объем, пошедший на титрование кальция. Используя значение V_2 , рассчитывают содержание кальция (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

5) *Расчет содержания магния.* Объем титранта, израсходованный на титрование магния, вычисляют по разности объемов ЭДТА, пошедшего на титрование суммы определяемых катионов и на титрование кальция ($V_1 - V_2$). Используя полученное значение объема ЭДТА, рассчитывают содержание магния (в граммах) в выданной пробе. Рассчитывают относительную погрешность определения.

Задача 3. Определение постоянной жесткости воды

Ход работы

1) Бюретку готовят к титрованию как обычно и заполняют ее раствором трилона Б.

2) Отбирают мерным цилиндром 50 мл водопроводной воды и переносят в коническую колбу. Добавляют 5 мл аммиачного буфера и вносят на кончике шпателя индикатор эриохром черный Т, после чего оттитровывают раствором трилона Б до перехода окраски из винно-красной в синюю.

3) Титрование проводят 3 раза. За результат измерения принимают среднее арифметическое. Жесткость (ммоль-экв/л) рассчитывают по формуле:

$$Ж = N_{\text{трилона Б}} \cdot V_{\text{трилона Б}} \cdot 1000 / V_{\text{воды}}$$

Тема 16. Физико- химические методы анализа

Отчет по лабораторной работе №15. «Определение некарбонатной жесткости воды»

Цель опыта: ознакомиться с объемным методом анализа на основе реакции нейтрализации и определить карбонатную жесткость воды.

Приборы и реактивы: штатив с держателем, бюретка на 25 мл, воронка, цилиндр мерный на 100 мл или пипетка мерная на 100 мл, конические колбы на 200-250 мл – 3 штуки, стандартный раствор соляной кислоты с концентрацией 0,1 моль/л, раствор индикатора метилового оранжевого.

Цилиндр ополосните 2 раза анализируемой водой, наполните его водой до метки 100 мл, без потерь перенесите воду в коническую колбу, добавьте 2-3 капли индикатора метилового оранжевого (желтый цвет воды) и оттитруйте стандартным раствором HCl. Титруйте медленно, постоянно перемешивая содержимое колбы. Титрование считается законченным, когда желтая окраска индикатора перейдет в слабо оранжевую. Повторите титрование еще дважды. Объем стандартного раствора вычисляется как среднеарифметическое трех титрований.

Результаты запишите в таблицу:

Величина	Ее значение
Объем раствора HCl, израсходованный на:	
1-ое титрование	
2-ое титрование	
3-ое титрование	
Средний объем раствора HCl (мл)	

Карбонатную (временную) жесткость ($J_{\text{в}}$) вычисляют по формуле, полученной на основании закона эквивалентов:

$$J_{\text{в}} = \frac{C_{(\text{HCl})} \cdot V_{(\text{HCl})}}{V_{(\text{H}_2\text{O})}} \cdot 1000 \quad (\text{ммоль/л}),$$

где $C(\text{HCl})$ – концентрация стандартного раствора, моль/л;

$V(\text{H}_2\text{O})$ – объем воды, взятый для титрования, мл;

$V(\text{HCl})$ – средний объем стандартного раствора, мл;

1000 – коэффициент для перевода моль/л в единицы жесткости ммоль/л.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

3 семестр

1. Какая масса воды потребуется для растворения 12 г хлорида натрия, чтобы получить 5% раствор?
2. Определить молярную концентрацию 1,9Н раствора фосфорной кислоты ($\rho=1,031\text{г/мл}$).
3. Какой объем 8Н раствора гидроксида натрия потребуется для приготовления 2 л 5%-ного раствора ($\rho=1,031\text{г/мл}$).
4. Как зависит степень диссоциации электролита от константы диссоциации и концентрации? Вывести соответствующую формулу.
5. Что такое ионная сила раствора, кажущаяся активная концентрация в растворах сильных электролитов?
6. Привести уравнение для расчета буферной емкости. Чем она характеризуется?
7. Степень диссоциации 0,1Н раствора уксусной кислоты равна 0,0125. Определить концентрации ионов водорода, ацетат-ионов, неионизированных молекул уксусной кислоты, вычислить константу диссоциации.
8. Вычислить ионную силу раствора, коэффициенты активности и активность ионов Zn^{2+} и NO_3^- в 0,005М растворе нитрата цинка.
9. К 2 мл 0,4М раствора уксусной кислоты прибавили 3 мл 0,2М раствора гидроксида натрия. Вычислить pH полученного буферного раствора.
10. Вычислить ПР, если в 100 мл насыщенного раствора содержится 0,00151 г AgCl.
11. Во сколько раз растворимость оксалата кальция в 0,01М растворе оксалата аммония меньше по сравнению с растворимостью в чистой воде?
12. Выпадет ли осадок гидроокиси кадмия из раствора, содержащего 0,005 М соли кадмия и 0,1 М аммиака?
13. В насыщенном растворе иодида свинца концентрация ионов Pb^{2+} увеличена в 10 раз. Чему будет равна концентрация ионов I^- ?

