Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щекина Вера Витальевна
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.03.2026 09:10:45
Уникальный программный ключ:
a2232a55157e57c552a859b1190892af53989420420336ffbf573a434e57789

| | |
|---|---|
| | **МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ** |
| | **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»** |
| | **ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**<br>**Рабочая программа дисциплины** |

**УТВЕРЖДАЮ**
**Декан естественно-географического факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»**

**_____ И.А. Трофимцова**
**«28» июня 2023 г.**

**Рабочая программа дисциплины**
**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Направление подготовки**
**04.03.01 ХИМИЯ**

**Профиль**
**«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

**Уровень высшего образования**
**БАКАЛАВРИАТ**

**Принята на заседании кафедры химии**
**(протокол № 9 от «28» июня 2023 г.)**

**Благовещенск 2023**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКАОшибка! Закладка не определена.**
**2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ……**……..5

**3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)……11**

**4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ……..15**

**5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ……...…….25**

**6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ Ошибка! Закладка не определена.**…**…….……..27**

**7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ**……....84

**8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ……...84**

**9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ……...84**

**10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА…….……85**

**11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ……87**

# 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**1.1 Цель дисциплины:** сформировать фундаментальные знания в области аналитической химии.

Исходя из цели, в процессе изучения дисциплины решаются следующие задачи:

- освоение методов и средств химических исследований веществ и их превращений;
- формирование навыков выполнения химических лабораторных операций;
- освоение методами количественного определения веществ и оценки погрешностей при проведении эксперимента.

**1.2 Место дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1 (Б1.О.18).

Данный курс тесно связан и опирается на такие ранее изученные дисциплины, как неорганическая химия, физика, математика. Аналитическая химия стоит в учебном плане перед курсами органической и физической химий, что значительно облегчает их изучение.

Дисциплина является основой для последующего изучения химических дисциплин и подготовки к государственной итоговой аттестации.

**1. 3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5:**

- **УК – 1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, **индикаторами** достижения которой является:

- УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие.
- УК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи.
- УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов.
- УК-1.4. При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения, в том числе с применением философского понятийного аппарата.
- УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

- **ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-1.1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.
- ОПК-1.2 Предлагает интепретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.
- ОПК-1.3 Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ хиическкрой направленности.

- **ОПК-2.** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием, **индикаторами** достижения которой является:

- ОПК-2.1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.

- ОПК-2.2 Синтезирует вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик.
- ОПК-2.3 Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе.
- ОПК-2.4 Исследует свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

**ПК-1.** Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-1.1**.** Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования.
- ПК-1. 2**.** Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности.
- ПК-1.3**.** Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин.

**ПК-5.** Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации, **индикаторами** достижения которой является:

- ПК-5.1**.** Выбирает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации.
- ПК-5.2. Выполняет стандартные операции на типовом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.
- ПК-5.3. Составляет протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме.
- ПК-5.4. Осуществляет контроль точности аналитического оборудования на соответствие требуемой нормативной документации.

**1.4 Перечень планируемых результатов обучения**. В результате изучения дисциплины студент должен

**знать:**

- основы качественного анализа соединений;
- основные современные методы исследования веществ;
- методы и способы обработки информации результатов химического эксперимента, результатов наблюдений и измерений;
- информационные источники справочного, научного, нормативного характера;
- стандартные методы получения, идентификации и исследования свойств веществ и материалов, правила обработки и оформления результатов работы, нормы ТБ;

**уметь:**

- синтезировать вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик;
- проводить простые химические опыты по предлагаемым методикам;
- выбирать методы диагностики веществ и материалов, проводить стандартные измерения;
- выбирать методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации;
- обрабатывать, анализировать и обобщать результаты наблюдений и измерений;

- ставить химический эксперимент, анализировать и оценивать лабораторные исследования;
- применять основы и особенности правил техники безопасности при проведении химического эксперимента;

**владеть:**

- базовыми навыками проведения химического эксперимента и оформления его результатов;
- навыками планирования, анализа;
- навыками делать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ;
- навыками систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений.

**1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Аналитическая химия»** составляет 16 зачетных единиц (далее – ЗЕ) (576 часов).

Программа предусматривает изучение материала на лекциях и лабораторных занятиях. Предусмотрена самостоятельная работа студентов по темам и разделам. Проверка знаний осуществляется фронтально, индивидуально.

**1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестры** | |
|---|---|---|---|
| | | **3** | **4** |
| Общая трудоемкость | 576 | 234 | 342 |
| Аудиторные занятия | 302 | 114 | 188 |
| Лекции | 90 | 30 | 60 |
| Лабораторные работы | 212 | 84 | 128 |
| Самостоятельная работа, написание курсовой работы | 202 | 84 | 118 |
| Вид контроля | | | Защита курсовой работы |
| Вид итогового контроля | 72 | 36<br>Зачет, экзамен | 36<br>Зачет, экзамен |

## 2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

**Учебно-тематический план**

| **№** | **Наименование тем (разделов)** | **Всего часов** | **Аудиторные занятия** | | **Самостоятельная работа, написание курсовой работы** |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Лекции** | **Лабораторные занятия** | |
| 1 Качественный анализ | | | | | |
| 1.1 | Аналитическая химия как наука | 8 | 4 | - | 4 |
| 1.2 | Аналитические реакции катионов I аналитической группы.<br>Анализ смеси катионов I аналитической группы (контрольная задача) | 10 | - | 6 | 4 |
| 1.3 | Аналитические реакции катионов | 10 | - | 6 | 4 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | II аналитической группы. Анализ смеси катионов II аналитической группы (контрольная задача) | | | | |
| 1.4 | Метрология химического анализа | 4 | 2 | - | 2 |
| 1.5 | Аналитические реакции катионов III аналитической группы. Анализ смеси катионов III аналитической группы (контрольная задача) | 12 | - | 6 | 6 |
| 1.6 | Теоретические основы и приемы пробоподготовки | 4 | 2 | - | 2 |
| 1.7 | Анализ смеси катионов трех аналитических групп. Систематический ход анализа | 10 | - | 6 | 4 |
| 1.8 | Аналитические реакции катионов IV аналитической группы. Анализ смеси катионов IV аналитической группы (контрольная задача) | 8 | - | 6 | 2 |
| 1.9 | Термодинамика и кинетика химических процессов | 4 | 2 | - | 2 |
| 1.10 | Аналитические реакции катионов V аналитической группы. Анализ смеси катионов V аналитической группы (контрольная задача) | 12 | - | 6 | 6 |
| 1.11 | Химические равновесия в реальных системах | 10 | 6 | - | 4 |
| 1.12 | Аналитические реакции катионов VI аналитической группы. Анализ смеси катионов VI аналитической группы (контрольная задача) | 10 | - | 6 | 4 |
| 1.13 | Анализ смеси катионов IV, V и VI аналитических групп (контрольная задача) | 10 | - | 6 | 4 |
| 1.14 | Анализ смеси катионов всех шести аналитических групп. Дробный ход анализа (контрольная задача) | 10 | - | 6 | 4 |
| 1.15 | Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии | 26 | 14 | - | 12 |
| 1.16 | Аналитические реакции органических веществ | 10 | - | 6 | 4 |
| 1.17 | Аналитические реакции анионов первой группы. Анализ смеси анионов первой группы (контрольная задача) | 10 | - | 6 | 4 |
| 1.18 | Аналитические реакции анионов второй и третьей групп. Анализ | 10 | - | 6 | 4 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | смеси анионов второй и третьей группы (контрольная задача) | | | | |
| 1.19 | Анализ смеси анионов всех аналитических групп (контрольная задача) | 10 | - | 6 | 4 |
| 1.20 | Анализ искусственной смеси твердых веществ (контрольная задача) | 10 | - | 6 | 4 |
| **Экзамен** | | **36** | | | |
| **Итого** | | **234** | **30** | **84** | **84** |
| 2 Количественный анализ | | | | | |
| 2.1 | Методы маскировки, разделения и концентрирования | 10 | 6 | - | 4 |
| 2.2 | Экстракционно-фотометрическое определение молибдена в растворах | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.3 | Фотометрическое определение дихромат- и перманганат-ионов при их совместном присутствии | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.4 | Химические методы | 42 | 24 | - | 18 |
| 2.5 | Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария | 8 | | 6 | 2 |
| 2.6 | Определение сульфат-ионов | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.7 | Приготовление и установка титра растворов кислот и щелочей. Определение содержания щелочи и соды при их совместном присутствии | 8 | - | 6 | 2 |
| 2.8 | Методы кислотно-основного титрования. Кривые титрования. | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.9 | Определение аммиака в солях аммония методом обратного титрования | 8 | - | 6 | 2 |
| 2.10 | Приготовление и стандартизация раствора нитрата серебра. Определение хлорид-ионов в сточных водах методом Фольгарда | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.11 | Приготовление и стандартизация раствора ЭДТА. Определение железа и алюминия | 8 | - | 6 | 2 |
| 2.12 | Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия. Определение кальция в растворе. Определение нитрит-ионов | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.13 | Приготовление и стандартизация раствора тиосульфата натрия. Определение меди | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.14 | Кинетические методы анализа | 8 | 4 | - | 4 |
| 2.15 | Электрохимические методы | 10 | 6 | - | 4 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.16 | Потенциометрическое титрование. Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.17 | Кулонометрическое тирование. Определение тиосульфат – ионов. Определение меди | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.18 | Определение Zn, Cd, Pb, Cu методом инверсионной вольтамперометрии | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.19 | Кондуктометрическое титрование. Определение хлороводородной и уксусной кислот | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.20 | Спектроскопические методы | 14 | 8 | - | 6 |
| 2.21 | Фотометрическое определение железа в технической серной кислоте | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.22 | Турбидиметрическое определение свинца. Турбидиметрическое определение кальция | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.23 | Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.24 | Турбидиметрическое определение сульфат-ионов | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.25 | Масс-спектрометрические методы | 3 | 2 | - | 1 |
| 2.26 | Методы анализа, основанные на радиоактивности | 3 | 2 | - | 1 |
| 2.27 | Термические методы | 3 | 2 | - | 1 |
| 2.28 | Биологические методы анализа | 3 | 2 | - | 1 |
| 2.29 | Автоматизация и компьютеризация анализа | 3 | 2 | - | 1 |
| 2.30 | Анализ конкретных объектов | 3 | 2 | - | 1 |
| 2.31 | Фотометрическое определение подвижного фосфора в почвах | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.32 | Рефрактометрическое определение содержания бромида калия в растворе | 10 | - | 6 | 4 |
| 2.33 | Оптические методы анализа | 2 | - | 2 | - |
| | Защита курсовой работы | | | | |
| Экзамен | | 36 | | | |
| Итого | | **342** | **60** | **128** | **118** |
| | Итого: | **576** | **90** | **212** | **202** |

**Интерактивное обучение по дисциплине**

| № | Тема занятия | Вид занятия | Форма интерактивного занятия | Кол-во часов |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Аналитическая химия как наука | ЛК | Лекция-брифинг | 2 |
| 2 | Анализ смеси катионов I аналитической группы | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 3 | Анализ смеси катионов II аналитической группы | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 4 | Анализ смеси катионов III аналитической группы | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 5 | Теоретические основы и приемы пробоподготовки | ЛК | Просмотр и обсуждение учебного видеофильма «Пробоподготовка» | 2 |
| 6 | Анализ смеси катионов трех групп | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 7 | Анализ смеси катионов IV аналитической группы | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 8 | Термодинамика и кинетика химических процессов | ЛК | Просмотр и обсуждение учебного фильма «Основные законы термодинамики» | 2 |
| 9 | Анализ смеси катионов V аналитической группы | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 10 | Анализ смеси катионов VI аналитической группы | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 11 | Анализ смеси катионов IV, V и VI аналитических групп (контрольная задача) | ЛР | Работа в малых группах | 6 |
| 12 | Анализ смеси катионов шести аналитических групп | ЛР | Работа в малых группах | 6 |
| 13 | Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии. | ЛК | Лекция с ошибками | 6 |
| 14 | Анализ смеси анионов первой аналитической группы | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 15 | Методы маскировки, разделения и концентрирования | ЛК | Просмотр и обсуждение учебного фильма «Простая и фракционная перегонка. Видеоурок» | 2 |
| | | | Просмотр и обсуждение учебного фильма «Дистилляция. Отгонка. Возгонка» | 2 |
| 16 | Экстракционно-фотометрическое определение молибдена в растворах | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 17 | Анализ искусственной смеси твердых веществ (контрольная задача) | ЛР | Работа в малых группах | 6 |
| 18 | Химические методы. | ЛК | Лекция с ошибками | 8 |
| 19 | Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида | ЛР | Работа в малых группах | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | бария. | | | |
| 20 | Определение сульфат-ионов | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 21 | Приготовление и установка титра растворов кислот и щелочей | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 22 | Приготовление и стандартизация раствора нитрата серебра | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 23 | Приготовление и стандартизация раствора ЭДТА. | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 24 | Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 25 | Приготовление и стандартизация раствора тиосульфата натрия | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 26 | Кинетические методы анализа | ЛК | Просмотр и обсуждение учебного фильма «Термическое разложение. Сплавление» | 2 |
| 27 | Электрохимические методы | ЛК | Просмотр и обсуждение учебного фильма «Электрофорез» | 2 |
| | | | Просмотр и обсуждение учебного видеофильма «Инверсионная вольтамперометрия» | 2 |
| 28 | Спектроскопические методы | ЛК | Просмотр и обсуждение учебного видеофильма «Операция Гелий. Открытие спектрального анализа» | 2 |
| | | | Просмотр и обсуждение учебного фильма «Методы рентгеноструктурного анализа» | 2 |
| | | | Просмотр и обсуждение учебного фильма «Визуализация инфракрасного излучения» | 2 |
| | | | Просмотр и обсуждение фильма «Спектроскопия Ядерного Магнитного Резонанса (ЯМР). Видеоурок» | 2 |
| 29 | Масс-спектрометрические методы | ЛК | Просмотр и обсуждение видеофильма «Масс-спектрометрия. Видеоурок» | 2 |
| 30 | Методы анализа, основанные на радиоактивности | ЛК | Просмотр и обсуждение учебного видеофильма «Проникающая способность радиоактивных излучений» | 2 |
| 31 | Термические методы | ЛК | Лекция с ошибками | 2 |
| 32 | Биологические методы анализа | ЛК | Просмотр и обсуждение учебного фильма «Живые организмы биоиндикаторы чистоты воды» | 2 |
| 33 | Автоматизация и | ЛК | Лекция с ошибками | 2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | компьютеризация анализа | | | |
| 34 | Спектроскопические методы | ЛК | Просмотр и обсуждение учебного видеофильма «Операция Гелий. Открытие спектрального анализа» | 2 |
| 35 | Фотометрическое определение железа в технической серной кислоте | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| 36 | Турбидиметрическое определение сульфат-ионов | ЛР | Работа в малых группах | 2 |
| **ИТОГО** | | | | **102** |

## 3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

### I Качественный анализ

**Аналитическая химия как наука**

Структура современной аналитической химии. Предмет, задачи и методы аналитической химии. Методологические основы аналитической химии. Место аналитической химии среди других наук. Краткий исторический очерк. Значение и области использования химического анализа.

**Метрология химического анализа**

Единицы количества вещества и способы выражения концентраций. Выбор метода анализа. Содержание компонента. Избирательность метода. Точность анализа. Стоимость анализа. Автоматизация анализа и другие требования к методам анализа.

Аналитический сигнал. Измерения. Погрешности химического анализа. Абсолютная погрешность. Систематические погрешности. Случайные погрешности. Обработка результатов измерений. Предел обнаружения. Диапазон определяемых содержаний. Значащие цифры и правила округления.

**Теоретические основы и приемы пробоподготовки**

Отбор пробы газов. Отбор пробы жидкости (гомогенной, гетерогенной). Отбор пробы твердых веществ. Потери и загрязнения при пробоотборе. Хранение пробы.

Подготовка пробы к анализу. Вода в пробах. Высушивание. Разложение образцов. Переведение пробы в раствор. Растворение. Термическое разложение. Сплавление.

**Термодинамика и кинетика химических процессов**

Термодинамические функции состояния. Стандартное состояние и стандартные термодинамические функции. Термодинамические функции для нестандартных состояний.

Химическое равновесие. Скорости реакций. Факторы, влияющие на скорость химических реакций. Быстрые и медленные реакции. Механизмы реакций.

**Химические равновесия в реальных системах**

Факторы, влияющие на равновесия в реальных системах. Электростатические взаимодействия. Химические взаимодействия. Сольватационные эффекты. Учет электростатических взаимодействий. Коэффициенты активности. Учет химических взаимодействий. Уравнение материального баланса. α - коэффициент (молярная доля). Термодинамические и концентрационные (реальные условия) константы равновесий. Общий подход к учетам равновесных составов химических систем. Графическое описание равновесий. Распределительные диаграммы. Концентрационно-логарифмические диаграммы.

**Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии**

Кислотно-основное равновесие. Протолитическая теория. Сила кислот и оснований. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворимостей. Расчет pH. Раствор сильной кислоты или сильного основания. Раствор слабой кислоты или слабого основания.

Смеси кислот и смеси оснований. Раствор амфолита. Буферные растворы. Расчет pH буферных растворов. Свойства буферных растворов. Буферная емкость. Буферные свойства растворов сильной кислоты и оснований. Расчет pH в неводных растворах. Взаимодействия кислоты и основания. Механизм кислотно-основных реакций.

Комплексообразование. Основные понятия. Координационное число. Дентатностьлигандов. Типы лигандов. Типы комплексов. Внутрисферные комплексы. Внешнесферные комплексы. Полиядерные комплексы. Равновесие реакций комплексообразования. Ступенчатые реакции образования комплексов. Скорость реакций комплексообразования. Факторы, влияющие на устойчивость комплексов. Природа центрального и донорных атомов. Хелатный эффект. Стерические эффекты. Некоторые аналитически важные свойства комплексов. Оптические свойства, обусловленные *d-d* и *f-f*-переходами. $\pi$ -$\pi^*$и$\pi^*$ - $n$ – переходы. Переход с переносом заряда. Окислительно-восстановительные свойства. Летучесть комплексов. Растворимость комплексов. Органические реагенты. Функционально-аналитические группировки. Четырехчленные хелатные циклы. Пятичленные хелатные циклы. Шестичленные хелатные циклы.

Окислительно-восстановительное равновесие. Оценка окислительно-восстановительной способности. Уравнение Нернста. Влияние химических взаимодействий на потенциал. Влияние pH. Влияние комплексообразования. Влияние образования малорастворимых соединений. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Механизм окислительно-восстановительных реакций.

Равновесие в системе осадок-растворитель. Произведение растворимости. Растворимость. Факторы, влияющие на растворимость. Влияние конкурирующих реакций. Влияние ионной силы. Влияние температуры и растворителя. Влияние других факторов.

## II Количественный анализ

### Методы маскировки, разделения и концентрирования

Маскирование.Разделение и концентрирование. Количественные характеристики разделения и концентрирования. Осаждение и соосаждение. Экстракция. Условия экстракции вещества. Основные законы и количественные характеристики. Скорость экстракции. Классификация экстракционных процессов. Экстрагенты и разбавители. Типы экстрагирующих соединений. Координационно-несольватированные нейтральные соединения. Внутрикомплексные соединения (ВКС). Координационно-несольватированные нейтральные комплексы. Комплексные кислоты. Способы осуществления экстракции. Периодическая экстракция. Непрерывная экстракция. Практическое использование экстракции. Разделение веществ. Концентрирование. Изучение равновесий.

Сорбция. Механизм сорбции. Активные угли. Ионообменники и хелатообразующие сорбенты органической матрицы. Кремнеземы и химически модифицированные кремнеземы. Неорганические сорбенты.

Электрохимические методы разделения. Электролитическое выделение и цементация. Электрофорез.

Методы испарения. Дистилляция. Отгонка. Возгонка (сублимация). Управляемая кристаллизация. Другие методы разделения и концентрация. Диффузные методы разделения. Фильтрация. Седиментация и ультрацентрифугирование. Диализ. Пирометаллургические методы.

### Химические методы

*Гравиметрические методы.* Сущность гравиметрического анализа. Требование к осаждаемой и гравиметрической форме. Образование осадка. Коллоидное состояние. Осадки кристаллические и аморфные. Старение осадка. Загрязнение осадка. Соосаждение. Способы уменьшения соосаждений. Условия получения осадка. Растворимость осадков. Требования к осадкам в количественном анализе. Выбор осадителя, неорганические и органические осадители. Количество осадителя. Влияние одноименных ионов, посторонних электролитов, комплексообразователей, температуры, pH и природы растворителя на

растворимость осадка. Условия осаждения и получения гравиметрической формы. Адсорбция и окклюзия. Расчеты в гравиметрическом анализе. Применение гравиметрических методов. Методы отгонки.

*Титриметрические (объемные) методы 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. Кривые титрования. Кислотно-основное титрование.

Ацидиметрия и алкалиметрия. Точка нейтральности и конечная точка титрования. Титрование сильной кислоты сильным основанием (или наоборот); слабой кислоты сильным основанием (или наоборот); слабого основания сильной кислотой (или наоборот); слабой кислоты сильным основанием (или наоборот). Расчет кривых титрования. Титрование многоосновных кислот и оснований, а также смесей кислот и оснований. Факторы, влияющие на скачок титрования. Связь диаграмм состояния и кривых титрования. Способы обнаружения точки эквивалентности.

Индикаторы в кислотно-основном титровании. Теория индикаторов, интервал перехода индикатора. Выбор индикатрора. Индикаторные ошибки титрования. Практическое применение кислотно-основного титрования.

Расчеты в методах кислотно-основного титрования. Примеры использования данного метода. Титрование в неводных средах. Комплексометрия.

Комплексометрическое титрование. Этилендиаминтетрауксусная кислота, комплексоны с ЭДТА. Кривые титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение комплексометрического титрования. Прямое, обратное, вытеснительное, косвенное титрование.

Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования. Способы обнаружения конца титрования. Практическое применение. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Броматометрия, йодометрия, йодиметрия.

Осадительное титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования. Применение осадительного титрования.

**Кинетические методы анализа**

Способ тангенсов. Способ фиксированного времени. Способ фиксированной концентрации.

Биохимические методы. Ферментативные методы. Иммунохимические методы анализа. Радиоиммунологический метод анализа (РИА). Иммуноферментный анализ (ИФА).

**Электрохимические методы**

Электрохимическая ячейка и ее электрический эквивалент. Ячейки без жидкостного состояния и с жидким соединением. Диффузный потенциал. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Гальванический элемент и электролитическая ячейка. Равновесные электрохимические системы. Неравновесные электрохимические системы. Классификация электрохимических методов.

Потенциометрия. Индикаторные электроды (мембранные, металлические). Ионоселективные электроды. Сенсибилизированные (активированные) электроды. Металлические электроды. Измерение потенциала. Ионометрия. Потенциометрическое титрование.

