

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)
Биолого-химический факультет

Кафедра теоретической и прикладной химии

Согласовано управлением организации и
контроля качества образовательной деятельности
« 10 » июня 2020 г.

Начальник управления

/М.А. Миненкова/

Одобрено учебно-методическим советом
Протокол « 10 » июня 2020 г. № 4

Председатель

/Г.Е. Суслин/

Рабочая программа дисциплины
АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Направление подготовки
44.03.05 Педагогическое образование

Профиль:

Биология и химия

Квалификация

Бакалавр

Форм обучения

Очная

Согласовано учебно-методической
комиссией Биолого-химического факультета

Протокол « 8 » июня 2020 г. № 8

Председатель УМКом

/И.Ю. Лялина/

Рекомендовано кафедрой теоретической и
прикладной химии

Протокол « 25 » мая 2020 г. № 10

Зав. кафедрой

/Н.В. Васильев/

Мытищи
2020

Авторы-составители:

Радугина О.Г., кандидат химических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной химии

Петренко Д.Б., старший преподаватель кафедры теоретической и прикладной химии

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 125 от 22.02.2018 г.

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к обязательной части блока 1 и является обязательной для изучения.

год начала подготовки 2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	4
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ...	4
3 ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	5
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	9
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ....	25
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	35
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	36

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины «Аналитическая химия» - формирование четких представлений: об аналитической химии как науке; теоретических основах классического анализа и относительных возможностях изучаемых методов.

Задачи дисциплины «Аналитическая химия»:

- прочное усвоение теоретических знаний и практических навыков в области классических (гравиметрический и титриметрический) методов анализа;
- углубление и расширение теоретической, химической и методической подготовки обучающихся;
- формирование знаний в области метрологии химического анализа, навыков в сопоставлении методик анализа и подходов к их выбору при решении конкретных задач;
- формирование представлений о теории пробоотбора;
- подготовка к выполнению выпускных квалификационных (дипломных) работ в областях, связанных с исследованием объектов окружающей среды.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-8 «Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний»

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к Блоку 1. Дисциплины (модули). Модуль профиля "Химия" обязательной части. Для освоения дисциплины «Аналитическая химия» обучающиеся используют знания и умения, сформированные в ходе изучения дисциплин неорганическая и общая химия, физическая и коллоидная химия, а также техника химического эксперимента.

Дисциплина «Аналитическая химия» используется для последующего изучения таких дисциплин, как естественнонаучная картина мира, методика обучения химии, охрана природы и рациональное природопользование, прикладная химия, мониторинг окружающей среды, экологическая химия, химия окружающей среды, химическая экология, подготовке к учебным практикам и выполнению выпускных квалификационных работ и подготовке к итоговой государственной аттестации.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Очная форма обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в часах	144
Контактная работа	50,3
Лекции	16
Лабораторные занятия	32
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3
Экзамен	0,3
Предэкзаменационная консультация	2
Самостоятельная работа	84
Контроль	9,7

Формой промежуточной аттестации является экзамен в 4-м семестре.

3.2.Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) Дисциплины с кратким содержанием	Кол-во часов	
	Лекции	Лаборатор- ные занятия
1	2	3
Раздел 1. Качественный химический анализ		
Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ катионов и анионов. Систематический и дробный анализ. Частные реакции и ход анализа смеси катионов и анионов.	2	14
Раздел 2. Химическое равновесие в гомогенных системах.		
Тема 1. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.	2	
Тема 2. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление рН различных растворов.	2	
Тема 3. Окислительно-восстановительные реакции в химическом анализе. Комплексные соединения в химическом анализе.	2	
Раздел 3. Химическое равновесие в гетерогенных системах.		
Тема 1. Растворимость и константа растворимости (произведение растворимости). Последовательность образования осадков. Условия образования и растворения осадков. Влияние на растворимость осадков ионной силы раствора, одноименных ионов.	2	
Раздел 4. Количественный анализ		
Тема 1. Титриметрические методы анализа	2	14
Тема 2. Гравиметрические методы анализа	2	2
Тема 3. Метрологические характеристики методов анализа	2	2
Итого	16	32

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
Раздел 1. Качественный химический анализ					
Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ катионов и анионов. Систематический и дробный анализ. Частные реакции и ход анализа	1.Основные этапы развития аналитической химии. 2.Характеристика современного этапа развития аналитической химии. 3. Составьте перечень лауреатов Нобелевской премии в области химии	10,5	Работа с учебной литературой, и Интернет-ресурсом	[1, 2]	Конспект в лабораторной тетради. Уравнения реакций обнаружения катионов и анионов. Индивидуальное собеседование

смеси катионов и анионов.	мического анализа, укажите, за какие работы были вручены награды. 4. Представьте роль аналитической химии в экологоаналитическом мониторинге загрязнений окружающей среды. 5. Напишите качественные реакции, используемые в качественном анализе для обнаружения 1-6 аналитических групп катионов и 1-3 групп анионов				или реферат.
Раздел 2. Химическое равновесие в гомогенных системах.					
Тема 1. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.	1.Закон действия масс, его применение в аналитических расчетах 2.Химическое равновесие в растворах слабых электролитов. 3.Степень электролитической диссоциации. Вычисление степени электролитической диссоциации. 4.Константа диссоциации, ее применение в аналитических расчетах.	10,5	Работа с учебной литературой, и Интернет-ресурсом	[1, 2]	Конспект, собеседование, решение задач.

Тема 2. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление рН различных растворов.	1.Протолитические равновесия. 2.Растворы протолитов. 3.Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН). Шкала рН. Протяженность шкалы рН. 4.Вычисление рН растворов сильных и слабых электролитов. 5.Определение рН растворов сильных и слабых кислот и оснований; растворов гидролизующихся солей. 6.Гидролиз солей, значение гидролиза в химическом анализе. 7.Буферные системы, их значение в химическом анализе.	10,5	Работа с учебной литературой, и Интернет-ресурсом	[1, 2]	. Конспект. Решения задач. Собеседование.
Тема 3. Окислительно-восстановительные реакции в химическом анализе.	1.Направление окислительно-восстановительных реакций. 2.Уравнение Нернста. 3.Механизм окислительно-восстановительных реакций. 4.Использование окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии.	10,5	Работа с учебной литературой, и Интернет-ресурсом	[1, 2]	Конспект, собеседование.
Раздел 3. Химическое равновесие в гетерогенных системах.					
Тема 1. Растворимость и константа растворимости (произведение растворимости). Последовательность обра-	1.Произведение растворимости (константа растворимости). Применение правила произведения растворимости в анализе. 2.Условия выпадения	10,5	Работа с учебной литературой, и Интернет-ресурсом	[1, 2, 5]	Защита реферата, решение задач, оформление тетради.

зования осадков. Условия образования и растворения осадков. Влияние на растворимость осадков ионной силы раствора, одноименных ионов.	ния и растворения осадков и получения чистых осадков строго определенного состава. 3.Влияние одноименных ионов на растворимость малорастворимых электролитов. 4.Влияние ионной силы раствора на растворимость малорастворимых электролитов. 5.Приведите примеры превращения одних малорастворимых электролитов в другие 6.Постройте схему анализа смеси катионов: Pb^{2+}, K^+, Ca^{2+}.				
Раздел 4. Количественный анализ					
Тема 1. Титриметрические методы анализа	1.Что определяет выбор способа титрования? 2.Какова роль кривых титрования? 3.Рассчитайте и постройте кривую титрования 0,1 М раствора уксусной кислоты 0,1 М раствором гидроксида натрия. Укажите точку эквивалентности, скачок титрования, и выберите индикатор для фиксации точки эквивалентности. 4.Приведите примеры стандартизации растворов в кислотно-основном, и окислительно-восстановительном титровании.	10,5	Работа с учебной литературой, и Интернет-ресурсом	[1, 2, 5]	Защита реферата, решение задач, оформление тетради.
Тема 2. Грави-	1.Какие свойства	10,5	Работа с	[1, 2, 5]	Защита ре-

метрические методы анализа	осадка определяют его пригодность в качестве осаждаемой формы? 2. Чем отличается осаждаемая форма осадка от его гравиметрической формы? 3. Перечислите наиболее эффективные приемы очистки осадков от примесей. 4. Назовите наиболее эффективные приемы получения крупнокристаллического осадка сульфата бария.		учебной литературой, и Интернет-ресурсом		ферата
Тема 3. Метрологические характеристики методов анализа	1. Какими способами можно проверить правильность анализа? 2. Перечислите известные вам источники систематических погрешностей в титриметрическом и гравиметрическом методах анализа. 3. В чем отличие систематических погрешностей от случайных?	10,5	Работа с учебной литературой, и Интернет-ресурсом	[1, 2, 3, 4, 5, 6]	Собеседование. Защита реферата, решение задач.
ИТОГО		84			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-8 Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний.	1. Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы 2. Самостоятельная работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

1.

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания, баллы
ОПК - 8	Пороговый	1.Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы 2.Самостоятельная работа	Знать: -способы поиска информации и ее анализа; уметь: -применять научные знания в области аналитической химии для преподавания общеобразовательных дисциплин и решения профессиональных задач;	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопрос, сообщения, тест, конспект. экзамен	41-60
	Продвинутый	1.Работа на учебных занятиях: лекции, лабораторные работы 2.Самостоятельная работа	Знать: составные компоненты образовательной среды, сущностные характеристики образовательной среды, возможности образовательной среды для достижения качества учебно-воспитательного процесса уметь: применять предметные, психолого-педагогические и методические знания в профессиональной деятельности; осуществлять педагогический контроль, оценивать процесс и результаты обучения; получать, хранить и перерабатывать информацию в основных программных средах и компьютерных сетях; использовать некоторые возможности образовательной среды в учебно-воспитательном процессе; качественно провести преподаваемый учебный	Текущий контроль усвоения знаний на основе оценки устного ответа на вопрос, сообщения, реферат, контрольное задание, участие в научной конференции, экзамен.	61-100

			предмет; достигнуть положительного результата в процессе обучения и воспитания посредством использования возможностей образовательной среды. владеть: навыками организации педагогического процесса с использованием современных образовательных технологий; навыками поиска информации о методах определения различных компонентов в объектах окружающей среды в различных источниках (учебных текстах, справочниках, научно-популярных и научных изданиях, компьютерных базах данных, ресурсах Интернета) и критически ее оценивать; способностью использования различных средств в учебно-воспитательном процессе; возможностей образовательной среды и учебного предмета для достижения высоких результатов обучения		
--	--	--	--	--	--

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы для опроса и собеседования

Раздел 1. Качественный химический анализ

Тема 1. Введение. Значение аналитической химии для развития науки и техники. История и периодизация развития аналитической химии. Роль российских ученых в развитии аналитической химии.