14. Вычислить, сколько граммов серебра содержится 500 мл насыщенного раствора фосфата серебра.
15. Что такое ПР; сформулируйте правило произведения растворимости.
16. Как влияет одноименный ион Ра растворимость малорастворимого сильного электролита?
17. Сформулируйте основные условия выпадения и растворения осадков. Приведите примеры.
18. Вычислить степень гидролиза и pH 0,1 М раствора фторида натрия.
19. Вычислить pH и концентрацию арсенат-ионов в 0,1 М растворе трехзамещенного арсената аммония.
20. Вывести уравнение, связывающее степень гидролиза с константой гидролиза и концентрацией гидролизующейся соли.
21. Что такое процесс гидролиза, основные типы гидролиза солей, причины процессов гидролиза в растворах гидролизующихся солей.
22. Вычислить константу гидролиза 1%-ного раствора ацетата натрия.
23. Уравнение Нернста, физический смысл всех величин, входящих в уравнение.
24. Как изменится потенциал серебряного электрода, если к раствору AgNO_3 добавить водный раствор: а) аммиака; б) иодид калия?
25. Какие из следующих металлов смогут восстановить ионы H^+ в H_2 : Cd, Sn, Sb, Al, Ag? Ответ подтвердить необходимыми уравнениями реакций и расчетами.
26. Какими способами можно увеличить или уменьшить значение потенциала окислительно-восстановительной пары?
27. Можно ли действием нитрита натрия в кислой среде восстановить: а) MnO_4^- до Mn^{2+} ; б) Zn^{2+} до Zn; в) ClO_3^- до Cl^- ; г) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ до Cr^{3+} ? Ответ подтвердить расчетами.
28. Привести примеры использования окислительно-восстановительных реакций в качественном анализе для: а) открытия ионов; б) разделения ионов; в) растворения твердых соединений.
29. Почему ртуть не растворяется в H_2SO_4 , но растворяется в HI с выделением водорода?
30. Как протекает процесс ступенчатой диссоциации комплексных солей; применение закона действия масс к процессам комплексообразования.
31. Что такое ступенчатые и общие константы устойчивости комплексного соединения? От чего зависит устойчивость или нестойкость комплексных солей?
32. Что называется внутрикомплексным соединением? Приведите примеры.
33. Вычислить константу нестойкости комплексного иона $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, если в 0,1М растворе соли концентрация ионов $[\text{Ag}^+] = 5,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л.
34. Рассчитать концентрацию продуктов диссоциации в 0,001М растворе комплексной соли $\text{K}_2[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$.
35. Составьте формулы следующих комплексных солей:
36. хлорид триакватриамминохрома (III), гексанитроникелат натрия, аквапентагидроксоалюминат натрия, тетрахлороферрат (III) натрия, нитрат пентаамминороданокобальта (III), нитрат диаминцинка.
37. Дайте названия следующим комплексным солям, указав валентность комплексообразователя:
 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5 \text{H}_2\text{O}] \text{Cl}_3$, $\text{K}_3[\text{PtCl}_5]$, $\text{Ca}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$,
 $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$, $\text{Na}_4[\text{Ni}(\text{CN})_6]$,
 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$, $\text{K}[\text{AuCl}_4]$.

