

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Мордовский государственный педагогический
университет имени М.Е. Евсевьева»**

Факультет естественно-технологический
Кафедра химии, технологии и методик обучения

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Аналитическая химия**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с
двумя профилями подготовки)

Профиль подготовки: Химия. Экология

Форма обучения: Очная

Разработчик:

Жукова Н. В. канд. хим. наук, доцент кафедры химии, технологии и
методик обучения;

Панькина В.В., канд. пед. наук, доцент кафедры химии, технологии и
методик обучения

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры химии,
технологии и методик обучения, протокол № 7 от 26.02.2021 года

Зав. кафедрой  _____ Ляпина О. А.

1. Цель и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – формирование знаний о методах химического анализа, необходимых для реализации образовательной программы по химии в соответствии с требованиями образовательных стандартов.

Задачи дисциплины:

- сформировать систему знаний теоретических основ качественного и количественного анализа;
- обучить основам проведения качественного анализа по кислотно-основному методу;
- освоить классические методы анализа: гравиметрический и титриметрический;
- познакомить с одним из видов физико-химического анализа;
- обучить расчетам качественного и количественного анализа;
- формирование научного мировоззрения студентов на основе познания сущности объектов химической природы – атома, молекулы, вещества, соединения и явлений, связанных с ними.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Аналитическая химия» изучается в составе модуля «Предметно-методический модуль» и относится к обязательной части учебного плана.

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 и 4 семестрах.

Для изучения дисциплины требуются знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, полученные и сформированные в ходе изучения дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Математика», «Общая и неорганическая химия», теоретические основы изучения химических понятий.

Освоение дисциплины «Аналитическая химия» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин:

Методика обучения химии;

Физическая и коллоидная химия;

Химия окружающей среды.

Освоение данной дисциплины также необходимо для прохождения учебной и производственной практик, подготовки студентов к государственной итоговой аттестации.

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, на которые ориентирует дисциплина «Аналитическая химия»: 01 Образование и наука (в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения, профессионального образования, дополнительного образования).

Типы задач и задачи профессиональной деятельности, к которым готовится обучающийся, определены учебным планом.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенция в соответствии ФГОС ВО	
Индикаторы достижения компетенций	Образовательные результаты
ПК-11 Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования.	
ПК-11.4 Применяет навыки проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические	знать: - учебный предмет (химия) в пределах требований федеральных государственных образовательных стандартов и основной общеобразовательной

методы получения и исследования химических веществ и реакций;	программы; - теоретические основы качественного и количественного анализа; - методы и приемы проведения химического анализа;
ПК-11.5 Использует современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских и лабораторных химических работ;	уметь: - выполнять качественный и количественный анализ веществ; - использовать теоретические знания качественного и количественного анализа в профессиональной деятельности;
ПК-11.6 Применяет знания о физических и химических свойствах материалов с целью безопасной постановки химического эксперимента;	владеть: - навыками работы с мерной посудой и лабораторным оборудованием; - навыками грамотной работы с неорганическими и органическими веществами, с учетом техники безопасности; - навыками проведения качественного и количественного анализа в школе и в химической лаборатории.
ПК-12 Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций.	
ПК-12.4 Устанавливает взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе базовых химических знаний.	знать: - признаки и классификацию химических реакций; - свойства качественных реакций; - основные законы и теории аналитической химии: закон действия масс, теория образования растворов, теорию электролитической диссоциации; уметь: - производить количественные расчеты по аналитической химии; владеть: - навыками составлять схем качественного химического анализа на основании знаний частных реакций катионов и анионов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		3	4
Контактная работа (всего)	132	52	80
Лекции	34	18	16
Лабораторные занятия	98	34	64
Самостоятельная работа (всего)	102	56	46
Вид промежуточной аттестации	54	36	18
Экзамен	54	36	18
Общая трудоемкость	часы	288	144
	зачетные единицы	8	4

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Качественный анализ катионов

Аналитическая химия и ее задачи. Предмет и задачи качественного анализа. Методы качественного анализа. Развитие аналитической химии. Системы качественного анализа, систематический и дробный ход анализа. Аналитические группы катионов и периодическая система элементов. Характеристика аналитических реакций. Чувствительность аналитических реакций. Открываемый минимум, предельная концентрация, предельное разбавление, минимальный объем предельно-разбавленного раствора. Предел обнаружения. Методы снижения предела обнаружения. Маскирование. Специфичность, избирательность (селективность), специфические условия проведения реакций. Анализ мокрым и сухим путем. Термический анализ. Метод растирания порошков. Микрорентгенофлуоресцентный анализ. Капельный анализ. Макро-, полумикро-, микро- и ультрамикроанализ. Разделение посредством осаждения, экстракции, хроматографии. Разделение посредством фазовых переходов: сублимация, зонная плавка, кристаллизация. Посуда и оборудование для работы полумикрометодом. Техника выполнения лабораторных работ.

Катионы и анализ их в растворах. Классификация катионов и групповые реагенты. Анализ смеси анионов I-VI групп. Анализ смеси катионов всех аналитических групп.

Раздел 2. Качественный анализ анионов

Анионы и анализ сухого вещества. Классификация анионов и групповые реагенты. Анализ смеси анионов I группы, II и III групп. Общая характеристика анионов III группы. Анализ смеси анионов всех аналитических групп. Анализ сухого вещества.

Основные положения теории электролитической диссоциации. Взаимосвязь между степенью и константой ионизации слабых электролитов. Смещение ионных равновесий. Действие одноименного иона. Основные положения теории сильных электролитов. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора. Термодинамическая константа ионизации. Значение теории электролитической диссоциации в качественном анализе. Ионное произведение воды и водородный показатель. Вычисление pH в растворах слабых одноосновных и многоосновных кислот. Вычисление pOH и pH в растворах щелочей и оснований. Буферные системы и их значение в анализе. Вычисление pH буферных растворов, образованных слабой кислотой и ее солью, слабым основанием и ее солью. Кислотно-основное взаимодействие.

Гидролиз. Константа и степень гидролиза. Вычисление константы и степени гидролиза солей образованных катионами слабых оснований и анионами сильных кислот, катионами слабых оснований и анионами слабых кислот. Вычисление pH и pOH в растворах солей, образованных катионами слабого основания и анионами сильной кислоты, катионами сильного основания и анионами слабой кислоты, катионами слабого основания и анионами слабой кислоты. Значение гидролиза в качественном анализе. Амфотерность гидроксидов.

Закон действия масс и гетерогенные процессы. Произведение растворимости. Влияние одноименных и других ионов на растворимость электролитов. Солевой эффект. Дробное осаждение. Образование и растворение осадков. Превращение одних малорастворимых электролитов в другие. Условия протекания реакций обмена.

Раздел 3. Количественный анализ. Гравиметрия

Задачи количественного анализа. Значение и роль количественного анализа в развитии химических проблем и в решении практических вопросов. Основные разделы количественного анализа.

Метрологические характеристики методов анализа. Значащие цифры и правила округления. Погрешность анализа. Классификация погрешностей. Систематические погрешности, случайные погрешности. Правильность, воспроизводимость и точность анализа, среднее значение и стандартное отклонение. Основные понятия классической статистики. Доверительный интервал. Обнаружение промахов.

Гравиметрический анализ. Сущность гравиметрического анализа. Аналитические весы, их устройство. Методы взвешивания и правила обращения с аналитическими весами. Количественное выделение из растворов компонента в виде осадка. Осаждаемая и гравиметрическая форма осадка. Осадки кристаллические и аморфные. Выбор и расчет количества осадителя. Условия осаждения. Полнота осаждения. Созревание осадков. Чистота осадков. Адсорбция и окклюзия как причины загрязнения осадков. Промывание, высушивание и прокаливание осадков, взвешивание. Точность гравиметрического анализа. Расчеты в гравиметрическом анализе.

Раздел 4. Количественный анализ. Титриметрия

Сущность, способы и методы титрования. Способ пипетирования и отдельных навесок. Прямое титрование. Косвенное титрование: заместительное, обратное. Необходимые условия для проведения титриметрического анализа. Способы выражения концентрации растворов в титриметрическом анализе. Исходные вещества и требования к ним. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Вычисление в титриметрическом анализе.

Методы кислотно-основного титрования. Выбор индикаторов кислотно-основного титрования. Погрешности титрования. Индикаторы. Классификация индикаторов. Кривые титрования. Расчет скачков титрования. Индикаторные ошибки титрования. Точки эквивалентности. Титрование в неводных средах.

Метод комплексонометрического титрования. Комплексоны. Определение эквивалентной точки. Методы комплексонометрического титрования.

Методы окислительно-восстановительного титрования. Стандартные потенциалы и направление реакции. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования.

Перманганатометрия. Йодометрия. Определение окислителей и восстановителей йодометрическим методом. Рабочие растворы. Раствор тиосульфата и реакции йода с тиосульфатом. Источники ошибок в йодометрии.

Метод осадительного титрования. Классификация методов осаждения. Индикаторы методов осаждения. Прямое и обратное титрование. Метод Мора, Фаянса и Фольгарда. Область применения методов осаждения. Расчеты в методах осаждения.

5.2. Содержание лекций

Раздел 1. Качественный анализ катионов (10 ч.)

Тема 1. Введение в аналитическую химию (2 ч.)

Краткое содержание

1. Предмет, задачи, методы аналитической химии. Развитие аналитической химии.
2. Аналитическая реакция.
3. Методы качественного анализа.
4. Требования к аналитическим реакциям.

Тема 2. Основы качественного анализа (2 ч.)

Краткое содержание

1. Качественный анализ.
2. Системы качественного анализа, систематический и дробный ход анализа.
3. Кислотно-щелочная система.
4. Аналитические группы катионов и периодическая система элементов.

Тема 3. Качественные химические реакции (2 ч.)

Краткое содержание

1. Характеристика аналитических реакций.
2. Чувствительность аналитических реакций.
3. Предел обнаружения.

4. Маскирование.
5. Специфичность, избирательность (селективность), специфические условия проведения реакций.

Тема 4. Классификация катионов (2 ч.)

Краткое содержание

1. Классификация ионов.
2. Аналитическая кислотно-основная классификация катионов.
3. Аналитическая сероводородная классификация катионов.
4. Аналитическая аммиачно-фосфатная классификация катионов.
5. Аналитическая классификация анионов.
6. Анализ мокрым и сухим путем.

Тема 5. Растворы электролитов (2 ч.)

Краткое содержание

1. Диссоциация электролитов.
2. Слабые электролиты.
3. Сильные электролиты.
4. Степень и константа диссоциации.
5. Активность. Ионная сила раствора.
6. Ионное произведение воды. Водородный и гидроксидный показатели.

Раздел 2. Качественный анализ анионов (8 ч.)

Тема 6. Буферные растворы (2 ч.)