1. Значение аналитической химии для развития науки и техники.
2. История и периодизация развития аналитической химии.
3. Роль российских ученых в развитии аналитической химии.
4. Химический анализ. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ.
5. Реактивы, применяемые в химическом анализе. Квалификация реактивов. Хранение реактивов.
6. Методика анализа. Относительные и абсолютные методы.
7. Чувствительность, избирательность и технологичность методики.
8. Точностные характеристики методики.
9. Аналитический сигнал. Полезный сигнал и сигнал фона. Контрольный (нулевой) опыт.
10. Задачи качественного анализа.
11. Методы выполнения качественного анализа: химические, физико-химические и физические.
12. Виды качественного анализа: макро-, полумикро-, микро- и ультрамикрометоды, сухой и мокрый виды анализа, микро-кристаллоскопия, капельный, хроматографический анализ, систематический и дробный анализ.
13. Схемы систематического качественного анализа: сульфидная, аммиачно-фосфатная и кислотнo-основная.
14. Свойства элементов, используемые в качественном анализе. Связь аналитических свойств элементов с их положением в Периодической системе элементов.
15. Кислотно-основная схема систематического качественного анализа смеси катионов.
16. Отношение катионов и анионов к разбавленным кислотам и основаниям.
17. Кислотно-основная схема анализа катионов I - VI аналитических групп. Состав групп. Групповые реагенты.
18. Частные реакции отдельных катионов. Систематический анализ сложных смесей.
19. Хлорид-сульфатная схема систематического анализа анионов. Аналитические группы анионов. Частные реакции анионов.
20. Дробный анализ. Область применения. Специфические реакции катионов и анионов: выделение газа, образование осадка, колориметрические, люминесцентные, экстракционно-колориметрические, окрашивания пламени.
21. Анализ смесей сухих солей.

Раздел 2. Химическое равновесие в гомогенных системах.

Тема 1. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.

1. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.
2. Единицы количества вещества. Моль. Молярная масса. Молярный объем. Способы выражения концентрации: молярная концентрация; массовая концентрация; объемная концентрация; доли и процентная концентрация. Эквивалент, молярная концентрация эквивалента.
3. Скорость химической реакции. Закон действия масс. Закон эквивалентов. Законы эк-

- вивалентов и действия масс как теоретическая основа химических методов анализа.
4. Равновесные системы. Закон действия масс в применении к равновесным системам.
 5. Константа равновесия. Степень диссоциации. Условия смещения ионных равновесий.
 6. Влияние одноименного иона.
 7. Границы применимости закона действующих масс.

Тема 2. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление рН различных растворов.

1. Равновесия в гомогенных системах. Растворы. Водные растворы. Строение молекулы воды и продуктов гидратации растворенных веществ.
2. Современные представления о природе кислот и оснований.
3. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН). Шкала рН. Протяженность шкалы рН.
4. Вычисление рН различных растворов.
5. Гидролиз солей в химическом анализе.
6. Буферные растворы. Гидролиз солей. Буферные системы и их значение в аналитической химии.
7. Буферные системы в природе. Вычисление рН буферных растворов.

Тема 3. Окислительно-восстановительные реакции в химическом анализе.

1. Окислительно-восстановительные процессы в аналитической химии.
2. Обратимые окислительно-восстановительные реакции. Уравнение Нернста. Стандартный (нормальный) электродный потенциал. Факторы, определяющие величину реального электродного потенциала системы: ионная сила, кислотность, удаление или связывание одного компонента реакции.
3. Примеры применяемых в аналитической химии окислительно-восстановительных реакций.

Раздел 3. Химическое равновесие в гетерогенных системах.

Тема 1. Растворимость и константа растворимости (произведение растворимости). Последовательность образования осадков. Условия образования и растворения осадков. Влияние на растворимость осадков ионной силы раствора, одноименных ионов.

1. Равновесия в гетерогенной системе. Константа растворимости. Растворимость малорастворимых соединений в воде в отсутствие конкурирующих процессов.
2. Влияние электролитов на растворимость малорастворимых соединений: солевой эффект, влияние одноименного иона.
3. Влияние конкурирующих реакций на растворимость осадков (протолитические реакции, гидролиз, комплексообразование).
4. Зависимость процесса растворения от внешних факторов: температуры, давления.
5. Зависимость растворимости от свойств растворителя. Время достижения равновесия.
6. Применение правила произведения растворимости в анализе и его ограничения.
7. Осаждение. Образование, модификация и превращение осадков.
8. Условия выпадения осадков. Совместное осаждение. Причины загрязнения осадков: адсорбция, окклюзия, сокристаллизация, изоморфное замещение.
9. Факторы, влияющие на полноту осаждения. Коллоидные растворы. Коагуляция и пептизация.

Раздел 4. Количественный анализ

Тема 1. Титриметрические методы анализа

1. Аналитическая сервисная служба. Технический контроль.
2. Пробоотбор. Пробоподготовка. Отбор проб различных веществ. Получение лабораторной пробы. Потери определяемого вещества и загрязнение пробы в процессе

ее отбора и хранения.

3. Разложение пробы. «Мокрые» способы разложения пробы. «Сухие» способы разложения пробы. Применение МВИ в процессах пробоподготовки. Причины погрешностей при разложении пробы.
4. Расчеты, связанные с приготовлением растворов и титрованием.
5. Предмет и задачи количественного анализа. Количественное выражение химических законов, закономерностей и правил.
6. Титриметрия. Сущность метода. Виды титрования: прямое, обратное, косвенное. Методы титриметрического анализа: кислотно-основное, комплексо- и комплексонометрическое, осадительное и окислительно-восстановительное титрование.
7. Титранты. Кривые титрования. Скачок титрования. Техника титрования. Фиксация. Особенности титриметрии как метода анализа.
8. Кислотно-основное титрование. Ацидометрия и алкалиметрия. Вещества, применяемые для установки титра раствора титранта. Кривые титрования. Кислотно-основные индикаторы. Механизмы их действия. Интервал перехода. Влияние ионной силы и концентрации индикатора. Индикаторные погрешности.
9. Окислительно-восстановительное титрование. Окислительно-восстановительные системы, применяемые в титриметрии. Расчет потенциала системы в точке эквивалентности. Кривые титрования. Индикаторы для окислительно-восстановительного титрования, механизмы их действия.
10. Перманганатометрическое титрование.
11. Иодометрическое титрование.

Тема 2. Гравиметрические методы анализа

Гравиметрия. Сущность метода.

Взвешивание. Аналитические весы.

Осаждаемая и гравиметрическая формы. Условия выпадения осадков и получения чистых осадков строго определенного состава. Фильтрование, промывание, высушивание и прокаливание осадка.

Реагенты для гравиметрии.

Понятие о методе отгонки.

Особенности гравиметрии как метода анализа.

Тема 3. Метрологические характеристики методов анализа

Статистическая обработка количественных измерений. Области применения и значение статистической обработки результатов исследования. Значащие цифры и их определение. Правила округления.

Метрология количественных измерений. Области применения и роль метрологической обработки результата исследования.

Типы погрешностей: систематическая, случайная, абсолютная, относительная.

Источники систематических погрешностей: инструментальные, методические, реактивные.

Учет систематических погрешностей.

Исключение промахов.

Способы проверки правильности результата. Стандартные образцы состава и эталоны. Варьирование величины и разбавления пробы. Метод «введено – найдено». Проверка независимым методом.

Закон нормального распределения Гаусса. Дисперсия. t-Распределение. Коэффициент Стьюдента. Доверительная вероятность. Стандартное отклонение. Относительное стандартное отклонение. Результат анализа. Исключение промаха. Сопоставление методик анализа.

Примеры тестовых заданий по дисциплине

1. Закончите предложение: катионы натрия окрашивают пламя газовой горелки в...

- 1) изумрудно зелёный цвет 2) голубой цвет
3) карминово-красный цвет 4) интенсивно жёлтый цвет

2. Закончите предложение: Открытию иона калия при помощи $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ не мешает...

- 1) Na_2SO_4 2) NH_4Cl 3) H_2SO_4 4) NaOH

3. Соль белого цвета, хорошо растворяется в воде, не окрашивает пламя газовой горелки. При добавлении к раствору этой соли раствора нитрата серебра выпадает белый творожистый осадок, растворимый в конц. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; при добавлении к соли раствора гидроксида калия выделяется газ с неприятным запахом, под воздействием которого влажная универсальная индикаторная бумажка окрашивается в цвет, соответствующий $\text{pH} \sim 9$. Формула соли...

- 1) KCl 2) NH_4NO_3 3) NH_4Cl 4) NaCl .

4. 500 см^3 раствора серной кислоты с концентрацией $0,10 \text{ моль/дм}^3$ следует готовить в

- 1) химическом стакане вместимостью $> 500 \text{ см}^3$;
2) мерном цилиндре;
3) мерной колбе вместимостью 500 см^3 ;
4) большой мензурке

5. Перед выполнением титриметрического определения титрантом следует ополоснуть.....