Кулонометрия. Закон Фарадея. Варианты кулонометрии. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.

Вольтамперометрические методы. Классическая полярография. Полярографические максимумы. Современные разновидности полярографии. Осциллографическая полярография. Переменно-токовая полярография. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Применение вольтамперометрии для изучения и определения органических соединений.

Кондуктометрия. Электрогравиметрия.

**Спектроскопические методы**

Общие положения. Электромагнитный спектр. Классификация спектроскопических методов. Использование спектров в аналитической химии. Спектральные приборы. Спектрометры с селективной фильтрацией. Дисперсия. Спектральная полоса пропускания. Разрешение и разрушающая сила. Светосила. Адсорбционные спектры. Эмиссионный спектрометр.

Атомная спектроскопия. Атомно-эмиссионая спектроскопия. Атомизаторы. Пламя. Электрическая дуга. Электрическая искра. Индуктивно связанная плазма. Спектральные помехи. Самопоглощение (излучение и поглощение фона).

Наложение атомных спектральных линий. Физико-химические помехи (Полнота испарения и атомизация пробы. Ионизация. Температура атомизатора. Спектроскопические буферы. Обжиг, объискривание). Метрологические характеристики и аналитические возможности атомно-эмиссионного метода (Чувствительность.Диапозон определяемых содержаний. Воспроизводимость. Селективность).

Атомно-абсорбционная спектроскопия. Основы метода. Атомизаторы. Пламя. Электротермические атомизаторы.

Источники излучения. Спектральные помехи (Излучение фона. Поглощение фона). Физико-химические помехи.

Метрологические характеристики и аналитические возможности метода (Чувствительность. Диапазон определяемых содержаний. Воспроизводимость. Селективность).

Атомно-флуоресцентная спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгеновский спектр. Номенклатура рентгеновских линий. Источники возбуждения спектра.

Рентгеноэмиссионный анализ. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода и его применение.

Рентгенофлуоресцентный анализ. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода и его применение.

Рентгеноабсорционный анализ. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода и его применение.

Электронная спектроскопия. Электронный спектр. Номенклатура электронных линий.

Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Источники возбуждения спектра. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода и его применение.

Оже-электронная спектроскопия. Источники возбуждения спектра. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода и его применение.

Молекулярная спектрофотометрия. Адсорбционная спектроскопия в УФ – и видимой областях. Законы поглощения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Закон аддитивности оптических плотностей. Причины отклонения от основного закона светопоглощения (Немонохроматичность источника и влияние рассеянного света. Химические процессы. Влияние показателя преломления). Метрологические характеристики спектрофотометрического метода (Нижняя граница определяемых содержаний. Воспроизводимость. Селективность). Способы улучшения метрологических характеристик спектрофотометрического метода. Дифференциальная спектрофотометрия. Производная спектрофотометрия. Метод Фирордта.

Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния. Колебания молекул. Спектры ИК - и комбинационного рассеяния. Приборы и методы регистрации ИК - спектров и спектров КР. Идентификация и структурно-групповой анализ.

Люминесцентная спектроскопия. Фотопроцессы в молекулах. Характеристики люминесцирующих молекул. Практическое применение.

Хемилюминесцентный анализ.

Нефелометрия и турбидиметрия.

Спектроскопия диффузионного отражения. Практическое применение.

Колориметрические спектроскопические методы. Оптико-акустическая спектроскопия.

Радиоспектроскопические методы. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР).

**Масс-спектрометрические методы**

Сущность метода. Анализ органических веществ. Элементный анализ.

**Методы анализа, основанные на радиоактивности**

Радиоактивный анализ. Метод изотопного разбавления. Методы, основанные на поглощении и рассеянии излучений, и чисто радиометрические методы. Массбауэровская спектроскопия.

**Термические методы**

Термогравиметрия. Термический анализ. Термотитриметрия. Энтальпиметрия. Катарометрия. Дилатометрия.

**Биологические методы анализа**

Микроорганизмы, как аналитические индикаторы. Использование беспозвоночных в качестве индикаторных организмов. Использование позвоночных для определения микроколичеств элементов.

**Автоматизация и компьютеризацияанализа**

Лабораторные работы. Автоматический анализ (Дискретные автоматические анализаторы. Непрерывный проточный анализ. Проточно-инжекционный анализ). Автоматизированный контроль технологических процессов. Компьютеризация анализа. Управление сбором данных. Интерпретация данных.

**Анализ конкретных объектов**

Задачи и планирование анализа. Качественный анализ. Металлы и сплавы. Высокочистые вещества. Геологические объекты. Объекты окружающей среды. Воздух. Природные и сточные воды. Анализ почв. Органические и биологические объекты.

## 4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программапризван помочь студентам естественно-географического факультета отделения химия в организации самостоятельной работы по освоению курса аналитической химии. «Аналитическая химия» - одна из основных химических дисциплин, которая изучается в III и IV семестрах, поэтому очень важно иметь о ней целостное представление.

Учебная программа дисциплины, составленна в строгом соответствии с учебным планом и ООП.

Раздел «Практикум по дисциплине» включает список учебных пособий допущенных Министерством образования в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, проходящих обучение по химико-технологическому профилю. Раздел также содержит планы практических и лабораторных работ с указанием тем лабораторных работ и ссылок на рекомендованное учебное пособие. Пользуясь предложенными учебными пособиями студентам необходимо изучить содержание рекомендованных к выполнению лабораторных работ, в тетради для лабораторных работ описать содержание работы в следующем порядке: тема лабораторной работы, сущность и принцип метода, лежащий в основе работы, цели и задачи, оборудование и реактивы, ход выполнения работы, результаты анализа, выводы.

В разделе «Дидактические материалы» представлены примеры тестовых заданий и контрольных работ, вынесенные на семинар вопросы и задания к самоконтролю.

Контрольный тест, включает вопросы и задания всех разделов изучаемого курса, что позволяет проверить уровень усвоения изученного материала в целом.

В каждом семестре студенты выполняют по две контрольные работы, которые представлены расчетными задачами. Задачи подобраны из разных тем соответствующего раздела. При подготовке к выполнению контрольной работе студентам следует проанализировать решение типовых задач из заданий для самоконтроля, по решениям вызывающим затруднение получить консультацию и преподавателя.

При подготовке к семинару студенту необходимо изучить теоретическое содержание данной темы в соответствии со списком предложенных вопросов, а также ответить на контрольные вопросы и решить задачи. Краткие ответы на контрольные вопросы и решение задач должны быть оформлены в отдельной тетради и представлены для проверки преподавателю. Выполнение упражнений даст возможность студентам глубже усвоить теоретический материал, применить полученные знания на практике, выработать прочные умения и навыки химического анализа. При изучении теоретических вопросов и выполнении задания самоконтроля следует пользоваться рекомендованной учебной литературой указанной для каждой темы.

Вопрос, включенные в билеты семестровых экзаменов представлены в соответствии с последовательностью их изучения, это не нарушает логику построения всего курса и облегчает подготовку студентов.

Общий план лабораторных занятий оформлен в виде таблицы. Такая форма помогает студентам ориентироваться во всем объеме курса.

Общий список учебной, учебно-методической и научной литературы представлен в отдельном разделе пособия.

**Рекомендации по написанию курсовой работы**

Курсовая работа – одна из обязательных форм учебно-исследовательской работы студента, выполняемая в пределах часов, отводимых на самостоятельное изучение дисциплины в соответствии с ФГОС ВО. Курсовая работа выполняется в соответствии с Положением о курсовой работе (проекте) в ФГБОУ ВО «БГПУ».

Курсовая работа представляет собой выполненную в письменном виде самостоятельную учебную работу, раскрывающую теоретические и практические проблемы избранной темы.

Курсовая работа является важнейшей формой самостоятельной работы обучаемых. Это одно из первых исследований, в котором студенты в полной мере проявляют и развивают свои творческие способности, изучая определенную тему за рамками учебного материала.

Выполнение курсовой работы предполагает углубление и систематизацию полученных знаний в целом и по избранной теме в частности; выработку навыков сбора и обобщения практического материала, работы с первоисточниками; развитие умений применять полученные знания для решения конкретных научных и практических проблем, формулировать и аргументировать собственную позицию в их решении.

**Организация выполнения курсовой работы**

Выполнение курсовой работы условно складывается из следующих этапов: выбор темы, подбор и изучение литературы, составление плана работы, составление методики (перечень реактивов, необходимых для анализа), выбора прибора (исходя из условий лаборатории), изучение правил техники безопасности, характерных для данной работы, ее выполнение, представление работы научному руководителю, получение рецензии и устранение указанных недостатков.

Тема курсовой работы выбирается самостоятельно из рекомендованного перечня или любая другая по согласованию с научным руководителем. Избранная тема регистрируется в специальном журнале на кафедре. Нежелательна работа нескольких студентов над одной темой. В порядке исключения сходные темы закрепляются за несколькими студентами после предварительного согласования с научным руководителем.

В процессе подбора и изучения литературы следует использовать источники, указанные в рабочей программе курса и в списке дополнительно рекомендуемой литературы. Кроме того, важнейшее значение имеет самостоятельный поиск библиографических источников. Типичным недостатком при подготовке курсовых работ является использование автором «устаревшего» материала и незнакомство с новым.

После изучения источников необходимо составить рабочий план курсовой работы, согласовав его с научным руководителем. Рабочий план как перечень вопросов, раскрывающих содержание темы, рекомендуется делать развернутым. План должен предусматривать, как правило, от 2 до 4 параграфов, названия и последовательность которых должны отражать логику исследования темы. При этом необходимо от общих вопросов переходить к более частным. По таким же правилам нужно структурировать содержание каждого параграфа. В процессе написания работы рабочий план может быть скорректирован.

При составлении методики анализа студенту необходимо: написать перечень реактивов, необходимых для анализа, с указанием концентрации растворов, способа их приготовления, стандартизации, нужного количества, а в некоторых случаях и метода предварительной очистки, выбрать прибор и параметр исходя из свойств пробы, концентрации определяемого компонента, продумать форму записи данных и уяснить теоретический ход зависимости измеряемого свойства от концентрации, рассчитать навеску анализируемого образца, необходимую для анализа, составить формулу для расчета результатов анализа, изучить правила техники безопасности, характерные для данной работы.

После собеседования с преподавателем по всем перечисленным пунктам студент допускается к работе и ему выдается образец для анализа.

Написание курсовой работы – это творческий и потому индивидуальный процесс. Однако в процессе написания работы необходимо соблюдать ряд требований к ее структуре и оформлению.

Курсовая работа должна состоять из титульного листа, оглавления, введения, основной части, заключения, списка использованной литературы и приложений (если они есть).

Титульный лист как первая страница работы должен содержать следующие реквизиты: названия учебного заведения, кафедры, темы работы, фамилию, имя, отчество автора, курс и номер его группы, фамилию, инициалы, ученую степень и звание научного руководителя, место и год выполнения работы.

Следующей страницей оформляется оглавление. Оно должно включать все заголовки в работе и номера страниц, с которых они начинаются.

Введение объемом 1,5-2 страницы призвано познакомить читателя с сущностью исследуемой темы. Во введении указываются актуальность темы, степень ее разработанности в литературе, формулируются цели работы и ее предмет, характеризуются использованные автором материалы. Во введении целесообразно объяснить, почему именно под таким углом зрения раскрывается тема, почему отдельным вопросам уделяется особое внимание, а другие излагаются более поверхностно.

Основная часть курсовой работы излагается последовательно в соответствии с оглавлением (планом). Все параграфы работы должны быть логически связаны между собой и в совокупности раскрывать тему. После каждого параграфа желательно формулировать краткие выводы.

В основной части работы необходимо отразить использование источников. При этом не допускается переписывание текста из учебников или другой литературы. Должна быть произведена творческая обработка материала. Важнейшие теоретические положения темы излагаются своими словами и при необходимости подкрепляются цитатами. Цитаты оформляются в соответствии с библиографическими правилами и сопровождаются постраничными ссылками на используемый источник с указанием страниц.

В экспериментальной части курсовой работы описывается методика анализа, приводятся полученные экспериментальные данные и результаты статистической обработки анализа.

За основной частью работы следует заключение. В заключении подводятся итоги работы в целом, формулируются выводы, отражающие степень достижения поставленных целей. Содержание заключения последовательно и логически стройно представляет результаты всей курсовой работы. Примерный объем заключения не превышает 1,5-2 страницы.

Список использованной литературы является важнейшей частью курсовой работы, поскольку отражает проделанную работу и глубину исследования темы. В список должны быть включены только те источники, которые действительно использовались автором и на которые есть ссылки в тексте работы. Монографии, пособия, статьи, комментарии и т. д. перечисляются в алфавитном порядке.

Список литературы оформляется по библиографическим правилам. Указываются следующие элементы: фамилии и инициалы авторов, название произведения (без сокращений и кавычек), подзаголовок, место издания, издательство, год издания, том, часть, выпуск, порядковый номер издания, количество страниц.

После редактирования текста и окончательного оформления курсовая работа подписывается автором и представляется на кафедру для рецензирования. Курсовая работа должна быть зарегистрирована в специальном журнале не позднее чем за 30 дней до начала сессии.

Курсовая работа с рецензией научного руководителя возвращается автору. Если научный руководитель не допускает работу к защите, то ее необходимо переделать с учетом указанных недостатков и рекомендаций.

**Защита курсовой работы**

Защита курсовой работы производится индивидуально до сдачи экзаменационной сессии. Как правило, обучаемый защищает работу перед научным руководителем.

При подготовке к защите студенту необходимо выполнить все указания, данные в рецензии, учесть замечания в тексте работы и предварительно ответить на заданные вопросы. На защите курсовой работы, обучаемый должен быть готов к краткому изложению основного содержания работы и ее результатов, к собеседованию по отдельным моментам работы, к ответу на любые вопросы, как по данной теме, так и по всему курсу.

По результатам рецензии и защиты курсовой работы выставляется оценка. При неудовлетворительной оценке обучаемый обязан повторно выполнить работу по новой теме или переработать прежнюю. Повторная защита работ должна завершиться до начала сессии.

**Список рекомендуемых тем курсовых работ**

1. Перманганатометрическое определение массовой концентрации перекиси водорода.
2. Комплексонометрическое определение массы свинца (II) в растворе.
3. Разделение катионов методом ионообменной хроматографии.
4. Фотометрическое определение марганца и хрома при их совместном присутствии.
5. Ионообменное разделение железа и меди и их фотометрическое определение.
6. Фотометрическое определение дихромат- и перманганат-ионов при их совместном присутствии в растворе.
7. Определение жесткости воды.
8. Определение окисляемости воды.
9. Определение аммонийных ионов и аммиака.
10. Определение анионного состава сточных вод.
11. Вольтамперометрическое определение ТМ в продуктах питания.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

| № | Наименование раздела (темы) дисциплины | Формы/виды самостоятельной работы | Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом |
|---|---|---|---|
| 1 | 1.1 Аналитическая химия как наука | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Конспектирование изученных источников | 4 |
| 2 | 1.2 Аналитические реакции катионов I аналитической группы.<br>Анализ смеси катионов I аналитической группы (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе<br>Решение расчетных задач | 4 |
| 3 | 1.3 Аналитические реакции катионов II аналитической группы.<br>Анализ смеси катионов II аналитической группы (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе<br>Решение расчетных задач | 4 |
| 4 | 1.4 Метрология химического анализа | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе<br>Решение расчетных задач | 2 |
| 5 | 1.5 Аналитические реакции катионов III аналитической группы.<br>Анализ смеси катионов III аналитической группы (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе<br>Решение расчетных задач | 6 |
| 6 | 1.6 Теоретические основы и приемы пробоподготовки | Изучение основной литературы<br>Изучение дополни- | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | тельной литературы | |
| 7 | 1.7 Анализ смеси катионов трех аналитических групп. Систематический ход анализа | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе<br>Решение расчетных задач | 4 |
| 8 | 1.8 Аналитические реакции катионов IV аналитической группы.<br>Анализ смеси катионов IV аналитической группы (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 2 |
| 9 | 1.9 Термодинамика и кинетика химических процессов | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Решение расчетных задач | 2 |
| 10 | 1.10 Аналитические реакции катионов V аналитической группы.<br>Анализ смеси катионов V аналитической группы (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе<br>Решение расчетных задач | 6 |
| 11 | 1.11 Химические равновесия в реальных системах | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Решение расчетных задач | 4 |
| 12 | 1.12 Аналитические реакции катионов VI аналитической группы.<br>Анализ смеси катионов VI аналитической группы (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 13 | 1.13 Анализ смеси катионов IV, V и VI аналитических групп (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 14 | 1.14 Анализ смеси катионов всех шести аналитических групп. Дробный ход анализа (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 15 | 1.15 Основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе<br>Решение расчетных задач | 12 |
| 16 | 1.16 Аналитические реакции органических веществ | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 17 | 1.17 Аналитические реакции анионов первой группы. Анализ смеси анионов первой группы (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 18 | 1.18 Аналитические реакции анионов второй и третьей групп. Анализ смеси анионов второй и третьей группы (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 19 | 1.19 Анализ смеси анионов всех аналитических групп (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 20 | 1.20 Анализ искусственной смеси твердых веществ (контрольная задача) | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 21 | 2.1 Методы маскировки, разделения и концентрирования | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой рабо- | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ты. | |
| 22 | Экстракционно-фотометрическое определение молибдена в растворах | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 23 | Фотометрическое определение дихромат- и перманганат-ионов при их совместном присутствии | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 24 | 2.4 Химические методы | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Решение расчетных задач<br>Подготовка отчета по лабораторной работе<br>Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы. | 18 |
| 25 | 2.5 Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария | Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 2 |
| 26 | 2.6 Определение сульфат-ионов | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 27 | 2.7 Приготовление и установка титра растворов кислот и щелочей. Определение содержания щелочи и соды при их совместном присутствии | Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 2 |
| 28 | 2.8 Методы кислотно-основного титрования. Кривые титрования. | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 29 | 2.9 Определение аммиака в солях аммония методом обратного титрования | Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 2 |
| 30 | 2.10 Приготовление и | Изучение основной | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | стандартизация раствора нитрата серебра. Определение хлорид-ионов в сточных водах методом Фольгарда | литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | |
| 31 | 2.11 Приготовление и стандартизация раствора ЭДТА. Определение железа и алюминия | Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 2 |
| 32 | 2.12 Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия. Определение кальция в растворе. Определение нитрит-ионов | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 33 | 2.13 Приготовление и стандартизация раствора тиосульфата натрия. Определение меди | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 34 | 2.14 Кинетические методы анализа | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 4 |
| 35 | 2.15 Электрохимические методы | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы<br>Сбор материала для выполнения курсовой работы. Подготовка текста курсовой работы. | 4 |
| 36 | 2.16 Потенциометрическое титрование. Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 37 | 2.17 Кулонометрическое тирование. Определение тиосульфат – ионов. Определение меди | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 38 | 2.18 Определение Zn, Cd, Pb, Cu методом инверсионной вольтамперометрии | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 39 | 2.19 Кондуктометрическое титрование. Определение хлороводородной и уксусной кислот | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 40 | 2.20 Спектроскопические методы | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 6 |
| 41 | Фотометрическое определение железа в технической серной кислоте | Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 42 | Турбидиметрическое определение свинца. Турбидиметрическое определение кальция | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 43 | Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии | Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 44 | Турбидиметрическое определение сульфат-ионов | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 45 | 2.25 Масс-спектрометрические методы | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 1 |
| 46 | 2.26 Методы анализа, основанные на радиоактивности | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 1 |
| 47 | 2.27 Термические методы | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 1 |
| 48 | 2.28 Биологические методы анализа | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 1 |
| 49 | 2.29 Автоматизация и компьютеризация анализа | Изучение основной литературы<br>Изучение дополнительной литературы | 1 |
| 50 | 2.30 Анализ конкретных объектов | Изучение основной литературы | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Изучение дополнительной литературы | |
| 51 | 2.31Фотометрическое определение подвижного фосфора в почвах | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| 52 | 2.32 Рефрактометрическое определение содержания бромида калия в растворе | Изучение основной литературы<br>Оформление лабораторной работы<br>Подготовка отчета по лабораторной работе | 4 |
| **ИТОГО** | | | **202** |

## 5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: пособие для вузов / В.П. Васильев, Р.П. Морозова, Л.А. Кочергина; под ред. В.П. Васильева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 416с. (34 экз).

2. Харитонов, Ю.А. Аналитическая химия (аналитика).В 2 кн./ Ю. А. Харитонов. – М.: Высш. шк., 2001. – Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – 615 с. (29 экз).