Краткое содержание

1. Буферные системы и их значение в анализе.
2. Вычисление pH буферных растворов, образованных слабой кислотой и ее солью, слабым основанием и ее солью.
3. Кислотно-основное взаимодействие.

Тема 7. Гидролиз растворов солей (2 ч.)

Краткое содержание

1. Константа и степень гидролиза.
2. Вычисление константы и степени гидролиза солей образованных катионами слабых оснований и анионами сильных кислот, катионами слабых оснований и анионами слабых кислот.
3. Вычисление pH и pOH в растворах солей, образованных катионами слабого основания и анионами сильной кислоты, катионами сильного основания и анионами слабой кислоты, катионами слабого основания и анионами слабой кислоты.
4. Значение гидролиза в качественном анализе.
5. Амфотерность гидроксидов.

Тема 8. Закон действующих масс в аналитической химии (2 ч.)

Краткое содержание

1. Закон действия масс как основа качественного анализа.
2. Обратимые реакции. Константа химического равновесия.
3. Закон действия масс и гетерогенные процессы.

Тема 9. Произведение растворимости (2 ч.)

Краткое содержание

1. Произведение растворимости.
2. Солевой эффект.
3. Дробное осаждение.

Раздел 3. Количественный анализ. Гравиметрия (8 ч.)

Тема 10. Предмет и методы количественного анализа (2 ч.)

Краткое содержание

1. Задачи количественного анализа.

2. Значение и роль количественного анализа в развитии химических проблем и в решении практических вопросов.

3. Основные разделы количественного анализа.

Тема 11. Метрологические характеристики методов анализа (2 ч.)

Краткое содержание

1. Метрологические характеристики методов анализа.

2. Значимые цифры и правила округления.

3. Погрешность анализа.

4. Классификация погрешностей.

5. Систематические погрешности, случайные погрешности.

6. Правильность, воспроизводимость и точность анализа, среднее значение и стандартное отклонение.

7. Основные понятия классической статистики.

8. Доверительный интервал.

9. Обнаружение промахов.

Тема 12. Основы гравиметрического анализа (2 ч.)

Краткое содержание

1. Сущность гравиметрического анализа.

2. Аналитические весы, их устройство.

3. Методы взвешивания и правила обращения с аналитическими весами.

4. Количественное выделение из растворов компонента в виде осадка.

5. Осаждаемая и гравиметрическая форма осадка.

Тема 13. Правила проведения гравиметрического анализа (2 ч.)

Краткое содержание

1. Осадки кристаллические и аморфные.

2. Выбор и расчет количества осадителя.

3. Условия осаждения.

4. Полнота осаждения.

5. Созревание осадков.

6. Чистота осадков.

7. Адсорбция и окклюзия как причины загрязнения осадков.

8. Промывание, высушивание и прокаливание осадков, взвешивание.

9. Точность гравиметрического анализа.

10. Расчеты в гравиметрическом анализе.

Раздел 4. Количественный анализ. Титриметрия (8 ч.)

Тема 14. Титриметрический анализ (2 ч.)

Краткое содержание

1. Сущность, способы и методы титрования.

2. Способ пипетирования и отдельных навесок.

3. Прямое титрование.

4. Косвенное титрование: заместительное, обратное.

5. Необходимые условия для проведения титриметрического анализа.

6. Способы выражения концентрации растворов в титриметрическом анализе.

7. Исходные вещества и требования к ним.

8. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов.

9. Вычисление в титриметрическом анализе.

Тема 15. Кисотно-основное титрование (2 ч.)

Краткое содержание

1. Методы кислотно-основного титрования.

2. Выбор индикаторов кислотно-основного титрования.

3. Погрешности титрования.

4. Индикаторы. Классификация индикаторов.

5. Кривые титрования.
6. Расчет скачков титрования.
7. Индикаторные ошибки титрования.
8. Точки эквивалентности.
9. Титрование в неводных средах.

Тема 16. Окислительно-восстановительное титрование (2 ч.)

Краткое содержание

1. Методы окислительно-восстановительного титрования.
2. Стандартные потенциалы и направление реакции.
3. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций.
4. Кривые окислительно-восстановительного титрования.
5. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования.
6. Пермангонатометрия.
7. Йодометрия.
8. Рабочие растворы.

Тема 17. Осадительное титрование (2 ч.)

Краткое содержание

1. Метод осадительного титрования.
2. Классификация методов осаждения.
3. Индикаторы методов осаждения.
4. Прямое и обратное титрование.
5. Методы Мора, Фаянса и Фольгарда.
6. Область применения методов осаждения.
7. Расчеты в методах осаждения

5.3. Содержание лабораторных занятий

Раздел 1. Качественный анализ катионов (24 ч.)

Тема 1. Введение. Техника безопасности (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Сущность качественного анализа.
2. Предмет и задачи качественного анализа.
3. Систематический метод.
4. Дробный метод.
5. Специфические и общеполитические реакции.

Тема 2. Классификация ионов (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Кислотно-щелочная система.
2. Группы катионов. Групповые реагенты. Частные реакции.
3. Группы анионов. Групповые реагенты. Частные реакции.

Тема 3. Первая аналитическая группа катионов (частные реакции) (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы: «Реакции и ход анализа смеси катионов группы щелочных металлов и аммония (первая аналитическая группа катионов)».

Вопросы для обсуждения:

1. Определите цели и задачи качественного анализа.
2. Какие методы качественного анализа вам известны?
3. Систематизируйте сведения о роли русских ученых в развитии аналитической химии.
4. Дайте краткую характеристику различным системам качественного анализа.
5. Раскройте суть понятий: групповые реактивы, частные реакции, специфические реакции.
6. Запишите частные реакции катионов первой аналитической группы.

Тема 4. Первая аналитическая группа катионов (контрольный анализ) (2 ч.)

Качественные реакции. Выполнение лабораторной работы: «Реакции и ход анализа смеси катионов группы щелочных металлов и аммония (первая аналитическая группа катионов)». Контрольный анализ смеси катионов.

Вопросы для обсуждения:

1. Определите цели и задачи качественного анализа.
2. Какие методы качественного анализа вам известны?
3. Систематизируйте сведения о роли русских ученых в развитии аналитической химии.
4. Дайте краткую характеристику различным системам качественного анализа.
5. Раскройте суть понятий: групповые реактивы, частные реакции, специфические реакции.
6. Запишите частные реакции катионов первой аналитической группы.
7. Почему при обнаружении катионов необходимо удалить из раствора ионы NH_4^+ ? Как выполняется это отделение?
8. Почему открытие катиона калия гидротартратом натрия $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ должно проводиться в нейтральной среде? Напишите уравнения реакции.
9. Почему осаждение катиона Na^+ в виде дигидроантимоната натрия NaH_2SbO_4 должно проводиться в нейтральной, а не в кислой или щелочной среде?
10. Почему для полноты осаждения катиона K^+ следует использовать не свободную винную кислоту, а ее натриевую соль? Напишите уравнения реакций.
11. Почему перед открытием катиона K^+ необходимо удалить катион NH_4^+ ?

Тема 5. Вторая аналитическая группа катионов (частные реакции) (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

Выполнение лабораторной работы: «Реакции и ход анализа смеси катионов группы хлороводородной кислоты (вторая аналитическая группа катионов)». Качественные реакции.

Вопросы для обсуждения:

1. Какие катионы относятся ко второй аналитической группе?
2. Напишите реакции катионов второй аналитической группы с групповым реактивом.
3. Перечислите частные реакции и специфические реакции катионов второй аналитической группы.
4. Что представляет собой такая характеристика, как чувствительность аналитических реакций? Каковы ее показатели?
5. Каковы основные условия обнаружения ионов в растворе?

Тема 6. Вторая аналитическая группа катионов (контрольный анализ) (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

Выполнение лабораторной работы: «Реакции и ход анализа смеси катионов группы хлороводородной кислоты (вторая аналитическая группа катионов)». Контрольный анализ смеси катионов.

Вопросы для обсуждения:

1. Предложите схему анализа раствора, содержащего следующие ионы: Pb^{2+} ; Hg_2^{2+} . Напишите уравнения аналитических реакций и укажите условия их проведения.
2. При действии группового реагента на катионы второй группы получаются осадки – хлориды соответствующих катионов: AgCl , Hg_2Cl_2 , PbCl_2 . Какова растворимость хлоридов в воде и как это используется в анализе?
3. Какова роль азотной кислоты при открытии катиона Ag^+ ?
4. Почему при действии иона Cl^- на комплексный ион $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ осадок не образуется, а при действии иона I^- выпадает?
5. Какие реакции и в какой последовательности будут протекать, если смесь солей AgCl , AgBr и AgI обработать водным раствором аммиака?

Тема 7. Третья аналитическая группа катионов (частные реакции) (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы: «Реакции и ход анализа смеси катионов группы серной кислоты (третья аналитическая группа катионов)». Качественные реакции.

Вопросы для обсуждения:

1. Какие катионы относятся к третьей аналитической группе?
2. Напишите реакции катионов третьей аналитической группы с групповым реактивом.
3. Перечислите частные реакции и специфические реакции катионов третьей аналитической группы.
4. Составьте схему анализа катионов третьей аналитической группы.
5. Каковы аналитические сигналы обнаружения катионов третьей аналитической группы?
6. Какие ионы препятствуют обнаружения катионов третьей аналитической группы?

Тема 8. Третья аналитическая группа катионов (контрольный анализ) (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы: «Реакции и ход анализа смеси катионов группы серной кислоты (третья аналитическая группа катионов)». Контрольный анализ смеси катионов.

Вопросы для обсуждения:

1. Какой ион следует определять первым: ион Ca^{2+} или ион Ba^{2+} ?
 2. При действии группового реагента на катионы третьей группы получаются осадки – сульфаты соответствующих катионов. Какова растворимость сульфатов в воде и как это используется в анализе?
 3. Какова роль дихромат калия при открытии катиона Ba^{2+} ?
 4. Каким образом проводят обнаружение катионов Sr^{2+} ?
- Какие реакции и в какой последовательности будут протекать при обнаружении и отделении катионов Ba^{2+} ?

Тема 9. Анализ смеси катионов первой, второй и третьей групп (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы: «Контрольная задача. Анализ смеси катионов первой, второй и третьей групп».

Вопросы для обсуждения:

1. Составьте схему анализа смеси катионов первой, второй и третьей аналитических групп из раствора без осадка.
2. Составьте схему анализа смеси катионов первой, второй и третьей аналитических групп используя систематический ход анализа.
3. Каковы аналитические сигналы обнаружения катионов первой, второй и третьей аналитических групп?
4. Какие ионы препятствуют обнаружения катионов первой, второй и третьей аналитических групп?
5. Предложите схему анализа раствора, содержащего следующие ионы: Ca^{2+} ; Ba^{2+} . Напишите уравнения аналитических реакций и укажите условия их проведения.