4 семестр

1. Что такое относительное перенасыщение? Как оно связано с числом центров кристаллизации, скоростью кристаллизации, размеры кристаллов?
2. Привести примеры основных приемов титрования

3. Как зависит величина скачка титрования в методах осаждения от температуры, произведения растворимости, ионной силы раствора, концентрации растворов?
4. Как объясняется направления реакции, используемой для йодометрического определения меди? Почему при йодометрическом определении окислителей употребляют большой избыток иодида калия?
5. Общая характеристика гравиметрического анализа (погрешность, селективность, достоинства и недостатки метода)
6. Стандартизация растворов титранта. способы выражения концентраций растворов, применяемых в объемном анализе?
7. Каким условиям должны отвечать реакции, используемые в методе осаждения?
8. Йодометрия. Приготовление рабочих растворов. Индикаторы йодометрического титрования. Основные условия проведения реакции йода с тиосульфатом.
9. Требования к осадкам. Выбор осадителя.
10. Расчеты в титриметрическом анализе. Фактор эквивалентности, условная частица. Соотношение между нормальной и молярной концентрации.
11. На чем основано действие индикаторов–реагентов и адсорбционных индикаторов в методах осаждения.
12. В чем сущность метода декантации? Какие растворы используются в качестве промывной жидкости при гравиметрических определениях. Привести примеры.
13. При каком условии можно провести ступенчатое титрование многоосновных кислот или смеси кислот?
14. Привести примеры реакций титрования, основанные на образовании осадка.
15. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования.
16. Как определяют содержание кристаллизационной воды в кристаллогидратах? О чем свидетельствует достижение постоянной массы при этом?
17. Точность объемного метода анализа. Индикаторные ошибки.
18. Метод Мора (индикатор, оптимальное pH, определяемые вещества)
19. Предложить перманганатометрический метод определения двухвалентного, трехвалентного и общего содержания железа в растворе, если железо находится в обеих формах.
20. Как влияет на полноту осаждения:
 - а) температура раствора
 - б) количество осадителя
 - в) присутствие посторонних электролитов
21. Условия проведения объемного анализа. Требования к реакциям, применяемым в объемном анализе.
22. В чем сущность безиндикаторного метода титрования бромидов и хлоридов растворов AgNO_3 .
23. Перманганатометрия. Прямое титрование при определении восстановителей. Обратное титрование при определении окислителей. Определение по методу замещения.
24. Влияние кислотности (pH раствора на полноту осаждения).
25. Привести примеры выбора индикатора по кривым титрования (метод нейтрализации, метод осаждения, метод окислительно-восстановительного титрования)
26. Метод ФОЛЬГАРДА (индикатор, метод титрования, оптимальная среда возможности метода)
27. Обоснуйте условия осаждения Ba^{2+} . Почему это осаждения ведут в присутствии HCl ?
28. Индикаторы методов кислотно-основного титрования.
29. Сравнить достоинства и недостатки методов перманганатометрии и хроматометрии.
30. При титровании раствора какого галогенида (NaCl или NaBr) одинаковой концентрации точность титрометрического определения будет выше?
31. Расчетные задачи.