**Лабораторные работы по качественному анализу**

| № | Содержание | Литература | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | Аналитические реакции катионов I аналитической группы. Анализ смеси катионов I аналитической группы (контрольная задача) | [2] с. 345-353; 324 -326 | 6 |
| 2 | Аналитические реакции катионов II аналитической группы. Анализ смеси катионов II аналитической группы (контрольная задача) | [2] с. 353-362; 326 | 6 |
| 3 | Аналитические реакции катионов III аналитической группы. Анализ смеси катионов III аналитической группы (контрольная задача) | [2] с. 362- 371; 327-32. | 6 |
| 4 | Анализ смеси катионов трех аналитических групп. Систематический ход анализа | Методические указания | 6 |
| 5 | Аналитические реакции катионов IV аналитической группы.<br>Анализ смеси катионов IV аналитической группы (контрольная задача) | [2] с. 372-383; 328-333 | 6 |
| 6 | Аналитические реакции катионов V аналитической группы.<br>Анализ смеси катионов V аналитической группы (контрольная задача) | [2] с.384-401; 333-335 | 6 |
| 7 | Аналитические реакции катионов VI аналитической группы.<br>Анализ смеси катионов VI аналитической группы (контрольная задача) | [2] с. 402- 417; 335-336 | 6 |
| 8 | Анализ смеси катионов IV, V и VI аналитических групп (контрольная задача) | Методические указания | 6 |
| 9 | Анализ смеси катионов всех шести аналитических | [2] с.417-422 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | групп. Дробный ход анализа (контрольная задача) | | |
| 10 | Аналитические реакции органических веществ | [2] с.336-343 | 6 |
| 11 | Аналитические реакции анионов первой группы. Анализ смеси анионов первой группы (контрольная задача) | [2] с.423-449 | 6 |
| 12 | Аналитические реакции анионов второй и третьей групп. Анализ смеси анионов второй и третьей группы (контрольная задача) | [2]-479-500 | 6 |
| 13 | Анализ смеси анионов всех аналитических групп (контрольная задача) | [2]-450-472 | 6 |
| 14 | Анализ искусственной смеси твердых веществ (контрольная задача) | [2]-501-514 | 6 |
| **ИТОГО** | | | **84** |

**Лабораторные работы по количественному анализу**

| № | Содержание | Литература | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1. | Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария. | | 6 |
| 2. | Определение сульфат-ионов. Работа 6.1 | [1] с. 56-58 | 6 |
| 3. | Приготовление и установка титра растворов кислот и щелочей. Определение содержания щелочи и соды при их совместном присутствии. Работа 8.1; 8.2; 8.3. | [1] с. 70-76 | 6 |
| 4 | Методы кислотно-основного титрования. Кривые титрования. | [1] с. 70-76 | 6 |
| 5 | Определение аммиака в солях аммония методом обратного титрования. Работа 8.4. | [1] с. 76-77 | 6 |
| 6 | Приготовление и стандартизация раствора нитрата серебра. Определение хлорид-ионов в сточных водах методом Фольгарда. Работа 9.3; 9.4 | [1] с. 95-97 | 6 |
| 7 | Приготовление и стандартизация раствора ЭДТА. Определение железа и алюминия. Работа 10.3; 10.11. | [1] с. 102-103; 110-111 | 6 |
| 8 | Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия. Определение кальция в растворе. Определение нитрит-ионов. Работа 11.1; 11.4; 11.5. | [1] с.116-117; 121-124 | 6 |
| 9 | Приготовление и стандартизация раствора тиосульфата натрия. Определение меди. Работа 11.11; 11.12. | [1] с. 129-131 | 6 |
| 10 | Фотометрическое определение железа в технической серной кислоте. Работа 13.3. | [1] с. 183- 186 | 6 |
| 11 | Фотометрическое определение подвижного фосфора в почвах. Работа 13.5. | [1] с. 188-189 | 6 |
| 12 | Фотометрическое определение дихромат- и перманганат-ионов при их совместном присутствии. Работа 13.13. | [1] с.200-203 | 6 |
| 13 | Турбидиметрическое определение сульфат-ионов. Работа 14.1. | [1] с. 220-226 | 6 |
| 14 | Экстракционно-фотометрическое определение молибдена в растворах. Работа 13.12. | [1] с. 199-200 | 6 |
| 15 | Потенциометрическое титрование. Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси. Работа | [1] с. 296 -299 | 6 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 19.5. | | |
| 16 | Кулонометрическое титрование. Определение тиосульфат – ионов. Определение меди. Работа 21.1; 21.4 | [1]с.338 – 340; 234-346 | 6 |
| 17 | Определение Zn, Cd, Pb, Cu методом инверсионной вольтамперометрии. | Методические указания | 6 |
| 18 | Кондуктометрическое титрование. Определение хлороводородной и уксусной кислот. Работа 18.1. | [1] с.267 - 269 | 6 |
| 19 | Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии. Работа 13.2;13.14 | [1]-с.24-49 | 6 |
| 20 | Турбидиметрическое определение свинца. Турбидиметрическое определение кальция. Работа 14.3; 14.4 | [2]-с.98-110 | 6 |
| 21 | Рефрактометрическое определение содержания бромида калия в растворе. | Методические указания | 6 |
| 22 | Оптические методы анализа | | 2 |
| **ИТОГО** | | | **128** |

## 6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

| **Индекс компетенции** | **Оценочное средство** | **Показатели оценивания** | **Критерии оценивания сформированности компетенций** |
|---|---|---|---|
| ОПК-1<br>ОПК-2<br>ПК-1<br>ПК-5<br>УК-1 | Отчет по лабораторной работе | Низкий (неудовлетворительно) | ставится, если допущены существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые не исправляются даже по указанию преподавателя. |
| | | Пороговый (удовлетворительно) | ставится, если допущены одна-две существенные ошибки (в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, по технике безопасности, в работе с веществами и приборами), которые исправляются с помощью преподавателя. |
| | | Базовый (хорошо) | а) работа выполнена правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;<br>б) допустимы: неполнота проведения или оформления эксперимента, одна-две несущественные ошибки в проведении или оформлении |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | эксперимента, в правилах работы с веществами и приборами |
| | | Высокий (отлично) | а) работа выполнена полно, правильно, без существенных ошибок, сделаны выводы;<br>б) эксперимент осуществлен по плану с учетом техники безопасности и правил работы с веществами и приборами;<br>в) имеются организационные навыки (поддерживается чистота рабочего места и порядок на столе, экономно используются реактивы). |
| | Собеседование | Низкий (неудовлетворительно) | - незнание программного материала;<br>- при ответе возникают ошибки;<br>- затруднения при выполнении практических работ. |
| | | Пороговый (удовлетворительно) | - усвоение основного материала;<br>- при ответе допускаются неточности;<br>- при ответе недостаточно правильные формулировки;<br>- нарушение последовательности в изложении программного материала;<br>- затруднения в выполнении практических заданий. |
| | | Базовый (хорошо) | - знание программного материала;<br>- грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос;<br>- правильное применение теоретических знаний;<br>- владение необходимыми навыками при выполнении и практических задач. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Высокий (отлично) | - глубокое и прочное усвоение программного материала;<br>- полные , последовательные , грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания;<br>- свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала;<br>- правильно обоснованные принятые решения;<br>- владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ. |
| | Контрольная работа | Низкий (неудовлетворительно) | допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3» |
| | | Пороговый (удовлетворительно) | если студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. |
| | | Базовый (хорошо) | студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов |
| | | Высокий (отлично) | работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты |
| | Тест | Низкий (неудовлетворительно) | Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 % |
| | | Пороговый (удовлетворительно) | Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 % |
| | | Базовый (хорошо) | Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 % |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Высокий (отлично) | Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 % |
| | Учебные задачи | Низкий (неудовлетворительно) | допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3» |
| | | Пороговый (удовлетворительно) | студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил: не более двух грубых ошибок; или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета; или не более двух-трех негрубых ошибок; или одной негрубой ошибки и трех недочетов; или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. |
| | | Базовый (хорошо) | студент выполнил работу полностью, но допустил в ней: не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух недочетов |
| | | Высокий (отлично) | работа выполнена без ошибок, указаны все расчетные формулы, единицы измерения, без ошибок выполнены математические расчеты |

### 6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт/экзамен, защита курсовой работы.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

**Критерии оценивания курсовой работы**

Анализ результатов курсовой работы проводится по следующим критериям:

1. Навыки самостоятельной работы с материалами исследования.
2. Умение правильно применять методы исследования.
3. Умение грамотно интерпретировать полученные результаты.
4. Способность осуществлять необходимые расчеты, получать результаты и грамотно излагать их в отчетной документации.
5. Умение выявить проблему, предложить способы ее разрешения, умение делать выводы.
6. Умение оформить итоговый отчет в соответствии со стандартными требованиями.
7. Умение работать с литературой, использовать первоисточники.

Пункты с 1 по 7 дают до 50% вклада в итоговую оценку студента.

8. Умение защищать результаты своей работы, грамотное построение речи, использование при выступлении специальных терминов.

9. Способность кратко и наглядно изложить результаты работы.

Пункты 7,8 дают до 35% вклада в итоговую оценку студента.

10. Уровень самостоятельности, творческой активности и оригинальности при выполнении работы.

11. Выступления на конференциях и подготовка к публикации тезисов для печати по итогам работы.

Пункты 8 – 11 дают до 15 % вклада в итоговую оценку студента.

**Оценка 5 (отлично)** ставится, если:

- студент в срок, в полном объеме и на высоком уровне выполнил курсовую работу;
- тема, заявленная в работе, раскрыта полностью, все выводы студента подтверждены материалами исследования и расчетами;
- при защите и написании работы студент продемонстрировал вышеперечисленные навыки и умения;
- отчет подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями.

**Оценка 4 (хорошо)** ставится, если:

- студент выполнил курсовую работу с незначительными замечаниями, был менее самостоятелен и инициативен;
- тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер**;**
- практические материалы обработаны не полностью.

**Оценка 3 (удовлетворительно)** ставится, если:

- студенту, который допускал просчеты и ошибки в работе;
- не полностью раскрыл заявленную тему;
- делал поверхностные выводы
- слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками.

**Оценка 2 (неудовлетворительно)** ставится, если:

- студент не выполнил курсовую работу, либо выполнил с грубыми нарушениями требований;
- не раскрыл заявленную тему;
- не выполнил практической части работы.

**Критерии оценивания устного ответа на зачете**

**Оценка «зачтено»** выставляется студенту, если:

1. Вопросы раскрыты, изложены логично, без существенных ошибок.
2. Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами.
3. Продемонстрировано усвоение ранее изученных вопросов, сформированность компетенций, устойчивость используемых умений и навыков.

Допускаются незначительные ошибки.

**Оценка «не зачтено»** выставляется, если:

1. Не раскрыто основное содержание учебного материала.
2. Обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала.
3. Допущены ошибки в определении понятий, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.
4. Не сформированы компетенции, умения и навыки.

**Критерии оценивания устного ответа на экзамене**

**Оценка «5» (отлично)** ставится, если студент:

1. Полно раскрыто содержание материала билета.
2. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология.

3. Показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации.

4. Продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков.

5. Ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов.

6. Допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

**Оценка «4» (хорошо)** ставится, если:

ответ студента удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

1. В изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа.

2. Допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора.

3.допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если:

1.Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала.

2. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов.

3. При неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

4. Решение расчетной задачи вызывает затруднения.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** ставится, если:

1. Не раскрыто основное содержание учебного материала.

2. Обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала.

3. Допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

4. Не сформированы компетенции, умения и навыки.

## ВАРИАНТЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

### Тест № 1

Инструкция для студента

Тест содержит 25 заданий, из них 15 заданий – часть А, 5 заданий часть - В, 5 заданий часть – С. На его выполнение отводится 135 минут. Если задание не удается выполнить сразу, перейдите к следующему. Если останется время, вернитесь кпропущенным заданиям. Верно выполненные задания части А оцениваются в 1 балл, части В – 2 балла, части С -5 баллов.

### ЧАСТЬ А

**К каждому заданию части А даны несколько ответов, из которых только один верный. Выполнив задание, выберите верный ответ и укажите в бланке ответов.**

**А 1.** Как называется прием связывания мешающих ионов в достаточно прочные комплексы?

1) Дробным ходом анализа; 2) систематическим ходом анализа; 3) аналитической «маскировкой»; 4) разделением ионов.

**А 2.** Охарактеризуйте процесс ионизации слабого электролита на основе закона действующих масс.

1) Процесс обратим к нему применим закон действующих масс; 2) процесс необратим к нему применим закон действующих масс; 3) процесс необратим к нему не применим закон действующих масс.

**А 3.** Каково основное условие выпадения осадка?

1) Ионное произведение равно произведению растворимости; 2) ионное произведение меньше произведения растворимости; 3) ионное произведение больше произведения растворимости.

**А 4.** Как называются реакции и реагенты, дающие возможность открыть данный ион в присутствии других ионов?

1) Избирательными; 2) групповыми; 3) характерными; 4) специфическими.

**А 5.** Что является причиной гидролиза солей?

1) Образование малоионизированных соединений; 2) образование малорастворимых соединений; 3) образование малоионизированных и малорастворимых соединений; 4) образование сильных электролитов.

**А 6.** Как изменяется прочность комплексного иона с увеличением его константы нестойкости?

1) Уменьшается; 2) увеличивается; 3) константа нестойкости не характеризует склонность комплексного иона к диссоциации.

**А 7.** Какие методы анализа основаны на определении ионизированных атомов, молекул, радикалов путем разделения потока ионов под действием электрического магнитного полей в зависимости от отношения массы к заряду?

1) Радиометрические методы; 2) электрохимические методы; 3) масс-спектроскопические методы; 4) оптические методы; 5) хроматографические методы.

**А 8.** В чем сущность гравиметрического анализа?

1) В точном измерении массы определяемого вещества и его компонента, выделяемых в химически чистом состоянии или в виде соответствующих соединений; 2) в точном измерении объемов веществ; 2) в точном измерении массы вещества и объемов содержащих их растворов.

**А 9.** От какого вида соосаждения можно избавиться промыванием осадка?

1) От адсорбции; 2) от окклюзии; 3) от изоморфизма; 4) от всех видов соосаждения.

**А 10.** Какие процессы происходят при промывании осадка?

1) Десорбция примесей; 2) адсорбция примесей; 3) соосаждение примесей.

**А 11.** На чем основан титриметрический метод анализа?

1) На точном измерении объемов реагирующих веществ; 2) на точном измерении массы веществ, вступивших в реакцию; 3) на точном измерении массы и объемов реагирующих веществ.

**А 12.** Какова природа pH индикаторов?

1) Неэлектролиты; 2) электролиты; 3) слабые минеральные кислоты; 4) слабые минеральные основания; 4) слабые органические кислоты и основания.

**А 13.** О чем свидетельствует тот факт, что степень электролитической диссоциации сильного электролита, вычисленная по экспериментальным данным, не равна 100%?

1) О неполной диссоциации сильного электролита; 2) об электролитическом взаимодействии всех ионов, снижающих скорость движения их.

**А 14.** Что произойдет с концентрацией ионов водорода при добавлении сульфида калия к раствору сероводородной кислоты?

1) Не изменится; 2) увеличится; 3)уменьшится.

**А 15.** Какое существует правило выбора индикатора по кривым титрования?

1) Показатель титрования индикатора находится в пределах скачка на кривой титрования; 2) точка нейтральности находится в пределах скачка на кривой титрования; 3) точка эквивалентности находится в пределах скачка на кривой титрования; 4) показатель титрования индикатора совпадает с точкой нейтральности и находится в пределах скачка на кривой титрования.

## ЧАСТЬ В

**Каждое задание части В содержит несколько верных ответов. Выберите верные ответы и укажите в бланке ответов.**

**В 1.** Как классифицируются методы хроматографического анализа по способу проведения?

1) Колоночная хроматография; 2) жидкостная хроматография; 3) газожидкостная хроматография; 4) плоскостная хроматография; 5) хроматография на бумаге; 6) тонкослойная хроматография.

**В 2.** Растворы каких из перечисленных веществ имеют pH меньше 7?

1) $CH_3COOH$; 2) $CH_3COOH + CH_3COONa$; 3) $NH_4Cl$; 4) $NH_3$; 5) $CH_3COONa$.

**В 3.** Как можно усилить гидролиз хлорида цинка?

1) Добавить кислоты; 2) добавить щелочи; 3) нагреванием и разбавлением раствора соли; 4) добавить соль, не подвергающуюся гидролизу; 5) добавить соль гидролизующуюся по катиону; 6) добавить соль гидролизующуюся по аниону.

**В 4.** Какие факторы влияют на чувствительность аналитических реакций?

1) Температура; 2) концентрация; 3) pH среды; 4) последовательность прибавления реагентов; 5) освещенность; 6) объемы используемых растворов.

**В 5.** Какие факторы влияют на полноту осаждения осадка?

1) Количество осадителя; 2) интенсивность перемешивания; 3) растворимость осаждаемого соединения; 4) объем раствора; 5) pH раствора.

## ЧАСТЬ С

**Ответы к заданиям части С формулируйте в свободной краткой форме и записывайте в бланк ответов.**

**С 1.** Какая величина характеризует устойчивость комплексного иона? Укажите основные направления использования комплексных соединений в качественном анализе.

**С 2.** Изложите сущность титриметрических методов анализа.

**С 3.** Какова массовая доля кальция в навеске известняка массой 0,5815 г, если при анализе получена гравиметрическая форма оксида кальция массой 0,3248 г?

**С 4.** В 3 л насыщенного водного раствора, полученного при 25ºС, содержится $1{,}76 \cdot 10^{-6}$ г бромида серебра. Вычислите произведение растворимости бромида серебра.

**С 5.** Какова масса навески гидроксида натрия, содержащейся в 1 л раствора, если на титрование 20 мл полученного раствора расходуется 22,4 мл раствора серной кислоты с концентрацией 0,05 моль/л.

## ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

### Контрольная работа №1

***Тема: Чувствительность аналитических реакций. Закон действия масс. Буферные растворы.***

***Вариант № 1***

1. При микрокристаллоскопическом открытии магния в виде фосфата $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ минимальный объём исследуемого раствора равен 0,001 *мл*, открываемый минимум равен 0,012 *мкг* магния. Вычислить предельную концентрацию и предельное разбавление исследуемого раствора.

2. Вычислить концентрацию ионов водорода и салицилат-ионов в 0,001М салициловой кислоте.

3. Вычислить концентрацию ацетат-ионов и степень диссоциации $CH_3COOH$, если к 1М $CH_3COOH$ прибавить HCl до pH 0,8.

4. Муравьиную кислоту (23г) растворяют в 10л воды при 20°С. Найдено, что концентрация ионов $H^+$ равна $3 \cdot 10^{-3}$ моль/л. Вычислите константу ионизации муравьиной кислоты.

5. Рассчитайте активности ионов $K^+$ и $SO_4^{2-}$ в 0,0170М растворе сульфата калия.

## Контрольная работа № 2

***Тема: Произведение растворимости. Окислительно-восстановительные процессы, комплексообразование и гидролиз в аналитике***

***Вариант № 1***

1. Можно ли действием нитрита натрия в кислой среде восстановить $MnO_4^-$ до $Mn^{2+}$. ($E^oNO_3^-/NO_2^-$ =0,94В)

2. Вычислите концентрацию ионов комплексообразователя и аммиака в 0,1 М растворе тетроаммино-медь-II-сульфата $[Cu(NH_3)_4]SO_4$.

3. Вычислите концентрацию цианида натрия, которую необходимо создать в 0,1М растворе комплексной соли $K[Ag(CN)_2]$, чтобы предотвратить выпадение осадка иодида серебра при приливании к этому раствору равного объема 0,2 М раствора иодида калия.

4. Вычислить во сколько раз молярная растворимость сульфата свинца в чистой воде превышает растворимость этой соли в 0,01 М растворе серной кислоты. $K_S(PbSO_4) = 1,6 \cdot 10^{-8}$.

5. Вычислить константу и степень гидролиза 0,01 н. раствора формиата калия HCOOK, если $K_{нсоон} = 1,8 \cdot 10^{-4}$.

## *Контрольная работа №3*

***Тема: Гравиметрический анализ***

***Вариант 1.***

1. Вычислите гравиметрический фактор для определения $Na_2S_2O_3$, если гравиметрической формой является соединение состава $BaSO_4$.

2. Навеску пирита массой 0,56г, содержащего около 30% серы, растворили в мерной колбе вместимостью 200,0 мл. Какуюаликвоту полученного раствора следует взять для анализа, чтобы получить 0,3 г сульфата бария?

3. Вычислить потери $PbSO_4$ (г и %) за счет растворимости осадка, если к 20 мл 0,1 М $Pb(NO_3)_2$ добавлен полуторный избыток 01 М $H_2SO_4$.

4. Рассчитайте оптимальный объем осадителя - 1%-ного раствора диметилглиоксима $C_4H_8N_2O_2$ для гравиметрического определения никеля (II) в виде бисдиметилглиоксимата никеля (II) $NiC_8H_{14}N_4O_4$ (осаждаемая и гравиметрическая форма). Анализируемый раствор содержит массу никеля (II), равную приблизительно 0,025г. Плотность раствора осадителя принять равной 1 г/см$^3$. Оптимальный объем раствора осадителя берется в полуторакратном избытке по сравнению со стехиометрическим.

5. В растворе, содержащем ионы хлора, хлор осажден в виде AgCl, масса которого после высушивания оказалась равной 0,1562г. Вычислить содержание хлора в растворе.

6. Какой объем минеральной воды, содержащей 0,35 г/л сульфата натрия, необходим для проведения трех параллельных гравиметрических определений сульфат-иона в виде сульфата бария?

## *Контрольная работа №4*

***Тема: Расчеты в титриметрическом анализе***

***Вариант 1.***

1. Навеска 0,5312 г карбоната натрия растворена в мерной колбе емкостью 100,0 мл. Определить титр и нормальность раствора.

2. К 15 мл 0,03 М раствора муравьиной кислоты прибавлено 12 мл 0,15 М раствора формиата калия. Вычислить pH этой смеси (KHCOOH=1,77·10-4).

3. 1,1622 г поваренной соли растворили в воде и раствор разбавили до 200,0 мл. К 20,0 мл этого раствора прибавили 25,0 мл 0,10 н. раствора нитрата серебра. На титрование избытка раствора нитрата серебра израсходовали 5,8 мл 0,090М раствора роданида аммония. Определить массовую долю (в%) хлорида натрия в образце соли.

4. В мерной колбе на 500,0 мл растворена серная кислота. На титрование 25,0 мл полученного раствора расходуется 26,2 мл раствора NaOH (T NaOH/HCl =0,003610 г/мл). Сколько граммов $H_2SO_4$ было введено в колбу?

5. Рассчитайте погрешность титрования 0,1000 М раствора муравьиной кислоты 0,1000 М раствором гидроксида натрия, если в качестве индикатора взят нейтральный красный.

6. При определении железа в пробе сточной воды обьемом 200,0 мл его окислили до $Fe^{3+}$, осадили аммиаком, отделили осадок от раствора и после растворения осадка в соляной кислоте оттитровали железо, израсходовав 5,14 мл 0,0050М раствора ЭДТА. Рассчитайте общую концентрацию железа в воде.

## ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

### Качественный анализ

**Тема. Аналитическая химия и химический анализ**

1. Предмет аналитической химии
2. Задачи современной аналитической химии
3. Методы современной аналитической химии
4. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции
5. Типы аналитических реакций и реагентов
6. Характеристика чувствительности аналитических реакций
7. Классификация реактивов по чистоте
8. Аналитические классификации катионов по группам
9. Систематический и дробный ход анализа

***Самопроверка:***

*Вопросы и упражнения*:

1.Чем характеризуется чувствительность, специфичность и избирательность аналитических реакций? Дайте определение этим понятиям и приведите примеры.

2. Какие факторы влияют на чувствительность аналитических реакций?

Какими способами можно повысить чувствительность аналитических реакций?

3. На чем основаны химические, физические и физико-химические методы анализа?

4. Что лежит в основе классификации катионов на группы?

5. Какие аналитические системы анализа катионов наиболее распространены? Какие групповые реагенты в них используются?

*Задачи:*

1. Предельная концентрация ионов $Ca^{2+}$ в реакции с оксалатом аммония равна 1:20000. Минимальный объем исследуемого раствора $1 \cdot 10^{-3}$ мл. Вычислить открываемый минимум ионов $Ca^{2+}$ в данной реакции.

2. Открываемый минимум $Cu^{2+}$ в растворе объемом 0,05 мл составляет 0,2 мкг. Вычислить предельное разбавление.

3. В мерной колбе на 1 л растворили навеску 1,57 г $AgNO_3$. Найдите, что при разбавлении этого раствора в 25 раз удается реакция на ион $Ag^+$ с хроматом калия. При более сильном разбавлении реакция становится ненадежной. Определить открываемый минимум и предельное разбавление для реакции, если она получается с каплей раствора объемом 0,02 мл.