Тема 10. Четвертая аналитическая группа катионов (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы: «Реакции и ход анализа смеси катионов группы амфотерных гидроксидов (четвертая аналитическая группа катионов)»

Вопросы для обсуждения:

1. Подберите несколько окислителей, которыми можно окислить катионы Cr^{3+} в CrO_4^{2-} или в $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.
2. В какой среде будет протекать окисление катиона Cr^{3+} до Cr^{6+} при взаимодействии его: а) с пероксидом водорода, б) с перманганатом калия?
3. Будут ли катионы олова (II) окисляться перманганатом калия? В какой среде эта реакция будет протекать более энергично?
4. Какова будет реакция водных растворов солей, формулы которых KI , NH_4Br , Na_2S , NH_4Cl ?

Тема 11. Частные реакции катионов пятой и шестой аналитических групп (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы: «Частные реакции катионов пятой и шестой аналитических групп».

Вопросы для обсуждения:

1. Подберите окислитель, определить среду и составить уравнение реакции окисления ионов Mn^{2+} в ионы марганцевой кислоты.
2. Какова роль нитрата серебра $AgNO_3$ при окислении катиона Mn^{2+} персульфатом аммония $(NH_4)_2S_2O_8$?
3. Как можно разделить смесь катионов Fe^{3+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} ? Напишите уравнения химических реакций.
4. Какова роль окислительно-восстановительных реакций в химическом анализе?
5. В каком случае при выполнении качественного анализа применяются реакции гидролиза?

Тема 12. Контрольный анализ смеси катионов (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы: «Анализ смеси катионов всех шести групп»

Вопросы для обсуждения:

1. Составьте схему анализа смеси катионов всех шести аналитических групп.
2. Каковы аналитические сигналы обнаружения катионов первой аналитической группы?
3. Какие ионы препятствуют обнаружения катионов пятой аналитической группы?
4. Каковы аналитические сигналы обнаружения катионов шестой аналитической группы?
5. Предложите схему анализа раствора, содержащего следующие ионы: Ni^{2+} ; Mn^{2+} . Напишите уравнения аналитических реакций и укажите условия их проведения.
6. Как обнаружить катионы K^+ , Fe^{3+} и CN^- в растворе комплексной соли $K_3[Fe(CN)_6]$? Написать уравнения реакций.
7. Как можно отделить друг от друга катионы Cu^{2+} , Hg^{2+} , Ni^{2+} и Co^{2+} . Написать уравнения реакций.

Раздел 2. Качественный анализ анионов (10 ч.)

Тема 13. Качественный анализ анионов (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы: «Анализ смеси анионов первой аналитической группы». Выполнение лабораторной работы: «Анализ смеси анионов второй аналитической группы». Выполнение лабораторной работы: «Анализ смеси анионов третьей аналитической группы».

Вопросы для обсуждения:

1. Какие анионы относятся к первой аналитической группе?
2. Напишите реакции анионы первой аналитической группы с групповым реактивом.
3. Перечислите частные реакции и специфические реакции анионы первой аналитической группы.
4. Какие анионы относятся ко второй аналитической группе?
5. Напишите реакции анионы второй аналитической группы с групповым реактивом.
6. Перечислите частные реакции и специфические реакции анионы второй аналитической группы.
7. Какие анионы относятся к третьей аналитической группе?
8. Напишите реакции анионы третьей аналитической группы с групповым реактивом.
9. Перечислите частные реакции и специфические реакции анионы третьей аналитической группы.

Тема 14. Контрольный анализ смеси анионов (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы: «Анализ смеси анионов трех аналитических групп»

Вопросы для обсуждения:

1. Составьте схему анализа смеси анионов первой, второй и третьей аналитических групп используя дробный ход анализа.
2. Составьте схему анализа смеси анионов первой, второй и третьей аналитических групп используя систематический ход анализа.
3. Каковы аналитические сигналы обнаружения анионов первой аналитической группы?
4. Какие ионы препятствуют обнаружения анионов второй аналитической группы?
5. Каковы аналитические сигналы обнаружения анионов третьей аналитической группы?
6. При действии нитрата бария на неизвестный раствор получили белый кристаллический осадок. Как установить, что в растворе находится ион CO_3^{2-} ?

Тема 15. Качественный анализ смеси катионов и анионов (2 ч.)

Выполнение лабораторной работы: «Анализ смеси сухих веществ».

Вопросы для обсуждения:

1. В чем состоит подготовка вещества к анализу?
 2. Какие предположения можно сделать о составе исследуемого образца, если он окрашен?
 3. Перечислите катионы, летучие соли которых: а) дают окрашенные перлы; б) окрашивают бесцветное пламя горелки.
 4. Какие изменения происходят с пробой при нагревании в пламени на фарфоровой пластинке и пробирке?
 5. Какие анионы присутствуют в смеси сухих солей, если при действии на смесь минеральными кислотами выделяется газ?
 6. Приведите характеристику газов, выделяющихся из пробы при действии минеральных кислот.
 7. Как определяют растворимость образца сухой соли, какой при этом делают вывод?
 8. Перечислите этапы и составьте схему анализа катионов, входящих в состав сухой соли.
- Перечислите этапы и составьте схему анализа анионов, входящих в состав сухой соли.

Тема 16. Растворы электролитов (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Диссоциация.
2. Слабые электролиты.
3. Сильные электролиты.
4. Степень и константа диссоциации.
5. Активность. Ионная сила раствора.

Тема 17. Ионное произведение воды, водородный показатель (2 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Ионное произведение воды.
2. Водородный показатель.
3. Гидроксидный показатель.
4. Определение pH для растворов слабых электролитов.

Раздел 3. Количественный анализ. Гравиметрия (16 ч.)

Тема 18. Гравиметрический анализ (4 ч.)

Лабораторная работа «Аналитические весы. Взвешивание, доведение бюкса и тигля до постоянной массы»

Вопросы для обсуждения:

1. Гравиметрический анализ.
2. Сущность гравиметрического анализа.
3. Аналитические весы, их устройство.
4. Методы взвешивания и правила обращения с аналитическими весами.
5. Количественное выделение из растворов компонента в виде осадка.
6. Осаждаемая и гравиметрическая форма осадка.
7. Осадки кристаллические и аморфные.
8. Выбор и расчет количества осадителя.
9. Условия осаждения.
10. Полнота осаждения.
11. Созревание осадков.
12. Чистота осадков.

Тема 19. Определение содержания бария в кристаллогидрате хлорида бария (4

ч.)

Лабораторная работа «Определение содержания бария в кристаллогидрате хлорида бария»

Вопросы для обсуждения:

1. В чем заключается сущность гравиметрических определений по методу осаждения? Приведите примеры.
2. В чем заключается сущность гравиметрических определений по методу отгонки? Приведите примеры.
3. В чем заключается сущность гравиметрических определений по методу выделения? Приведите примеры.
4. Что такое форма осаждения и требования, предъявляемые к ней?
5. Назовите условия образования крупнокристаллических осадков.
6. В чем преимущества кристаллических осадков перед аморфными при проведении гравиметрического анализа?
7. Что такое весовая форма и требования, предъявляемые к ней?
8. Что такое фактор пересчета и как он применяется в гравиметрическом анализе?
9. Каковы основные виды соосаждения и способы уменьшения его влияния на результаты анализа.

Тема 20. Буферные растворы (4 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Классификация буферных систем.
2. Механизм действия буферных растворов.
3. Определение pH буферных растворов.
4. Использование буферных систем в аналитической химии.

Решение задач по теме "Буферные растворы"

Тема 21. Приготовление растворов (4 ч.)

Выполнение лабораторной работы: «Приготовление растворов кислот и щелочей с заданной концентрацией».

Вопросы для обсуждения:

1. Лабораторная посуда и оборудование в титриметрии.
2. Методы и приемы выполнения операций объемного анализа.

Раздел 4. Количественный анализ. Титриметрия (48 ч.)

Тема 22. Установка титра растворов (4 ч.)

Лабораторная работа «Приготовление титрованных растворов кислот и щелочей. Установка титра раствора соляной кислоты по тетраборату натрия».

Вопросы для обсуждения:

1. Каким образом можно рассчитать молярную концентрацию раствора?

2. Рассчитайте эквивалент серной кислоты.
3. Сформулируйте закон эквивалентов для растворов.
4. Какие требования предъявляются к исходным веществам?
5. Как проводят установку титра методом пипетирования и расчет по этому методу?
6. Каким образом выполняется титрование методом отдельных навесок?

Тема 23. Прямое титрование (4 ч.)

Лабораторная работа «Определение содержания кислот и щелочей в растворе. Метод прямого титрования». Лабораторная работа «Определение содержания гидроксида натрия и карбоната натрия при совместном присутствии».

Вопросы для обсуждения:

1. Опишите сущность прямого титрования.
2. В чем отличие методов замещения и обратного титрования?
3. Покажите связь между различными способами титрования.
4. Опишите сущность метода нейтрализации.
5. Каким образом строятся кривые титрования?
6. Какие индикаторы можно использовать при титриметрически методе анализа?

Тема 24. Жесткость воды (6 ч.)

Лабораторная работа «Определение жесткости воды методом кислотно-основного титрования и методом комплексонометрического титрования»

Вопросы для обсуждения:

1. Сущность метода комплексонометрического анализе. Выбор индикатора.
2. Определение временной и постоянной жесткости.
3. Способы определения жесткости природной воды.
4. Приготовление раствора трилона Б и его использование в анализе.
5. Дайте определение понятию жесткость воды. Как определить общую жесткость воды по ГОСТ?
6. Как проверить временную жесткость воды по ГОСТ?

Тема 25. Методы замещения и обратного титрования (4 ч.)

Лабораторная работа «Определение аммиака в солях аммония методом замещения и обратного титрования»

Вопросы для обсуждения:

1. Какие вещества называют кислотно-основными индикаторами?
2. Как объясняет изменение окраски индикатора теория ионных окрасок?
3. Как объясняет изменение цвета индикатора хромофорная теория?
4. Что называется фактором эквивалентности?
5. В чем суть метода обратного титрования?
6. Чем метод замещения отличается от метода обратного титрования?

Тема 26. Окислительно-восстановительные реакции (4 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Окислительно-восстановительные реакции.
2. Применение окислительно-восстановительных реакций в аналитической химии.
3. Комплексные соединения и их строение.
4. Константа нестойкости.
5. Применение комплексных соединений в аналитической химии.

Тема 27. Окислительно-восстановительное титрование (4 ч.)

Лабораторная работа «Определение нормальности перманганата калия. Определение содержания железа в соли Мора»

Вопросы для обсуждения:

1. Как определяется фактор эквивалентности в реакциях окисления-восстановления?