Перечень примерных расчетных задач к экзамену

1. Почему осаждение BaSO_4 производится: из разбавленных растворов; в кислой среде; при нагревании растворов; в присутствии солей аммония?
2. Рассчитать % алюминия в сплаве, если масса навески сплава составляет 0,8519 г. В ходе анализа получено 0,1426 г окиси алюминия.
3. Из навески смеси х.ч. NaCl и KCl общей массой 0,1225 г получили осадок AgCl массой 0,2850 г. Вычислить % содержание NaCl и KCl в смеси.
4. Для анализа взято 0,4927 г неизвестного кристаллогидрата хромата натрия. В ходе анализа получено 0,1095 г окиси хрома. Определить число молекул воды в кристаллогидрате.
5. В каком случае осадок будет лучше промыт, если его промывать 2 раза порциями по 50 мл промывной жидкости или 10 раз по 10 мл этой жидкости?
6. Сколько мл 5% раствора серной кислоты нужно взять для осаждения железа из навески 0,6235 г сплава, содержащего около 40% железа, для растворения в нем железа в виде Fe_2O_3 ?
7. Как влияют температура и природа растворителя на растворимость осадка?
8. Сколько мл 0,1 М раствора BaCl_2 потребуется для осаждения серы в виде BaSO_4 из навески каменного угля массой 2 г, содержащего около 2% серы, если осадитель добавлен в стехиометрическом соотношении?
9. Сколько мл 1 М серной кислоты надо взять согласно уравнению реакции для осаждения свинца из раствора, содержащего 0,5 г $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$?
10. Из 25 мл раствора сульфата магния получили осадок BaSO_4 массой 0,3247 г. Сколько грамм $\text{M}_2\text{P}_2\text{O}_7$ получится из 10 мл этого же раствора MgSO_4 ?
11. Осадок BaSO_4 массой 0,1 г промыт 250 мл дистиллированной воды. Сколько осадка при этом перейдет в раствор в %?
12. Рассчитайте % содержание MgO в исследуемом образце после прокаливания, если до прокаливания навеска состояла из 36% MgCO_3 ; 51% $\text{Mg}(\text{OH})_2$; 16% H_2O ; 3% SiO_2 .
13. К 25 мл 0,1 М раствора карбоната натрия добавлено 14,71 мл соляной кислоты ($\text{pH}=7$). Вычислить концентрацию соляной кислоты.
14. К 15,05 мл 0,1 М раствора фосфорной кислоты добавлено 45,15 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия. Вычислить pH полученного раствора.
15. К смеси, состоящей только из Na_2HPO_4 и NaH_2PO_4 добавили 50 мл 0,1 Н раствора гидроксида натрия. Избыток щелочи оттитровали 20,5 мл 0,0905 Н раствором соляной кислоты по фенолфталеину. Вычислить % NaH_2PO_4 в смеси.
16. По данным титрования вычислить концентрацию исходных растворов, если к 20 мл 0,125 М раствора H_3PO_4 добавили 50 мл раствора гидроксида натрия ($\text{pH}=9,17$).
17. Сколько воды нужно добавить к 1800 мл раствора едкого натра с титром 0,01521 г/мл, чтобы 1 мл полученного раствора соответствовал 0,02 г хлорида аммония?
18. Какой из индикаторов, м.-о, ф-ф или лакмус, пригоден для титрования гидроксида натрия хлороводородной кислотой?
19. К 0,5000 г смеси, содержащей Na_2CO_3 и NaHCO_3 , прибавили 25,00 мл соляной кислоты с титром 0,004000 г/мл. На титрование избытка кислоты израсходовали 15,00 мл раствора гидроксида натрия с титром 0,002000 г/мл. Вычислить % карбоната натрия в исходной смеси.
20. Сколько % N_2O_5 содержит образец, если навеска его массой 5 г растворена в мерной колбе на 200 мл, на нейтрализацию 50 мл этого раствора затратили 15,5 мл 0,1915 Н раствора NaOH .
21. Вычислить % свободного SO_3 в олеуме, если на титрование 1,2 г олеума в присутствии индикатора м.-о. Израсходовали 49,28 мл 0,5202 Н раствора NaOH .
22. Какой объем 0,1012 Н раствора HCl прибавили к навеске 0,2 г Na_3PO_4 , если на титрование избытка кислоты с ф-ф затратили 25 мл раствора NaOH ($T_{\text{NaOH}}=0,034$ г/мл)?
23. Сколько грамм Na_2CO_3 содержится в растворе, если на нейтрализацию его до NaHCO_3 израсходовали 21,40 мл раствора HCl ($T_{\text{HCl}}=0,002789$ г/мл)?