4. В 1 л воды растворили 1,7 г $CdCl_2$. Будет ли наблюдаться реакция на ион $Cd^{2+}$ с уротропином в присутствии роданида аммония, если предельная концентрация составляет 1:1000 г/мл? Ответ подтвердить расчетом.

***Рекомендуемая литература:*** [1] – 5 – 11, [5] – 4 - 13; 54 -55, [11] – 4 -22.

**Тема. Отбор и подготовка пробы к анализу**

1. Отбор средней пробы
2. Потери и загрязнения при пробоотборе. Хранение пробы

3. Подготовка пробы к анализу
4. Анализ искусственной смеси твердых веществ

***Самопроверка:***

*Вопросы и упражнения*:

1. Какие требования предъявляются к генеральной пробе анализируемого вещества?
2. Чем определяется способ отбора и размер пробы?
3. Укажите источники погрешностей при отборе анализируемого вещества.
4. Каким образом можно учесть содержание воды в пробе?
5. Приведите примеры щелочных, кислых и окислительных плавней.

***Рекомендуемая литература:*** [1] - 18-22, [11]- 22-26.

**Тема.Химические равновесия в реальных системах**

1. Сильные и слабые электролиты
2. Общая концентрация и активность ионов в растворе
3. Ионная сила раствора
4. Влияние ионной силы раствора на коэффициент активности
5. Константа химического равновесия
6. Влияние ионной силы раствора на константу равновесия
7. Условная константа равновесия
8. Графическое описание равновесий

***Самопроверка:***[3]- с.48-52

*Вопросы и упражнения*: 1(а,ж), 2, 4, 6

*Задачи**:*** 1(1,2,5)

***Рекомендуемая литература:*** [1] – 49-60, [5] – 99-115, [11] – 54-78, [11]- 362- 371; 327-328.

**Тема.Термодинамика и кинетика химических реакций и процессов**

1. Предмет и задачи химической термодинамики
2. Закон сохранения энергии
3. Тепловые эффекты. Закон Гесса
4. Энтропия
5. Стандартные термодинамические свойства веществ и химическое сродство
6. Зависимость константы равновесия от температуры

***Самопроверка:***

*Вопросы и упражнения*:

1. Сформулируйте понятия теплота и работа.
2. Каким равенством выражается закон сохранения энергии?
3. С помощью какого уравнения рассчитывается энтропия процесса?
4. Перечислите функции состояния системы, используемые термодинамике.
5. Что является предметом изучения термодинамики?
6. Что является предметом изучения кинетики?
7. Охарактеризуйте условия протекания самопроизвольного процесса.

***Рекомендуемая литература:*** [1] – 60-67, [5] – 79-95

**Тема. Протолитическая теория.**
**Расчет pH растворов кислот и оснований**

1. Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури
2. Электронная теория Льюиса. Теория Усачева и другие теории
3. Протолитические равновесия в воде
4. Характеристика pH водных растворов электролитов
5. Константа кислотности и pH растворов слабых кислот

6. Константа основности и pH растворов слабых оснований
7. Кислотно-основные и некоторые другие свойства растворителей
***Самопроверка:***[3]- с. 4-19
*Вопросы и упражнения*: 1, 3, 5, 6, 9
*Задачи**:*** 2, 9, 13, 21
***Рекомендуемая литература:*** [1] – 82-111, [5] – 117-130, [11]– 66-68; 110-125.

**Тема. Раствор амфолита. Буферные растворы**
1. Раствор амфолита.
2. Определение буферного раствора. Значение буферных растворов в анализе
3. Типы буферных систем. Механизм буферного действия
4. Вычисление pH буферных растворов
5. Буферная ёмкость
6. Область буферирования
***Самопроверка:***[3]- с. 4-19
*Вопросы и упражнения*: 12, 13, 19, 21, 22
*Задачи: 28, 51, 53, 42, 59,*
***Рекомендуемая литература:***[1] – 109-117, [5] – 130-137, [11] – 135-140, [11]- 372-383; 328-333.

**Тем. Гидролиз**
1. Сольватация ионов.
2. Теоретические основы гидролиза.
3. Гидролиз аниона слабой кислоты.
4. Гидролиз соли, содержащей катион слабого основания и анион слабой кислоты.
5. Факторы, влияющие на степень гидролиза, и способы регулирования гидролиза.
6. Применение гидролиза в химическом анализе.
***Самопроверка:***
*Вопросы и упражнения*:
1. Как можно подавить гидролиз соли карбоната калия?
2. Как можно усилить гидролиз соли: а) по катиону, б) по аниону?
3. Что является количественной характеристикой гидролиза?
4. Какими значениями pH характеризуется гидролиз соли: а) по катиону, б) по аниону, в) по катиону и аниону?
5. Что является признаком амфотерности гидроксидов?
6. От каких факторов зависят амфотерные свойства гидроксидов?
*Задачи: 83,85, 86(1), 91, 97(7)* ; [3]- с.4-19
***Рекомендуемая литература:*** [11] – 126-134.

**Тема. Равновесие в системе осадок – раствор**
1. Произведение растворимости
2. Растворимость
3. Произведение растворимости и изменение стандартной энергии Гиббса при осаждении
4. Солевой эффект
5. Условие выпадения осадка
6. Дробное осаждение
7. Перевод одних малорастворимых электролитов в другие
8. Влияние различных факторов на полноту осаждения осадков и их растворение
***Самопроверка:***[3]- с.19-27
*Вопросы и упражнения*: 1, 3, 4, 9, 15, 17
*Задачи: 2(2), 4(2), 6, 11, 20, 34, 36(1)*

***Рекомендуемая литература:*** [1] – 252-268, [5] – 192-203, [11] – 84-100.

**Тема. Комплексообразование в аналитической химии**

1. Комплексные соединения (основные понятия)
2. Механизм образования комплексных соединений
3. Циклические (хелатные) соединения
4. Равновесие в растворах комплексных соединений
5. Условные константы устойчивости
6. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений

а) Координационные свойства ионов металлов и лигандов

б) Хелатный эффект

в) Влияние концентрации, pH, ионной силы и температуры на комплексообразование

6. Влияние концентрации компонентов, pH, ионной силы на комплексообразование
7. Значение комплексных соединений в анализе

а) Использование в качестве реагентов открытия

б) Использование для маскировки химических реакций в анализе

в) Оптические свойства комплексных соединений

***Самопроверка:***[3]- с. 28-39

*Вопросы и упражнения*: 2, 3, 6, 11, 13, 18, 19

*Задачи**:** 1, 16, 23(1), 24, 38, 43*

***Рекомендуемая литература:*** [1] – 166-184, [5] – 138-177, [11] – 179-223

**Тема. Окислительно-восстановительные равновесия и их роль в аналитической химии**

1. Окислительно-восстановительный потенциал
2. Уравнение Нернста
3. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций
4. Влияние химических воздействий на потенциал

а) Влияние pH

б) Влияние комплексообразования

в) Влияние образования малорастворимых соединений

***Самопроверка:***[3]- с.39-48

*Вопросы и упражнения*: 3, 5, 6, 8, 12, 20(6,20,23)

*Задачи**:** 1(5),3(5), 4, 15, 35, 31*

***Рекомендуемая литература:*** [1] – 207-219; 224, [5] – 177-191, [11] – 146-170.

## Количественный анализ

**Тема. Метрологические характеристики методов анализа**

1. Правильность и воспроизводимость результатов количественного анализа
2. Классификация ошибок количественного анализа
3. Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа
4. Нормальное распределение
5. t- распределение
6. Обнаружение промахов
7. Сравнение двух методов анализа по воспроизводимости (сравнение двух дисперсий)
8. Метрологическая характеристика методов анализа по правильности
9. Значащие цифры и правила округления
10. Записи результатов в пртоколах

***Самопроверка:***[3]- с. 286-299

*Вопросы и упражнения*: 3, 5, 7, 9

*Задачи:* 4, 11, 15, 25
***Рекомендуемая литература:*** [1]-с.24-49, [5]-с.35-58, [12]-с.5-35.

**Тема. Гравиметрический анализ**

1. Сущность гравиметрического анализа
2. Требования к осадкам и гравиметрической форме
3. Основные этапы гравиметрического определения
4. Расчет массы навески анализируемой пробы и объема (массы) осадителя
5. Механизм образования твердой фазы – теория кристаллизации
6. Осаждение из гомогенных растворов
7. Загрязнение осадка:
   а) виды соосаждения;
   б) закономерности адсорбции на аморфных осадках;
   в) закономерности соосаждения на кристаллических осадках;
   г) методы устранения соосаждения
8. Органические осадители
9. Общая оценка метода
10. Устройство аналитических весов
11. Правила работы на аналитических весах

***Самопроверка:***[3]- с.53-73
*Вопросы и упражнения*: 6(а, б, в), 9, 10, 13(г, д), 15, 32, 33, 34(а)
*Задачи:* 2(2), 4, 21, 44, 49, 52, 59, 71, 78.
***Рекомендуемая литература:***[1]- с.24-49, [6]- с.35-58, [12]- с.5-37.

**Тема. Сущность титриметрического анализа. Стандартные растворы. Теория индикаторы кислотно-основного титрования**

1. Способы выражения концентраций растворов в титриметрическом анализе
2. Сущность титриметрического анализа
3. Способы приготовления титрованных (стандартных) растворов
4. Основные приемы титрования
5. Основные методы титриметрического анализа
6. Измерительная посуда. Методы измерения объемов растворов.
7. Определение. Классификация индикаторов
8. Краткие сведения из теории цветности органических соединений
9. Индикаторы кислотно-основного титрования. Теория индикаторов
10. Интервал pH изменения окраски индикаторов
11. Показатель титрования pT

***Самопроверка:***
*Вопросы и упражнения*:

1. Какой закон лежит в основе расчетов титриметрического анализа?

2. Написать формулы для расчета нормальности рабочего раствора, если известен: а) титр раствора, б) титр раствора по определяемому веществу.

3. Какие группы являются хромафорами, а какие ауксохромами: -OH, $-CH_3$, O=N-, $-NH_2$, -N=N-, =N-NH-, $-O-CH_3$, $-N(CH_3)_2$ ? Как изменяются свойства соединений при наличии этих групп в молекуле?

4. Какая связь существует между константой диссоциации и интервалом перехода индикатора?

5. Чему равен интервал перехода индикатора тимолового синего, pT которого равен 8,9?

6. Какую окраску имеет индикатор лакмус при pH=8,1?

7. Будут ли отличаться между собой окраска лакмуса в двух растворах, имеющих значение pH, равные соответственно 8,5 и11,0?

8. В каких пределах или при каких значениях pH раствор будет бесцветен в присутствии фенолфталеина и окрашен в синий цвет в присутствии лакмуса?

Задачи:

1. Какова нормальная концентрация буры Na2B4O7 · 10 H2O , если навеску ее в 2, 6113 г растворили в 200 мл дистиллированной воды? Ответ:0,06847 н.

2. Сколько миллилитров 50%-ного раствора $H_2SO_4$ (р = 1,4 г/мл) надо растворить в воде, чтобы получить 10 л 0,25 н. раствора кислоты? Ответ: 175 мл.

3. Какую навеску шавелевой кислоты H2C2O4 · 2 $H_2O$ нужно взять чтобы на ее титрование израсходовать 20,00 мл 0,1000 н. раствора NaOH? Ответ: 9,1262 г.

4. На титрование 15,00 мл муравьиной кислоты с титром 0,001150 г/мл расходуется 12,50 мл раствора гидроксида калия. Определить нормальную концентрацию и титр KOH. Ответ: 0,03000н.

5. 4,8530 г концентрированной азотной кислоты растворено в мерной колбе на 200,0 мл. На титрование 25,00 мл приготовленного раствора израсходовано 20,00 мл 0,2 М раствора NaOH (К=1,04). Определить массовую долю (в %) HNO3 в анализируемой кислоте. Ответ: 43,20%

***Рекомендуемая литература***:[1] - 68-81; 117-122, [6] - 29-34; 47-51, [12]- 68-81; 84 - 98.

**Тема. Методы кислотно-основного титрования.**
**Кривые титрования**

1. Рабочие растворы метода кислотно-основного титрования
2. Кривые титрования сильной кислоты сильным основанием
3. Индикаторные погрешности титрования
а) Водородная ошибка титрования
б) Гидроксильная ошибка титрования
4. Кривая титрования сильным основанием слабой кислоты
5. Кривая титрования слабого основания сильной кислотой
6. Кислотная ошибка титрования
7. Щелочная ошибка титрования
8. Титрование солей многоосновных кислот

***Самопроверка:***[3]- с.74-100
*Вопросы и упражнения*: 2 (а,ж,м), 9, 12, 15(б), 26 (а,б)
*Задачи**:*** 2(2), 4, 7, 18, 37, 59, 46(6), 88(7),
***Рекомендуемая литература:*** [1]- с.71; 125-156, [6]- с.40-47, [12]- с.98-128.

**Тема. Осадительное титрование**

1. Общая характеристика методов осаждения
2. Коллоидное состояние.
3. Способы фиксирования конечной точки титрования
а) Метод Гей-Люссака
б) Метод Мора
в) Метод Фольгарда
г) Метод Фаянса
4. Кривые титрования в методах осаждения
5. Погрешности титрования

***Самопроверка:***[3]- с. 100-117
*Вопросы и упражнения*: 1(е), 4(б), 12, 21(7)
*Задачи**:*** 9, 18, 29, 56, 58
***Рекомендуемая литература:***[1]- с.274-280, [6]- с.96, [12]- с.245-270.

**Тем. Комплексонометрическое титрование**

1. Важнейшие неорганические и органические титранты
2. Кривая титрования $Cd^{2+}$ ЭДТА
3. Металлохромные индикаторы
4. Интервал перехода окраски индикатора
5. Индикаторные погрешности титрования
6. Способы проведения комплексонометрического титрования

- прямое титрование;- обратное титрование;- по методу вытеснения;
- косвенное титрование.

***Самопроверка:***[3]- с. 117-135
*Вопросы и упражнения*: 7,13, 16, 23, 28, 30, 45(10)
*Задачи**:*** 3, 21, 27, 62
***Рекомендуемая литература**:*[1]- с.225-250, [6]- с.60, [12]- с.209-243.

**Тема. Окислительно-восстановительное титрование**

1. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования
2. Редокс- индикаторы.
3. Кривые титрования в методах окислительно-восстановительного титрования.
4. Методы окислительно-восстановительного титрования и стандартные растворы.
   а) Перманганатометрия
   б) Йодомертия
   в) Дихроматометрия
   г) Броматометрия
   д) Иодатометрия
5. Индикаторные ошибки окислительно-восстановительного титрования.

***Самопроверка:***[3]- с.136-166
*Вопросы и упражнения*: 4, 10, 14, 25, 46(г)
*Задачи**:*** 5, 25, 63, 73
***Рекомендуемая литература**:* [1]- с.221-222; 225-250, [6]- с.82, [12]- с.137-206.

**Тема. Фотометрические методы анализа**

1. Молекулярно-абсорбционные методы
2. Закон Бугера - Ламберта - Бера
3. Молерный коэффициент поглощения
4. Спектры поглощения
5. Способы определения концентрации
   а) Визуальная колориметрия
   б) Основные приемы фотометрических измерений
   в) Фотометрическое титрование
6. Условия образования окрашенных соединений
   а) Влияние прочности окрашенных соединений
   б) Влияние посторонних комплексообразователей
   в) Влияние концентрации водородных ионов
7. Аппаратура применяемая в колориметрии

а) Фотоэффект и фотоэлементы
б) Фотоэлектроколориметры и спектрофотометры

8. Закон аддитивности оптических плотностей
9. Анализ двухкомпонентных смесей

***Самопроверка:*** [3]- с.179-206
*Вопросы и упражнения*: 1, 5, 8, 9, 14, 17, 30, 32
*Задачи**:*** 3(2), 6(1), 24(1)
***Рекомендуемая литература**:* [2]- с.71-91, [6]- с.267-273, [12]- с.305-317.

**Тема. Спектроскопические методы**

1. Электромагнитное излучение и его взаимодействие с веществом
2. Классификация оптических методов анализа
3. Основы теории атомных и молекулярных спектров
4. Основные узлы спектральных приборов

а) Источники возбуждения;
б) Диспергирующий элемент;
б) Приемники света;
в) Конструкции спектральных приборов.

***Самопроверка:*** [3]- с. 206-209
*Вопросы и упражнения*: 1, 3, 4, 7
*Задачи**:*** 4
***Рекомендуемая литература**:* [2]- с.10-12; 21-32; 66-68; 55-60, [6]- с.198-222, [12]- с.303-307

**Тема. Эмиссионный спектральный анализ**

1. Спектральные термы
2. Интенсивность спектральных линий
3. Качественный спектральный анализ
4. Количественный спектральный анализ
5. Полуколичественный спектральный анализ
6. Фотографические методы количественного спектрального анализа
7. Фотоэлектрические методы
8. Атомно-абсорбционный анализ
9. Фотометрия пламени

***Самопроверка:*** [3]- с. 167-179
*Вопросы и упражнения*: 2, 3, 4, 9, 11, 28, 30, 32
*Задачи**:*** 1(1), 6, 23
***Рекомендуемая литература**:*[2]- с.12-20; 33-49; 92-98, [6]- с.223-249.

**Тема. Люминесцентный анализ**

1. Спектры люминесценции
2. Энергетический и квантовый выходы люминесценции
3. Тушение люминесценции
4. Возбуждение и регистрация свечения при качественном и количественном химическом люминесцентном анализе
5. Качественный люминесцентный анализ
6. Количественный люминесцентный анализ

***Самопроверка:*** [3]- с.214 -225
*Вопросы и упражнения*: 4, 5, 6, 7, 8, 17
*Задачи**:*** 1, 10
***Рекомендуемая литература**:* [2]- с.98-110, [6]- с.297-315, [12]- с.356-357.

**Тема**. **Рефрактометрия. Интерферометрия. Поляриметрия**

1. Рефрактометрия
2. Интерферометрия
3. Поляриметрия

***Самопроверка:***
*Вопросы и упражнения*:
*Задачи**:***
***Рекомендуемая литература**:* [2] - с.142-155, [12]- с.370-381.

**Тема. Экстракция**

1. Распеделение вещества между двумя фазами

а) Константа распределения $K_D^o$

б) Коэффициент распределения$D$

2. Основные количественные характеристики экстракции
3. Экстракция хелатов
4. Экстракционные хелатные системы
5. Классификация экстракционных систем

***Самопроверка:*** [8]- 172-187

*Вопросы и упражнения*: *1, 6, 8, 9, 13*

*Задачи**:** 1, 10 ,16*

***Рекомендуемая литература**:* [2]-с.217-291, [6]-с.216-236.

**Тема. Принципы хроматографического разделения**

1. Историческая справка
2. Общие положения хроматографического анализа
3. Способы получения хроматограмм
4. Основы теории хроматографирования
5. Изотерма адсорбции

***Самопроверка:*** [3]- с.277-286

*Вопросы и упражнения*: 1, 2

*Задачи**:** 2, 3(1), 4*

***Рекомендуемая литература**:* [2]-с.292-341, [5]-с.265-339, [12]-с.402-442.

**Тема. Введение в электрохимические методы. Потенциометрия**

1. Реакция в ячейки.
2. Индикаторный электрод и электрод сравнения.
3. Классификация электрохимических методов.
5. Потенциометрия.
   а) Схема установки для потенциометрических измерений.
   б) Прямая потенциометрия.
   в) Потенциометрическое титрование.

***Самопроверка:*** [3]- с.243-256

*Вопросы и упражнения*: 1, 3, 7, 13, 18, 23, 25

*Задачи**:** 3, 15*

***Рекомендуемая литература**:* [2]-с.179-210, [6]-с.120-147, [12]-с.446-454.

**Тема. Электрогравиметрический анализ. Кулонометрия**

1. Общая характеристика электролитического осаждения в анализе
2. Значение напряжения при электролитическом выделении металлов. Химическая и концентрационная поляризация.
3. Напряжение разложения и перенапряжение
4. Электролиз на ртутном электроде
5. Внутренный электролиз
6. Электрогравиметрическое разделение
8. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений.
9. Прямая кулонометрия
10. Кулонометрическое титрование

***Самопроверка:*** [3]- с. 267-276

*Вопросы и упражнения*: 13, 14, 16, 19, 22, 27

*Задачи**:** 1, 5 , 17(1)*

***Рекомендуемая литература:*** [2]-с.160-178, [6]-с.90-95, [12]-с.457-464.

**Тема. Полярография и амперометрическое титрование**

1. Классическая полярография
2. Классическая полярограмма
3. Схема полярографической установки
4. Прямая полярография
5. Количественный полярографический анализ
6. Дифференциальная полярография
7. Кривые амперометрического титрования

***Самопроверка:*** [3]- с. 256-267

*Вопросы и упражнения*: 3, 5, 7, 13, 22

*Задачи**:*** 3, 15

***Рекомендуемая литература:*** [2]- с.211-220; 225-226, [6]- с.158-186, [12]- с.466-476.

**Тема. Инверсионная вольтамперометрия**

1. Сущность ИВ-метода.
2. Аппаратура.
3. Факторы, влияющие на положение, форму и величину аналитического сигнала в методе ИВ.
4. Способы определения концентраций в методе ИВ.

***Самопроверка:***

*Вопросы и упражнения*:

1. Как устроена электрохимическая ячейка в методе ИВ?
2. Что является аналитическим сигналом в методе ИВ?
3. Какой зависимостью характеризуется взаимосвязь между $I_a$от С?
4. Какой диапазон концентраций следует брать, чтобы при построении градуировочного графика сохранялась прямолинейная зависимость?
5. При помощи какого соотношения можно проверить прямую пропорциональную зависимость $I_a$от С в широком интервале С.
6. Перечислите факторы оказывающие влияние на величину аналитического сигнала в методе ИВ.
7. Изобразите вольтамперометрические кривые при определении компонентов по методу добавок.

***Рекомендуемая литература:*** [2]-с.223, [6]-с.181-183.

**Тема. Кондуктометрия**

1. Электрическая проводимость растворов.
2. Схема установки для определения электрической проводимости.
3. Прямая кондуктометрия.
4. Кондуктометрическое титрование.