2. От каких факторов зависит скачек титрования в методах окисления-восстановления?

3. Как изменится скачек титрования при титровании Fe^{2+} раствором KMnO_4 , если в раствор ввести F^- или PO_4^{3-} ионы?

4. Как связан интервал перехода редокс-индикатора с его стандартным окислительно-восстановительным потенциалом?

5. На чем основан перманганатометрический метод титрования?

Тема 28. Гидролиз растворов солей (8 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Константа и степень гидролиза.

2. Вычисление константы и степени гидролиза солей образованных катионами слабых оснований и анионами сильных кислот, катионами слабых оснований и анионами слабых кислот.

3. Вычисление рН и рОН в растворах солей, образованных катионами слабого основания и анионами сильной кислоты, катионами сильного основания и анионами слабой кислоты, катионами слабого основания и анионами слабой кислоты.

4. Значение гидролиза в качественном анализе.

5. Амфотерность гидроксидов.

Тема 29. Закон действующих масс в аналитической химии (4 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Закон действия масс как основа качественного анализа.

2. Обратимые реакции. Константа химического равновесия.

3. Закон действия масс и гетерогенные процессы.

4. Произведение растворимости.

5. Солевой эффект. Дробное осаждение.

Тема 30. Осадительное титрование (4 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Метод осадительного титрования.

2. Классификация методов осаждения.

3. Индикаторы методов осаждения.

4. Прямое и обратное титрование.

5. Методы Мора, Фаянса и Фольгарда.

6. Область применения методов осаждения.

7. Расчеты в методах осаждения

Тема 31. Контрольное тестирование (4 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Тестирование по разделу "Количественный анализ. Гравиметрия".

2. Тестирование по разделу "Количественный анализ. Титриметрия".

Тема 32. Итоговая контрольная работа (4 ч.)

Вопросы для обсуждения:

1. Контрольная работа по разделу "Количественный анализ. Гравиметрия".

2. Контрольная работа по разделу "Количественный анализ. Титриметрия".

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1 Вопросы и задания для самостоятельной работы

Третий семестр (56 ч.)

Раздел 1. Качественный анализ катионов

Вид СРС: Задания и вопросы для подготовки к лабораторным (практическим) занятиям.

Вопросы и задания

Тема. «Закон действия масс. Слабые электролиты. Смещение ионных равновесий»

1. Вычислите кажущуюся степень диссоциации (α), концентрацию ионов и концентрацию недиссоциированных молекул, если 0,11 %-ный раствор CuSO_4 замерзает при температуре $-0,019^\circ\text{C}$.
2. Удельная электропроводность 0,3 %-ного раствора CH_3COOH равна $0,000318 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Вычислите эквивалентную электропроводность и степень диссоциации.
3. Вычислите константу ионизации NH_4OH , если известно, что степень ионизации в 0,1 н растворе равна 1,3 %.
4. Вычислите константу диссоциации 0,015 М раствора NH_4OH , если степень диссоциации равна 3,45 %.
5. Рассчитайте степень диссоциации 0,63 % водного раствора аммиака.
6. Вычислите степень ионизации 0,02 М раствора цианистоводородной кислоты, если константа ее ионизации равна $6,2 \cdot 10^{-10}$.
7. Вычислите константу диссоциации уксусной кислоты в 0,1 м растворе, если концентрация ионов водорода равна 0,00133 моль/л.
8. Степень диссоциации 0,1 Н раствора уксусной кислоты равна $1,35 \cdot 10^{-2}$. Определить концентрации: ионов водорода, ацетат-ионов, неионизированных молекул уксусной кислоты, константу диссоциации.
9. Уксусную кислоту (25 г) растворяют в таком количестве воды, чтобы общий объем раствора равен 1 л. Какова молярная концентрация кислоты в растворе и степень ее ионизации, если $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,74 \cdot 10^{-5}$?
10. Вычислите концентрацию ионов водорода и степень ионизации в 0,5 М растворе CH_3COOH , содержащем 0,01 моль ацетата калия.

Тема. «Сильные электролиты. Активность, коэффициент активности»

1. Каково состояние сильных электролитов в растворе. Что такое кажущуюся степень диссоциации и почему она меньше 100 %.
2. . Что показывает ионная сила раствора и как вычисляется? От каких факторов зависит?
3. Вычислите ионную силу раствора, содержащего в 1 л 0,01 моль хлорида бария и 0,1 моль нитрата калия.
4. Вычислите ионную силу раствора, содержащего в 1 л 0,01 моль хлорида кальция и 0,1 моль сульфата натрия.
5. Вычислите ионную силу раствора и активность ионов в растворе, содержащем в 1 л 0,01 моль хлорида железа (III) и 0,01 моль нитрата бария.
6. Вычислите активность ионов Fe^{3+} и Cl^- в 0,01 М растворе хлорида железа (III).
7. Вычислите активность ионов в 0,005 М растворе нитрата цинка.
8. Вычислите ионную силу раствора, литр которого содержит 0,01 М хлорида стронция и 0,02 М хлорида натрия.
9. Вычислите активность ионов бария и натрия, содержащего в 1 литре 0,01 М хлорида бария и 0,1 моля нитрата натрия.
10. Вычислите коэффициент активности ионов меди и натрия, содержащем в растворе 0,00125 М сульфата меди и 0,01 М нитрата натрия.

Тема. «Ионное произведение воды. pH, pOH, слабых кислот и оснований. Буферные растворы»

1. Запишите математическое выражение и формулировка ионного произведения воды.
2. Раскройте суть понятий pH и pOH раствора.
3. Как производят вывод значения pH слабых кислот?
4. Каким образом выводится значение pH слабых оснований?
5. Какие виды буферных растворов существуют?

6. Какие формулы используются для вычисления рН ацетатной буферной смеси, аммонийной буферной смеси?
7. Водородный показатель одного раствора 2,3, другого 3,2. Какой раствор более кислый? Во сколько раз в нем больше концентрация ионов водорода?
8. Определите концентрацию водородных ионов, если водородный показатель раствора равен 5,65.
9. Вычислите рН 0,01 М раствора уксусной кислоты, если $\alpha = 0,013$.
10. Вычислите рН 0,1 н раствора азотной кислоты с учетом коэффициента активности.
11. Вычислите $[H^+]$ и $[OH^-]$ в крови человека, если рН крови равен 7,35.
12. К 1 л 0,1 М раствора RОН прибавили 0,01 моль хлороводорода. Вычислите, как изменится рН раствора.
13. Вычислите рН 0,001н раствора гидроксида аммония.
14. Вычислите рН буферной смеси, содержащей 0,01 моль CH_3COOH и 0,5 моль CH_3COONa .
15. Вычислите рОН и рН буферной смеси, содержащей 0,1 моль гидроксида и 0,01 моль хлорида аммония.
16. Какова должна быть концентрация NH_4Cl в 0,01 н растворе аммиака, чтобы рН раствора был равен 8.

Тема. «Гидролиз»

1. Какова сущность гидролиза? Какие виды гидролиза существуют?
2. Опишите гидролиз солей, образованных многоосновными кислотами.
3. Какова количественная характеристика процесса гидролиза?
4. Произведите вывод формулы для вычисления константы гидролиза.
5. Произведите вывод формулы для вычисления степени гидролиза.
6. Каким образом производят вывод формулы для вычисления рН, рОН в растворах солей, подвергающихся гидролизу?
7. Вычислите константу и степень гидролиза 0,01 н раствора цианида калия. Необходимые данные возьмите из таблицы.
8. Вычислите константу и степень гидролиза 0,005 н раствора хлорида аммония.
9. Вычислите рН 0,1 М раствора карбоната натрия.
10. Вычислите рН 0,075 М раствора оксалата натрия, гидролизующегося по первой ступени.
11. Вычислите рН раствора гидросульфида натрия.
12. Вычислите α (активность) и рН 0,001 М раствора ацетата калия.

Раздел 2. Качественный анализ анионов

Тема. «Произведение растворимости»

1. Что такое произведение растворимости (ПР)? Каким образом производя вывод формулы ПР?
2. Опишите методику вычисления ПР по известной растворимости вещества.
3. Какова методика вычисления растворимости вещества в молях и в граммах на литр по известной величине ПР?
4. Каким образом одноименный ион оказывает влияние на растворимость?
5. Что такое солевой эффект, его значение в качественном анализе, как он объясняется на основе правила произведения растворимости?
6. Что такое дробное осаждение и как оно используется в практике качественного анализа?
7. Каковы условия образования и растворения осадков?
8. В 2-х литрах насыщенного водного раствора, полученного при 25 °С, содержится $1,76 \cdot 10^{-6}$ г бромида серебра. Вычислите ПР бромида серебра.
9. Растворимость гидроксида магния при 25 °С равна $3,1 \cdot 10^{-2}$ г/л. Вычислите ПР гидроксида магния.

10. В 250 мл насыщенного раствора фосфата серебра содержится $8,64 \cdot 10^{-4}$ г соли. Вычислите ПР фосфата серебра.

11. ПР цианида серебра равно $2,3 \cdot 10^{-16}$. Вычислите растворимость соли в молях и в граммах на литр насыщенного раствора.

12. ПР фосфата алюминия равно $5,75 \cdot 10^{-19}$. Вычислите растворимость этой соли в молях и в граммах на литр насыщенного раствора.

13. Растворимость CaSO_4 в 100 г воды при 0°C равна 0,1759 г. Вычислите ПР соли: а) по упрощенной формуле; б) с учетом коэффициентов активности ионов.

14. Вычислите, во сколько раз молярная растворимость сульфата бария в чистой воде превышает растворимость этой соли в 0,05 М растворе сульфата натрия. $\text{ПР}_{\text{BaSO}_4} = 1,1 \cdot 10^{-10}$.

15. Вычислите, во сколько раз активность ионов Ba^{2+} и оксалат-ионов в насыщенном растворе оксалата бария превышает активность этих ионов при растворении этой соли в 0,01 М растворе оксалата аммония. $\text{ПР}_{\text{BaC}_2\text{O}_4} = 1,1 \cdot 10^{-7}$.

16. Вычислите, во сколько раз растворимость хлорида серебра в чистой воде меньше растворимости этой соли в 0,01 М растворе нитрата натрия. $\text{ПР}_{\text{AgCl}} = 1,78 \cdot 10^{-10}$

17. Вычислите, во сколько раз растворимость карбоната кальция в чистой воде меньше растворимости его в 0,05 М растворе нитрата калия. $\text{ПР}_{\text{CaCO}_3} = 4,8 \cdot 10^{-9}$.

18. В какой последовательности и при какой концентрации карбонат-ионов будет происходить осаждение карбонатов при постепенном приливании соды к смеси ионов Ba^{2+} , Sr^{2+} и Ca^{2+} , взятых в одинаковых количествах 0,5 М растворов?