- 1) коническую колбу для титрования;
2) бюретку;
3) мерную колбу;
4) мерную пипетку.

6. Какое уравнение является математическим выражением константы равновесия для реакции: $3\text{NH}_4\text{SCN} + \text{FeCl}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{SCN})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$

- 1) $K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]}$ 2) $K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][3\text{NH}_4\text{Cl}]}{[3\text{NH}_4\text{SCN}][\text{FeCl}_3]}$
3) $K = \frac{[\text{NH}_4\text{SCN}]^3[\text{FeCl}_3]}{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][\text{NH}_4\text{Cl}]^3}$ 4) $K = \frac{[3\text{NH}_4\text{SCN}][\text{FeCl}_3]}{[\text{Fe}(\text{SCN})_3][3\text{NH}_4\text{Cl}]}$

7. Найдите соответствие между формулами, по которым вычисляется концентрация ионов водорода в растворе, и веществами:

- 1) NaOH ; 2) CH_3COOH ; 3) CH_3COONa ; 4) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_4\text{Cl}$

а) $[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot C(\text{кисл.})}$; б) $[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot K_a}{C(\text{соли})}}$; в) $[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{C(\text{осн.})}$;

г) $[\text{H}^+] = \frac{10^{-14} \cdot C(\text{соли})}{K_b \cdot C(\text{осн.})}$

8. 9,77 г гидроксида калия, содержащего 14% индифферентных примесей, растворили в воде и разбавили в мерной колбе до 100 см^3 . Молярная концентрация полученного раствора:...

1. $1,5 \text{ моль/дм}^3$; 2. $1,8 \text{ моль/дм}^3$; 3. 15 моль/дм^3 ; 4. 18 моль/дм^3 .

9. Какой объём (см³) серной кислоты с концентрацией 0,1 моль/дм³ необходим для нейтрализации 50,0 см³ раствора гидроксида калия с концентрацией 0,05 моль/дм³? _____
 1) 50,0 2) 25,0 3) 37,5 4) 12,5

10. Установите соответствие между математической формулой и её названием

1) $E = E_0 + \frac{RT}{nF} \cdot \lg \frac{[окс]}{[ред]}$;

2) $\lg f = -AZ^2 \frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}}$;

3) $\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}$;

4) $K = \frac{[C]^p \cdot [D]^q}{[A]^m \cdot [B]^n}$

а) Формула Дебая – Хюккеля

б) Закон разбавления Оствальда

в) Закон действия масс

г) Формула Нернста

11. Какая концентрация сульфат-иона в растворе обеспечит образование осадка сульфата бария при концентрации Ba^{2+} $1 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³. $K_s(BaSO_4) = 1 \cdot 10^{-10}$?

1) $1 \cdot 10^{-10}$

2) $1 \cdot 10^{-8}$

3) $1 \cdot 10^{-6}$

4) Осадок образуется при любой концентрации сульфат-иона, так как сульфат бария малорастворимое вещество

12. Как влияет на растворимость AgCl 0,2 М раствор KNO₃? _____

1) Растворимость малорастворимого вещества в присутствии сильного электролита увеличивается ~ в 1,5 раза;

2) Растворимость малорастворимого вещества в присутствии сильного электролита уменьшается ~ в 1,5 раза;

3) Присутствие сильного электролита не влияет на растворимость малорастворимого вещества;

4) Растворимость малорастворимого вещества не изменяется, так как является постоянной величиной

13. При добавлении к раствору муравьиной кислоты формиата натрия: _____

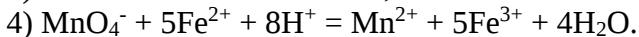
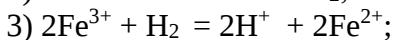
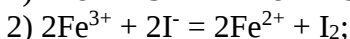
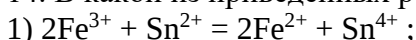
1) усиливается диссоциация кислоты;

2) усиливается диссоциация соли;

3) подавляется диссоциация кислоты;

4) подавляется диссоциация соли.

14. В какой из приведенных реакций железо является восстановителем: _____



15. Для реакции $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$ уравнение Нернста имеет вид:

1) $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}] \cdot [H^+]^8}$ 2) $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[MnO_4^-] \cdot [H^+]^8}{[Mn^{2+}]}$

3) $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]}$ 4) $E = E_0 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{[Mn^{2+}] \cdot [H^+]^8}{[MnO_4^-]}$

16. Для фиксации точки эквивалентности при титровании раствора CH₃COOH раствором NaOH _____

1) следует использовать фенолфталеин;

2) следует использовать метиловый оранжевый;

3) можно использовать оба индикатора;

4) нельзя использовать фенолфталеин.

17. При 4 измерениях объёма раствора по бюретке получено среднее арифметическое значение $9,15452 \text{ см}^3$. Результат должен быть представлен следующим образом: _____ см^3

- 1) 9,1545 2) 9,155 3) 9,15 4) 9,2

18. В арбитражном анализе доверительную вероятность (P) принимают равной _____

- 1) 0,90 2) 0,95 3) 0,99 4) 1,00

19. При определении содержания хрома(VI) в растворе получены следующие значения (%): $x_1 = 4,61$; $x_2 = 4,84$; $x_3 = 4,64$ и $x_4 = 4,80$. Результат определения: _____

- 1) 4,7225 2) 4,723 3) 4,72 4) $4,72 \pm 0,18$

20. При анализе стандартного образца, содержащего 1,48% серебра, был получен результат $y = 1,36 \pm 0,09(\%)$. Сделайте вывод о правильности проведённого анализа _____

- 1) Получен правильный результат 2) Результат занижен
3) Результат завышен 4) Систематической погрешности нет

Примерные варианты контрольной работы по дисциплине

Вариант 1

1. В 500 мл раствора содержится 2,6578 г Na_2CO_3 . Вычислить молярную концентрацию эквивалента раствора Na_2CO_3 , если при его нейтрализации образуется CO_2 .

2. Какой объем раствора серной кислоты с массовой долей 9,3 % ($\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$) потребуется для приготовления 40 мл 0,35 М раствора H_2SO_4 ?

3. Рассчитать pH и pOH 0,03 М раствора $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($K_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

4. Что такое точка эквивалентности? В какой области pH (кислой, щелочной, нейтральной) лежит точка эквивалентности при титровании раствора:

- а) сильной кислоты сильным основанием;
б) слабой кислоты сильным основанием? Приведите примеры.

5. В 200 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 1,64 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора ($K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

6. Массовую долю (%) CuO в минерале методом иодометрии определили 38,20, 38,00 37,66. Оцените доверительный интервал и представьте результат анализа.

7. При анализе топаза получили следующие данные о содержании в нём оксида алюминия (%): 53,96, 54,15, 54,05, 54,08 и 54,32. Является ли последний результат промахом?

Вариант 2

1. Навеску $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 0,6000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. Вычислите молярную концентрацию эквивалента полученного раствора.

2. Какой объем раствора карбоната натрия с массовой долей 15 % ($\rho = 1,16 \text{ г/см}^3$) потребуется для приготовления 250 мл 0,45 М раствора Na_2CO_3 ?

3. Рассчитайте $[\text{H}^+]$ и pH 0,002 М раствора муравьиной кислоты HCOOH ($K_{\text{HCOOH}} = 1,8 \cdot 10^{-4}$).

4. Что называется кривой титрования? Для какой цели строят кривые титрования?

5. К 100 мл 0,2 М раствора муравьиной кислоты прибавили 50 мл формиата натрия HCOONa с концентрацией 0,05 моль/л. Рассчитайте pH буферного раствора. ($K_{\text{HCOOH}} = 1,8 \cdot 10^{-4}$).

6. Содержание активного хлора в хлорной извести найдено (%): 37,11, 37,02, 37,18, 37,27 и 37,15. Оцените наличие грубых погрешностей, доверительный интервал и представьте результат анализа.

7. Имеется ли систематическая погрешность при определении платины, если при анализе

стандартного образца, содержащего 85,97 % платины, получены результаты (%): 85,97, 85,71, 85,84 и 85,79?

Вариант 3

1. Рассчитайте массу навески $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, необходимую для приготовления 250,0 мл 0,15 н. раствора.

2. Для приготовления 500 мл раствора было взято 20,00 мл хлороводородной кислоты с $\omega = 36\%$, $\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

3. Рассчитайте $[\text{H}^+]$ и pH 0,2 М раствора уксусной кислоты CH_3COOH ($K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

4. Почему при кислотно-основном титровании pH в точке эквивалентности не всегда равен 7? Приведите примеры.

5. К 50 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты прибавили 50 мл 0,5 М раствора ацетата натрия. Рассчитайте pH буферного раствора. ($K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

6. В серебряной монете при определении серебра получены значения (%): 90,04, 90,12, 89,92, 89,94, 90,08, 90,02. Вычислите стандартное отклонение единичного результата и доверительный интервал, представьте результат анализа.

7. При определении сульфат-иона гравиметрическим методом получены следующие результаты (%): 15,51, 15,45, 15,48, 15,53 и 16,21. Является ли последний результат грубой погрешностью?

Вариант 4

1. Навеску щелочи массой 0,5341 г, содержащей 92 % NaOH и 8 % индифферентных примесей, растворили и довели до метки в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

2. Как приготовить 1000 мл 0,05 М раствора уксусной кислоты из ее 45 %-ного раствора ($\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$).

3. Рассчитайте $[\text{H}^+]$ и pH 0,005 М раствора ацетата натрия CH_3COONa ($K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

4. Какими способами подбирают индикаторы при кислотно-основном титровании?