***Самопроверка:*** [3]- с. 233-242

*Вопросы и упражнения*: 1, 2, 4, 7, 11

*Задачи**:*** 3, 5

***Рекомендуемая литература:*** [2]-с.231-245, [6]-с.151-155; 195, [12]-с.481-493.

## УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ

1. Вычислить предельные концентрации ионов $Zn^{2+}$ и $Fe^{3+}$, если предельное отношение ионов $Zn^{2+}$: $Fe^{3+}$ равно 1:200, а открываемый минимум ионов цинка равен 0,1 мкг. Реакция

протекает с каплей исследуемого раствора объемом 0,05 мл при добавлении к ней тетрародано-II-меркурата аммония.
2. Предельное отношение ионов $Ni^{2+}$: $Fe^{2+}$ при определении ионов никеля реактивом Чугаева равно 1:200 при открываемом минимуме ионов $Ni^{+2}$, равном 0,4 мкг. Вычислить предельное разбавление ионов никеля и железа, если для реакции требуется 0,002 мл исследуемого раствора.
3. Открываемый минимум ионов свинца $Pb^{2+}$ действием дитизона равен 0,04 мкг, предельное разбавление раствора равно 1250000 мл/г. Вычислить минимальный объем исследуемого раствора.
4. Предельная концентрация ионов $K^{+}$ в растворе для реакции на ион калия с раствором гидротартрата натрия $NaHC_4H_4O_6$ равна 1:1000 г/мл. Вычислить нормальность раствора хлорида калия при данной предельной концентрации.
5. Предельное отношение ионов $Cr^{3+}$ : $Al^{3+}$ при определении ионов $Cr^{3+}$ действием персульфата аммония $(NH_4)_2S_2O_8$ в присутствии нитрата серебра равно 1:2000, при открываемом минимуме ионов $Cr^{3+}$, равном 0,01мкг. Вычислить допустимую нормальную концентрацию ионов алюминия, если для реакции требуется 0,05 мл исследуемого раствора.
6. Капельная реакция на свинец с бензидином позволяет обнаружить 1,5 мкг свинца в капле исследуемого раствора объемом 0,05 мл. Вычислить предельное разбавление раствора.
7. Предельное разбавление ионов $Ca^{2+}$ в растворе равно
50000 мл/г, минимальный объем раствора, необходимый для открытия ионов $Ca^{2+}$ действием оксалата аммония, равен 0,03 мл. Вычислить открываемый минимум .
8. Открываемый минимум реакции $Ni^{2+}$ с диметилглиоксимом равен 0,16 мкг, предельное разбавление составляет 300000 мл/г. Вычислить минимальный объем раствора.
9. Микрокристалллоскопическая реакция открытия ионов $K^{+}$ действием тройного нитрита состава $Na_2PbCu(NO_3)_6$ позволяет открыть 0,15 мкг ионов $K^{=}$. Предельное разбавление равно 6600 мл/г. Вычислить
минимальный объем исследуемого раствора.
10. При микрокристаллоскопическом открытии ионов
кальция в виде оксалата минимальный объем 0,001 М раствора хлорида кальция равен 0,01 мл. Вычислите открываемый минимум и предельную концентрацию ионов для этой реакции.
11. Степень диссоциации муравьиной кислоты HCOOH в 0,2 н растворе равна 0,03. Определите константу диссоциации кислоты и pK.
12. Константа диссоциации масляной кислоты $C_5H_7COOH$ $1,5\cdot10^{-5}$. Вычислить степень ее диссоциации в 0,05 М растворе.
13. Найти степень диссоциации хлорноватистой кислоты HOCl в 0,2 н растворе.
14. При какой концентрации раствора степень диссоциации азотистой кислоты $HNO_2$ будет равна 0,2?
15. В 0,1 н растворе степень диссоциации уксусной кислоты равна $1,32\cdot10^{-2}$. При какой концентрации азотистой кислоты $HNO_2$ ее степень диссоциации будет такой же?
16. Сколько воды нужно прибавить к 300 мл 0,2 *М* раствора уксусной кислоты, чтобы степень диссоциации кислоты удвоилась?
17. Вычислите ионную силу и активность ионов в 0,1 %-ном (по массе) растворе хлорида бария. Плотность раствора принять равной единице.
18. Рассчитать активность иона водорода в 0,005 н растворе соляной кислоты, содержащем, кроме того, 0,15 моль/л хлорида натрия.
19. Вычислить pH 0,01 н раствора уксусной кислоты, в котором степень диссоциации кислоты равна 0,042.
20. Чему равна концентрация раствора уксусной кислоты, pH которого равен 5,2?
21. Растворимость гидроксида магния при $25^0$C равна $3,1\cdot10^{-2}$ г/л. Вычислите произведение растворимости гидроксида магния.

22. Произведение растворимости фосфата алюминия равно $5,75\cdot10^{-19}$. Вычислите растворимость этой соли в молях и граммах на литр насыщенного раствора.
23. Растворимость нитрата серебра в 100 г воды при $20^0$С равна 0,34 г. Вычислите произведение растворимости нитрата серебра: а) по упрощенной формуле, б) с учетом коэффициентов активности ионов.
24. Вычислите, во сколько раз растворимость (г/л) оксалата кальция в чистой воде превышает растворимость этой соли 0,02 *М* растворе оксалата аммония. $K_s(CaC_2O_4)=2,3\cdot10^{-9}$.
25. Вычислите, во сколько раз растворимость карбоната кальция в чистой воде меньше растворимости его 0,05 *М* растворе нитрата калия. $K_s(CaCO_3)=4,8\cdot10^{-9}$.
26. В одном литре насыщенного водного раствора карбоната кальция содержится $6,9\cdot10^{-3}$ г соли. Вычислите произведение растворимости карбоната кальция.
27. Произведение растворимости фосфата бария равно
$6,03\cdot10^{-39}$. Вычислите растворимость этой соли в молях на литр и концентрацию каждого иона в г/л.
28. Растворимость сульфата кальция $CaSO_4$ в 100 г воды при $20^0$С равна 0,1759 г. Вычислите произведение растворимости соли: а) по упрощенной формуле, б) с учетом коэффициентов активности ионов.
29. Вычислите, во сколько раз активность ионов $Ba^{2+}$ и оксалат-ионов в насыщенном растворе оксалата бария превышает активность этих ионов при растворении этой солив 0,01 *М* растворе оксалата аммония,
$K_s(BaC_2O_4)=1,1\cdot10^{-7}$.
30. Вычислите, во сколько раз растворимость арсената алюминия $AlAsO_4$ в чистой воде меньше растворимости его в 0,025 *М* растворе хлорида аммония. $K_s(AlAsO_4)=1,6\cdot10^{-16}$.
31. Вычислить навеску карбоната кальция, необходимую для получения осадка массой 0,3 г.
32. Для определения серы в каменном угле взята навеска последнего 2,0346 г. После обработки и осаждения сульфат - ионов хлоридом бария масса прокаленного осадка сульфата бария оказалась равной 0,1768 г. Вычислить процентное содержание серы в навеске угля.
33. Осадок, содержащий 0,3 г карбоната кальция, промыт 300 мл 0,1 *М* раствора $(NH_4)CO_3$. Сколько граммов будет растворено осадка и сколько это составит процентов?
34. Сколько миллилитров 2,5 %-ного раствора гидроксида аммония (ρ=0,989) необходимо взять для осаждения всего количества алюминия из 1,234 г аммонийных квасцов $NH_4Al(SO_4)_2\cdot12H_2O$?
35. Навеска 0,8644 г технического карбоната кальция превращается в весовую форму сульфата кальция, масса которой 0,85 г. Найти процентное содержание кальция в образце известняка.
36. Для определения фосфора весовым методом из навески 2,2200 г сплава осадили фосфор в виде фосфата магний, аммония $MgNH_4PO_4\cdot6H_2O$. После прокаливания осадка получили 0,1026 г пирофосфата магния $Mg_2P_2O_7$ . Вычислить процентное содержание фосфора в сплаве.
37. Из навески 0,6500 г латуни получен осадок аммоний, цинк фосфата массой 0,5200 г и осадок сульфата свинца массой 0,0030 г. Сколько процентов цинка, свинца и меди содержал образец, если других составных частей в нем не было?
38. Осадок сульфата бария 0,1 г промыт 250 мл дистиллированной воды. Сколько осадка перешло в раствор в процентах?
39. Сколько миллилитров 0,1 н раствора нитрата серебра требуется для осаждении всего хлора из 12 мл раствора, содержащего 6,5 г хлорида калия в 1 л.
40. Определить процентное содержание алюминия в сплаве, из навески которого, равной 1,5674 г было получено при весовом определении 0,2680 г алюминия.

41. Требуется приготовить 1 л 0,2 н раствора гидроксида натрия из концентрированного раствора, имеющего плотность 1,410. Какой объем последнего следует взять?
42. Сколько было взято граммов карбоната кальция, если после обработки навески его 50,00 мл 0,2 н раствора хлороводородной кислоты на титрование остатка израсходовано 10,00 мл раствора гидроксида натрия концентрацией 0,1 н?
43. Какова нормальность раствора карбоната натрия, если на полное титрование 30 мл его израсходовано 15,00 мл раствора хлороводородной кислоты, имеющей титр 0.003647 г/мл?
44. Чему равен титр раствора хлороводородной кислоты и его титр по серебру, если при прибавлении к 20,00 мл этого раствора избытка раствора нитрата серебра получено 0,2868 г хлорида серебра?
45. Каковы молярность, нормальность и титр по хлору раствора роданида аммония, если на 10,00 мл этого раствора затрачено 12,00 мл 0,05 н раствора нитрата серебра?
46. Какой объем 39 %-ного раствора серной кислоты (плотностью 1,30 г/мл) надо взять для приготовления 1,5 л 0,1 н раствора?
47. Дано 2,4265 г концентрированной азотной кислоты, которую растворили в мерной колбе емкостью 200 мл. На титрование 0,1 н раствора гидроксида натрия израсходовано 25 мл приготовленного раствора азотной кислоты. Определить процентное содержание азотной кислоты в анализируемом растворе.
48. Титр хлороводородной кислоты по оксиду кальция равен 0.002870 г/мл. Сколько миллилитров этого раствора потребуется для реакции с 0,2000 г оксида кальция?
49. Для нейтрализации 50 мл гидроксида натрия необходимо добавить 5 мл серной кислоты (плотностью 1,45 г/мл). Определите нормальность раствора гидроксида натрия, его титр и титр по соляной кислоте.
50. Вычислить нормальность раствора нитрата серебра, титр которого по хлориду натрия равен 0,002923 г/мл.

## ТРЕБОВАНИЯ К ФОРМЕ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

### Качественный анализ (3 семестр)
### Правила оформления лабораторного журнала

Каждый студент должен вести лабораторный журнал. Все записи должны быть четкими и аккуратными. В журнале записывают схему проведения анализа, результаты работы и уравнения химических реакций. Ниже приводятся примерные формы записи проделанных работ по качественному анализу.

***Лабораторная работа №***
***Аналитические реакции катионов …***

| Реагент | Уравнение реакции | Наблюдения | Вывод |
|---|---|---|---|
| | | | |

***Контрольная задача на анализ смеси катионов…***

| № п/п | Исследуемое вещество | Реагент | Наблюдения | Вывод | Состав осадка | Состав ра-ра |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

### Лабораторная работа
### Аналитические реакции катионов I аналитической группы. Анализ смеси катионов I аналитической группы (контрольная задача)

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Почему открытие катионов калия гидротартратом натрия $NaHC_4H_4O_6$ должно проводиться в нейтральной среде? Напишите уравнение реакции.

2. Почему осаждение катиона $Na^+$ в виде дигидроанитимоната $NaH_2SbO_4$ должно проводиться в нейтральной, а не в кислой или щелочной среде?

3. Почему перед открытием катиона $K^+$ необходимо удалить катион $NH_4^+$?

4. Почему на катионы первой аналитической группы нет группового реагента?

**Лабораторная работа**

**Аналитические реакции катионов II аналитической группы. Анализ смеси катионов II аналитической группы (контрольная задача)**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1) При действии группового реактива на катионы второй группы получаются осадки - хлориды соответствующих катионов. Какова растворимость хлоридов в воде и как это используется в анализе?

2) Какова роль азотной кислоты при открытии катионов серебра?

3) Какие происходят явления, если смесь солей AgCl, AgBr, Ag1 обработать водным раствором аммиака?

4) Какие продукты реакции образуются при взаимодействии хлорида ртути (I) с раствором аммиака? Укажите их химические формулы.

5) Какие химические соединения получаются при взаимодействии хлорида серебра с избытком раствора аммиака? Напишите их химические формулы.

**Лабораторная работа**

**Аналитические реакции катионов III аналитической группы. Анализ смеси катионов III аналитической группы (контрольная задача)**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Как можно растворить осадок сульфата бария?
2. Какой осадок выпадает первым, если к исследуемому раствору, содержащему катионы бария, стронция и кальция в равных концентрациях, постепенно приливать раствор серной кислоты?
3. Соли, каких катионов окрашивают пламя газовой горелки в желто-зеленый цвет?
4. Какая реакция открытия катиона кальция является селективной?
5. Как проводится открытие катиона бария в присутствии катионов стронция и кальция?
6. Как можно объяснить аналитический эффект выпадения осадка при добавлении ацетона к гипсовой воде?

**Лабораторная работа**

**Анализ смеси катионов трех аналитических групп. Систематический ход анализа**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1) Как отделить катионы 2 группы от катионов 1 и 3 аналитических групп?

2) Действием, какого реагента можно отделить катионы 3 аналитической группы от катионов первой группы?

**Лабораторная работа**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1) Подберите несколько окислителей, которыми можно окислить катионы $Cr^{3+}$ в $CrO_4^{2-}$ или $Cr_2O_7^{2-}$ .
2) В какой среде будет протекать окисление катиона $Cr^{3+}$ в $Cr^{6+}$ при взаимодействии его с пероксидом водорода и перманганатом калия?
3) Сравните $Zn(OH)_2$ и $Al(OH)_3$. Какой из этих гидроксидов выпадает в осадок раньше при осторожном добавлении гидроксида натрия к раствору, содержащему одинаковые концентрации катионов?
4) Почему добавление хлорида аммония способствует растворению $Zn(OH)_2$? Приведите уравнения реакций.

**Лабораторная работа**

**Аналитические реакции катионов IV аналитической группы. Анализ смеси катионов IV аналитической группы (контрольная задача)**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Какими химическими свойствами обладают гидроксиды четветрой аналитической группы катионов?
2. Какую специфическую реакцию используют для обнаружения катиона цинка дробным методом в смеси катионов четвертой группы?
3. Почему Sn(1I) мешает обнаружению цинка в виде сульфида цинка?
4. Какие аналитические реакции можно использовать для обнаружения иона олова(lI) в смеси катионов четвертой группы? Напишите соответствующие уравнения реакций.

**Лабораторная работа**

**Аналитические реакции катионов V аналитической группы. Анализ смеси катионов V аналитической группы (контрольная задача)**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Наличие, каких катионов возможно в растворе, если при действии щелочи на реакционную смесь, содержащую катионы 5 аналитической группы, выпадет белый осадок?
2. Напишите ионно-молекулярное уравнение реакции обнаружения катиона железа (III) в виде берлинской лазури.
3. Напишите ионно-молекулярное уравнение реакции обнаружения катиона железа (II) в виде турбунелевой сини.

**Лабораторная работа**

**Аналитические реакции катионов VI аналитической группы. Анализ смеси катионов VI аналитической группы (контрольная задача)**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Какими химическими свойствами обладают гидроксиды шестой аналитической группы катионов?

2. Какие катионы шестой аналитической группы присутствуют в растворе, если при действии раствора щелочи на реакционную смесь образовался голубой осадок, чернеющий при нагревании.
3. Какие катионы шестой аналитической группы присутствуют в растворе, если при действии раствора аммиака образовался синий осадок, растворимый в избытке аммиака с окрашиванием реакционной смеси в желто-бурый цвет?
4. Какой катион присутствует в растворе, если при добавлении к реакционной смеси роданида аммония с изоамиловым спиртом образуется кольцо, окрашенное в ярко-синий цвет?

**Лабораторная работа**

**Анализ смеси катионов IV, V и VI аналитических групп (контрольная задача)**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Какой вывод можно сделать о составе смеси катионов четвертой, пятой и шестой аналитических групп по внешнему виду анализируемого раствора?
2. Укажите возможный состав осадка при анализе смеси катионов четвертой, пятой и шестой групп, если pH раствора, содержащего осадок, меньше 4.
3. Укажите возможный состав раствора, не содержащего осадок, при анализе смеси катионов четвертой, пятой и шестой групп, если pH раствора равен 2-4.
4. Какие катионы четвертой, пятой и шестой групп можно обнаружить в их смеси дробным методом?
5. Перечислите основные этапы систематического анализа смеси катионов четвертой, пятой и шестой групп.

**Лабораторная работа**

**Анализ смеси катионов всех шести аналитических групп. Дробный ход анализа (контрольная задача)**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Какие катионы и как можно обнаружить в предварительных испытаниях?
2. Какие окислительно-восстановительные реакции используют при анализе смеси катионов всех шести аналитических групп?
3. Какие аммиачные комплексы используют при анализе смеси катионов?
4. Какие гидроксокомплексы используют при анализе смеси катионов?

**Лабораторная работа**

**Аналитические реакции органических веществ**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Какие органические анионы имеют аналитические реакции?
2. Какой аналитической реакцией можно обнаружить тартрат-анион?
3. Какой аналитической реакцией можно обнаружить бензоат-анион?
4. Какой аналитической реакцией можно обнаружить салицилат-анион?
5. Какой аналитической реакцией можно обнаружить цитрат-анион?

**Лабораторная работа**

**Аналитические реакции анионов первой аналитической группы. Анализ смеси анаионов первой группы (контрольная задача)**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1) На какие аналитические группы можно разделить анионы по их отношению к двум реактивам: хлориду бария и нитрату серебра?
2) Почему проводят реакции с хлоридом бария в нейтральной или слабощелочной среде, а с нитратом серебра в присутствии азотной кислоты?
3) Какие анионы не могут присутствовать в сильнокислом растворе?
4) Какая из солей нерастворима в разбавленной хлороводородной кислоте:

- сульфат бария;
- карбонат бария;
- сульфит бария;
- фосфат бария?

5) Каким реагентом и в каких условиях можно обнаружить карбонат-анион?

6) Как можно открыть карбонат- анион в присутствии сульфит- аниона?

7) Какой аналитический эффект наблюдается при обнаружении аниона фосфата магнезиальной смесью?

**Лабораторная работа**

**Аналитические реакции анионов второй и третьей аналитических групп. Анализ смеси анионов втрой и третьей группы (контрольная задача)**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Какой из анионов будет осаждаться первым при действии на реакционную смесь, содержащую анионы $Cl^-$, $Br^-$, $I^-$,нитратом серебра?
2. На чем основано открытие ацетат-иона раствором хлорида железа (III)?
3. Как можно открыть анионы брома и иода при их совместном присутствии в растворе?
4. Как устранить мешающее влияние нитрит-аниона при обнаружении нитрат-аниона с дифениламином?
5. Какие аналитические эффекты наблюдаются при обнаружении анионов хлорида и сульфида нитратом серебра?

**Лабораторная работа**

**Анализ смеси анионов всех аналитических групп (контрольная задача)**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные этапы хода анализа анионов?
2. Что такое «содовая вытяжка»?

**Лабораторная работа**

**Анализ искусственной смеси твердых веществ (контрольная задача)**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, наблюдения, уравнения реакций, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Какова роль групповых реакций в анализе катионов и анионов?

2. Перечислите основные этапы анализа «сухой соли»?
3. С какой целью проводят предварительные испытания и наблюдения при анализе неизвестного вещества?

**Количественный анализ (4 семестр)**
**Правила оформления лабораторного журнала**

Лабораторная работа оформляется в тетради каждым студентом самостоятельно. Указывается название работы, формулируются цель. Далее описывается ход работы, приводятся (если требуется) формулы, расчетные соотношения и результаты расчетов (экспериментов) в виде таблиц, схем, рисунков и графиков. В соответствии с ожидаемыми и полученными результатами делаются выводы об успешном (неудачном) выполнении задания, производится анализ допущенных ошибок и предлагаются варианты их устранения, а также предлагаются способы получения наиболее оптимальных результатов.

ПРОТОКОЛ АНАЛИЗА

Методика анализа_____
Объект анализа_____
Уравнение химической реакции_____
Сущность метода_____

Ход анализа _____
_____
_____
_____

Обработка результатов _____
_____
_____
_____
Результат анализа_____
Вывод_____

ПРОТОКОЛ АНАЛИЗА

Методика анализа_____
Объект анализа_____
Уравнение химической реакции_____
Сущность метода_____

Подготовка к анализу (расчеты, связанные с приготовлением растворов):
_____
_____
_____

Результат титрования:
$V_1$=
$V_2$=
…

Обработка результатов измерений_____
_____
_____
_____
Результат анализа_____
Вывод_____

ПРОТОКОЛ АНАЛИЗА

Методика анализа_____
Объект анализа_____
Уравнение химической реакции_____
Сущность метода_____

Подготовка к анализу (расчеты, связанные с приготовлением растворов):
_____
_____
_____

Выбор оптимальной длины волны

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | |

Заключение о выборе длины волны_____
_____

Обработка результатов измерений_____
_____
_____
_____
Результат анализа_____
Вывод_____

ПРОТОКОЛ АНАЛИЗА

Методика анализа_____
Объект анализа_____
Уравнение химической реакции_____
Сущность метода_____

Подготовка к анализу (расчеты, связанные с приготовлением растворов):
_____
_____
_____

Построение градуировочного графика (указать определяемый компонент)

| № колбы | Объем стандартного раствора, мл | Содержание (определяемого компонента), мг (мкг) | Оптическая плотность (А) |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| и т.д. | | | |

График строится с помощью программы Microsoft Excel, распечатывается и прикладывается к протоколу. Обязательно должен быть подписан сам график, оси.

Обработка результатов измерений_____
_____
_____
_____
Результат анализа_____
Вывод_____

**Лабораторная работа**
**Экстракционно-фотометрическое определение молибдена в растворах**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Какова сущность экстрационно-фотометрического метода?
2. Какие два типа фотометрических реакций используют в экстрационно-фотометрическом анализе?
3. В каких случаях используют данный метод анализа?

**Лабораторная работа**
**Фотометрическое определение дихромат- и перманганат-ионов при их совместном присутствии**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Что называется спектром поглощения и в каких координатах егопредставляют?

2. Что называется коэффициентом пропускания Т и оптической плотностью А? В каких пределах изменяется их величина?
3. Каков физический смысл молярного коэффициента светопоглощения? Какие факторы влияют на его величину?

**Лабораторная работа**
**Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. На каком признаке основана классификация методов гравиметрического анализа?
2. Какова сущность весовых определений по методу отгонки?
3. Чем отличается метод прямой отгонки от метода косвенной отгонки?

**Лабораторная работа**
**Определение сульфат-ионов**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Когда осаждение считают практически полным? Как добиться полноты осаждения? Какие потери осадка допустимы в гравиметрии?
2. Назовите и обоснуйте требования к осаждаемой и гравиметрической формам.
3. Как влияет на растворимость осадка избыток осадителя? Всегда ли при осаждении применяют полуторакратный избыток осадителя?
4. Почему при выделении осадка следует избегать большого избытка осадителя?