19. Вычислите, выпадет ли осадок хлорида свинца при смешивании 0,05 н раствора нитрата свинца (II) с равным объемом: а) 0,05 н раствора хлороводородной кислоты, б) 0,5 н раствора этой же кислоты.

20. Вычислите, выпадет ли осадок сульфата стронция при смешивании 0,001 н раствора хлорида стронция с равным объемом: а) 0,001 н раствора сульфата калия, б) 0,005 н раствора этой же соли. $\text{ПР}_{\text{SrSO}_4} = 3,2 \cdot 10^{-7}$.

21. Вычислите, при какой величине начнется осаждение гидроксида цинка из 0,1 М раствора его соли и при какой величине pH осаждение его будет практически полным.

Тема. «Комплексные соединения»

1. . Охарактеризуйте определение, виды, состав, координационное число комплексных соединений.

2. Опишите номенклатуру комплексных соединений.

3. Каким образом происходит диссоциация комплексных соединений?

4. Какие катионы открываются с помощью комплексных соединений?

5. Как устраняется мешающее влияние ионов Fe^{3+} при открывании ионов Co^{2+} ?

6. Вычислите концентрацию ионов комплексообразователя и аммиака в 0,1 М растворе тетро-амино-медь-(II)-сульфата. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$.

7. Вычислите концентрацию ионов никеля в 0,2 М растворе соли $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$, содержащем цианид калия в количестве 0,1 моль на 1 л раствора.

8. Через 0,1 М раствор комплексной соли состава $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ пропущен сероводород до начальной концентрации сульфид-ионов, равной 10^{-10} г-ион/л. Определите, будет ли разрушаться комплексный ион и выпадет ли в осадок сульфид цинка.

9. Образуется ли осадок сульфата кадмия при смешивании 0,1 М раствора комплексного аммиаката кадмия с равным объемом 0,1 М раствора сульфида натрия?

10. Вычислить концентрацию ионов ртути (II) в 1 М растворе тетраиодомеркурата (II)-калия.

Тема. «Окислительно-восстановительные реакции»

1. В чем сущность окислительно-восстановительных реакций?

2. Как вычисляются стандартные электродные и окислительно-восстановительные потенциалы?

3. Каким образом определяется направление окислительно-восстановительных реакций?
4. Опишите метод электронного баланса.
5. В чем сущность ионно-электронного метода?
6. Можно ли действием оксида свинца (IV) в кислой среде окислить хлорид-ионы в хлор? Найдите потенциалы соответствующих окислительно-восстановительных пар. Напишите уравнение реакции и вычислите ЭДС соответствующего гальванического элемента.
7. Вычислите окислительно-восстановительный потенциал дихромата, если $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = [\text{Cr}^{3+}] = 1$ г-ион/л и pH раствора равен 3.
8. Можно ли действием хлората калия в кислой среде окислить иодид-ионы в I_2 и хлорид-ионы в Cl_2 ? Напишите уравнения возможных реакций и вычислите Э.Д.С. соответствующих гальванических элементов.
9. Подберите коэффициенты для уравнений реакций, пользуясь методом электронного баланса:
 - а) $\text{As}_2\text{S}_5 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
 - б) $\text{CrCl}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NH}_4\text{Cl}$
 - в) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_2\text{SnO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Bi} + \text{Na}_2\text{SnO}_3 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 - г) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
10. Пользуясь ионно-электронным методом, напишите суммарные уравнения для следующих реакций:
 - а) $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{S} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
 - б) $\text{Cr}^{+3} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4$
 - г) $\text{NaCrO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 - в) $\text{CrCl}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{SO}_4$

Вид СРС: Индивидуальные задания.

Вопросы и задания

1. Составьте схемы дробного и систематического анализа смеси катионов: Pb^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} . Напишите уравнения реакций обнаружения этих катионов (в молекулярной и ионной формах).
2. Можно ли действием дихромата калия в кислой среде окислить Fe^{2+} до Fe^{3+} , AsO_3^{3-} до AsO_4^{3-} , Mn^{2+} до MnO_4^- , SO_3^{2-} до SO_4^{2-} , SO_4^{2-} до $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$? Написать уравнения протекающих реакций с помощью электронно-ионного метода.
3. Записать специфические реакции открытия катионов I группы.
4. Записать специфические реакции открытия катионов II группы.
5. Какие реакции являются общими на катионы II аналитической группы? Записать их.
6. Записать молекулярные и сокращенные ионные уравнения реакций взаимодействия катионов II аналитической группы с групповым реагентом.
7. Записать молекулярные и сокращенные ионные уравнения реакций взаимодействия катионов III аналитической группы с групповым реагентом.
8. Записать специфические реакции открытия катионов III группы.
9. Записать частные реакции на катионы Pb^{2+} и Ag^+ в молекулярном и ионном виде.
10. Записать частные реакции на катионы Pb^{2+} и Hg_2^{2+} в молекулярном и ионном виде.
11. Записать частные реакции на катионы Ba^{2+} и Ca^{2+} в молекулярном и ионном виде.
12. Записать уравнениями реакций ход анализа раствора смеси катионов, содержащего ионы Ag^+ и Hg_2^{2+} .

13. Составить схему анализа, написать уравнения реакций анализа смеси сухих веществ: хлорид аммония, нитрат кальция, нитрат кобальта.
14. Составить схему анализа, написать уравнения реакций анализа смеси сухих веществ: хлорид калия, нитрат бария, ацетат цинка.
15. Составить схему анализа смеси сухих веществ: хлорид бария, нитрат железа (II), ацетат кобальта. Написать уравнения реакций.
16. Составьте схему анализа смеси сухих веществ: нитрат свинца, хлорид цинка, ацетат меди. Написать уравнения реакций.
17. Составить схему анализа смеси сухих веществ: нитрит калия, сульфат марганца, иодид натрия. Написать уравнения реакций.
18. Составьте схемы дробного и систематического анализа смеси катионов: NH_4^+ , Ca^{2+} , Mn^{2+} . Напишите уравнения реакций обнаружения этих катионов (в молекулярной и ионной формах).
19. Составьте схемы дробного и систематического анализа смеси катионов: Ag^+ , Cu^{2+} , Fe^{3+} . Напишите уравнения реакций обнаружения этих катионов (в молекулярной и ионной формах).
20. Составьте схемы дробного и систематического анализа смеси катионов: Hg^{2+} , Ca^{2+} , Fe^{2+} . Напишите уравнения реакций обнаружения этих катионов (в молекулярной и ионной формах).
21. Смесь сухих солей: нитрат ртути (I), хлорид хрома (III), нитрат цинка растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему анализа, уравнения реакций в ионном виде для разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в растворе катионов.
22. Составьте уравнения реакций в ионном виде, происходящие при действии йодида калия на раствор, содержащий: а) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, б) CuCl_2 , в) Na_2HAsO_4 .
23. Смесь сухих солей: нитрат серебра, нитрат ртути (II), хлорид хрома (III), нитрат марганца (II), нитрат свинца растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему хода анализа, уравнения реакций в ионном виде для разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов.
24. Смесь сухих солей: нитрат серебра, хлорид бария, нитрат хрома (III), хлорид сурьмы (III) растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему анализа, уравнения реакций в ионном виде для разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов.
25. Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций электронно-ионным методом, если на раствор, содержащий а) ионы Cr^{3+} , подействовать пероксидом водорода в щелочной среде, б) ионы $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, подействовать пероксидом водорода в кислой среде.
26. Смесь сухих солей: сульфат калия (недостаток), хлорид аммония, нитрат стронция, хлорид кальция, хлорид бария растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему хода анализа, уравнения реакций в ионном виде разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов.
27. Смесь сухих солей: сульфат калия, хлорид аммония, нитрат стронция, хлорид кальция, хлорид бария растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему хода анализа, уравнения реакций в ионном виде разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов.
28. Смесь сухих солей: карбонат калия, хлорид хрома (III), хлорид железа (III), нитрат меди (II) растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему анализа, уравнения реакций в ионном виде разделения,

растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов и анионов.

29. Смесь сухих солей: хлорид сурьмы (III), нитрат висмута, нитрат свинца (II), хлорид марганца (II), хлорид меди (II) растворили в воде. Какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе? Составьте схему хода анализа и уравнения реакций в ионном виде разделения, растворения образующихся осадков и обнаружения присутствующих в смеси катионов.

Четвертый семестр (46 ч.)

Раздел 3. Количественный анализ. Гравиметрия

Вид СРС: Задания и вопросы для подготовки к лабораторным (практическим) занятиям.

Вопросы и задания

Тема. «Вычисления в гравиметрическом анализе»

1. В чем сущность гравиметрического анализа?
2. Как производится расчет навески исследуемого вещества?
3. Какую навеску гептагидрата сульфата железа (II) следует взять для определения в нем железа, если осаждаемой формой является гидроксид железа (III)?
4. Сколько граммов хлорида натрия и воды необходимо взять для приготовления 250 г 5%-ного раствора?
5. Сколько граммов хлора содержится в 0,5 г хлорида серебра? Определить F_{Cl} в AgCl .
6. Сколько граммов 10% раствора хлорида бария надо взять для осаждения 0,1800 г сульфата калия?
7. Определить массовую долю железа в железной проволоке, если для анализа взята навеска проволоки, равная 0,0920 г. После анализа масса гравиметрической формы Fe_2O_3 оказалась равной 0,1200 г.
8. В каком объеме воды следует растворить 25 г гидроксида натрия, чтобы получить раствор с массовой долей 5%?
9. Какую навеску известняка, содержащего 95% карбоната кальция, необходимо взять для определения в нем кальция, если осаждаемой формой является оксалат кальция?
10. Определить массу серы в 0,4660 г сульфата бария. Вычислить F_{S} в BaSO_4 .
11. Сколько мл 0,1 н раствора щавелевой кислоты необходимо взять для осаждения кальция из 0,2733 г гипса?
12. Требования к осаждаемой форме. Что называется осаждаемой формой? Привести примеры. В виде какого соединения лучше осаждать барий?
13. Из 1,3162 г сплава получено 0,1234 г оксида алюминия и 0,0267 г диоксида кремния. Определить массовые доли кремния и алюминия в сплаве.

Раздел 4. Количественный анализ. Титриметрия

Тема. «Теория объемного анализа и метод нейтрализации»

1. В чем сущность объемного анализа и его отличие от весового?
2. Какие требования предъявляются к реакциям в объемном анализе?
3. Как производят вычисление эквивалентов окислителя и восстановителя в объемном анализе?
4. Как производят выражение концентрации через нормальность и титр? Опишите связь между титром и нормальностью.
5. Запишите формулу вычисления титра по рабочему и по определяемому веществу. Каков смысл этих понятий?
6. Сколько граммов гидроксида калия необходимо взять для приготовления 3 л 0,15 н раствора?