5. В 500 мл 0,02 М раствора $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ растворено 3,36 г хлорида аммония. Рассчитайте pH буферного раствора. ($K_{\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

6. При определении кальция гравиметрическим методом получены результаты (%): 12,86, 12,90, 12,93 и 12,84. Вычислите выборочное стандартное отклонение среднего результата и доверительный интервал. Представьте результат анализа.

7. При анализе апатита получили следующие значения содержания в нём оксида фосфора(V) (%): 35,11, 35,14, 35,18, 35,21 и 35,42. Является ли последний результат грубой погрешностью?

Примерные темы рефератов по дисциплине

1. Тест-методы в экологическом анализе.
2. Спектрофотометрические методы анализа.
3. Органические реагенты в аналитической химии.
4. Тонкослойная хроматография как метод анализа.
5. ААС и её применение для определения тяжёлых металлов.
6. Ионметрический метод анализа.
7. Бумажная хроматография как метод анализа.
8. Масс-спектрометрия органических соединений.
9. Методы определения сульфат-иона.
10. Ионметрические методы анализа.
11. Методы определения нитрит-иона.
12. Индикаторы в кислотно-основном титровании и механизмы их действия.
13. Индикаторы в титриметрических методах определения металлов и механизмы их действия.

14. Случайные погрешности результата на примере гравиметрического и титриметрического методов анализа.
15. ТСХ как метод определения ионов и веществ.
16. СПАВ и методы их определения.
17. Методы обнаружения и определения алюминия.
18. Маскирование как метод повышения селективности анализа.
19. Микроволновое излучение в неорганическом анализе.
20. Газо-жидкостная хроматография.
21. Методы анализа природной воды.
22. Методы анализа пищевых продуктов.
23. Методы определения тяжелых металлов в окружающей среде.
24. Жидкостная распределительная хроматография.
25. Методы анализа сточных вод.

Форма отчетности: защита реферата

Контрольные вопросы и задачи к экзамену по дисциплине «Аналитическая химия»

Вопросы

1. Аналитическая химия как наука. Значение аналитической химии для развития науки и техники. Химический анализ. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ. Предмет и задачи качественного и количественного анализа.
2. Способы выражения концентрации растворов: молярная концентрация; молярная концентрация эквивалента; массовая доля (процентная концентрация). Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Фактор эквивалентности.
3. Закон эквивалентов и его применение в химическом анализе.
4. Закон действия масс как теоретическая основа химических методов анализа. Скорость химической реакции. Равновесные системы. Константа равновесия.
5. Слабые электролиты. Степень электролитической диссоциации. Закон разбавления Оствальда. Условия смещения ионных равновесий. Вычисление рН в растворах слабых кислот и оснований.
6. Водные растворы сильных электролитов. Ионная сила раствора. Активность. Коэффициент активности и его роль в представлении количественных отношений в аналитических системах. Расчет величин коэффициентов активности.
7. Ионное произведение воды. Водородный показатель рН. Шкала рН. Протяженность шкалы рН. Вычисление рН различных растворов.
8. Гидролиз солей. Буферные системы и их значение в аналитической химии. Расчет рН буферных систем: теория, примеры. Буферные системы в природе.
9. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Растворимость малорастворимых соединений в воде в отсутствие конкурирующих процессов. Условия образования и растворения осадков.
10. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Влияние одноименного иона на растворимость малорастворимого электролита.
11. Равновесие в гетерогенной системе. Константа растворимости. Правило произведения растворимости. Влияние сильных электролитов на растворимость малорастворимых соединений (солевой эффект). Приведите примеры.
12. Качественный анализ. Задачи качественного анализа. Методы выполнения качественного анализа: химические, физико-химические и физические. Виды качественного анализа: макро-, полумикро-, микро- и ультрамикрометоды, сухой и мокрый виды анализа, микрокристаллоскопия, капельный и хроматографический анализ, систематический и дробный анализ.
13. Кислотно-основная схема систематического качественного анализа катионов. Свойства катионов, используемые в качественном анализе.

14. Хлорид-сульфатная схема систематического анализа анионов. Аналитические группы анионов. Групповые реагенты. Частные реакции основных анионов.

15. Титриметрический анализ. Сущность метода. Виды титрования: прямое, обратное, косвенное. Методы титриметрического анализа: кислотно-основное, комплексонометрическое, осадительное, окислительно-восстановительное.

16. Кислотно-основное титрование. Точка эквивалентности. Индикаторы кислотно-основного титрования.

17. Кривая титрования сильной кислоты щелочью. Точка эквивалентности. Скачок титрования. Выбор индикатора.

18. Вычисления в титриметрическом анализе. Стандартные растворы. Измерительная посуда для титриметрического анализа.

19. Окислительно-восстановительные процессы в аналитической химии. Уравнение Нернста. Перманганатометрическое титрование.

20. Комплексонометрическое титрование. Применение комплексонометрического титрования в анализе объектов окружающей среды.

21. Гравиметрия. Сущность метода. Реагенты для гравиметрии. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Условия выпадения осадков и получения чистых осадков строго определенного состава. Фильтрование, промывание, высушивание и прокаливание осадка.

22. Гравиметрия. Сущность метода. Понятие о методе отгонки. Особенности гравиметрии как метода анализа.

23. Технический контроль. Пробоотбор. Пробоподготовка. Реактивы, применяемые в химическом анализе. Квалификация и хранение реактивов.

24. Области применения и значение статистической обработки результатов исследования. Значащие цифры и правила их округления (приведите примеры). Способы проверки правильности результата. Стандартные образцы состава и эталоны. Типы погрешностей: систематическая и случайная, абсолютная и относительная.

25. Определение карбонатной жесткости питьевой и природной воды.

Задачи по качественному анализу (примеры):

Предложите ход анализа смесей сухих солей, содержащих перечисленные ниже катионы и анионы. Изложите ход анализа, опишите наблюдаемые эффекты и напишите уравнения реакций:

1. Na^+ , Pb^{2+} , Ca^{2+} , NO_3^-
2. K^+ , Zn^{2+} , Co^{2+} , Cl^-
3. NH_4^+ , Al^{3+} , Cl^- , NO_3^-
4. Ca^{2+} , Fe^{2+} , Sn^{2+} , Cl^-
5. NH_4^+ , Mn^{2+} , Ni^{2+} , SO_4^{2-}
6. NH_4^+ , Cr^{3+} , SO_4^{2-} , NO_3^-
7. Na^+ , K^+ , Cl^- , NO_3^-
8. NH_4^+ , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}
9. Na^+ , Ca^{2+} , Cu^{2+} , SO_4^{2-}
10. K^+ , Cr^{3+} , Ca^{2+} , NO_3^-
11. K^+ , Na^+ , NH_4^+ , SO_4^{2-}

Докажите, что в составе смеси не содержатся другие катионы и анионы из перечня: (катионы): NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Pb^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Sn^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} и (анионы): SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- .

Расчетные задачи (примеры):

Метрология:

1. Содержание оксида железа(III) в руде определяли перманганатометрически и комплексонометрически. Получили следующие результаты (в %): 60,35, 61,11, 61,36 в первом случае и 58,95, 58,98 и 59,63 во втором. Существует ли статистически значимая разница между результатами анализа?
2. При определении содержания свинца в сплаве получены результаты (в %): 12,50, 12,54, 12,52, 12,58 и 12,25. Оцените наличие грубых промахов, найдите доверительный интервал.
3. При анализе стандартного образца, содержащего 1,95% серебра, получены следующие результаты (%): 1,90, 1,95, 1,97, 1,96, 1,90. Рассчитайте стандартное отклонение, доверительный интервал и сделайте выводы о возможной систематической неопределенности.

Вычисление pH различных растворов:

1. Рассчитайте pH раствора H_2SO_4 с массовой долей: 0,5%; 10%, 20%. (с – см. справочники)
2. Рассчитайте pH раствора CH_3COOH с массовой долей 1%; 15% и 40%
3. Рассчитайте pH 0,25 М H_2SO_4 .
4. Рассчитайте pH раствора аммиака с массовой долей 15 %.
5. Рассчитайте pH 0,01 М аммиачной буферной смеси, содержащей 50% аммиака.
6. В 250 см³ 0,05 М раствора HCOOH растворили 1,7 г безводного формиата натрия. Рассчитайте pH буферной смеси.
7. При каком значении pH следует закончить титрование 0,1 М раствора аммиака 0,1 н. раствором серной кислоты.
8. В 400 см³ 0,1 М раствора уксусной кислоты содержится 3,28 г безводного ацетата натрия. Рассчитайте pH раствора?
9. Рассчитайте pH 0,01 М ацетатных буферных смесей, содержащих равные количества ацетата натрия и уксусной кислоты и 33 % уксусной кислоты и 67 % ацетата натрия.

Титриметрический анализ:

1. Рассчитайте массу навески для приготовления 1 дм³ 0,10 н. раствора: а) Na_2CO_3 , б) $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, в) KMnO_4 (для реакции в кислой среде), г) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (для иодометрического определения); д) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (для иодометрического определения.); е) NaOH .
Какие из перечисленных растворов можно считать стандартными, почему?
2. Рассчитайте погрешность титрования 0,1 М раствора NaOH 0,1 М раствором HCl по метиловому красному (pT 5,2) и тимолфталейну (pT 9,9).
3. Рассчитайте погрешность титрования 0,1 М раствора аммиака 0,1 М раствором хлороводородной кислоты по тимолфталейну (pT 9,9) и фенолфталейну (pT 9,0).
4. Постройте кривую титрования 0,1 М раствора CH_3COOH 0,1 М раствором гидроксида натрия (возможны варианты), дайте определения понятиям точки эквивалентности, скачок титрования, выберите индикатор для фиксации точки эквивалентности.
5. На титрование 20,00 см³ раствора, содержащего гидроксид и карбонат натрия, 0,10 М раствором соляной кислоты с фенолфталейном затратили 15,00 см³, а с метиловым оранжевым - 17,50 см³ кислоты. Вычислите массы каждого из компонентов в анализируемой смеси. Рассчитайте их массовые доли.
6. На титрование 15,00 см³ раствора соли Мора затратили 21,50 см³ 0,100 н. раствора KMnO_4 в сернокислой среде. Вычислите массу железа, содержащуюся в растворе. Напишите уравнение реакции.
7. 2,400 г дихромата калия растворили в воде в мерной колбе вместимостью 500 см³. К 20,00 см³ этого раствора добавили иодид калия (избыток) и хлороводородную кислоту. На титрование образовавшегося иода затратили 20,86 см³ раствора тиосульфата натрия. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора тиосульфата натрия. Напи-

шите уравнения реакций.