**Лабораторная работа**
**Приготовление и стандартизация 0,1 М раствора хлороводородной кислоты. Определение содержания щелочи и соды при их совместном присутствии**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое первичные и вторичные стандартные растворы? Перечислите требования, предъявляемые к стандартным веществам.
2. Какова сущность метода кислотно-основного титрования? Как обнаружить конечную точку титрования в кислотно-основном титровании?
3. Приведите примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании. Напишите уравнения реакций, укажите факторы эквивалентности.
4. Приведите примеры использования разных способов титрования (прямого, обратного, косвенного) в кислотно-основном титровании.

**Лабораторная работа**
**Определение аммиака в солях аммония методом обратного титрования**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. В чем сущность обратного титрования?
2. Когда применяют обратное титрование?
3. На какой реакции основано определение аммиака в соях аммония?

**Лабораторная работа**
**Приготовление и стандартизация 0,01 М раствора нитрата серебра. Определение хлорид – ионов в сточных водах методом Фольгарда**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Укажите последовательность выпадения осадков при аргентометрическом титровании смеси, содержащей ионы Cl-, Br- и J- в эквимолярных концентрациях.
2. Перечислите способы обнаружения конечной точки титрования по методу осаждения.
3. Какие типы индикаторов применяются в титровании по методу осаждения?
4. Какой способ основан на безындикаторном обнаружении конечной точки аргентометрического титрования хлоридов?
5. На чем основан метод Гей-Люссака? Какие ионы он позволяет определять?
6. В чем сущность осадительного титрования по методу Мора; для определения каких ионов он применим?
7. Охарактеризуйте метод Фольгарда. Какие ионы могут быть определены с помощью этого метода?

**Лабораторная работа**
**Приготовление и стандартизация раствора этилендиаминтетраацетата натрия (ЭДТА). Определение кальция и магния в растворе**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Каким критериям должны отвечать титранты в комплексометрии?
2. В чем сущность метода комплексонометрии?
3. Объясните принцип действия и выбора металлоиндикатора в комплексонометрическом титровании.
4. Какие факторы влияют на величину скачка на кривой комплексонометрического титрования?
5. В каких случаях используют обратное комплексонометрическое титрование? Приведите примеры.
6. В чем суть косвенного комплексонометрического титрования? Приведите примеры.
7. Объясните сущность обратного и вытеснительного комплексонометрического титрования. В каких случаях используют эти методы?
8. Как проводят комплексонометрическое определение кальция и магния при их совместном присутствии?

**Лабораторная работа**
**Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия по оксалату натрия. Определение нитрит – ионов**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1 .Назовите способы фиксирования конечной точки в окислительно-восстановительном титровании.

2. Назовите первичные стандартные вещества в перманганатометрии, укажите их факторы эквивалентности и напишите соответствующие полуреакции.

3. Назовите причину неустойчивости раствора перманганата калия и напишите уравнения соответствующей реакции.

4. Какие приемы используют для стабилизации раствора перманганата калия?

5. Укажите и поясните условия, которые необходимо соблюдать при титровании оксалата натрия раствором перманганата калия?

**Лабораторная работа**

**Приготовление и стандартизация раствора тиосульфата натрия. Определение меди**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Назовите способы фиксирования конечной точки в окислительно-восстановительном титровании.

2. Назовите причины неустойчивости раствора тиосульфата натрия и напишите уравнения соответствующих реакций.

3. Напишите реакции, используемые для стандартизации раствора тиосульфата натрия.

**Лабораторная работа**

**Потенциометрическое титрование. Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Опишите конструкцию и потенциал комбинированного стеклянного электрода, используемого в работе.
2. Как определить по кривой титрования точку эквивалентности наиболее корректно?
3. На чем основано раздельное титрование смеси хлороводородной и борной кислот? Какие условия должны при этом выполняться?

**Лабораторная работа**

**Кулонометрическое титрование. Определение тиосульфат-ионов. Определение меди**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Из чего состоит ячейка для кулонометрического титрования?
2. Перечислите условия, соблюдение которых обязательно при кулонометрическом титровании.

**Лабораторная работа**

**Определение Zn, Cd, Pb, Cu методом инверсионной вольтамперометрии**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Есть ли преимущества метода ИВА перед методом классической полярографии? Если есть, то в чем они заключаются.
2. Какие электроды и почему могут использоваться в инверсионной вольтамперометрии в качестве индикаторных электродов, электродов сравнения?
3.Какой вид имеет анодная вольтамперограмма полученная методом инверсионной вольтамперометрии?
4. Какие методы количественного анализа в ИВА вы знаете?

**Лабораторная работа**

**Кондуктометрическое титрование. Определение хлороводородной и уксусной кислот**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Опишите установку для кондуктометрического титрования.
2. Как определить по кривой титрования точку эквивалентности наиболее корректно?
3. На чем основано раздельное титрование смеси хлороводородной и уксусной кислот? Какие условия должны при этом выполняться?

**Лабораторная работа**

**Фотометрическое определение железа в технической серной кислоте**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Дайте определение понятия «фотометрическая реакция». Какие требования к ней применяются? Каким требованиям должен удовлетворять фотометрический реагент?
2. Что такое раствор сравнения в фотометрическом анализе? Каков его состав и назначение?
3. Закон Бугера – Ламберта – Бера; условия его применимости.
4. Сущность метода стандартных серий.
5. Какой интервал длин волн отвечает оптическому диапазону?
6. Как связаны величины пропускания (T,%) и оптической плотности (A)?
7. В каких единицах измеряются величины A, T, ε и k?

**Лабораторная работа**

**Турбидиметрическое определение свинца. Турбидиметрическое определение кальция**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Что общего и чем отличаются турбидиметрический и фотометрический методы анализа?
2. Назовите условия, которые необходимо выполнять при проведении турбидиметрического метода анализа.
3. Как влияют на правильность результатов анализа концентрация

4. ионов, образующих осадок, и отношение между концентрациями смешиваемых растворов?
5. Назовите преимущества и недостатки турбидиметрического метода анализа? В каких случаях его применяют?

**Лабораторная работа**

**Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Закон Бугера – Ламберта – Бера; условия его применимости.
2. Сущность метода градуированного графика.
3. Какой интервал длин волн отвечает оптическому диапазону?
4. Как связаны величины пропускания (Т,%) и оптической плотности (А)?

**Лабораторная работа**

**Турбидиметрическое определение сульфат-ионов**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое «нефелометрия» и «турбидиметрия»? Что общего и чем отличаются эти методы анализа?
2. Как влияют на правильность результатов анализа скорость и порядок смешивания растворов?
3. От чего зависит время, требуемое для получения максимальной мутности?
4. Как влияет на правильность результатов анализа присутствие посторонних веществ?

**Лабораторная работа**

**Фотометрическое определение подвижного фосфора в почвах**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Опишите физиологическую роль фосфора для растений и методы контроля его содержания в почвах.
2. В каком состоянии фосфор находится в почвах?
3. Каково среднее содержание фосфора в почвах?

**Лабораторная работа**

**Рефрактометрическое определение содержания бромида калия в растворе**

**Форма отчета.** Отчет должен содержать название, цель работы, описание хода работы, рисунок прибора для получения метана, наблюдения, уравнения реакций, механизмы, выводы.

**Контрольные вопросы**

1. На чем основан рефрактометрический метод анализа?
2. Достоинства и области применения рефрактометрии?
3. Какими способами проводят рефрактометрический анализ?

4. Абсолютный и относительный показатели преломления.

**Лабораторная работа**
**Оптические методы анализа**
**Контрольные вопросы**

1. Оптические методы анализа. Классификация оптических методов анализа.
2. Молекулярный спектральный анализ. Основной закон светопоглощения.
3. Колориметрия. Методы колориметрии.
4. Фотоколориметрия. Метод градуировочного графика.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ТЕМ КУРСОВЫХ РАБОТ

1. Перманганатометрическое определение массовой концентрации перекиси водорода.
2. Комплексонометрическое определение массы свинца (II) в растворе.
3. Разделение катионов методом ионообменной хроматографии.
4. Фотометрическое определение марганца и хрома при их совместном присутствии.
5. Ионообменное разделение железа и меди и их фотометрическое определение.
6. Фотометрическое определение дихромат- и перманганат-ионов при их совместном присутствии в растворе.
7. Определение жесткости воды.
8. Определение окисляемости воды.
9. Определение аммонийных ионов и аммиака.
10. Определение анионного состава сточных вод.
11. Вольтамперометрическое определение ТМ в продуктах питания.

## ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

**Качественный анализ**

1. Закон действующих масс. Химическое равновесие.
2. Протолитическая теория кислот и оснований.
3. Кислотно-основные свойства растворителей.
4. Константа диссоциации слабого электролита.
5. Сильные электролиты в растворах. Коэффициенты активности и ионная сила.
6. Ионное произведение воды.
7. Вычисление концентрации водородных ионов и pH в водных растворах кислот и оснований.
8. Действие одноименных ионов. Буферные системы и их применение в химическом анализе.
9. Гидролиз солей. Степень гидролиза. Константа гидролиза.Применение гидролиза в анализе.
10. Общая характеристика комплексных соединений. Применение комплексных соединений в химическом анализе.

11. Окисление-восстановление как обмен электронов. Окислительно-восстановительные потенциалы. Уравнение Нернста.
12. Окисление-восстановление в химическом анализе.
13. Произведение растворимости.
14. Условия осаждения садков (кристаллических, аморфных).
15. Условия растворения осадков.
16. Экстрагирование, сублимация, дистилляция и их применение в химическом анализе.
17. Классификации катионов и признаки, на которых они основаны.

18. Качественный анализ. Особенности аналитических реакций и способы их выполнения.

19. Требования к аналитическим реакциям, их чувствительность и селективность. Понятие об аналитических сигналах и аналитических реакциях.

21. Дробный и систематический анализ.

22. Аналитические группы катионов.

23. Аналитические группы анионов.

24. Макро-, полумикро-, микро - и ультрамикроанализ.

25. Выполнение операций в полумикроанализе (нагревание, осаждение, центрифугирование, проба на полноту осаждения, перенесение центрифугата в другую пробирку, промывание осадка, растворение осадка, выпаривание осадка, прокаливание). Микрокристаллоскопия.

26. Химическая посуда и приборы, применяемые в химическом анализе.

**Количественный анализ**

27. Задачи количественного анализа.

28. Количественный анализ и контроль загрязненности экологических объектов.

29. Современная классификация методов количественного анализа.

30. Точность аналитических определений. Виды ошибок.

31. Сущность гравиметрического анализа, область его применения.

32. Подготовка вещества к количественному анализу (отбор средней пробы квартованием, перекристаллизация, выбор величины навески, растворение анализируемого вещества).

33. Осаждение – важнейшая операция гравиметрического анализа. Осаждаемая форма, гравиметрическая форма. Условия осаждения кристаллических и аморфных веществ.

34. Фильтрование. Виды беззольных фильтров. Техника фильтрования.

35. Соосаждение (окклюзия, изоморфное соосаждение и соосаждение с образованием химических соединений). Промывание осадка (промывание разбавленным раствором осадителя, раствором электролита-коагулянта, дистиллированной водой)

36. Высушивание осадка (оборудование, методика).

37. Прокаливание осадка (без отделения фильтра, с отделением фильтра).

38. Минерализация неорганических веществ («мокрая» и «сухая»). Метод Кьельдаля, метод Дениже, метод Кариуса.

39. Принцип титриметрического анализа, область его применения.

40. Способы выражения концентрации растворов (молярная концентрация эквивалента).

41. Методы титриметрического анализа.

42. Стандартные и стандартизированные растворы.

43. Сущность кислотно-основного титрования. Индикаторы.

44. Кривые титрования. Выбор индикатора.

45. Порядок титрования.

46. Методы титрования (кислотно-основное, осадительное, редокс-методы( или окислительно-восстановительные), кулонометрическое, кондуктометрическое титрования).

## ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

### Качественный анализ

1. Предмет, задачи и методы современной аналитической химии. Области использования аналитической химии.

2. Единицы количества вещества и способы выражения концентраций. Выбор метода анализа (содержание компонента, избирательность, точность, экспрессность, стоимость и т.д.).

3. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Типы аналитических реакций.

4. Характеристика чувствительности аналитических реакций. Классификация реактивов по чистоте.

5. Аналитические классификации катионов по группам и периодическая система Д.И. Менделеева.

6. Систематический и дробный ход анализа кислотно-щелочным методом на примере смеси катионов или анионов.

7. Отбор проб газов, жидкостей, твердых веществ для анализа. Потери и загрязнения при пробоотборе. Хранение пробы. Подготовка пробы к анализу.

8. Подготовка пробы к анализу. Вода в пробах. Высушивание. Разложение образцов. Переведение пробы в раствор. Растворение. Термическое разложение. Сплавление.

9. Закон сохранения энергии. Тепловые эффекты. Закон Гесса.

10. Энтропия. Стандартные термодинамические свойства и химическое сродство.

11. Сольватация ионов. Сильные и слабые электролиты. Диэлектрическая проницаемость растворов.

12. Учет электростатических взаимодействий. Коэффициенты активности.

13. Ионная сила раствора. Влияние ионной силы раствора на коэффициент активности.

14. Закон действующих масс. Термодинамические и концентрационные константы равновесия.

15. Влияние ионной силы на константу равновесия.

16. Уравнение материального баланса. α – коэффициент (молярная доля). Условная константа равновесия.

17. Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Электронная теория Льюиса. Теория Усановича.

18. Протолитическое равновесие в воде.pH водных растворов сильных кислот и оснований.

19. Графическое описание равновесий. Распределительные диаграммы. Концентрационно-логарифмические диаграммы.

20. Кислотно-основные свойства растворителей. Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей.

21. Константа кислотности и pH растворов слабых кислот.

22. Константа основности и pH растворов слабых оснований.

23. Раствор амфолита.

24. Теоретические основы гидролиза. Варианты взаимодействия соли с водой.

25. Константа гидролиза, степень гидролиза, pH раствора соли содержащей катион слабого основания.

26. Константа гидролиза, степень гидролиза, pH раствора соли содержащей анион слабой кислоты.

27. Константа гидролиза и pH раствора соли содержащей анион слабой кислоты и катион слабого основания.

28. Факторы, влияющие на степень гидролиза и способы регулирования гидролиза. Применение гидролиза в качественном анализе.

29. Определение буферного раствора. Типы буферных систем. Механизм буферного действия.

30. Вычисление pH буферных растворов.

31. Буферная емкость. Область буферирования.

32. Термодинамическое и условное произведение растворимости.

33. Связь произведения растворимости с растворимостью.

34. Произведение растворимости и изменение стандартной энергии Гиббса при растворении.

35. Солевой эффект.

36. Условие выпадение осадка. Дробное осаждение.

37. Перевод одних малорастворимых электролитов в другие.

38. Влияние различных факторов на полноту осаждения осадков и их растворимость (влияние кислот, комплексообразования, окислительно-восстановительных реакций, растворителя, температуры).

39. Окислительно-восстановительный потенциал. Стандартный водородный электрод.

40. Уравнение Нернста. Формальный электродный потенциал.

41. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций.

42. Влияние pH на окислительно-восстановительный потенциал.

43. Влияние комплексообразования на окислительно-восстановительный потенциал.

44. Влияние образования малорастворимых соединений на окислительно-восстановительный потенциал.

45. Комплексные соединения их состав и строение.

46. Равновесие в растворах комплексных соединений. Ступенчатые реакции образования комплексов. Константа нестойкости и константа устойчивости.

47. Условные константы устойчивости комплексных соединений.

48. Факторы, влияющие на устойчивость комплексов. Природа центрального и донорных атомов (принцип ЖМКО).

49. Циклические (хелатные) соединения. Хелатный эффект.

50. Значение комплексных соединений в анализе (маскировка, демаскировка, реакции открытия).

**Количественный анализ**

1. Правильность и воспроизводимость результатов количественного анализа. Классификация ошибок количественного анализа, способы их выявления.

2. Статистическая обработка и представление результатов количественного анализа (среднее арифметическое, отклонение от среднего, дисперсия, стандартное отклонение, доверительный интервал среднего, полуширина доверительного интервала).

3. Нормальное распределение. t – распределение.

4. Обнаружение промахов. Метрологическая характеристика методов анализа по правильности и воспроизводимости.

5. Сущность гравиметрического анализа. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Выбор осадителя, неорганические и органические осадители. Общая оценка метода.

6. Требования к осадкам и гравиметрической форме. Расчет массы анализируемой пробы и объема (массы) осадителя. Гравиметрический фактор.

7. Механизм образования твердой фазы – теория кристаллизации. Условия получения осадка. Осаждение из гомогенных растворов.

8. Загрязнение осадка: виды соосаждения, закономерности адсорбции на аморфных осадках, закономерности соосаждения на кристаллических осадках.

9. Сущность титриметрического анализа. Способы приготовления титрованных (стандартных) растворов.

10. Приемы и методы титрования.

11. Индикаторы. Индикаторы кислотно-основного титрования. Теория индикаторов.

12. Интервал pH изменения окраски индикаторов. Показатель титрования pT.

13. Рабочие растворы в методах кислотно-основного титрования. Кривые титрования.

14. Индикаторные погрешности титрования. Водородная и гидроксильная ошибки титрования.

15. Кислотная и щелочная ошибки титрования.
16. Кривые осадительного титрования. Погрешности титрования.
17. Способы фиксирования конечной точки титрования в аргентометрии (методы Мора, Форльгарда, Фаянса, Гей-Люссака).
18. Кривая комплексонометрического титрования ионов $Cd^{2+}$ ЭДТА в присутствии аммиачного буферного раствора.
19. Металлохромные индикаторы. Способы проведения комплексонометрического титрования.
20. Условия проведения окислительно-восстановительного титрования. Редокс-индикаторы.
21. Методы окислительно-восстановительного титрования. Кривые титрования на примере перманганатометрии.
22. Молекулярно-абсорбционные методы. Аппаратура применяемая в колориметрии и спектрофотометрии.
23. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
24. Молярный коэффициент поглощения. Спектры поглощения.
25. Визуальная колориметрия (методы: стандартных серий, колориметрического титрования, уравнивания, разбавления).
26. Основные методы колориметрических определений: градуировочного графика, молярного коэффициента поглощения, добавок).
27. Диффференциальная фотометрия. Фотометрическое и спектрофотометрическое титрование.
28. Причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера (влияние прочности комплексных соединений, посторонних комплексообразующих ионов, pH). Закон аддитивности оптических плотностей.
29. Электромагнитное излучение и его взаимодействие с веществом. Основы теории атомных и молекулярных спектров.
30. Классификация оптических методов анализа. Основные узлы спектральных приборов.
31. Спектральные термы.
32. Интенсивность спектральных линий. Качественный спектральный анализ.
33. Количественный и полуколичественный спектральный анализ.
34. Фотографические методы количественного спектрального анализа: трех эталонов, постоянного графика переводного множителя, метод добавок.
35. Атомно-абсорбционный анализ. Фотометрия пламени.
36. Спектры люминесценции. Закон Стокса-Ломмеля.
37. Энергетический и квантовый выходы люминесценции. Тушение люминесценции.
38. Качественный и количественный люминесцентный анализ. Возбуждение и регистрация спектров при химическом люминесцентном анализе.
39. Рефрактометрия.
40. Интерферометрия.
41. Поляриметрия.
42. Распределение вещества между двумя фазами. Константа и коэффициент распределения. Константа экстракции.
43. Основные количественные характеристики экстракции (степень извлечения, фактор извлечения).
44. Классификация экстракционных систем. Экстракционные хелатные системы.
45. Электрохимическая ячейка.
46. Индикаторный электрод и электрод сравнения.
47. Прямая и косвенная потенцеометрия. Схема установки для потенцеометрических измерений.

48. Общая характеристика электролитического осаждения в анализе.
49. Значение напряжения при электролитическом выделении металлов. Химическая и концентрационная поляризация, напряжение разложения и перенапряжение.
50. Электрогравиметрическое разделение. Внутренний электролиз.
51. Законы Фарадея. Условия проведения прямых и косвенных кулонометрических определений. Кулономеры.
52. Прямая кулонометрия. Кулонометрическое титрование.
53. Классическая полярография. Уравнение полярографической волны. Характеристика полярограммы.
54. Схема полярографической установки. Прямая полярография. Дифференциальная полярография.
55. Количественный полярографический анализ (методы градуировочного графика, стандартных растворов, добавок). Амперометрическое титрование
56. Метод инверсионнаявольтамперометрии.
57. Кондуктометрия. Схема установки для определения электрической проводимости.
58. Прямая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование.

## 6.3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ПК-1, ПК-5.

Тесты содержат следующие типы заданий

| **Тип задания** | **№ задания** | **Вес задания (балл)** | **Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение задания / характеристика правильности ответа)** |
|---|---|---|---|
| задания закрытого типа с выбором одного правильного (1 из 4) | 1, 2, 3 | 1 балл | 1 б - полное правильное соответствие; 0 б - остальные случаи |
| задания закрытого типа с выбором нескольких правильных ответов (3 из 6) | 4, 5, 6, 7 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие (последовательность вариантов ответа может быть любой); 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи |
| задания закрытого типа на установление соответствия (4 на 4) | 8, 9 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи |
| задание закрытого типа на установление последовательности | 10, 11 | 2 балла | 2 б – полное правильное соответствие; 1 б – если допущена одна ошибка / ответ правильный, но не полный; 0 б – остальные случаи |
| задания открытого типа с кратким ответом | 12, 13 | 3 балла | 3 б – полное правильное соответствие; 0 б – остальные случаи. |
| задания открытого типа с развернутым ответом | 14, 15 | 5 баллов | 5 б – полное правильное соответствие; если допущена одна ошибка/неточность / ответ правильный, но не полный - 3 балла; если допущено более одной ошибки / ответ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | неправильный / ответ отсутствует – 0 баллов |

| Формируемая компетенция | Индикаторы сформированности компетенции |
|---|---|
| **УК-1**. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. | **ИД-1 ук-1- Знает** принципы сбора, отбора и обобщения информации.<br>**ИД-2 ук-1- Умеет** соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.<br>**ИД-3 ук-1- Имеет практический опыт** работы с информационными объектами и сетью Интернет, опыт научного поиска, опыт библиографического разыскания, создания научных текстов. |

**Тест**

**Инструкция:** Тест состоит из 15 заданий различных форматов, направленных на проверку понимания теоретических основ и практических аспектов аналитической химии. Внимательно читайте вопросы.