7. 5,3 г бесцветного, х.ч. карбоната натрия растворили в мерной колбе на 500 мл. На титрование 25 мл этого раствора расходуется 50 мл раствора серной кислоты. Чему равна нормальность и титр раствора серной кислоты?

8. Сколько граммов в KMnO_4 (окислитель в кислой среде) содержится в 100 мл 0,1 н раствора?

9. Сколько граммов гидроксида калия необходимо взять для приготовления 2 л раствора, каждый мл которого оттитровывает 0,00365 г HCl .

10. На титрование 0,4787 г буры, растворенной в произвольном объеме, израсходовано 24 мл раствора HCl . Определить нормальность и титр раствора HCl .

11. Сколько граммов гидроксида натрия нейтрализованного 40 мл 0,1 н раствора серной кислоты?

12. Какую навеску гидроксида натрия, содержащего 5% примесей, необходимо взять для приготовления 5 л 0,1 н раствора.

13. 1,2600 г щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворены в мерной колбе на 2 л. Рассчитать нормальность и титр полученного раствора.

14. Сколько граммов гидроксида калия содержалось в растворе, если на титрование 20 мл его расходуется 25 мл с титром по определяемому веществу 0,0056 г/мл?

15. Сколько граммов безводного карбоната натрия необходимо взять для приготовления 250 мл раствора, каждый мл которого эквивалентен 0,00365 г хлороводорода?

16. К 500 мл 0,2 н раствора серной кислоты прибавили 100 мл 0,1 н раствора. Вычислить нормальность полученного раствора?

17. Сколько граммов гидроксида натрия содержится в 500 мл 0,2 н раствора?

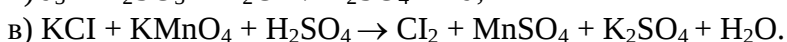
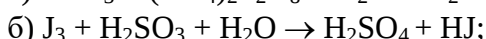
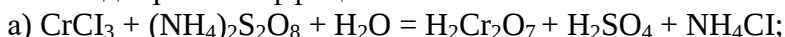
18. Сколько мл HCl ($\rho = 1,19$) 37% нужно взять для приготовления 3 л 0,2 н раствора?

19. Вычислить титр и нормальность раствора соляной кислоты, если при прибавлении к 20 мл этого раствора избытка нитрата серебра получилось 0,2863 г AgCl .

20. Сколько граммов гидроксида натрия необходимо для нейтрализации 100 мл 0,5 н раствора серной кислоты.

Тема. «Метод окислительно-восстановительного титрования»

1. Подберите коэффициенты:



2. Определите процентное содержание железа в железной руде, если после соответствующей обработки и растворения навески 2,9500 г в 250 мл кислоты на титрование 20 мл раствора соли железа затрачено 18,40 мл раствора KMnO_4 , каждый мл которого содержит 0,002850 г KMnO_4 .

3. К раствору, приготовленному из 0,3946 г пиролюзита (MnO_2) прибавлено 50 мл 0,1 н щавелевой кислоты. На титрование избытка щавелевой кислоты израсходовано 14 мл 0,12 н раствора KMnO_4 . Определить процентное содержание MnO_2 в пиролюзите.

4. К 25 мл раствора H_2S прибавлено 50 мл 0,0190 н раствора йода. На титрование избытка йода затрачено 11 мл 0,02 н раствора тиосульфата натрия. Сколько граммов сероводорода содержится в анализируемом растворе.

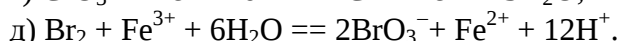
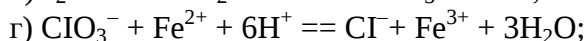
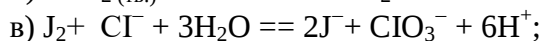
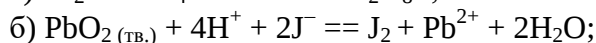
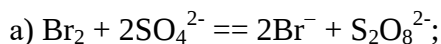
5. Свинец из навески 4,8500 г руды извлечен и осажден в виде хромата. Осадок PbCrO_4 отфильтрован, промыт и растворен в смеси HCl и KJ . На титрование выделившегося йода затрачено 20,4 мл 0,05 н раствора тиосульфата натрия. Сколько процентов свинца содержится в руде?

6. Определите содержание свободного хлора в 1 л воды, если к 20 мл исследуемой воды добавлен избыток иодида калия и на титрование выделившегося йода пошло 22 мл раствора тиосульфата натрия с титром 0,00248 г/мл.

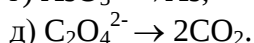
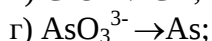
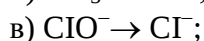
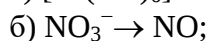
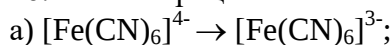
7. Навеску соли кальция, равную 0,8000 г растворили в колбе 250 мл. К 25 мл этого раствора прибавили 40 мл 0,1 н раствора оксалата аммония. На титрование остатка, не вошедшего в реакцию $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ пошло 15 мл 0,02 н раствора перманганата калия. Сколько процентов кальция содержит навеска.

8. Определите процентное содержание хрома в стали, если навеска 1,0100 г растворена и окислена так, что имевшийся в стали хром перешел в ион Cr_2O_7 , затем к раствору добавили 50 мл 0,03 н раствора соли Мора и избыток соли Мора оттитровали 5,5 мл 0,031 н раствора перманганата калия.

9. Определите направление окислительно-восстановительного процесса, выраженного схемой:



10. Какой процесс окисления или восстановления выражен схемой:



7. Тематика курсовых работ

Не предусмотрены

8. Оценочные средства по дисциплине

8.1. Компетенции и этапы формирования

№ п/п	Оценочные средства	Компетенции, этапы их формирования
1	Предметно-методический модуль	ПК-11, ПК-12
2	Предметно-технологический модуль	ПК-11
3	Учебно-исследовательский модуль	ПК-11

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

Шкала, критерии оценивания и уровень сформированности компетенции			
2 (незачтено) Ниже порогового	3 (зачтено) Пороговый	4 (зачтено) Базовый	5 (зачтено) Повышенный
ПК-11 Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования			
ПК-11.4 Применяет навыки проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций			
Демонстрирует фрагментарное знание особенностей	В целом успешно, но не систематически демонстрирует	В целом успешно, но с отдельными пробелами	Успешно демонстрирует знание

проведения химического эксперимента	знание особенностей химического эксперимента	демонстрирует знание особенностей химического эксперимента, готовность методы исследования химических веществ на практике	особенностей химического эксперимента, готовность методы исследования химических веществ на практике
ПК-11.5 Использует современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских и лабораторных химических работ			
Демонстрирует фрагментарные знания по использованию современного оборудования для выполнения лабораторных химических работ по аналитической химии	В целом успешно, но не систематически применяет современную аппаратуру и оборудование для выполнения лабораторных химических работ по аналитической химии	В целом успешно, но с отдельными недочетами использует современную аппаратуру и оборудование для выполнения лабораторных химических работ по аналитической химии	Успешно использует современную аппаратуру и оборудование для выполнения лабораторных химических работ по аналитической химии
ПК-11.6 применяет знания о физических и химических свойствах материалов с целью безопасной постановки химического эксперимента			
Демонстрирует фрагментарные знания о химических свойствах неорганических веществ и правил безопасной постановки химического эксперимента	В целом успешно, но бессистемно анализирует знания о химических свойствах неорганических веществ с целью безопасной постановки химического эксперимента	В целом успешно, но с отдельными недочетами применяет знания о химических свойствах неорганических веществ с целью безопасной постановки химического эксперимента	Успешно применяет знания о химических свойствах неорганических веществ с целью безопасной постановки химического эксперимента
ПК-12 Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций			
ПК-12.4 устанавливает взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе базовых химических знаний			
Неверно устанавливает	Не достаточно устанавливает	В целом успешно, но с отдельными	Успешно устанавливает

взаимосвязи между фактами и теорией, признаками реакций и свойствами веществ при проведении химического анализа на основе базовых химических знаний	взаимосвязи между фактами и теорией, признаками реакций и свойствами веществ при проведении химического анализа на основе базовых химических знаний	недочетами устанавливает взаимосвязи между фактами и теорией, признаками реакций и свойствами веществ при проведении химического анализа на основе базовых химических знаний	взаимосвязи между фактами и теорией, признаками реакций и свойствами веществ при проведении химического анализа на основе базовых химических знаний
---	---	--	---

Уровни сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации		Шкала оценивания по БРС
	Экзамен	Зачет	
Повышенный	5 (отлично)	зачтено	90 – 100%
Базовый	4 (хорошо)	зачтено	76 – 89%
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено	60 – 75%
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	зачтено	Ниже 60%

8.3. Вопросы для промежуточной аттестации

Третий семестр (Экзамен, ПК-11.4, ПК-11.5, ПК-11.6, ПК-12.4)

1. Дайте определение аналитической химии и ее задачи.
2. Охарактеризуйте значение аналитической химии для производства и науки.
3. Определите задачи качественного анализа. Опишите методы качественного анализа.
4. Опишите систему качественного анализа.
5. Раскройте суть определений: групповые реактивы, частные реакции, специфические реакции.
6. Охарактеризуйте чувствительность аналитических реакций и ее показатели (открываемый минимум и ее предельное разбавление.). Опишите основные условия обнаружения ионов в растворе.
7. Опишите классификацию катионов. Назовите групповые реагенты.
8. Опишите процедуру открытия ионов при совместном присутствии.
9. Охарактеризуйте анализ сухого вещества. Опишите процедуру переводов веществ в раствор.
10. Опишите специфические реакции открытия ионов.
11. Охарактеризуйте применение закона действия масс к обратимым реакциям. Запишите уравнение константы химического равновесия.
12. Перечислите основные положения теории электролитической диссоциации.
13. Сформулируйте закон разбавления В. Оствальда. Покажите связь между константой, степенью и концентрацией.
14. Охарактеризуйте смещение ионных равновесий. Опишите действие одноименного иона.