24. Навеску 0,6 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ растворили в мерной колбе емкостью 100 мл. На титрование 20 мл полученного раствора израсходовали 18,34 мл NaOH. Определить нормальность раствора NaOH и его титр по щавелевой кислоте.
25. Можно ли оттитровать 0,01 Н раствор CH_3COOH 0,01 Н раствором NaOH с индикатором нейтральный красный ($\text{pT}=7$)?
26. Навеску щелочи массой 0,5341 г, содержащей 92% NaOH и 8% индифферентных примесей растворили в мерной колбе, вместимостью 100 мл. Определите молярную концентрацию кислоты, T_{HCl} , $T_{\text{HCl/NaOH}}$, если на титрование 15 мл раствора щелочи израсходовали 19,5 мл соляной кислоты.
27. Как приготовить рабочий раствор KMnO_4 и установить его молярную концентрацию эквивалента? Почему молярная концентрация эквивалента KMnO_4 может измениться с течением времени?
28. Рассчитайте область скачка титрования, окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и выберите индикатор для титрования 0,05 М FeSO_4 0,01 М раствором KClO_3 при $[\text{H}^+] = 0,1$ моль/л.
29. Какой объем 0,5000 Н KMnO_4 необходимо прибавить к 500 мл раствора с $T_{\text{KMnO}_4/\text{Fe}}=0,00280$, чтобы получить раствор с $T_{\text{KMnO}_4}=0,004250$?
30. Какую массу руды, содержащей 60% Fe_2O_3 , следует взять для анализа, чтобы после соответствующей обработки на титрование полученной соли железа (II) израсходовать 20,00 мл 0,100 Н раствора KMnO_4 ?
31. Установлено, что 50,00 мл раствора I_2 по своей окисляющей способности эквивалентны 29,47 мл раствора дихромата калия с титром по железу 0,001876 г/мл. Вычислить молярную концентрацию эквивалента обоих растворов.
32. Почему при титровании оксалата натрия или щавелевой кислоты перманганатом калия первые порции (капли) титранта обесцвечиваются медленно?
33. Рассчитайте область скачка титрования, окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и выберите индикатор для титрования 0,05 М H_2SO_3 0,02 М раствором KMnO_4 при $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-3}$ моль/л.
34. До какого объема следует разбавить 500 мл 0,1000 Н раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, чтобы получить раствор с титром по железу равным 0,0050 г/мл?
35. Навеску образца массой 0,100 г, содержащего 99,98% Fe, растворили в серной кислоте без доступа воздуха и оттитровали 0,1000 Н раствором KMnO_4 . Какой объем KMnO_4 израсходовали на титрование?
36. Какой объем хлорной воды, содержащей около 2% хлора, следует взять, чтобы на ее иодометрическое титрование израсходовать около 20 мл раствора тиосульфата натрия [$T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,02453$ г/мл]?
37. В чем состоит сущность меркуриметрии? Назовите рабочий раствор, индикаторы, применяемые в анализе. Запишите уравнения реакций определения Br^- .
38. Какая масса сульфата содержится в пробе, если после прибавления 20,0 мл 0,06315 М раствора хлорида бария его избыток был оттитрован 15,64 мл 0,04640 М ЭДТА?
39. На титрование 25,00 мл раствора нитрата бария в присутствии Na_2Mg ЭДТА затратили 18,05 мл 0,1 М ЭДТА ($K=0,9878$). Вычислите концентрацию (г/л) исследуемого раствора $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.
40. Определить массовую долю (%) индифферентных примесей в ацетате свинца, если на титрование раствора, полученного из 0,1000 г его, израсходовали 11,68 мл 0,02500 М раствора ЭДТА.
41. Вычислить массовую долю (%) CaCO_3 и MgCO_3 в известняке, если после растворения 1,0000 г его получили 100,0 мл раствора, на титрование 20 мл которого для определения суммы Ca и Mg затратили 19,25 мл 0,0514 М ЭДТА, а на титрование Ca в отдельной пробе (20 мл) израсходовали 6,25 мл того же раствора ЭДТА.
42. Как зависит скачок титрования от константы устойчивости комплексного соединения, температуры, концентрации дополнительного лиганда и pH среды?