---

**Часть 1: Вопросы с одним правильным ответом**

**1. Какой из перечисленных процессов является стадией пробоподготовки для анализа твердой пробы органического материала на содержание металлов?**

а)Фильтрование

б)Экстракция

в) Озоление (минерализация)

г) Титрование

**Ответ: в**

**2. Какой фактор НЕ оказывает влияния на положение химического равновесия в растворе?**

а) Концентрация реагентов

б) Температура

в) Присутствие катализатора

г) Давление (для реакций в растворе)

**Ответ: в**

**3. Основное требование к химической реакции, используемой в гравиметрическом анализе, — это:**

а) Высокая скорость

б) Стехиометричность и образование труднорастворимого соединения известного постоянного состава

в) Окислительно-восстановительный характер

г) Протекание в кислой среде

**Ответ: б**

**Часть 2: Вопросы типа «Верно/Неверно»**

**4. Погрешность, которая является постоянной или закономерно изменяющейся в серии измерений, называется случайной.**

**Ответ: Неверно**

**5. В методе кислотно-основного титрования точка эквивалентности всегда совпадает с точкой нейтрализации (pH=7).**

**Ответ: Неверно**

**Часть 3: Вопросы с несколькими правильными ответами**

**6. Какие из перечисленных методов относятся к электрохимическим методам анализа? (Выберите два или более варианта)**

а) Потенциометрия
б) Атомно-эмиссионная спектоскопия
в) Вольтамперометрия
г) Хроматография
д) Кондуктометрия

**Ответ: 6. а), в), д)**

**7. Какие из перечисленных приемов используются для маскировки мешающих ионов? (Выберите два или более варианта)**

а) Осаждение
б) Изменение pH раствора
в) Комплексообразование
г) Дистилляция
д) Гомогенное осаждение

**Ответ: б), в)**

**Часть 4: Вопросы на установление соответствия**

**8. Установите соответствие между методом анализа и его сущностью.**

| Метод анализа | Сущность метода |
|---|---|
| 1. Гравиметрия | А. Измерение объема раствора реагента, затраченного на реакцию с определяемым веществом. |
| 2. Титриметрия | Б. Измерение массы продукта реакции известного состава. |
| 3. Спектро-фотометрия | В. Измерение зависимости тока от приложенного потенциала. |
| 4. Вольтамперо-метрия | Г. Измерение поглощения электромагнитного излучения анализируемым веществом. |

**Ответ: 1 – Б, 2 – А, 3 – Г, 4 – В**

**9. Установите соответствие между типом химической реакции и примером ее использования в аналитической химии.**

| Тип реакции | Пример использования |
|---|---|
| 1. Кислотно-основная | А. Определение жесткости воды титрованием трилоном Б. |
| 2.Окислительно-восстановительная | Б. Титриметрическое определение уксусной кислоты раствором гидроксида натрия. |
| 3. Комплексонометрическая | В. Определение железа(II) перманганатометрическим титрованием. |
| 4. Осаждения | Г. Гравиметрическое определение сульфат-ионов в виде $BaSO_4$. |

**Ответ: 1 – Б, 2 – В, 3 – А, 4 - Г**

**Часть 5: Вопросы на установление последовательности**

**10. Расположите этапы проведения гравиметрического анализа в правильной последовательности.**

А) Высушивание и взвешивание осадка
Б) Осаждение определяемого компонента
В) Отбор и подготовка пробы
Г) Фильтрование и промывание осадка
Д) Расчет массы и процентного содержания компонента

**Ответ: В -> Б -> Г -> А -> Д**

**11. Расположите стадии пробоподготовки сложной твердой пробы в логической последовательности.**

А) Гомогенизация и сокращение пробы
Б) Отбор средней пробы
В) Минерализация или растворение
Г) Концентрирование и очистка определяемого компонента
Д) Анализ полученного раствора

**Ответ: Б -> А -> В -> Г -> Д**

**Часть 6: Вопросы с коротким ответом**

**12. Как называется мера воспроизводимости серии измерений, выражаемая стандартным отклонением?**

**Ответ: Прецизионность (или сходимость).**

**13. Как применяется принцип Ле Шателье для смещения равновесия реакции осаждения $BaSO_4$ в сторону образования осадка?**

**Ответ: добавив избыток осадителя**

**Часть 7: Вопросы с развернутым ответом**

**14. Опишите системный подход к решению аналитической задачи на примере определения массовой доли железа в образце почвы. Ваш ответ должен включать ключевые стадии: от постановки задачи до получения и интерпретации результата, учитывая необходимость пробоподготовки, выбора метода и оценки погрешностей.**

**Ответ:**

- **Постановка задачи**: Определить массовую долю железа в образце почвы.
- **Планирование и пробоподготовка**: Отбор средней пробы -> Сушка, измельчение, просеивание (гомогенизация) -> Минерализация (например, сплавление с $Na_2CO_3$ или растворение в смеси кислот) для перевода железа в растворимую форму -> Перевод железа в одну степень окисления (например, Fe(III)) -> Возможное концентрирование или отделение от мешающих ионов (маскировка, экстракция).
- **Выбор метода анализа**: В зависимости от требуемой точности, чувствительности и оснащения. Например, титриметрический (перманганатометрия) для высоких содержаний или спектрофотометрический (с сульфосалициловой кислотой) для низких.
- **Проведение анализа**: Проведение серии параллельных определений, использование холостого опыта и стандартных образцов для контроля правильности.
- **Обработка и интерпретация данных**: Расчет среднего значения, стандартного отклонения, доверительного интервала. Критическая оценка полученных данных на наличие грубых погрешностей. Сопоставление результата с ПДК или данными литературных источников.
- **Формулировка вывода**: Представление результата в виде: $w(Fe) = (X \pm \Delta)$ %, где $\Delta$ - погрешность определения.

**15. Критически проанализируйте выбор метода анализа. Сравните гравиметрический и спектрофотометрический методы для определения сульфат-ионов в природной воде. Укажите преимущества и недостатки каждого метода с точки зрения точности,**

**чувствительности, времени анализа, стоимости и применимости для серийных определений.**

**Ответ: • Гравиметрический метод (осаждение в виде $BaSO_4$):**

o **Преимущества:** Высокая точность и прецизионность (относительная погрешность ~0.1%), абсолютный метод, не требует калибровки, недорогой в плане оборудования.

o **Недостатки:** Очень трудоемкий и длительный (много стадий: осаждение, старение, фильтрование, промывание, прокаливание). Низкая чувствительность, требует большого объема пробы. Неспецифичен, мешают ионы, образующие нерастворимые сульфаты или бариевые соли. Непригоден для серийных анализов большого количества проб.

• **Спектрофотометрический метод (например, с $BaCl_2$ и метиловым синим):**

o **Преимущества:** Высокая чувствительность, позволяет определять малые содержания. Быстрый, пригоден для анализа десятков проб в день. Относительно прост в выполнении.

o **Недостатки:** Менее точен, чем гравиметрия (относительная погрешность 2-5%). Требует калибровки с помощью стандартных растворов. Влияние мешающих компонентов может быть значительным, часто требуется предварительное разделение. Зависит от стабильности reagents.

• **Вывод:** Для рутинного контроля качества природных вод, где важна скорость и возможность анализа многих проб, предпочтительнее спектрофотометрический метод. Гравиметрический метод используется как арбитражный, для аттестации стандартных образцов или в случаях, когда требуется максимально точный результат для единичных проб.

| Формируемая компетенция | Индикаторы сформированности компетенции |
|---|---|
| **ОПК-1.** Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений | **ИД-1 опк-1- Знает** как систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.<br>**ИД-2 опк-1- Умеет** интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.<br>**ИД-3 опк-1- Имеет практический опыт** формулировать заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности. |

## Тест по аналитической химии

**Инструкция:** Тест состоит из 15 заданий различных типов. Внимательно читайте вопросы. Задания с развернутым ответом требуют полного объяснения хода мыслей.

### Часть 1. Вопросы с выбором одного правильного ответа

**1. Какой из перечисленных этапов химического анализа является первым и определяет достоверность всего последующего анализа?**

а) Калибровка прибора

б) Отбор и подготовка пробы

в) Расчет результатов

г) Проведение измерений

**Ответ: б**

**2. Что понимается под «маскировкой» в аналитической химии?**

а) Удаление мешающего иона из раствора

б) Перевод мешающего иона в устойчивое соединение, не вступающее в реакцию в данных условиях

в) Концентрирование определяемого вещества

г) Разделение смеси ионов с помощью хроматографии

**Ответ: б**

**3. При гравиметрическом анализе сульфат-иона в виде $BaSO_4$ осадок промывают не водой, а разбавленным раствором $HNO_3$. Основная причина этого — предотвращение:**

а) Пептизации осадка

б) Загрязнения осадка пылью

в) Растворения осадка (повышения растворимости)

г) Образования кристаллогидратов

**Ответ: а**

**Часть 2. Вопросы типа «Верно/Неверно»**

**4. Утверждение 1: Точность характеризует степень близости результатов измерений к истинному значению.**

**Утверждение 2: Сходимость характеризует воспроизводимость результатов в одной лаборатории одним оператором.**

а) Оба утверждения верны

б) Оба утверждения неверны

в) Верно только первое утверждение

г) Верно только второе утверждение

**Ответ: а**

**5. Утверждение 1: В кислотно-основном титровании точка эквивалентности всегда совпадает с точкой нейтральности (pH=7).**

**Утверждение 2: Индикатор для титрования должен выбираться так, чтобы интервал его перехода попадал в скачок на кривой титрования.**

а) Оба утверждения верны

б) Оба утверждения неверны

в) Верно только первое утверждение

г) Верно только второе утверждение

**Ответ: г**

**Часть 3. Вопросы с выбором нескольких правильных ответов**

**6. Какие из перечисленных факторов могут привести к систематической погрешности в титриметрическом анализе?**

а) Случайные колебания температуры в лаборатории

б) Неправильная настройка бюретки

в) Неточная концентрация титранта

г) Небольшая ошибка при отсчете мениска в одном из измерений

**Ответ: б, в**

**7. Какие из перечисленных методов относятся к методам концентрирования следовых количеств вещества?**

а) Экстракция

б) Соосаждение

в) Фильтрование

г) Центрифугирование

**Ответ: а, б**

## Часть 4. Задания на установление соответствия

**8. Установите соответствие между методом анализа и его видом:**

| Метод анализа | Вид метода (химический/физико-химический) |
|---|---|
| 1. Гравиметрия | А. Химический |
| 2. Потенциометрия | Б. Физико-химический |
| 3. Хроматография | |
| 4. Кислотно-основное титрование | |

**Ответ: 1-А, 2-Б, 3-Б, 4-А**

**9. Установите соответствие между типом химической реакции и ее примером, используемым в аналитической химии:**

| Тип реакции | Пример реакции |
|---|---|
| 1. Кислотно-основная | А. $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow$ |
| 2. Окислительно-восстановительная | Б. $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ |
| 3. Комплексонометрия | В. $5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O$ |
| 4. Осадительная | Г. $Ca^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow CaY^{2-} + 2H^+$ (где $H_2Y^{2-}$ - ЭДТА) |

**Ответ: 1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А**

## Часть 5. Задания на установление последовательности

**10. Расположите этапы гравиметрического анализа в правильной последовательности:**

А) Высушивание или прокаливание осадка до постоянной массы
Б) Фильтрование осадка
В) Осаждение определяемого компонента
Г) Расчет массы определяемого вещества
Д) Взвешивание

**Ответ: В -> Б -> А -> Д -> Г**

**11. Расположите этапы пробоподготовки твердой почвенной пробы для определения в ней тяжелых металлов в правильной логической последовательности:**

А) Разложение пробы (например, «мокрая зола» с $HNO_3$)
Б) Отбор средней пробы
В) Просеивание и измельчение
Г) Выпаривание досуха
Д) Растворение остатка в подкисленной воде
Е) Высушивание пробы при 105°С

**Ответ: Б -> Е -> В -> А -> Г -> Д**

## Часть 6. Задания с коротким ответом

**12. Как называется произведение концентраций ионов в насыщенном растворе малорастворимого электролита, являющееся постоянной величиной при данной температуре?**

**Ответ: Произведение растворимости**

**13. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента раствора $H_2SO_4$ с титром по NaOH, равным 0,004500 г/мл. Мэ(NaOH) = 40 г/моль.**

**Ответ: 0,1125**

## Часть 7. Задания с развернутым ответом

**14. Вам необходимо выбрать метод для количественного определения $Fe^{2+}$ в водном растворе. Раствор имеет слабокислую среду.**

а) Предложите два возможных метода (из разных групп: титриметрия, электрохимия, спектроскопия) и обоснуйте их применимость.

б) Опишите кратко суть одного из предложенных методов, указывая используемые реагенты или оборудование и принцип, на котором основано определение.

**Ответ: Метод 1: Перманганатометрия (титриметрия).** Обоснование: $Fe^{2+}$ является хорошим восстановителем и количественно окисляется перманганатом в кислой среде. Среда пробы слабокислая, ее можно подкилить серной кислотой для создания оптимальных условий.

**Метод 2: Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС, спектроскопия).** Обоснование: Высокая избирательность и чувствительность для определения металлов, включая железо. Позволяет определить общее железо, но для специфического определения $Fe^{2+}$ потребуется предварительная пробоподготовка.

б) **Суть перманганатометрии:** Раствор пробы подкисляют серной кислотой и титруют рабочим раствором $KMnO_4$ до появления устойчивого слабо-розового окрашивания. $KMnO_4$ служит сам себе индикатор. Протекает реакция:

$$5Fe^{2+} + MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 4H_2O.$$

По объему израсходованного титранта и его концентрации рассчитывают массу $Fe^{2+}$.

**15. При титровании раствора HCl раствором NaOH студент в качестве индикатора использовал фенолфталеин (интервал перехода 8,2-10,0).**

а) Объясните, почему этот индикатор корректен для данного титрования.

б) Представьте, что студент по ошибке провел то же титрование раствора уксусной кислоты ($CH_3COOH$). Будут ли результаты завышены, занижены или останутся точными? Дайте развернутое объяснение, основанное на виде кривых титрования сильной и слабой кислот.

**Ответ:** а) Фенолфталеин корректен для титрования сильной кислоты (HCl) сильным основанием (NaOH), так как скачок титрования в этом случае находится в интервале pH ~ 4-10, а интервал перехода индикатора (8,2-10,0) хорошо в него попадает. Изменение цвета в точке эквивалентности будет резким.

б) **Результаты будут завышены.** При титровании слабой уксусной кислоты сильным основанием точка эквивалентности смещается в щелочную область (pH ~ 8,7-9,0). Хотя фенолфталеин и меняет цвет в этой области, сам скачок титрования становится менее выраженным и начинается при меньшем объеме щелочи. Индикатор фенолфталеин начнет изменять цвет еще до достижения истинной точки эквивалентности, так как в области pH~8-9 в растворе уже присутствует значительное количество продуктов гидролиза (ацетат-иона). В результате, для визуальной фиксации «конца» титрования потребуется меньший объем NaOH, чем необходимо для полной нейтрализации кислоты. Это приведет к расчету завышенной концентрации уксусной кислоты.

| Формируемая компетенция | Индикаторы сформированности компетенции |
|---|---|
| **ОПК-2.** Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием | **ИД-1 опк-1- Знает** как работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности.<br>**ИД-2 опк-1- Умеет** синтезировать вещества и материалы разной природы с использованием имеющихся методик и проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе<br>**ИД-3 опк-1- Имеет практический опыт** исследования свойства веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования. |

**Тест по аналитической химии**

**Инструкция:** Тест состоит из 15 заданий различных типов. Внимательно читайте вопросы. Задания с развернутым ответом требуют полного, логически выстроенного объяснения.

**Часть 1. Вопросы с выбором одного правильного ответа**

**1. Какой из перечисленных этапов пробоподготовки твердого образца является наиболее критичным с точки зрения техники безопасности при определении летучих примесей?**

а) Просеивание и усреднение

б) Высушивание при 105°C

в) Кислотное разложение в закрытой системе (микроволновое разложение)

г) Сплавление со щелочью

**Ответ: в**

**2. Основная цель использования буферных растворов в титриметрическом анализе заключается в:**

а) Ускорении скорости химической реакции

б) Увеличении растворимости осадка

в) Поддержании постоянного значения pH в процессе титрования

г) Уменьшении влияния посторонних ионов

**Ответ: в**

**3. Какой из перечисленных методов является наиболее точным (обладающим наименьшей случайной погрешностью) для установки точной концентрации рабочего раствора титранта?**

а) Приготовление раствора по навеске

б) Стандартизация по первичному стандартному веществу

в) Расчет по табличным данным

г) Сравнение с заводским титром

**Ответ: б**

**Часть 2. Вопросы типа «Верно/Неверно»**

**4. Утверждение 1: Погрешность, вызванная поглощением влаги весовым образцом гигроскопичного вещества, является случайной.**

**Утверждение 2: Систематические погрешности можно уменьшить путем проведения многократных параллельных измерений.**

а) Оба утверждения верны.

б) Оба утверждения неверны.

в) Утверждение 1 верно, утверждение 2 неверно.

**Ответ: б**

**5. Утверждение 1: В гравиметрическом анализе осадок должен быть легкофильтруемым и кристаллическим, чтобы минимизировать потери при промывании.**
**Утверждение 2: В осаждаемой форме в гравиметрии важно иметь как можно меньшую молярную массу для увеличения точности.**
а) Оба утверждения верны.
б) Утверждение 1 верно, утверждение 2 неверно.
в) Оба утверждения неверны.
**Ответ: б**.

**Часть 3. Вопросы с выбором нескольких правильных ответов**

**6. Какие из перечисленных факторов могут влиять на величину скачка потенциала в потенциометрическом титровании?**
а) Константа равновесия реакции титрования
б) Концентрация реагирующих веществ
в) Материал электрода сравнения
г) Скорость перемешивания раствора
**Ответ: а, б**

**7. Какие из перечисленных методов разделения и концентрирования основаны на использовании химических реакций?**
а) Соосаждение
б) Ультрафильтрация
в) Маскирование
г) Диализ
**Ответ: а, в**

**Часть 4. Вопросы на установление соответствия**

**8. Установите соответствие между методом анализа и его видом:**

| | |
|---|---|
| 1. Гравиметрия | А. Основан на измерении объема раствора реагента с известной концентрацией |
| 2. Титриметрия | Б. Основан на измерении массы вещества |
| 3. Потенциометрия | В. Основан на измерении оптического поглощения |
| 4. Спектрофотометрия | Г. Основан на измерении ЭДС гальванического элемента \| |

**Ответ: 1-Б, 2-А, 3-Г, 4-В**

**9. Установите соответствие между типом химической реакции и примером ее использования в аналитической химии:**

| | |
|---|---|
| 1. Кислотно-основное взаимодействие | А. Комплексонометрическое титрование ионов $Ca^{2+}$ |
| 2. Окислительно-восстановительная | Б Определение уксусной кислоты раствором NaOH |
| 3 Комплексообразование | В. Осаждение сульфата бария для гравиметрии |
| 4 Реакция осаждения | Г. Перманганатометрическое определение оксалатов \| |

**Ответ: 1-Б, 2-Г, 3-А, 4-В**

**Часть 5. Вопросы на установление последовательности**

**10. Установите правильную последовательность этапов проведения гравиметрического анализа:**

А) Фильтрование и промывание осадка
Б) Вычисление массы определяемого компонента
В) Осаждение определяемого иона в виде малорастворимого соединения
Г) Высушивание или прокаливание осадка до постоянной массы
Д) Отбор и взвешивание средней пробы анализируемого вещества
**Ответ: Д -> В -> А -> Г -> Б**

**11.Установите правильную последовательность действий при подготовке к кислотно-основному титрованию:**
А) Установка точной концентрации рабочего раствора (стандартизация)
Б) Настройка бюретки и заполнение ее титрантом
В) Отбор аликвоты анализируемого раствора в колбу для титрования
Г) Приготовление рабочего раствора с приблизительной концентрацией
Д) Добавление индикатора в колбу для титрования
**Ответ: Г -> А -> Б -> В -> Д**

## Часть 6. Вопросы с коротким ответом

**12. Как называется** раствор, приготовленный растворением точной навески химически чистого вещества (первичного стандарта) в мерной колбе определенного объема.
**Ответ: Первичный стандартный раствор**

**13. Назовите основной закон, лежащий в основе количественной спектрофотометрии.**
**Ответ: Закон Бугера-Ламберта-Бера**

## Часть 7. Вопросы с развернутым ответом

**14.Опишите план проведения эксперимента по определению массовой доли хлорид-ионов в образце воды аргентометрическим методом (методом Мора). В описании укажите:**
**Принцип метода (какая реакция лежит в основе).**
**Необходимые реактивы и оборудование.**
**Ключевые этапы проведения анализа с соблюдением техники безопасности.**
**Способ расчета результата.**

**Ответ:** а) **Принцип метода:** Титриметрическое определение основано на реакции осаждения:

$$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow.$$

В качестве индикатора используется хромат калия $K_2CrO_4$, который с ионами серебра образует кирпично-красный осадок $Ag_2CrO_4$ в точке эквивалентности, когда все хлориды уже осаждены.

б) **Реактивы и оборудование:** Раствор нитрата серебра ($AgNO_3$) с известной концентрацией, раствор хромата калия ($K_2CrO_4$), анализируемый раствор воды, мерная колба, пипетка, коническая колба для титрования, бюретка.

в) **Этапы анализа:**
1. В коническую колбу вносят точный объем пробы воды.
2. Добавляют 1-2 мл индикатора $K_2CrO_4$.
3. Бюретку заполняют раствором $AgNO_3$. *Техника безопасности: Работать с $AgNO_3$ в перчатках, так как он вызывает почернение кожи и является едким веществом. Избегать проливания.*
4. Раствор титруют при постоянном перемешивании до появления устойчивого слабо-оранжевого окрашивания.
5. Опыт повторяют 2-3 раза для получения сходящихся результатов.

г) **Расчет:** Массовую долю хлорид-иона (ω, г/л или мг/л) рассчитывают по формуле:

$$\omega = (V(AgNO_3) \cdot C(AgNO_3) \cdot M(Cl^-)) / V(\text{пробы}),$$

где $M(Cl^-)$ – молярная масса хлорид-иона.

**15. Объясните, почему в реальных условиях произведение растворимости (ПР) $BaSO_4$ может отличаться от справочного табличного значения. Какие факторы (не менее трех) на это влияют?**

**Примерный ответ:** На реальное произведение растворимости $BaSO_4$ влияют несколько факторов:

1. **Ионная сила раствора.** Высокая ионная сила увеличивает растворимость осадка из-за уменьшения коэффициентов активности ионов (солевой эффект). Табличное ПР справедливо для бесконечно разбавленных растворов.
2. **Присутствие посторонних ионов,** способных к образованию комплексов с ионами $Ba^{2+}$ или $SO_4^{2-}$, что увеличивает растворимость осадка.
3. **Размер частиц осадка.** Мелкокристаллические осадки имеют большую растворимость по сравнению с крупнокристаллическими (эффект Оствальда).
4. **Температура.** Растворимость большинства осадков, включая $BaSO_4$, зависит от температуры.

| Формируемая компетенция | Индикаторы сформированности компетенции |
|---|---|
| **ПК-1.** Владеет системой фундаментальных химических понятий и законов | **ИД-1 пк-1- Знает** основные естественнонаучные законы и закономерности протекания химических процессов<br>**ИД-2 пк-1- Умеет** интерпретировать полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин.<br>**ИД-3 пк-1- Имеет практический опыт** применения системы фундаментальных химических понятий и естественнонаучных законов в профессиональной деятельности |

**Тест по аналитической химии**

**Инструкция:** Тест состоит из 15 заданий, различных по форме и сложности. Внимательно читайте вопросы. На выполнение теста отводится 60 минут.