14. Перечислите основные положения теории сильных электролитов. Охарактеризуйте активность и коэффициент активности.
15. Дайте определение понятию ионное произведение воды. Запишите формулу вычисления значения водородного и гидроксидного показателей, вычисления pH растворов.
16. Сформулируйте современное представление о природе кислот и оснований.
17. Опишите основы протолитической теории кислот и оснований и их диссоциация.
18. Запишите формулы вычисления концентрации ионов водорода в растворах слабых электролитов.
19. Охарактеризуйте буферные растворы. Опишите механизм их действия.
20. Опишите вывод формул для вычисления концентрации ионов водорода и pH буферных растворов. Охарактеризуйте значение в качественном анализе.
21. Раскройте суть понятия гидролиз. Опишите механизм гидролиза.
22. Охарактеризуйте факторы, влияющие на процесс гидролиза. Опишите константу и степень гидролиза.
23. Запишите примеры вычисления pH и pOH в растворах гидролизующих солей. Охарактеризуйте значение гидролиза.
24. Раскройте суть понятия произведение растворимости. Опишите вывод формулы.
25. Опишите методику вычисления: а) произведения растворимости по растворимости с учетом и без учета активности; б) растворимости по произведению растворимости.
26. Опишите влияние одноименных и разноименных ионов на растворимость. Приведите методику решения задач.
27. Опишите процедуру дробного осаждения.
28. Охарактеризуйте превращение одних трудно растворимых электролитов в другие.
29. Опишите условия протекания реакций обмена.
30. Опишите условия образования и растворения осадков. Раскройте суть понятий: полнота осаждения, солевой эффект, методика решения задач.
31. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные реакции.
32. Раскройте суть определений: стандартный электродный потенциал, направление окислительно-восстановительных реакций, составление уравнений, подбор эффективных окислителей.
33. Опишите комплексные соединения, их состав, строение, диссоциацию и константу нестойкости.
34. Охарактеризуйте применение в качественном анализе для открытия, разделения и маскировки ионов.
35. Рассчитать степень диссоциации 0,63 % водного раствора аммиака.
36. Записать специфические реакции открытия катионов I группы.
37. Записать специфические реакции открытия катионов II группы.
38. Записать молекулярные и сокращенные ионные уравнения реакций взаимодействия катионов II аналитической группы с групповым реагентом.
39. Записать молекулярные и сокращенные ионные уравнения реакций взаимодействия катионов III аналитической группы с групповым реагентом.
40. Записать специфические реакции открытия катионов III группы.
41. Составить схему анализа, написать уравнения реакций анализа смеси сухих веществ: хлорид аммония, нитрат кальция, нитрат кобальта.
42. Рассчитайте степень диссоциации 0,63 % водного раствора аммиака.
43. Вычислите ионную силу раствора, литр которого содержит 0,01 М хлорида стронция и 0,02 М хлорида натрия.

44. Концентрация гидроксид ионов в растворе равна $2,5 \cdot 10^{-4}$ моль-ион/л. Вычислите рОН и рН раствора.

45. Вычислите концентрацию ионов H^+ и рН ацетатной буферной смеси, содержащей 0,1 М уксусной кислоты и 0,01 М ацетата натрия.

46. В 2-х литрах насыщенного водного раствора содержится $1,76 \cdot 10^{-6}$ г бромида серебра. Вычислите произведение растворимости этой соли.

47. В 1 литре насыщенного раствора содержится $1,99 \cdot 10^{-8}$ г гидроксида железа (III). Вычислите произведение растворимости гидроксида железа.

48. Вычислите, во сколько раз молярная растворимость сульфата бария в чистой воде превышает растворимость этой соли в 0,05 М растворе сульфата натрия. $\text{PP BaSO}_4 = 1,1 \cdot 10^{-10}$.

49. Написать молекулярно-ионное уравнение реакции гидролиза ацетата натрия. Определить среду, вычислить константу гидролиза, степень гидролиза и рН этой соли. $K_{\text{г-ты}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

50. Произведение растворимости фосфата алюминия равно $5,75 \cdot 10^{-29}$. Вычислите растворимость этой соли в молях и граммах в 100 мл чистой воды и в 0,025 М растворе хлорида аммония.

Четвертый семестр (Экзамен, ПК-11.4, ПК-11.5, ПК-11.6, ПК-12.4)

1. Рассчитать степень диссоциации 0,42 % водного раствора уксусной кислоты.

2. Опишите систему качественного анализа. Раскройте суть определений: групповые реактивы, частные реакции, специфические реакции. Охарактеризуйте чувствительность аналитических реакций и ее показатели (открываемый минимум и ее предельное разбавление.). Опишите основные условия обнаружения ионов в растворе.

3. Опишите классификацию катионов. Назовите групповые реагенты. Опишите процедуру открытия ионов при совместном присутствии.

4. Охарактеризуйте анализ сухого вещества. Опишите процедуру перевода веществ в раствор. Опишите специфические реакции открытия ионов.

5. Охарактеризуйте применение закона действия масс к обратимым реакциям. Запишите уравнение константы химического равновесия. Перечислите основные положения теории электролитической диссоциации.

6. Сформулируйте закон разбавления В. Оствальда. Покажите связь между константой, степенью и концентрацией.

7. Охарактеризуйте смещение ионных равновесий. Опишите действие одноименного иона.

8. Перечислите основные положения теории сильных электролитов. Охарактеризуйте активность и коэффициент активности.

9. Дайте определение понятию ионное произведение воды. Запишите формулу вычисления значения водородного и гидроксидного показателей, вычисления рН растворов.

10. Сформулируйте современное представление о природе кислот и оснований. Опишите основы протолитической теории кислот и оснований и их диссоциация.

11. Запишите формулы вычисления концентрации ионов водорода в растворах слабых электролитов.

12. Охарактеризуйте буферные растворы. Опишите механизм их действия. Опишите вывод формул для вычисления концентрации ионов водорода и рН буферных растворов. Охарактеризуйте значение в качественном анализе.

13. Раскройте суть понятия гидролиз. Опишите механизм гидролиза. Охарактеризуйте факторы, влияющие на процесс гидролиза. Опишите константу и степень гидролиза. Запишите примеры вычисления рН и рОН в растворах гидролизующих солей. Охарактеризуйте значение гидролиза.

14. Раскройте суть понятия произведение растворимости. Опишите вывод формулы. Опишите методику вычисления: а) произведения растворимости по

растворимости с учетом и без учета активности; б) растворимости по произведению растворимости.

15. Опишите процедуру дробного осаждения. Охарактеризуйте превращение одних трудно растворимых электролитов в другие. Опишите условия протекания реакций обмена.

16. Опишите условия образования и растворения осадков. Раскройте суть понятий: полнота осаждения, солевой эффект, методика решения задач.

17. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные реакции. Раскройте суть определений: стандартный электродный потенциал, направление окислительно-восстановительных реакций, составление уравнений, подбор эффективных окислителей.

18. Опишите комплексные соединения, их состав, строение, диссоциацию и константу нестойкости. Охарактеризуйте применение в качественном анализе для открытия, разделения и маскировки ионов.

19. Сформулируйте задачи и методы количественного анализа.

20. Охарактеризуйте сущность гравиметрического анализа, его виды, сущность метода осаждения. Опишите основные операции метода осаждения. Опишите требования к осадкам: а) к осаждаемой форме, б) к весовой форме. Охарактеризуйте вычисление результатов весовых определений.

21. Опишите аморфные и кристаллические осадки. Охарактеризуйте влияние температуры, рН раствора, солевого эффекта и др. факторов на полноту осаждения. Опишите условие образования кристаллических и аморфных осадков.

22. Охарактеризуйте сущность титриметрического метода, его отличие от гравиметрического метода. Опишите требования к реакциям в объемном анализе. Запишите выражение концентрации через титр и нормальность. Сформулируйте основной закон титриметрического анализа.

23. Охарактеризуйте титр по рабочему и определяемому веществу. Как определить массу по титру? Опишите способы приготовления титрованных растворов.

24. Опишите способы титрования. Охарактеризуйте метод пептирования и расчет по этому методу. Охарактеризуйте метод отдельных навесок. Опишите прямое титрование. Охарактеризуйте метод замещения и обратного титрования. Покажите связь между различными способами. Сходство и различие.

25. Опишите сущность метода нейтрализации. Опишите зависимость рН в (0) эквивалентности от природы реагирующих веществ. Охарактеризуйте качественный подбор индикатора. Перечислите индикаторы метода нейтрализации. Опишите теорию индикаторов, показатель титрования индикатора.

26. Изобразите кривую титрования сильной кислоты сильным основанием и обратно. Изобразите кривую титрования слабой кислоты сильным основанием и наоборот. Охарактеризуйте принцип построения, значение кривых титрования.

27. Опишите способы приготовления основных рабочих растворов методом нейтрализации, (кислот: HCl , H_2SO_4), (щелочей: NaOH , солей). Опишите методы определения содержания щелочей в растворе (метод, методика определения, расчет), солей, кислот.

28. Опишите сущность метода комплексонометрии. Охарактеризуйте теоретические основы, методика, расчет жесткости воды. Какая жесткость определяется.

29. Опишите сущность и классификация методов редоксидиметрии. Перечислите стандартные редоксидиметрии потенциалы. Опишите методику их определения. О чем говорит величина окислительного потенциала?

30. Охарактеризуйте определение направления окислительно-восстановительных реакций. Установите зависимость величины редокс-потенциала от концентрации.

31. Охарактеризуйте сущность метода перманганатометрии. Раскройте суть процедур: расчет молярной массы эквивалента KMnO_4 в различных средах, приготовление раствора KMnO_4 , установка титра, определение окисляемости воды.

32. Опишите сущность метода иодометрии: а) определение восстановителей, б) определение окислителей. Опишите приготовление рабочих растворов: йода, тиосульфата натрия. Сформулируйте теоретические основы, методика, расчет.

33. Охарактеризуйте сущность методов осаждения. Опишите требования к реакциям. Перечислите принципы построения кривых титрования в методе аргентометрии. Опишите способы фиксирования точки эквивалентности в методе аргентометрии: а) безиндикаторные, б) индикаторные.

34. Какой объем 0,5 н раствора хлороводородной кислоты следует взять для осаждения серебра из 0,5190 г препарата серебра, содержащего 50% серебра?

35. На титрование 0,4787 г буры, растворенной в произвольном объеме, израсходовано 24 мл раствора HCl. Определить нормальность и титр раствора HCl.

36. Определить массовую долю железа в железной проволоке, если для анализа взята навеска проволоки, равная 0,0920 г. После анализа масса гравиметрической формы Fe₂O₃ оказалась равной 0,1200 г.

37. Сколько граммов 10% раствора хлорида бария надо взять для осаждения 0,1800 г сульфата калия?

38. Сколько граммов хлора содержится в 0,5 г хлорида серебра? Определить FCI | AgCl.

39. Какую навеску буры (тетрабората натрия) необходимо взять для приготовления 2 л 0,1 н раствора?

40. Сколько мл 96%-ного раствора серной кислоты необходимо взять для приготовления 2 л 2 М раствора?

41. Подобрать коэффициенты, указать окислитель, восстановитель для уравнения реакции пользуясь методом электронного баланса: $\text{MnSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HMnO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ Где эта реакция применяется в качественном анализе?

42. Подобрать коэффициенты, указать окислитель и восстановитель для уравнения реакции, пользуясь методом электронного баланса: $\text{SO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KHSO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ Где эта реакция применяется в качественном анализе?