43. Какую массу $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, содержащего 7 % индифферентных примесей, следует взять для анализа, чтобы на титрование ее потребовалось около 10 мл 0,1 М раствора ЭДТА?
44. К 20 мл раствора соли марганца прибавили 25 мл 0,01012 М раствор ЭДТА. На титрование избытка ЭДТА израсходовали 14,36 мл 0,01008 М раствора ZnSO_4 . Вычислите концентрацию (в г/л) марганца в исходном растворе.
45. Определить массовую долю алюминия в сплаве (в%), если после растворения навески массой 0,6500 г его и удаления примесей общий объем раствора довели до 250 мл, к 20,00 мл полученного раствора добавили $\text{Na}_2\text{MgЭДТА}$ и оттитровали 15,18 мл 0,05023 М раствором ЭДТА.
46. В процессе анализа каолина навеску его массой 0,5108 г сплавляли с Na_2CO_3 и $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, плав растворили в разбавленной соляной кислоте и объем раствора довели до 250 мл. Пробу 100,0 мл раствора нейтрализовали, добавили уротропин, отфильтровали выпавшую в осадок кремниевую кислоту, промыли; фильтрат и промывные воды оттитровали 10,16 мл 0,005040 М ЭДТА в присутствии 20%-ного раствора КОН. Вычислить массовую долю (%) CaO в каолине.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК-8 Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний				
1.	Задание закрытого типа	Какая реакция сопровождается обесцвечиванием раствора: 1) реакция сульфид-иона с разбавлением минеральными кислотами 2) реакция сульфит-иона с раствором йода 3) реакция сульфат-иона с ацетатом свинца 4) реакция фосфат-иона с нитратом серебра	2	1
2.		Комплексоны являются рабочими веществами в методах 1) нейтрализации; 2) окисления-восстановления; 3) осаждения; 4) комплексонометрии	4	1
3.		В каком растворе растворится осадок AgBr : 1) азотной кислоте 2) аммиаке 3) тиосульфате натрия 4) не растворяется нигде	2	1
4.		Перед заполнением бюретки раствором титранта для анализа ее ополаскивают: 1) дистиллированной	1	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		водой; 2) рабочим раствором; 3) дистиллированной водой и рабочим раствором; 4) разбавленной кислотой.		
5.		В методе нейтрализации в качестве рабочих растворов используют 1) KMnO_4 , I_2 ; 2) трилон Б, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 3) HCl , KOH ; 4) AgNO_3 , NaCl	3	1
6.	Задание открытого типа	Вычислить $[\text{H}^+]$ в 6% растворе хлороводородной кислоты.	0,213 моль/л	3
7.		Требования к осадителям. Расчет количества осадителя	При выборе осадителя выполняется ряд требований, среди которых практическая необратимость реакции осаждения. Если осадитель летучий, то рекомендуется использовать 2-3-кратный избыток, в случае же нелетучего осадителя ограничиваются введением полуторного его количества.	5
8.		Ошибки, вызванные переходом в осадок присутствующих в растворе посторонних веществ при гравиметрическом определении элементов, вызвано явлением (охарактеризуйте это явление): 1) десорбции 2) диффузии 3) соосаждения 4) изоморфизма.	3 Соосаждение – выпадение в осадок вместе с осаждаемым соединением каких-либо посторонних веществ, которые в условиях проведения анализа являются растворимыми и применяемым реагентом не осаждаются. .	3
9.		Как можно определить электродный потенциал обратимой окислительно-восстановительной реакции?	При контакте металлического проводника с раствором электролита на его поверхности возникает некий заряд, за счет переноса электронов, что приводит к возникновению разности электростатических потенциалов между электродом и находящимся с ним в контакте электролитом. Эта разность называется электродным потенциалом. Абсолютную величину электродного потенциала от-	4

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
	Задание		дельного электрода измерить невозможно, поэтому измеряют всегда разность потенциалов исследуемого электрода и некоторого стандартного электрода сравнения, т.е. составляют электрохимическую цепь. В качестве электродов сравнения для водных сред используют хлорсеребряный или обратимый водородный электрод сравнения.	
10.	Комбинированного типа	Выберите приём в перманганатометрии и охарактеризуйте его: 1) прямое титрование; 2) обратное титрование; 3) замещённое титрование	1 Прямое титрование— это такое титрование, когда определяемое вещество непосредственно титруется стандартным раствором титранта В перманганатометрии сам раствор перманганата калия служит и титрантом, и индикатором. Раствор титранта приливают медленно, по каплям, при непрерывном перемешивании.	7

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины, и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Выполнение и отчет по лабораторной работе	9/4,44	40	по расписанию
Всего			40	-
Блок бонусов				
2.	Посещение занятий	18/0,25	4,5	по расписанию
3.	Своевременный отчет по лабораторным работам	18/0,61	5,5	по расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
4.	Экзамен	1/50	50	по расписанию