8. 9,530 г тетрабората натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ растворили в воде в мерной колбе вместимостью 250 см^3 . На титрование $10,00 \text{ см}^3$ полученного раствора в присутствии индикатора метилового оранжевого затратили $12,80 \text{ см}^3$ хлороводородной кислоты. Вычислите молярную концентрацию кислоты.

Окислительно-восстановительные реакции:

1. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ пары $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ в $0,01 \text{ М}$ растворе CH_3COOH . $C(\text{Fe}^{3+, 2+}) = 1 \cdot 10^{-4} \text{ моль/дм}^3$.
2. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ пары $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ в дистиллированной воде и в $0,2 \text{ н.}$ растворе серной кислоты. $C(\text{Fe}^{3+, 2+}) = 0,01 \text{ моль/дм}^3$.
3. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ пары $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$ в $0,5 \text{ М}$ растворе H_2SO_4 . $C(\text{Ce}^{4+, 3+}) = 0,001 \text{ моль/дм}^3$.
4. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ $0,1 \text{ н.}$ раствора пары $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ в $1,0 \text{ н.}$ растворе серной кислоты. $C(\text{Fe}^{3+, 2+}) = 0,0001 \text{ моль/дм}^3$.
5. Постройте кривую титрования $0,1 \text{ М}$ раствора соли Fe^{2+} $0,1 \text{ н.}$ раствором дихромат-иона в $1,0 \text{ н.}$ серной кислоте.
6. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ пары $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$ в $0,1 \text{ н.}$ серной кислоте. $C(\text{Ce}^{4+, 3+}) = 0,01 \text{ моль/дм}^3$.
7. Рассчитайте величину $E_{1/2}$ пары $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ в $0,5 \text{ М}$ растворе хлороводородной кислоты. $C(\text{Fe}^{3+, 2+}) = 0,01 \text{ моль/дм}^3$.

Растворимость осадков:

1. Рассчитайте растворимость сульфата бария в дистиллированной воде и в $0,001 \text{ М}$ растворе сульфата натрия.
2. $0,5610 \text{ г}$ хлорида серебра промыли 250 см^3 дистиллированной воды. Вычислите потерю массы в % за счет растворимости осадка. ($K_s(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$)
3. Вычислите интервал значений pH, при котором обеспечивается количественное разделение ионов Fe^{3+} и Mg^{2+} в виде гидроксидов.
4. Рассчитайте растворимость оксалата кальция в $0,001 \text{ М}$ растворе оксалата натрия без учета и с учетом ионной силы раствора.
5. Рассчитайте концентрацию ионов $[\text{Hg}_2]^{2+}$ в насыщенном растворе Hg_2Cl_2
6. Образуется ли осадок CdS , если к $0,01 \text{ М}$ раствору соли состава $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ добавить равный объем $0,1 \text{ М}$ раствора сульфида натрия?

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Система университетского образования базируется на рациональном сочетании нескольких видов учебной деятельности, в том числе лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы обучающихся.

Самостоятельная работа направлена на увеличение объема знаний обучающихся в области актуальных проблем аналитической химии, и реализации использования полученных знаний на практике.

Самостоятельная работа обучающихся предполагает работу с дополнительными информационными источниками, самостоятельными исследованиями, а также работу с электронными источниками.

Использование разнообразных типов вопросов в контрольных заданиях позволяет проверить их знания. Такие контрольные позволяют проверить закрепление теоретического материала, умение решать задачи по аналитической химии. Написание и разработка рефера-

тивных тем позволяет определить глубину знаний в областях аналитической химии и способность обучающимся свободно оперировать специальной терминологией ее разделов.

Дополнительными информационными источниками является посещение лекций, ведущих ученых.

Критерии балльно - рейтинговой оценки знаний

Итоговая оценка знаний обучающихся по аналитической химии в 4 семестре составляет 100 баллов, которые конвертируется в «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» (промежуточная форма контроля – экзамен).

81–100 баллов	«отлично»
61-80	«хорошо»
41-60	«удовлетворительно»
21- 40	«неудовлетворительно»
0-20	Не аттестован

Текущий контроль освоения компетенций обучающимся оценивается из суммы набранных баллов в соответствии с уровнем сформированности компетенций: пороговым или продвинутым. При этом учитывается посещаемость обучающимся лекций, лабораторных занятий, активность обучающегося на лабораторных занятиях, результаты промежуточных письменных и устных контрольных опросов, итоги контрольных работ (тестов), участие обучающихся в научной работе (например, написание рефератов, докладов, выступления на научных конференциях и т.п.). Каждый компонент имеет соответствующий удельный вес в баллах:

- контроль посещений – 20 баллов,
- опрос и собеседование – 20 баллов
- ведение лабораторной тетради– 10 баллов;
- тестовый контроль – 10 баллов.
- контрольная работа - 10
- реферат 10 баллов,
- экзамен – 20 баллов.

При проведении экзамена учитывается посещаемость обучающимся лекционных занятий, активность на лабораторных занятиях, выполнение самостоятельной работы, отработка занятий, пропущенных по уважительной причине:

15-20 баллов – регулярное посещение занятий, высокая активность на лабораторных занятиях, содержание и изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, обучающийся показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.

10-14 баллов – систематическое посещение занятий, участие в лабораторных занятиях, единичные пропуски по уважительной причине и их отработка, изложение материала носит преимущественно описательный характер, обучающийся показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения.

5-9 балла – нерегулярное посещение занятий, низкая активность на лабораторных занятиях, обучающийся показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы.

0-4 балла – регулярные пропуски занятий и отсутствие активности работы, обучающийся показал незнание материала по содержанию дисциплины.

Для оценки рефератов используются следующие критерии:

10-8 баллов – содержание соответствует поставленным цели и задачам, изложение материала отличается логичностью и смысловой завершенностью, обучающийся показал владение материалом, умение четко, аргументировано и корректно отвечать на

поставленные вопросы, отстаивать собственную точку зрения.

7-5 баллов – содержание недостаточно полно соответствует поставленным цели и задаче исследования, работа выполнена на недостаточно широкой базе источников и не учитывает новейшие достижения в области химической экологии, изложение материала носит преимущественно описательный характер, обучающийся показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения.

4-2 балла – содержание не отражает особенности проблематики избранной темы; содержание работы не полностью соответствует поставленным задачам, база источников является фрагментарной и не позволяет качественно решить все поставленные в работе задачи, работа не учитывает новейшие достижения историографии темы, обучающийся показал неуверенное владение материалом, неумение отстаивать собственную позицию и отвечать на вопросы.

1-0 балла – работа не имеет логичной структуры, содержание работы в основном не соответствует теме, база источников исследования является недостаточной для решения поставленных задач, обучающийся показал неуверенное владение материалом, неумение формулировать собственную позицию.

Для оценки тестовых работ используются следующие критерии:

0-29 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно» (2-балла);

30-59% – «удовлетворительно» (3-5 баллов);

60-79% – «хорошо» (6-8 баллов);

80-100% – «отлично» (8-10 баллов).

Шкала оценивания контрольной работы

Показатель	Балл
Работа выполнена полностью и без существенных ошибок	8-10
Работа выполнена частично (41-80%)	5-7
Работа выполнена менее, чем на 40% или содержит грубые ошибки	2-4
Работа не выполнена	0-1

Максимальное количество баллов –10

Шкала оценивания опроса и собеседования

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Опрос и собеседование	Свободное владение материалом	4
	Достаточное усвоение материала	3
	Поверхностное усвоение материала	1-2
	Неудовлетворительное усвоение материала	0

Максимальное количество баллов – 20 (по 4 балла за каждый опрос).

Шкала оценивания ведения лабораторной тетради

Уровень оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Ведение лабораторной тетради	Работа выполнена полностью (81%) и без существенных ошибок	8-10
	Работа выполнена частично (41%-80%) или с небольшими ошибками	6-7
	Работа выполнена менее чем на 40% или содержит грубые ошибки	5
	Работа не выполнена	0

Максимальное количество баллов – 10.

Шкала оценивания ответа на экзамене

Показатель	Балл
Обучающийся обнаруживает высокий уровень овладения теорией вопроса, знание терминологии, умение давать определения понятиям, Знание персоналий, сопряженных с теоретическим вопросом, Умение проиллюстрировать явление практическими примерами, дает полные ответы на вопросы с приведением примеров и/или пояснений.	20
Обучающийся недостаточно полно освещает теоретический вопрос, определения даются без собственных объяснений и дополнений, ответы на вопросы полные с приведением примеров	15
Обучающийся обнаруживает недостаточно глубокое понимание теоретического вопроса, Определения даются с некоторыми неточностями, дает ответы только на элементарные вопросы, число примеров ограничено	10
Обучающийся обнаруживает незнание основных понятий и определений, не умеет делать выводы, показывает крайне слабое знание программного материала.	5

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература.

1. Александрова, Э.А. Аналитическая химия: учебник и практикум для вузов в 2-х кн. / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2019. — Текст : электронный. — Режим доступа:

<https://biblio-online.ru/book/analiticheskaya-himiya-v-2-knigah-kniga-1-himicheskie-metody-analiza-428031>

<https://biblio-online.ru/book/analiticheskaya-himiya-v-2-knigah-kniga-2-fiziko-himicheskie-metody-analiza-428032>

2. Вершинин, В.И. Аналитическая химия [Текст]: учебник / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. - 2-е изд. - СПб.: Лань, 2017. - 428с.