43. Подберите коэффициенты для уравнения реакции, пользуясь методом электронного баланса: $\text{CrCl}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ Укажите окислитель и восстановитель. Где эта реакция применяется в качественном анализе.

44. Вычислить концентрацию ионов ртути (II) в 1 М растворе тетраиодомеркурата (II)-калия.

45. Написать молекулярно-ионное уравнение реакции гидролиза ацетата натрия. Определить среду, вычислить константу гидролиза, степень гидролиза и pH этой соли.

46. Вычислить, во сколько раз молярная растворимость сульфата бария в чистой воде превышает растворимость этой соли в 0,05 М растворе сульфата натрия.

47. Вычислить концентрацию ионов H⁺ и pH ацетатной буферной смеси, содержащей 0,1 М уксусной кислоты и 0,01 М ацетата натрия.

48. Вычислить ионную силу раствора, литр которого содержит 0,01 М хлорида стронция и 0,02 М хлорида натрия.

49. Рассчитать степень диссоциации 0,63 % водного раствора аммиака.

50. Рассчитать степень диссоциации 0,42 % водного раствора уксусной кислоты.

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

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Экзамен позволяет оценить сформированность профессиональных компетенций, теоретическую подготовку студента, его способность к творческому мышлению, готовность к практической деятельности, приобретенные навыки самостоятельной

работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач.

При балльно-рейтинговом контроле знаний итоговая оценка выставляется с учетом набранной суммы баллов.

Устный ответ на экзамене

При определении уровня достижений студентов на экзамене необходимо обращать особое внимание на следующее:

- дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;
- показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи;
- знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей;
- ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента;
- теоретические постулаты подтверждаются примерами из практики.

Тесты

При определении уровня достижений студентов с помощью тестового контроля необходимо обращать особое внимание на следующее:

- оценивается полностью правильный ответ;
- преподавателем должна быть определена максимальная оценка за тест, включающий определенное количество вопросов;
- преподавателем может быть определена максимальная оценка за один вопрос теста;
- по вопросам, предусматривающим множественный выбор правильных ответов, оценка определяется исходя из максимальной оценки за один вопрос теста.

Письменная контрольная работа

Виды контрольных работ: аудиторные, домашние, текущие, экзаменационные, письменные, графические, практические, фронтальные, индивидуальные.

Система заданий письменных контрольных работ должна:

- выявлять знания студентов по определенной дисциплине (разделу дисциплины);
- выявлять понимание сущности изучаемых предметов и явлений, их закономерностей;
- выявлять умение самостоятельно делать выводы и обобщения;
- творчески использовать знания и навыки.

Требования к контрольной работе по тематическому содержанию соответствуют устному ответу.

Также контрольные работы могут включать перечень практических заданий.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Валуева, Т.Н. Аналитическая химия. Качественный анализ: учебное пособие для самостоятельной работы студентов : [16+] / Т.Н. Валуева, И.М. Ахромускина, Ю.Н. Власова. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – Ч. 6. – 47 с. : табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571302>

2. Валуева, Т.Н. Аналитическая химия. Качественный анализ: учебное пособие для самостоятельной работы студентов : [16+] / Т.Н. Валуева, И.М. Ахромускина, Ю.Н.

Власова. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. – Ч. 5. – 66 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=571301>

3. Жукова, Н.В. Аналитическая химия: лабораторный практикум : учебное пособие / Н.В. Жукова, О.В. Позднякова. — Саранск : МГПИ им. М.Е. Евсевьева, 2015. — 155 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/74449>

4. Хаханина, Т. И. Аналитическая химия [Текст] : учеб. пособие для бакалавров / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2012. – 278 с.

Дополнительная литература

1. Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа : учебное пособие / И.Н. Мовчан, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева, Р.Г. Романова ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет, 2013. – 236 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259010>

2. Аналитическая химия : учебное пособие / А.И. Апарнев, Т.П. Александрова, А.А. Казакова, О.В. Карунина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2015. – 92 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438291>

3. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина ; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 394 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-00427-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblioclub.ru/bcode/431144>

4. Попова, Л.Ф. Инструментальные методы анализа: Практикум по аналитической химии : учебное пособие / Л.Ф. Попова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. – Архангельск : САФУ, 2014. – 264 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436184>

5. Решение задач по аналитической химии : учебное пособие / Г.Н. Шрайбман, П.Д. Халфина, О.Н. Булгакова, Н.В. Иванова ; под ред. Г.Н. Шрайбман ; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». – 3-е изд., перераб и доп. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2015. – 208 с. : табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437487>

6. Сальникова, Е. Аналитическая химия : практикум / Е. Сальникова, Т. Достова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – Оренбург : ОГУ, 2012. – Ч. Часть 1. Качественный анализ. – 135 с. : табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259315>

7. Сальникова, Е.В. Инструментальные методы анализа. Теоретические основы и практическое применение : учебное пособие / Е.В. Сальникова, Т.Г. Мишукова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. – Оренбург : ОГУ, 2017. – 122 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481799>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. http://www.chem-astu.ru/chair/study/anchem/r_1.htm - Домина, Н. Г. Аналитическая химия : учебное пособие / Н.Г. Домина, С.А. Зуйкова, А.И. Хлебников, Н.А. Чемерис. – Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. Дисциплина: аналитическая химия.
2. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228946> - Аналитическая химия : учебное пособие / А.И. Апарнев, Г.К. Лупенко, Т.П. Александрова, А.А. Казакова. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - 104 с. [Электронный ресурс].
3. <http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

При освоении материала дисциплины необходимо:

- спланировать и распределить время, необходимое для изучения дисциплины;
- конкретизировать для себя план изучения материала;
- ознакомиться с объемом и характером внеаудиторной самостоятельной работы для полноценного освоения каждой из тем дисциплины.

Сценарий изучения курса:

- проработайте каждую тему по предлагаемому ниже алгоритму действий;
- изучив весь материал, выполните итоговый тест, который продемонстрирует готовность к сдаче зачета.

Алгоритм работы над каждой темой:

- изучите содержание темы вначале по лекционному материалу, а затем по другим источникам;
- прочитайте дополнительную литературу из списка, предложенного преподавателем;
- выпишите в тетрадь основные категории и персоналии по теме, используя лекционный материал или словари, что поможет быстро повторить материал при подготовке к экзамену;
- составьте краткий план ответа по каждому вопросу, выносимому на обсуждение на лабораторном занятии;
- выучите определения терминов, относящихся к теме;
- продумайте примеры и иллюстрации к ответу по изучаемой теме;
- подберите цитаты ученых, общественных деятелей, публицистов, уместные с точки зрения обсуждаемой проблемы;
- продумывайте высказывания по темам, предложенным к лабораторному занятию.

Рекомендации по работе с литературой:

- ознакомьтесь с аннотациями к рекомендованной литературе и определите основной метод изложения материала того или иного источника;
- составьте собственные аннотации к другим источникам на карточках, что поможет при подготовке рефератов, текстов речей, при подготовке к экзамену;
- выберите те источники, которые наиболее подходят для изучения конкретной темы.

12. Перечень информационных технологий

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе используется программное обеспечение, позволяющее осуществлять поиск, хранение, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители, организацию взаимодействия в реальной и виртуальной образовательной среде.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины фиксируются в электронной информационно-образовательной среде университета.

12.1 Перечень программного обеспечения

1. Microsoft Windows 7 Pro
2. Microsoft Office Professional Plus 2010
3. 4. 1С: Университет ПРОФ

12.2 Перечень информационных справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

1. Информационно-правовая система «ГАРАНТ» (<http://www.garant.ru>)
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru>)

12.3 Перечень современных профессиональных баз данных

1. Профессиональная база данных «Открытые данные Министерства образования и науки РФ» (<http://xn---8sblcdzzacvuc0jbg.xn--80abucjiibhv9a.xn--p1ai/opendata/>)
2. Профессиональная база данных «Портал открытых данных Министерства культуры Российской Федерации» (<http://opendata.mkrf.ru/>)
3. Электронная библиотечная система Znanium.com(<http://znanium.com/>)
4. Научная электронная библиотека e-library(<http://www.e-library.ru/>)

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения аудиторных занятий необходим стандартный набор специализированной учебной мебели и учебного оборудования, а также мультимедийное оборудование для демонстрации презентаций на лекциях. Для проведения практических занятий, а также организации самостоятельной работы студентов необходим компьютерный класс с рабочими местами, обеспечивающими выход в Интернет.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины фиксируются в электронной информационно-образовательной среде университета.

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе необходимо наличие программного обеспечения, позволяющего осуществлять поиск информации в сети Интернет, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (№ 15)

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Наборы демонстрационного оборудования: автоматизированное рабочее место в составе (учебный мультимедийный комплекс трибуна, проектор, лазерная указка, маркерная доска); колонки SVEN.

Учебно-наглядные пособия:

Презентации.

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Office Professional Plus 2010
- 1С: Университет ПРОФ

Учебная аудитория для проведения учебных занятий.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (№8).

Лаборатория аналитической химии.

Помещение оснащено оборудованием и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Автоматизированное рабочее место в составе (системный блок, монитор, клавиатура, мышь, гарнитура).

Лабораторное оборудование: муфельная печь; весы технические; набор гирь; весы лабораторные; очки защитные; электроплитка ЭПТ-1; Аквадистиллятор; измеритель "Аэрокон"; микролаборатория; муфельная печь; РМС – Х «Ионометрия»; центрифуга; РМС – Х «Перегонка»; штатив лабораторный.

Специализированная мебель:

стулья винтовые; столы лабораторные; шкаф вытяжной; шкаф для приборов.

Учебно-наглядные пособия:

Презентации; набор таблиц по химии (Периодическая система химических элементов

Д. И. Менделеева, Таблица растворимости, Электрохимический ряд напряжения металлов).

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Office Professional Plus 2010
- 1С: Университет ПРОФ

Помещение для самостоятельной работы (№101).

Читальный зал.

Помещение оснащено оборудованием и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (компьютер 10 шт., проектор с экраном 1 шт., многофункциональное устройство 1 шт., принтер 1 шт.).

Учебно-наглядные пособия:

Учебники и учебно-методические пособия, периодические издания, справочная литература, стенды с тематическими выставками.

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Office Professional Plus 2010
- 1С: Университет ПРОФ

Помещение для самостоятельной работы (№11).

Помещение оснащено оборудованием и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Автоматизированное рабочее место (в составе: персональный компьютер) с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Учебно-наглядные пособия:

Методические рекомендации «Методические рекомендации по организации аудиторной и внеаудиторной работы студентов естественно-технологического факультета».

Лицензионное программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro
- Microsoft Office Professional Plus 2010
- 1С: Университет ПРОФ