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Выполнение и отчет по лабораторной работе	9/4,44	40	по расписанию
Всего			40	-
Блок бонусов				
2.	Посещение занятий	18/0,25	4,5	по расписанию
3.	Своевременный отчет по лабораторным работам	18/0,61	5,5	по расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
4.	Экзамен	1/50	50	по расписанию
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-0,25
Нарушение учебной дисциплины	-2
Неготовность к занятию	-2
Пропуск занятия без уважительной причины	-0,2

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Александрова Т.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2016. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229518.html>
2. Аналитическая химия. Задачи и вопросы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.В. Моногарова, С.В. Мугинова, Д.Г. Филатова ; под ред. Т.Н. Шеховцовой. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435724.html>
3. Харитонов Ю. Я., Аналитическая химия : учебник / Ю. Я. Харитонов - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 320 с. - ISBN 978-5-9704-4400-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970444009.html>
4. Харитонов Ю.Я., Аналитическая химия. Качественный анализ. Титриметрия. Сборник упражнений : учебное пособие / Ю.Я. Харитонов, Д.Н. Джабаров - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 240 с. - ISBN 978-5-9704-3272-3 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970432723.html>

8.2. Дополнительная литература

1. Аналитическая химия. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Трифонова, И.В. Мельситова - Минск : Выш. шк., 2013. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850622464.html>
2. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн.1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа : Рек. М-вом образования РФ в качестве учеб. для студентов вузов, обучающихся по химико-технологическим специальностям. - М. : Дрофа, 2002. - 368 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-4725-4 (кн.1): 92-40, 79-80 : 92-40, 79-80. (34 экз.).
3. Васильев, В.П. Аналитическая химия: В 2 кн. Кн.2: Физико-химические методы анализа : Рек. М-вом образования РФ в качестве учеб. для вузов. - 3-е изд. ; стереотип. - М. : Дрофа, 2003. - 384 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-7608-4 (кн. 2): 86-64, 95-30, 150-00 : 86-64, 95-30, 150-00. (12 экз.).
4. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х кн. Кн. 1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа : рек. М-вом образования РФ в качестве учебника для вузов ... по химико-технологическим специальностям . - 4-е изд. ; стереотип. - М. : Дрофа, 2004. - 368 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-8745-0 (кн. 1): 158-00 : 158-00.(16 экз.).
5. Васильев, В.П. Аналитическая химия. В 2 кн.Кн. 2. Физико-химические методы анализа: Ред. М-вом образования РФ в качестве учеб. для вузов/ В.П. Васильев. 4-е изд.; стереотип. - М.: Дрофа. 2004. 384 с. (16 экз.).
6. Васильев, В.П. Практикум по аналитической химии : учеб. пособ. для вузов / под ред. В.П. Васильева. - М. : Химия, 2000. - 328 с. - ISBN 5-7245-1050-2: 100-00 : 100-00.(1 экз.).
7. Клементьева А.В. Качественный полумикроанализ. Учебное пособие: Издательский дом «Астраханский университет», 2013. - 76 с.(25 экз.).
8. Харитонов Ю.Л. Аналитическая химия: Аналитика: В 2-х кн. Кн. 2 : учеб. для вузов. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - М. : Высш. шк., 2001. - 559 с. - ISBN 5-06-003965-X: 106-13 : 106-13.(6 экз.).

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»: www.studentlibrary.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя лекционную аудиторию, лабораторию по проведению лабораторного практикума, аудиторию для проведения семинарских занятий. Лабораторный практикум обеспечен химическими реактивами, лабораторной посудой и учебно-научным оборудованием: лабораторные столы, вытяжной шкаф, шкафы для химических реактивов и химической посуды, набор химических реактивов, набор химической посуды, насос Камовского, рН-метры «Эксперт», фотоколориметр «КФК-2», установки для определения молекулярных весов полимеров и проведения электрофореза белков и пептидов. Проведение семинарских занятий сопряжено с применением компьютеров для выполнения поисковой работы, вычислений и работе в информационных системах.

Рабочая программа дисциплины при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается

присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).