3. Никитина, Н.Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст] : учебник и практикум для вузов / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина. - 4-е изд. - М. : Юрайт, 2019. - 394с.

6.2. Дополнительная литература:

1. Александрова, Т.П. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - Новосибирск: НГТУ, 2016. — 76с. — Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229518.html>

2. Александрова, Т.П. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - Новосибирск : НГТУ, 2016. — 106. — Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230330.html>

3. Аналитическая химия : учеб. пособие для вузов / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2019. — 107 с.— Текст : электронный. — Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/analiticheskaya-himiya-444111>

4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Текст]: учебник для вузов в 2-х т. / Ищенко А.А., ред. - М. : Академия, 2014.

5. Борисов, А.Н. Аналитическая химия. Расчеты в количественном анализе [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / А. Н. Борисов, И. Ю. Тихомирова. — 2-е изд. — М.: Юрайт, 2018. — 119 с. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/FA5DED9A-55D8-444B-B6AB-472542921666.

6. Жебентяев, А.И. Аналитическая химия. Химические методы анализа [Текст]: учеб.пособие для вузов / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. - 2-е изд. - М. : Ин-

фра-М, 2014. - 542с.

7. Жебентяев А.И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: учеб. пособие / Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е. М.: ИНФРА-М, 2014. 542 с.

8. Подкорытов, А. Л. Аналитическая химия. Окислительно-восстановительное титрование [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / А. Л. Подкорытов, Л. К. Неудачина, С. А. Штин. — М. : Юрайт, 2018. — 60 с. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/1DBE7179-E7D7-412C-922C-840DB6B32463.

9. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс]. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 688с. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429341.html>

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. [http://www /Cemport.ru](http://www/Cemport.ru),
2. <http://www.rushim.ru>
3. <http://www. Alhimir.ru>
4. <http://znanium.com/catalog.php>
5. <http://ru.encydia.com/en/>
6. <http://www.lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia>
7. <http://slovari.yandex.ru/>
8. <http://www.for-stvдents.ru/details/neorganicheskaya-himii-v-3-h-tomah.html>
9. <http://www.for-stvдents.ru/details/kurs-obschey-himii.html>
10. <http://www.iprbookshop.ru/analiticheskaya-ximiya-i-fiziko-ximicheskie-metodyi-analiza-uchebnoe-posobie.html>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические рекомендации к лекциям

Лекция представляет собой логическое изложение материала в соответствии с планом лекции, который сообщается обучающимся в начале каждой лекции, и имеет законченную форму, т. е. содержит пункты, позволяющие охватить весь материал, который требуется довести до обучающихся. Содержание каждой лекции имеет определенную направленность и учитывает уровень подготовки обучающихся.

Лекции по «Аналитической химии», по необходимости, сопровождаются демонстрационными химическими экспериментами и проводятся с мультимедийным сопровождением.

Обучающийся должен иметь лекционную тетрадь, в которой он должен аккуратно вести записи, выделяя определения терминов, формулировки законов, выводы. Для эффективной работы на лекции необходимо выработать для себя понятную систему сокращений слов. Каждый раздел или новое положение лекции полезно начинать с красной строки и использовать для выделения текста цветные маркеры.

Пропущенные лекции обучающийся восполняет конспектированием соответствующего раздела учебника.

Содержание дисциплины «Аналитическая химия»

Раздел 1. Качественный химический анализ

Тема 1. Введение. Значение аналитической химии для развития науки и техники. История и периодизация развития аналитической химии. Роль российских ученых в развитии аналитической химии.

Химический анализ. Объекты анализа. Качественный и количественный анализ. Реактивы, применяемые в химическом анализе. Квалификация реактивов. Хранение реактивов.

Методика анализа. Относительные и абсолютные методы. Чувствительность, избирательность и технологичность методики. Точностные характеристики. Аналитический сигнал. Полезный сигнал и сигнал фона. Контрольный (нулевой) опыт.

Задачи качественного анализа. Методы выполнения качественного анализа: химические, физико-химические и физические. Виды качественного анализа: макро-, полумикро-, микро- и ультрамикрометоды, сухой и мокрый виды анализа, микро-кристаллоскопия, капельный, хроматографический анализ, систематический и дробный анализ.

Схемы систематического качественного анализа: сульфидная, аммиачно-фосфатная и кислотно-основная. Свойства элементов, используемые в качественном анализе. Связь аналитических свойств элементов с их положением в Периодической системе элементов. Кислотно-основная схема систематического качественного анализа смеси катионов. Отношение катионов и анионов к разбавленным кислотам и основаниям. Кислотно-основная схема анализа катионов I - VI аналитических групп. Состав групп. Групповые реагенты. Частные реакции отдельных катионов. Систематический анализ сложных смесей.

Хлорид-сульфатная схема систематического анализа анионов. Аналитические группы анионов. Частные реакции анионов.

Дробный анализ. Область применения. Специфические реакции катионов и анионов: выделение газа, образование осадка, колориметрические, люминесцентные, экстракционно-колориметрические, окрашивания пламени.

Анализ смесей сухих солей.

Раздел 2. Химическое равновесие в гомогенных системах.

Тема 1. Закон действия масс. Химическое равновесие. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации.

Единицы количества вещества. Моль. Молярная масса. Молярный объем. Способы выражения концентрации: молярная концентрация; массовая концентрация; объемная концентрация; доли и процентная концентрация. Эквивалент, молярная концентрация эквивалента.

Скорость химической реакции. Закон действия масс. Закон эквивалентов. Законы эквивалентов и действия масс как теоретическая основа химических методов анализа.

Равновесные системы. Закон действия масс в применении к равновесным системам. Константа равновесия. Степень диссоциации. Условия смещения ионных равновесий. Влияние одноименного иона. Границы применимости закона действующих масс.

Тема 2. Состояние сильных электролитов в растворе. Диссоциация воды. Вычисление pH различных растворов.

Равновесия в гомогенных системах. Растворы. Водные растворы. Строение молекулы воды и продуктов гидратации растворенных веществ. Современные представления о природе кислот и оснований. Ионное произведение воды. Водородный показатель (pH). Шкала pH. Протяженность шкалы pH. Вычисление pH различных растворов. Гидролиз солей в химическом анализе. Буферные растворы.

Гидролиз солей. Буферные системы и их значение в аналитической химии. Буферные системы в природе. Вычисление pH буферных растворов.

Тема 3. Окислительно-восстановительные реакции в химическом анализе.

Окислительно-восстановительные процессы в аналитической химии. Обратимые окислительно-восстановительные реакции. Уравнение Нернста. Стандартный (нормальный) электродный потенциал. Факторы, определяющие величину реального электродного потенциала системы: ионная сила, кислотность, удаление или связывание одного компонента реакции. Примеры применяемых в аналитической химии окислительно-восстановительных реакций.

Раздел 3. Химическое равновесие в гетерогенных системах.

Тема 1. Растворимость и константа растворимости (произведение растворимости). Последовательность образования осадков. Условия образования и растворения осадков. Влияние на растворимость осадков ионной силы раствора, одноименных ионов.

Равновесия в гетерогенной системе. Константа растворимости. Растворимость малорастворимых соединений в воде в отсутствие конкурирующих процессов. Влияние электроли-

тов на растворимость малорастворимых соединений: солевой эффект, влияние одноименного иона. Влияние конкурирующих реакций на растворимость осадков (протолитические реакции, гидролиз, комплексообразование). Зависимость процесса растворения от внешних факторов: температуры, давления. Зависимость растворимости от свойств растворителя. Время достижения равновесия. Применение правила произведения растворимости в анализе и его ограничения.

Осаждение. Образование, модификация и превращение осадков. Условия выпадения осадков. Совместное осаждение. Причины загрязнения осадков: адсорбция, окклюзия, сокристаллизация, изоморфное замещение. Факторы, влияющие на полноту осаждения. Коллоидные растворы. Коагуляция и пептизация.

Раздел 4. Количественный анализ

Тема 1. Титриметрические методы анализа

Аналитическая сервисная служба. Технический контроль. Пробоотбор. Пробоподготовка.

Отбор проб различных веществ. Получение лабораторной пробы. Потери определяемого вещества и загрязнение пробы в процессе ее отбора и хранения.

Разложение пробы. «Мокрые» способы разложения пробы. «Сухие» способы разложения пробы. Применение МВИ в процессах пробоподготовки. Причины погрешностей при разложении пробы.

Расчеты, связанные с приготовлением растворов и титрованием

Предмет и задачи количественного анализа. Количественное выражение химических законов, закономерностей и правил.

Титриметрия. Сущность метода. Виды титрования: прямое, обратное, косвенное. Методы титриметрического анализа: кислотно-основное, комплексо- и комплексонометрическое, осадительное и окислительно-восстановительное титрование. Титранты. Кривые титрования. Скачок титрования. Техника титрования. Фиксаналы. Особенности титриметрии как метода анализа.

Кислотно-основное титрование. Ацидометрия и алкалиметрия. Вещества, применяемые для установки титра раствора титранта. Кривые титрования. Кислотно-основные индикаторы. Механизмы их действия. Интервал перехода. Влияние ионной силы и концентрации индикатора. Индикаторные погрешности.

Окислительно-восстановительное титрование. Окислительно-восстановительные системы применяемые в титриметрии. Расчет потенциала системы в точке эквивалентности. Кривые титрования. Индикаторы для окислительно-восстановительного титрования, механизмы их действия. Перманганатометрическое титрование. Иодометрическое титрование.