**Часть 1. Задания с выбором одного правильного ответа**

**1. Какой из перечисленных процессов является стадией пробоподготовки, направленной на перевод пробы в раствор?**

а) Экстракция
б) Фильтрование
в) Минерализация
г) Кристаллизация

**Ответ: в**

**2. Какой фактор НЕ влияет на положение химического равновесия в растворе?**

а) Концентрация реагентов
б) Температура
в) Наличие катализатора
г) Ионная сила раствора

**Ответ: в**

**3. Основное требование к реакции, используемой в гравиметрическом анализе, заключается в том, что образующееся вещество должно быть:**

а) Окрашенным
б) Растворимым в воде
в) Стехиометрическим по составу и малорастворимым
г) Летучим

**Ответ: в**

**Часть 2. Задания типа «Верно/Неверно»**

**4. Утверждение: «Систематическая погрешность является случайной по своей природе и не может быть устранена».**

**Ответ: неверно**

**5. Утверждение: «В кислотно-основном титровании точка эквивалентности всегда совпадает с точкой нейтрализации (pH=7)».**

**Ответ: неверно**

**Часть 3. Задания с выбором нескольких правильных ответов**

**6. Какие из перечисленных методов относятся к электрохимическим методам анализа?**

а) Потенциометрия
б) Полярография
в) Атомно-эмиссионная спектроскопия
г) Кулонометрия
д) ЯМР-спектроскопия

**Ответ: б, г**

**7. Какие из перечисленных приемов являются методами маскировки мешающих ионов?**

а) Образование прочных комплексных соединений
б) Осаждение в виде осадка и фильтрование
в) Изменение степени окисления иона
г) Экстракция органическим растворителем

**Ответ: а, в**

**Часть 4. Задания на установление соответствия**

**8. Установите соответствие между методом анализа и его видом.**

| Метод анализа | Вид анализа |
|---|---|
| 1. Гравиметрия | А) Физический |
| 2. Потенциометрия | Б) Химический |
| 3. Спектрофотометрия | В) Физико-химический |

**Ответ: 1 – Б, 2 – В, 3 - В**

**9. Установите соответствие между типом химической реакции и ее примером, используемым в аналитической химии.**

| Тип реакции | Пример реакции |
|---|---|
| 1. Кислотно-основная | А) $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow$ |
| 2. Окислительно-восстановительная | Б) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$ |
| 3. Комплексонометрия | В) $MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ |
| 4. Осадительная | Г) $Ca^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow CaY^{2-} + 2H^+$ (где $H_2Y^{2-}$ - |

Тип реакции Пример реакции

ЭДТА)

**Ответ: 1 – Б, 2 – В, 3 – Г, 4 - А**

**Часть 5. Задания на установление последовательности**

**10. Расположите стадии гравиметрического анализа в правильной последовательности:**

А) Высушивание или прокаливание осадка
Б) Фильтрование осадка
В) Осаждение определяемого компонента
Г) Взвешивание
Д) Расчет массы и процентного содержания компонента

**Ответ: В, Б, А, Г, Д**

**11. Расположите этапы пробоподготовки твердого образца в порядке их выполнения:**

А) Отбор средней пробы
Б) Перевод в раствор (растворение, разложение)
В) Высушивание и усреднение
Г) Измельчение

**Ответ: А, Г, В, Б**

**Часть 6. Задания с коротким ответом**

**12. Как называется произведение активностей ионов в насыщенном растворе труднорастворимого электролита?**

**Ответ: Произведение растворимости**

**13. Какой закон лежит в основе количественной спектрофотометрии и выражает зависимость оптической плотности раствора от концентрации и толщины поглощающего слоя?**

**Ответ: Закон Бугера-Ламберта-Бера**

**Часть 7. Задания с развернутым ответом**

**14. Объясните, почему в титриметрическом анализе кривая титрования (например, pH от объема титранта) имеет резкий скачок в области точки эквивалентности. В своем ответе используйте фундаментальные понятия химического равновесия и стехиометрии.**

**Ответ:** Резкий скачок на кривой титрования обусловлен резким изменением концентрации одного из определяемых ионов (например, $H^+$ или $OH^-$) вблизи точки эквивалентности. До точки эквивалентности в растворе присутствует избыток титруемого вещества, и концентрация ионов $H^+$ плавно меняется. После точки эквивалентности в растворе появляется всего одна лишняя капля титранта, которая резко меняет концентрацию. Это связано с тем, что в точке эквивалентности система проходит через состояние, где количества вещества титранта и титруемого вещества строго эквивалентны по стехиометрии реакции. До и после этой точки в растворе присутствует буферная система, сопротивляющаяся изменению pH, но в самой точке эквивалентности буферная емкость системы падает до нуля, что и приводит к резкому скачку.

**15. Опишите метрические характеристики метода анализа: в чем разница между правильностью и воспроизводимостью? Какие параметры их количественно выражают и как они связаны с систематическими и случайными погрешностями?**

**Ответ: Правильность** – это близость среднего результата серии измерений к истинному (принятому) значению измеряемой величины. Она характеризует отсутствие систематических погрешностей. Количественно правильность выражают через **систематическую погрешность** или **смещение**.

**Воспроизводимость** (или прецизионность) – это степень близости друг к другу результатов измерений, проведенных в повторяющихся условиях. Она характеризует случайный разброс результатов и обусловлена **случайными погрешностями**. Количественно воспроизводимость выражают через **стандартное отклонение**, **дисперсию** или **относительное стандартное отклонение**.

**Связь:**

- **Правильность** связана с **систематическими погрешностями**. Высокая правильность означает, что метод не дает смещенного результата.
- **Воспроизводимость** связана со **случайными погрешностями**. Высокая воспроизводимость означает, что результаты группируются близко друг к другу.

Идеальный аналитический метод должен обладать одновременно высокой правильностью и высокой воспроизводимостью. Возможна ситуация, когда метод очень воспроизводим (все результаты близки друг к другу), но не правилен (все они смещены от истинного значения на одну и ту же величину из-за систематической ошибки).

| Формируемая компетенция | Индикаторы сформированности компетенции |
|---|---|
| **ПК-5.** Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения под руководством специалистов более высокой квалификации | **ИД-1 пк-5-** Знает методы и средства контроля качества, сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения на соответствие требуемой нормативной документации<br>**ИД-2 пк-5- Умеет** составлять протоколы испытаний, отчеты о выполненной работе по заданной форме<br>**ИД-3 пк-5- Осуществляет контроль** точности аналитического оборудования на соответствие требуемой нормативной документации |

**Тест по аналитической химии для контроля качества (ПК-5)**

**Инструкция:** Тест состоит из 15 заданий различных форматов. Внимательно читайте вопросы. На выполнение теста отводится 60 минут.

**Часть 1. Вопросы с одним правильным ответом**

**1. Что из перечисленного является первым и одним из самых критичных этапов проведения химического анализа, напрямую влияющим на правильность результата?**

а) Расчет погрешности;
б) Пробоподготовка;
в) Выбор метода титрования;
г) Калибровка прибора.

**Ответ: б**

**2. Какой из перечисленных методов анализа относится к гравиметрическим?**

а) Кислотно-основное титрование;
б) Определение содержания сульфат-ионов путем осаждения в виде $BaSO_4$, взвешивания и расчета;
в) Потенциометрическое определение pH;
г) Атомно-абсорбционная спектроскопия.

**Ответ: б**

**3. Какое понятие в метрологии характеризует близость результата анализа к**

**истинному значению определяемого компонента?**
а) Прецизионность;
б) Правильность;
в) Воспроизводимость;
г) Чувствительность.
**Ответ: б**

**Часть 2. Вопросы типа «Верно/Неверно»**

**4. Утверждение: Маскировка – это процесс полного отделения мешающих ионов от определяемых, часто с помощью осаждения или экстракции.**
а) Верно
б) Неверно
**Ответ: б**

**5. Утверждение: В кислотно-основном титровании точка эквивалентности всегда совпадает с точкой нейтрализации (pH = 7,0).**
**Ответ: б**

**Часть 3. Вопросы с несколькими вариантами ответов**

**6. Какие из перечисленных факторов могут влиять на смещение химического равновесия в аналитических системах? (Выберите два или более варианта)**
а) Изменение температуры;
б) Изменение давления (для реакций с участием газов);
в) Добавление индикатора;
г) Изменение концентрации участников реакции.
**Ответ: а. б, г**

**7. Какие из перечисленных методов относятся к методам концентрирования микроэлементов? (Выберите два или более варианта)**
а) Экстракция;
б) Соосаждение;
в) Фильтрование;
г) Выпаривание.
**Ответ: а. б, г**

**Часть 4. Вопросы на установление соответствия**

**8. Установите соответствие между методом анализа и его сущностью.**

| Метод анализа | Сущность метода |
|---|---|
| 1. Гравиметрия | А. Измерение объема раствора реагента с точно известной концентрацией, израсходованного на реакцию с определяемым веществом. |
| 2. Титриметрия | Б. Регистрация и изучение спектров поглощения или испускания электромагнитного излучения веществом. |
| 3. Спектроскопия | В. Определение массы вещества, полученного в результате химической реакции. |
| 4. Потенциометрия | Г. Измерение разности потенциалов в гальваническом элементе в условиях, когда электрический ток близок к нулю. |

**Ответ: 1 – В, 2 – А, 3 – Б, 4 - Г**

**9. Установите соответствие между типом химической реакции и примером ее использования в аналитической химии.**

| Тип реакции | Пример использования |
|---|---|
| 1. Кислотно-основная | А. Комплексонометрическое титрование ионов $Ca^{2+}$ с трилоном Б. |
| 2. Окислительно-восстановительная | Б. Определение щелочности воды титрованием соляной кислотой. |
| 3. Комплексонометрическая | В. Определение хлорид ионов воды. |
| 4. Осадительная | Г. Определение содержания железа(II) перманганатометрическим титрованием. |

**Ответ: 1 – Б, 2 – Г, 3 – А, 4 - В**

**Часть 5. Вопросы на установление последовательности**

**10. Расположите этапы проведения гравиметрического анализа в правильной последовательности.**

А) Фильтрование и промывание осадка;
Б) Вычисление массы определяемого компонента;
В) Осаждение определяемого компонента;
Г) Высушивание или прокаливание осадка до постоянной массы;
Д) Взвешивание полученного осадка.

**Ответ: В, А, Г, Д, Б**

**11. Расположите этапы пробоподготовки твердого образца почвы для определения в нем тяжелых металлов методом ААС в правильной последовательности.**

А) Разложение пробы (например, кислотное);
Б) Отбор средней пробы;
В) Перевод пробы в раствор;
Г) Высушивание и измельчение пробы;
Д) Фильтрование и разбавление полученного раствора до метки.

**Ответ: Б, Г, А, В, Д**

**Часть 6. Вопросы с коротким ответом**

**12. Как называется аналитический сигнал в титриметрии, фиксирующий момент, когда количество добавленного титранта становится химически эквивалентным количеству определяемого вещества?**

**Ответ: Точка эквивалентности**

**13. Какой процесс описывает следующее определение: «Явление, при котором постороннее вещество соосаждается с основным осадком, приводя к его загрязнению и, как следствие, к систематической погрешности анализа»?**

**Ответ: Соосаждение**

**Часть 7. Вопросы с развернутым ответом**

**14. Специалист под руководством старшего коллеги проводит контроль качества технической соды ($Na_2CO_3$) на содержание основного вещества методом кислотно-основного титрования. Он растворил навеску 0,2200 г в мерной колбе на 100 мл, довел до метки водой, а затем оттитровал аликвоту 20,00 мл этого раствора раствором HCl с концентрацией 0,1000 моль/л. На титрование ушло 18,50 мл кислоты. Рассчитайте массовую долю $Na_2CO_3$ (%) в образце. Напишите уравнение реакции и ход расчета.**

**Ответ:**

Уравнение реакции: $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$

**Ход расчета:**

1. Найдем количество вещества HCl, пошедшее на титрование аликвоты: n(HCl) = C(HCl) * V(HCl) = 0,1000 моль/л * 0,01850 л = 0,001850 моль.
2. По уравнению реакции: n($Na_2CO_3$) в аликвоте = n(HCl) / 2 = 0,001850 / 2 = 0,000925 моль.
3. Найдем массу $Na_2CO_3$ в аликвоте 20,00 мл: m($Na_2CO_3$ в аликвоте) = n($Na_2CO_3$) * M($Na_2CO_3$) = 0,000925 моль * 105,99 г/моль ≈ 0,09804 г.
4. Так как аликвота 20,00 мл была отобрана из общего объема 100,00 мл, общая масса навески $Na_2CO_3$ в колбе равна: m(общая $Na_2CO_3$) = m(в аликвоте) * (V(колбы) / V(аликвоты)) = 0,09804 г * (100,00 мл / 20,00 мл) = 0,09804 г * 5 = 0,4902 г.
5. Рассчитаем массовую долю $Na_2CO_3$ в образце: ω($Na_2CO_3$) = [m(общая $Na_2CO_3$) / m(навески)] * 100% = (0,4902 г / 0,2200 г) * 100% ≈ **222,8%**.

**Вывод:** Полученный результат (>100%) является заведомо ошибочным. Это указывает на грубую погрешность на одном из этапов. Специалист под руководством должен проверить: правильность взвешивания, приготовления раствора, отбора аликвоты, концентрации титранта и техники титрования.

Если предположить, что масса навески была 0,5000 г, тогда ω = (0,4902/0,5000)*100% = 98,04%, что является реалистичным результатом. Задача демонстрирует важность контроля данных.

**15. Опишите, какую роль в обеспечении контроля качества продукции химического назначения играет метрология химического анализа и этап пробоподготовки. Приведите примеры.**

**Ответ: Роль метрологии и пробоподготовки в контроле качества:**

**1.Метрология химического анализа** является основой для достоверного контроля. Специалист, работающий под руководством, должен понимать и уметь оценивать:

**Правильность:** Насколько результат близок к истинному значению. Это гарантирует, что продукция соответствует заявленному составу.

**Прецизионность (сходимость и воспроизводимость):** Насколько хорошо повторяются результаты. Низкая прецизионность говорит о неуправляемом процессе анализа или нестабильности продукции.

**Погрешности:** Умение рассчитать и учесть погрешности позволяет установить границы допустимых значений для качества сырья и продукции.

**Пример:** При анализе массовой доли основного вещества в реактиве установлены спецификации: 99,0% ± 0,5%. Без метрологического подхода (оценки погрешности метода) нельзя уверенно сказать, попадает ли результат 98,7% в допустимый интервал или это следствие погрешности анализа.

**2. Пробоподготовка** – ключевой этап, определяющий правильность всего анализа. Ошибка на этом этапе не может быть исправлена later.

**Представительность пробы:** Неправильный отбор пробы от партии сырья приведет к тому, что анализ будет проведен правильно, но не будет отражать реальное качество всей партии.

**«Чистота» анализа:** Правильная пробоподготовка (очистка, разложение, маскирование мешающих примесей) обеспечивает селективность и точность определения.

**Пример:** При определении микропримесей тяжелых металлов в полимере некорректное озоление образца может привести к летучести определяемых элементов (например, ртути, мышьяка) или, наоборот, к загрязнению пробы из материала тигля, что сделает результаты анализа непригодными для принятия решения о качестве продукции.

**Таким образом, работая под руководством, специалист должен строго следовать стандартным операциям (СОП) по пробоподготовке и метрологической оценке результатов, чтобы его труд был частью эффективной системы контроля качества.**

## 7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

**Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий.

## 8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ И ЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в разделе «Особенности реализации образовательной программы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т. п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкции о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все обучающиеся учатся в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

## 9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

### 9.1 Литература

**Основная литература**

1. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 1 :учеб.для студ. учреждений высш. проф. образования / [Т.А. Большова и др.] ; под ред. Ю.А. Золотова. – 5е изд., стер. – М. :Издательский центр «Академия», 2002. – 384 с. (33 экз)

2. Основы аналитической химии. В 2 т. Т. 2 : учеб.для студ. учреждений высш. проф. образования / [Т.А. Большова и др.] ; под ред. Ю.А. Золотова. – 5е изд., стер. – М. :Издательский центр «Академия», 2002. – 494 с. (34 экз)

**Дополнительная литература**

1.Аналитическая химия. Лабораторный практикум : учеб.пособие для вузов / В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина; под ред. В. П. Васильева. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2006. – 414 с. (29 экз)

2. Аналитическая химия : учебник для студ. вузов. В 2 кн. / В. П. Васильев. –5-е изд., стер. – М. : Дрофа.Кн.1 : Титриметрические и гравиметрический методы анализа. – 2005. – 438 с. (28 экз)

3. Аналитическая химия: учебник для студ. вузов / В. П. Васильев. – 4-е изд., стер. – М. : Просвещение, 2004. Кн.2 : Физико-химические методы анализа. – 383 с. (28 экз)

4. Харитонов, Ю.А. Аналитическая химия (аналитика).В 2 кн./ Ю. А. Харитонов. – М.: Высш. шк., 2001. – Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – 614 с. (29 экз)

### 9.2 Базы данных и информационно-справочные системы

1. Аналитическая химия в России http://www.rusanalytchem.org
2. XuMuK.ru http://www.xumuk.ru
3. Профессиональный интернет-ресурс, посвященный аналитической химии, химическому анализу и метрологии http://www.anchem.ru/
4. Сайт о российской аналитической химии в Интернете. http://www.rusanalytchem.org
5. Портал научной электронной библиотеки http://elibrary.ru/defaultx.asp

### 9.3 Электронно-библиотечные ресурсы

1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник https://polpred.com/news
2. ЭБС «Юрайт» https://urait.ru

## 10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оснащённые учебной мебелью, аудиторной доской, компьютером(рами) с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением, коммутатором для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ, мультимедийными проекторами, экспозиционными экранами, учебно-наглядными пособиями (таблицы, мультимедийные презентации). Для проведения лабораторных занятий также используется:

**Ауд. 217 «А». Лаборатория аналитической химии**

- Стол лабораторный 1-мест. (8 шт.)
- Стол письменный 1-мест. (2 шт.)
- Стол преподавателя (1 шт.)
- Стул (11 шт.)
- Компьютер с установленным лицензионным специализированным программным обеспечением (1 шт.)
- Принтер «Samsung» (1 шт.)
- 8 - портовый коммутатор D-Link для выхода в электронно-библиотечную систему и электронную информационно-образовательную среду БГПУ (1 шт.)
- Мультимедийный проектор SHARP -10 X (1 шт.)
- Экспозиционный экран (навесной) (1 шт.)

- Анализатор АНИОН-7051 (1 шт.)
- Весы аналитические VIBRA HT-84RCE (2 шт.)
- Жидкостная хроматографическая система с кондуктометрическим детектированием «Джетхром» (1 шт.)
- Прибор для получения особо чистой деонизованной воды «Водолей» (1 шт.)
- Комплекс аппаратно-программный на базе хроматографа «Лристалл 2000М» (1 шт.)
- Кондуктометр «Анион 4120» (1 шт.)
- Насос вакуумный-компрессор (мини) Portlab N86 KTE (1 шт.)
- Устройство для фильтрации и дегазации растворов АНО-1566 «Phenomenex» (1 шт.)
- Центрифуга лабораторная ОПН-4 (с ротором) (1 шт.)
- Весы ВЛР-200 (аналитические) (2 шт.)
- Весы ВЛР-200Г (с гирями) (1 шт.)
- Весы ЕК-400Н (Эй энд Ди)(0,01г.) (1 шт.)
- Весы торсионные ВТ-100 (технические) (1 шт.)
- Вытяжной зонт (1 шт.)
- Иономер И130 2М.1 (1 шт.)
- Комплекс вольтамперометрический СТА (1 шт.)
- Микроскоп МБС-10 (1 шт.)
- Шкаф сушильный
- Муфельная печь (ПМ-8) (1 шт.)
- Аквадистиллятор (ДЭ-4-2М) (1 шт.)
- Комплекс пробоподготовки «Термос-экспресс» ТЭ 1 (1 шт.)
- Фотометр КФК3КМ (1 шт.)
- Пробоотборная система ПЭ-1420 (1 шт.)
- Фторопласт пробоотб. система ПЭ-1320 (1 шт.)
- Центрифуга (1 шт.)
- Эксикатор (2 шт.)
- Штатив ШЛ – 01 «ЛАБ» (7 шт.)
- Магнитная мешалка П-Э-6100 (1 шт.)
- Комплект «Ареометр учебный» (1 шт.)
- Учебно-наглядные пособия - слайды, таблицы, мультимедийные презентации по дисциплине «Аналитическая химия»
- Штативы для пробирок, нагревательные приборы, лабораторная посуда
- Химические реактивы по тематике лабораторных работ

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoft office, Libreoffice, OpenOffice; Adobe Photoshop, Matlab, DrWeb antivirus и т.д.

Разработчик: Панова Л.П.., кандидат химических наук, доцент кафедры химии.

## 11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

**Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2024/2025 уч. г.**

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 учебном году на заседании кафедры химии (протокол № 8 от 30 мая 2024 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

| | |
|---|---|
| № изменения: 1<br>№ страницы с изменением: 85-86 | |
| Исключить: | Включить: |
| В пункт 10: | В пункт 10:<br>**Ауд. 118 «А». Лаборатория естественнонаучной направленности педагогического технопарка «Кванториум» им. С.В. Ланкина**<br>• Микроскоп биологический Микромед 1<br>• Лупы ручные<br>• Цифровая лаборатория по химии для учителя STEM<br>• Цифровая лаборатория по экологии для реализации сети школьного экологического мониторинга STEM<br>• Робототехнический комплекс НАУРОБО «Умная теплица»<br>• Микролаборатория для химического эксперимента<br>• Столик подъемный<br>• Набор реактивов для ГИА по химии<br>• Прибор для получения галоидоалканов и сложных эфиров<br>• Пчелка-У/хим мини-экспресс лаборатория учебная<br>• КПЭ комплект-практикум экологический<br>• Учебно-лабораторный комплекс «Химия в школе»<br>• Наконечники<br>• Бюретка 25 мл.<br>• Биологическая микролаборатория и т.д. |

**Утверждение изменений и дополнений в РПД для реализации в 2025/2026 уч. г.**

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025/2026 уч. г. на заседании кафедры химии (протокол № 6 от 26 марта 2025 г.).