Тема 2. Гравиметрические методы анализа

Гравиметрия. Сущность метода. Взвешивание. Аналитические весы. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Условия выпадения осадков и получения чистых осадков строго определенного состава. Фильтрование, промывание, высушивание и прокаливание осадка. Реагенты для гравиметрии. Понятие о методе отгонки. Особенности гравиметрии как метода анализа.

Тема 3. Метрологические характеристики методов анализа

Статистическая обработка количественных измерений. Области применения и значение статистической обработки результатов исследования. Значащие цифры и их определение. Правила округления.

Метрология количественных измерений. Области применения и роль метрологической обработки результата исследования. Типы погрешностей: систематическая, случайная, абсолютная, относительная. Источники систематических погрешностей: инструментальные, методические, реактивные. Учет систематических погрешностей. Исключение промахов.

Способы проверки правильности результата. Стандартные образцы состава и эталоны. Варьирование величины и разбавления пробы. Метод «введено – найдено». Проверка независимым методом.

Закон нормального распределения Гаусса. Дисперсия. t-Распределение. Коэффициент Стьюдента. Доверительная вероятность. Стандартное отклонение. Относительное стандартное отклонение. Результат анализа. Исключение промаха. Сопоставление методик анализа.

Распределение Пуассона. Градуировочный график. Его уравнение.

Методические рекомендации к лабораторным занятиям

Лабораторные занятия по курсу «Аналитическая химия» проводятся в соответствии с учебным планом и на основе утвержденной рабочей программы дисциплины (РПД). Материал, вычитанный на лекциях, закрепляется на лабораторных занятиях, во время выполнения лабораторных работ с модельными объектами исследования и реальными объектами окружающей среды.

Во время подготовки к работе и выполнения экспериментальной части работы обучающиеся оформляют лабораторную тетрадь. Лабораторная тетрадь является памяткой и первым справочником работающего в лаборатории, а также отчетом о выполненной работе. Лабораторную тетрадь обучающийся должен вести во время работы в лаборатории. Записи следует вести систематически, четко и аккуратно, по определенной схеме. Все записи лабораторных работ должны быть завершены к концу работы в лаборатории. Откладывание записи на следующий день не допускается. Записывать результаты опыта следует немедленно после выполнения аналитической операции. При ведении лабораторной тетради обучающиеся должны руководствоваться указаниями преподавателя.

Целью лабораторных занятий является закрепление теоретических знаний через выполнение практических заданий, обсуждение актуальных вопросов и более детальной их проработки. Лабораторные задания представляют собой набор заданий и вопросов, соответствующих заявленной теме.

Обучающимся заблаговременно сообщаются содержание и задачи предстоящего лабораторного занятия. Перед началом работ проводится предварительная беседа по изучаемому материалу, к которой обучающиеся готовятся, используя имеющиеся учебники и практикумы.

При подготовке к лабораторным занятиям прорабатывается каждый изучаемый вопрос, включая технику безопасности при работе с веществами и приборами, исходя из теоретических положений курса.

Преподаватель проверяет правильность написания уравнений реакций, решения задач, расчетов, метрологической обработки результатов анализов и оформления лабораторной тетради, вносит корректировки.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, и по возможности, с конкретными примерами и выводом. При этих условиях обучающийся не только хорошо усвоит материал, но и научится применять знания на практике, расширит научный кругозор, а также получит дополнительный стимул для активной проработки лекции.

В процессе изучения дисциплины обучающиеся выполняют ряд домашних заданий (список домашних заданий приводится в «Тематике лабораторных занятий»). Проводятся контрольные работы.

Отработка занятий, пропущенных по уважительной причине проводится по расписанию в специально установленные преподавателем часы. Преподаватель проводит беседу с обучающимися по теоретическому материалу занятия. По завершению работы обучающийся представляет заполненную лабораторную тетрадь, которая подписывается преподавателем.

К сдаче экзамена по аналитической химии допускаются обучающиеся, полностью выполнившие учебный план, получившие положительные оценки за контрольные работы.

Перечень лабораторных работ

1. Техника безопасности и приемы работы в аналитической лаборатории. Приемы работы полумикрометодом.

2. Обнаружение катионов I-VI аналитических групп дробным методом.
3. Обнаружение анионов I-III аналитических групп дробным методом.
4. Качественный анализ смеси сухих солей (итоговая задача).
5. Освоение техники взвешивания и пипетирования. Метрология аналитических работ. Калибровка мерной посуды.
6. Титриметрия. Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования сильной кислоты щёлочью и наоборот.
7. Приготовление рабочих растворов кислот и щелочей. Стандартизация раствора хлороводородной кислоты по тетраборату натрия.
8. Контрольная задача. Определение содержания гидроксида натрия (калия) в растворе неизвестной концентрации.
9. Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием. Приготовление рабочего раствора гидроксида натрия и установка его точной концентрации по щавелевой кислоте.
10. Определение кислотности пищевых продуктов.
11. Перманганатометрия. Приготовление рабочего раствора KMnO_4 и стандартного раствора щавелевой кислоты. Стандартизация раствора KMnO_4 по щавелевой кислоте.
12. Контрольная задача. Перманганатометрическое определение содержания железа(II) в препарате «соль Мора».
13. Иодометрия. Приготовление растворов для иодометрического определения. Определение точной концентрации раствора тиосульфата натрия по дибромату калия.
14. Контрольная задача. Иодометрическое определение меди(II) в растворе медного купороса.
15. Определение кристаллогидратной воды в кристаллогидрате хлорида бария гравиметрическим методом.

Качественный анализ катионов дробным методом

Содержание занятия и задание	Оборудование
Техника безопасности и приемы работы в аналитической лаборатории. Приемы работы полумикрометодом. 1. Техника безопасности с кислотами, щелочами, солями, растворителями, нагревательными приборами. Правила оказания первой помощи при работе в лаборатории. 2. Расположение растворов и оборудования в лаборатории 3. Оформление лабораторного журнала	Растворы: Кислоты и щелочи, $C = 1$ или 2 М, и конц., соли $C = 0,25 \text{ М}$, специальные реактивы. Оборудование: штативы с пробирками, водяная баня, предметные стекла, газовая горелка, держатели, сушильный шкаф, муфельная печь.
Обнаружение катионов I аналитической группы дробным методом. Частные реакции. 1. Частные реакции катиона аммония. 2. Маскирование катиона аммония 3. Частные реакции катиона калия 4. Частные реакции катиона натрия 5. Реакции окрашивания пламени газовой горелки катионами I-VI аналитических групп. Применение реакций окрашивания пламени в качественном анализе	Растворы: Кислоты и щелочи, $C = 1$ или 2 М, и конц., соли $C = 0,25 \text{ М}$, специальные реактивы. Оборудование: штативы с пробирками, водяная баня, предметные стекла, газовая горелка, держатели, сушильный шкаф, муфельная печь.
Обнаружение катионов II и III аналитических группы дробным методом. Частные реакции. 1. Частные реакции катиона свинца	Растворы: Кислоты и щелочи, $C = 1$ или 2 М, и конц., соли $C = 0,25 \text{ М}$, специальные

2. Частные реакции катиона кальция 3. Производство растворимости 4. Условия образования и растворения осадков	реактивы. Оборудование: штативы с пробирками, водяная баня, предметные стекла, газовая горелка, держатели, сушильный шкаф, муфельная печь.
Обнаружение катионов IV аналитической группы дробным методом. Частные реакции. 1. Частные реакции катиона алюминия. Выполнение реакции методом хроматографии на бумаге. 2. Частные реакции катиона цинка 3. Амфотерность 4. Частные реакции катиона олова(II) 5. Гидролиз солей 6. Частные реакции катиона хрома(III)	Растворы: Кислоты и щелочи, $C = 1$ или 2 М , и конц., соли $C = 0,25 \text{ М}$, специальные реактивы. Оборудование: штативы с пробирками, водяная баня, предметные стекла, газовая горелка, держатели, сушильный шкаф, муфельная печь.
Обнаружение катионов V аналитической группы дробным методом. Частные реакции. 1. Частные реакции катиона железа(II) 2. Частные реакции катиона железа(III) 3. Частные реакции катиона марганца(II) 4. Окислительно-восстановительные реакции	Растворы: Кислоты и щелочи, $C = 1$ или 2 М , и конц., соли $C = 0,25 \text{ М}$, специальные реактивы. Оборудование: штативы с пробирками, водяная баня, предметные стекла, газовая горелка, держатели, сушильный шкаф, муфельная печь.
Обнаружение катионов VI аналитической группы дробным методом. Частные реакции. 1. Частные реакции катиона меди(II) 2. Частные реакции катиона никеля(II) 3. Частные реакции катиона кобальта(II) 4. Комплексные соединения в качественном анализе катионов. Номенклатура комплексных соединений.	Растворы: Кислоты и щелочи, $C = 1$ или 2 М , и конц., соли $C = 0,25 \text{ М}$, специальные реактивы. Оборудование: штативы с пробирками, водяная баня, предметные стекла, газовая горелка, держатели, сушильный шкаф, муфельная печь.

Качественный анализ анионов дробным методом

Содержание занятия и задание	Оборудование
Обнаружение анионов I-III аналитических групп дробным методом. Частные реакции. 1. Частные реакции хлорид-иона 2. Частные реакции сульфат-иона 3. Частные реакции нитрат-иона	Растворы: Кислоты и щелочи, $C = 1$ или 2 М , и конц., соли $C = 0,25 \text{ М}$, специальные реактивы. Оборудование: штативы с пробирками, водяная баня, предметные стекла, газовая горелка, держатели, сушильный шкаф, муфельная печь.

Контрольная задача «Качественный анализ смеси сухих солей»

Содержание занятия и задание	Оборудование
Контрольная задача «Анализ смеси сухих солей»	Растворы: Кислоты и щелочи, $C = 1$ или 2 М , и

1.Знать все реакции катионов 2.Знать все реакции анионов 3.Знать реакции окрашивания пламени катионами 4.Знать порядок работы и аналитические сигналы при работе с групповыми реагентами 5.Оформить протокол контрольной задачи «Анализ смеси сухих солей» Примечание: все студенты получают разные контрольные задачи, т.е. задания индивидуальны.	конц., соли $C = 0,25 \text{ M}$, специальные реактивы. Оборудование: штативы с пробирками, водяная баня, предметные стекла, газовая горелка, держатели, сушильный шкаф, муфельная печь.
---	---

Количественный анализ

Титриметрический анализ

Содержание занятия и задание	Оборудование
Калибровка мерной посуды. Освоение техники взвешивания и пипетирования. Метрология аналитических работ. 1.Способы выражения концентраций растворов: процентная концентрация, молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента 2.Вычисление фактора эквивалентности различных веществ 3. Расчет доверительного интервала	Технохимические весы, аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, бюретки, химические стаканы разного объема, колбы для титрования вместимостью 100-150 и 200-250 мл растворы кислот, щелочей, солей, УИБ, растворы индикаторов фенолфталеина и метилового оранжевого.
Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования сильной кислоты щелочью и наоборот. 1.Техника измерения pH 2.Вычисление pH растворов сильных кислот и щелочей 3.Закон эквивалентов 4.Точка эквивалентности 5.Скачек титрования 6.Выбор индикатора при титровании сильных кислот и щелочей	Технохимические весы, аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, бюретки, химические стаканы разного объема, колбы для титрования вместимостью 100-150 и 200-250 мл растворы кислот, щелочей, солей, УИБ, растворы индикаторов фенолфталеина и метилового оранжевого.
Расчет и анализ кривых титрования сильной кислоты щелочью и наоборот. 1.Закон эквивалентов 2.Точка эквивалентности 3.Скачок титрования 4.Выбор индикатора при титровании сильных кислот и щелочей 5.Вычисление pH раствора в точке эквивалентности	Технохимические весы, аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, бюретки, химические стаканы разного объема, колбы для титрования вместимостью 100-150 и 200-250 мл растворы кислот, щелочей, солей, УИБ, растворы индикаторов фенолфталеина и метилового оранжевого.
Приготовление рабочих растворов кислот и щелочей. Стандартизация раствора хлороводородной кислоты по тетраборату натрия. 1.Вычисления в титриметрическом анализе 2.Выбор индикатора	Технохимические весы, аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, бюретки, химические стаканы разного объема, колбы для титрования вместимостью 100-150 и 200-250 мл растворы кислот, щелочей, солей, УИБ,

3.Первичные стандарты в титриметрическом анализе 4.Расчет массы навески для приготовления растворов для титриметрического анализа 5.Применение фиксаналов для приготовления растворов для титриметрического анализа 6.Метрологическая обработка результата анализа	растворы индикаторов фенолфталеина и метилового оранжевого.
Контрольная задача. Определение содержания гидроксида натрия (калия) в растворе неизвестной концентрации. 1.Вычисление массы гидроксида натрия 2.Метрологическая обработка результата анализа	Технохимические весы, аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, бюретки, химические стаканы разного объема, колбы для титрования вместимостью 100-150 и 200-250 мл растворы кислот, щелочей, солей, УИБ, растворы индикаторов фенолфталеина и метилового оранжевого.
Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием. 1.Закон эквивалентов 2.Точка эквивалентности 3.Скачок титрования 4.Выбор индикатора при титровании сильных кислот и щелочей 5.Вычисление pH раствора в точке эквивалентности 6.Приготовление рабочего раствора гидроксида натрия. 7.Установка его точной концентрации по щавелевой кислоте.	Технохимические весы, аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, бюретки, химические стаканы разного объема, колбы для титрования вместимостью 100-150 и 200-250 мл растворы кислот, щелочей, солей, УИБ, растворы индикаторов фенолфталеина и метилового оранжевого.
Определение кислотности пищевых продуктов. 1.Органические кислоты, определяющие качество и вкус пищевых продуктов 2.Вычисление pH раствора при титровании слабой кислоты щелочью. 3.Стандартизация гидроксида натрия по щавелевой кислоте 4.Определение кислотности молока 5.Определение кислотности кефира 6.Определение кислотности хлеба 7. Определение кислотности муки	Технохимические весы, аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, бюретки, химические стаканы разного объема, колбы для титрования вместимостью 100-150 и 200-250 мл растворы кислот, щелочей, солей, УИБ, растворы индикаторов фенолфталеина и метилового оранжевого.
Перманганатометрия. 1.Приготовление рабочего раствора KMnO_4. 2.Приготовление стандартного раствора щавелевой кислоты. 3.Стандартизация раствора KMnO_4 по щавелевой кислоте. 4.ОВР. 5.Вычисление фактора эквивалентности в	Технохимические весы, аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, бюретки, химические стаканы разного объема, колбы для титрования вместимостью 100-150 и 200-250 мл растворы кислот, щелочей, солей. Фиксаналы (или тв. реактивы) перманганата калия и щавелевой кислоты.

ОВР. 6. ТБ при работе с кислотами.	
Контрольная задача. Перманганатометрическое определение содержания железа(II) в препарате «соль Мора». 1.Решение задач. 2.Обработка результатов исследования	Технохимические весы, аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, бюретки, химические стаканы разного объема, колбы для титрования вместимостью 100-150 и 200-250 мл растворы кислот, щелочей, солей. Фиксаналы (или тв. реактивы) перманганата калия и щавелевой кислоты.
Иодометрия. 1.Приготовление растворов для иодометрического определения. 2.Определение точной концентрации раствора тиосульфата натрия по дихромату калия. Контрольная задача. Иодометрическое определение меди(II) в растворе медного купороса. 1.Решение задачи. 2.Обработка результатов исследования	Технохимические весы, аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, бюретки, химические стаканы разного объема, колбы для титрования вместимостью 100-150 и 200-250 мл растворы кислот, щелочей, солей. Технохимические весы, аналитические весы, мерные колбы, мерные пипетки, бюретки, химические стаканы разного объема, колбы для титрования вместимостью 100-150 и 200-250 мл растворы кислот, щелочей, солей.
Гравиметрический анализ	
Гравиметрическое определение кристаллогидратной воды в кристаллогидрате хлорида бария гравиметрическим методом. 1.Решение задачи. 2.Обработка результатов исследования	Технохимические весы, аналитические весы, сушильный шкаф, бюксы, шпатели. Фильтровальная бумага $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Методические рекомендации к выполнению доклада

Доклад – это вид самостоятельной работы обучающихся, который используется в учебных и вне учебных занятий. Подготовка и представление доклада аудитории способствует формированию навыков исследовательской работы, расширяет познавательные интересы, и формирует способность сопоставлять точки зрения и критически мыслить.

Тема доклада может быть предложена преподавателем или выбрана самостоятельно. Объем доклада составляет 3-6 страниц.

Структура доклада включает титульный лист, развернутый план, содержание, список использованной литературы. Текст доклада должен быть написан научным языком с сохранением логики изложения и ссылки на литературу.

При сообщении доклада необходимо следить за правильностью и выразительностью речи. Доклада следует рассказывать по заготовленным тезисам и слайдам презентации. Чтение доклада с листа значительно снижает впечатление от представляемого материала.

Заключение доклада надо сформулировать в соответствии с поставленными задачами.

Необходимо заранее подготовиться к обсуждению и ответам на вопросы преподавателя и аудитории.

Методические рекомендации к оформлению презентации

В оформлении презентаций выделяют два аспекта: 1) представление информации на слайдах и 2) их оформление.

Для создания качественной презентации необходимо соблюдать ряд требований, предъявляемых к оформлению данных блоков.

Титульный лист презентации должен включать название министерства, вуза, факультета, тему доклада, реферата или проекта, фамилию, имя, отчество автора и научного руководителя, год создания.

Содержание работы должно быть представлено на слайдах в соответствии со следующими общими требованиями:

- Каждый слайд должен быть логически связан с предыдущим и последующим.
- Содержание слайдов должно соответствовать порядку изложения материала.
- Нельзя заполнять один слайд слишком большим объемом информации: так как одновременно запомнить более трех фактов, выводов, определений довольно трудно.
- Наибольшая эффективность достигается тогда, когда ключевые пункты отображаются по одному на каждом отдельном слайде.
- Для выделения информации следует использовать рамки, границы, заливку, штриховку, стрелки, рисунки, диаграммы, схемы для иллюстрации наиболее важных фактов.
- Вспомогательная информация не должна преобладать над основной информацией (текстом, иллюстрациями).
- Предпочтительно горизонтальное расположение информации, наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана. Если на слайде располагается картинка, надпись должна располагаться под ней.
- При оформлении презентации надо использовать единый стиль.
- Заголовки должны привлекать внимание аудитории.
- Шрифты: для заголовков – не менее 24, для информации не менее 18. · Шрифты без засечек легче читать с большого расстояния. Нельзя смешивать разные типы шрифтов в одной презентации. Для выделения информации следует использовать жирный шрифт, курсив или подчеркивание. Нельзя злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже строчных).
- Для фона презентации предпочтительны холодные тона.
- На одном слайде рекомендуется использовать не более трех цветов: один для фона, один для заголовка, один для текста. Для фона и текста используйте контрастные цвета.
- Используйте возможности компьютерной анимации для представления информации на слайде. · Не стоит злоупотреблять различными анимационными эффектами, они не должны отвлекать внимание от содержания информации на слайде.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru

pravo.gov.ru

www.edu.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской;
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;
- лаборатория (лабораторное оборудование: источники постоянного тока, рН-метры, иономеры, кондуктометры, термостат, муфельная печь, водяная баня, спектрофотометры, магнитные мешалки, электрические весы, аналитические весы, термометры, рефрактометры, центрифуга, тест – наборы).