

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Аналитическая химия

Кафедра аналитической и фармацевтической химии
химического факультета
Образовательная программа
06.03.02 Почвоведение

Профиль подготовки
Земельный кадастр и сертификация почв

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: базовая

Махачкала, 2018

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.02 Почвоведение (уровень - бакалавриат) от «12» марта 2015 г. № 213.

Разработчики: кафедра аналитической и фармацевтической химии,
Мирзаева Х.А. – к.х.н., доцент
Гусейханова Ф.М. – к.б.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии
от «29» мая 2018 г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Рамазанов А.Ш.

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «22 » июня 2018 г., протокол № 10.

Председатель  Гасангаджиева У.Г.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

« 22 » 06 2018 г. 

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 06.03.02 Почвоведение.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитической и фармацевтической химии.

Содержание дисциплины - охватывает круг вопросов, связанных с изучением методов, средств и общей методологии получения информации о составе и природе веществ, широко востребованной в современной жизни. Диапазон объектов анализа огромен: объекты окружающей среды, пищевая продукция, медицинские и биологические объекты, фармацевтика и т.д.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных (ОПК-1).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных вопросов и заданий; коллоквиумов, тестовых заданий и промежуточных контролей, зачета.

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

| Семестр | Учебные занятия | | | | | | СРС, в том числе экзамен | Форма промежуточной аттестации (зачет, экзамен) |
|---------|--|--------|----------------------|----------------------|-----|--------------|--------------------------|---|
| | в том числе | | | | | | | |
| | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | |
| | Всего | из них | | | | | | |
| | | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | КСР | консультации | | |
| II | 72 | 12 | 38 | - | - | - | 22 | Зачет |

1. Цели освоения дисциплины

Аналитическая химия – фундаментальная наука, занимающая видное место в ряду других химических дисциплин, позволяющая специалистам познавать состав и строение вещества, его компоненты, их изменения при протекании тех или иных процессов.

Главная задача дисциплины – обучение студентов основам химических (титриметрических и гравиметрических) методов количественного анализа, основных физико-химических методов обнаружения, разделения, концентрирования; практическое освоение техники и методики химического анализа; приобретение навыков выполнения основных операций химического анализа; умение выполнять расчеты, обрабатывать результаты и оформлять их.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Аналитическая химия» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 06.03.02 Почвоведение.

Дисциплина «Аналитическая химия» относится к циклу дисциплин направления и обеспечивает содержательную взаимосвязь естественнонаучных дисциплин с профессиональными дисциплинам профиля подготовки «Земельный кадастр и сертификация почв».

Изучение теории и практики аналитической химии начинается после прохождения студентами материала курса «Общая и неорганическая химия». Обработка результатов анализа основана на материале курсов «Физика» и «Математика».

Общий курс аналитической химии является основной для изучения специальных дисциплин и курсов блока «Общепрофессиональные дисциплины».

Перечень дисциплин и разделов, усвоение которых необходимо для изучения аналитической химии:

Высшая математика - для выбора оптимальных методов оценки качества лекарственных средств, необходимо знать применение математических методов в прикладных науках (медико-биологических), знать математические методы планирования, проведения эксперимента, статистическую оценку результатов эксперимента.

Физика - для целенаправленного применения физических и физико-химических методов анализа лекарственных средств, необходимы знания понятий о физических и физико-химических характеристиках веществ, принципов физических методов анализа, устройство приборов определения физических констант.

Общая и неорганическая химия, органическая химия - для ориентации в свойствах лекарственных веществ, выбора метода анализа, прогнозирования,

стабильности, условий хранения лекарственных препаратов, необходимы знания: законов общей химии, химической структуры, классификации химических веществ и их реакционной способности.

Физическая и коллоидная химия, аналитическая химия - для выбора методов анализа лекарственных средств, необходимы знания основ физических, физико-химических и химических методов анализа и практические навыки их применения.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

| Код компетенции из ФГОС ВО | Наименование компетенции из ФГОС ВО | Планируемые результаты обучения |
|----------------------------|--|---|
| ОПК-1 | Владение методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв | Знает: базовые знания в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв |
| | | Умеет: выполнять стандартные действия обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации |
| | | Владеет: методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации |

4. Объем, структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

| № п/ п | Разделы и темы дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | | Самостоятельная работа | Формы ТК успеваемости (по неделям семестра) |
|--|---|---------|-----------------|---|-------------------------|-------------------------|-----|---|------------------------|--|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | КСР | | | |
| Модуль 1. МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ, РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ | | | | | | | | | | |
| 1 | Лекция: Введение в аналитическую химию. Характеристика аналитических реакций | 2 | 1 | 2 | | | | | | Устный и письменный опрос |
| 2 | Лаб. занятие: Аппаратура, техника полумикроанализа. Реакции обнаружения катионов K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} . | 2 | 1 | | | 4 | | 2 | | Выполнение и защита лабораторной работы |
| 3 | Лаб. занятие: Капельные и микрокристаллоскопические реакции обнаружения катионов и анионов. Расчет равновесий в растворах гомогенных систем | 2 | 2 | | | 4 | | 2 | | Выполнение и защита лабораторной работы |
| 4 | Лекция: Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах | 2 | 3 | 2 | | | | | | Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания |
| 5 | Лаб. занятие: Анализ вещества неизвестного состава (смесь сухих солей) на обнаружение катионов и анионов (дробный метод). | 2 | 3 | | | 4 | | 2 | | Выполнение и защита лабораторной работы |

| | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|--|----|--|----|--|
| 6 | Лаб. занятие: Расчет равновесий в гетерогенной системе осадок – раствор. Осаждение как метод разделения. Разделение ионов на группы. Систематический ход анализа. | 2 | 4 | | | 4 | | 2 | Выполнение и защита лабораторной работы |
| 7 | Лекция: Метод осаждения как метод разделения и концентрирования. Разделение ионов на группы. Экстракционные и хроматографические методы разделения и концентрирования | 2 | 5 | 2 | | | | | Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания |
| 8 | Лаб. занятие: Экстракционные и хроматографические методы разделения и концентрирования. Разделение и обнаружение железа и меди в пищевых продуктах, с помощью распределительной хроматографии на бумаге. | 2 | 5 | | | 4 | | 2 | Выполнение и защита лабораторной работы |
| | Итого за 1 модуль: 36 | | | 6 | | 20 | | 10 | Коллоквиум |
| Модуль 2. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА | | | | | | | | | |
| 9 | Лекция: Метрологические основы аналитической химии Методы количественного анализа. Гравиметрия | 2 | 6 | 2 | | | | | Устный и письменный опрос |
| 10 | Лаб. занятие: Гравиметрический метод анализа. Метод отгонки. Определение влажности твердых веществ (хлебопродуктов, почвы, биоматериалов). Статистическая обработка результатов анализа. | 2 | 6 | | | 3 | | 2 | Выполнение и защита лабораторной работы |

| | | | | | | | | | |
|----|---|---|----|---|--|---|--|---|--|
| 11 | Лаб. занятие: Метод осаждения. Определение S (SO_4^{2-}) в сульфате аммония. | 2 | 7 | | | 3 | | 2 | Выполнение и защита лабораторной работы |
| 12 | Лекция: Общие основы титриметрического анализа. Метод кислотно-основного титрования | 2 | 8 | 2 | | | | | Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания |
| 13 | Лаб. занятие: Титриметрия. Стандартные растворы, способы их приготовления. Расчеты в титриметрии. Решение задач. Кислотно-основное титрование. Стандартизация раствора HCl. Определение карбонатной жесткости, щелочи и карбоната натрия. | 2 | 8 | | | 4 | | 3 | Выполнение и защита лабораторной работы |
| 14 | Лаб. работа: Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Определение железа в соли Мора, кальция в сыворотке крови и нитрит-ионов. Иодометрия. Стандартизация $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ по $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Определение остаточного хлора в воде и в отбеливателях. | 2 | 9 | | | 4 | | 3 | Выполнение и защита лабораторной работы |
| 15 | Лекция: Методы окислительно-восстановительного титрования. Методы комплексометрического и осадительного титрования | 2 | 10 | 2 | | | | | Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания |
| 16 | Лаб. работа: Комплексометрия. Определение общей | 2 | | | | 4 | | 2 | Выполнение и защита лабораторной |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|--|-----------|--|-----------|--|-----------------|
| | жесткости различных типов вод. Определение Са и Mg в водной вытяжке почв. | | | | | | | ой работы |
| | Итого за 2 модуль: 36 | 2 | | 6 | | 18 | | 12 Коллоквиум |
| | Итого за II семестр: 72 | 2 | | 12 | | 38 | | 22 Зачет |

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

МОДУЛЬ 1. МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ, РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ В АНАЛИТИЧЕСКУЮ ХИМИЮ. ХАРАКТЕРИСТИКА АНАЛИТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ.

Предмет аналитической химии, ее цели и задачи. Значение аналитической химии, ее место в системе наук. Виды и объекты анализа, аналитические службы. Роль аналитической химии в решении проблем охраны окружающей среды и здоровья человека.

Краткие сведения из истории развития и современное состояние аналитической химии. Методы изучения состава вещества, их классификация. Макро-, полумикро- и ультрамикроанализ. Химические, физико-химические и физические методы обнаружения, разделения и количественного определения. Требования, предъявляемые к анализу в отношении чувствительности, селективности, точности и быстроты определения состава вещества. Характеристика аналитических реакций: предел обнаружения, чувствительность и избирательность, селективность. Применение реакций образования осадков, окрашенных соединений, выделения газов. Способы выполнения аналитических реакций.

ТЕМА 2. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ В ГОМОГЕННЫХ И ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ.

Теоретические основы методов аналитической химии. Химическое равновесие. Применение закона действия масс. Факторы, влияющие на химическое равновесие. Активность и концентрация. Ионная сила раствора. Коэффициент активности. Общая (аналитическая) и равновесная концентрация.

Типы химического равновесия. Равновесия в гомогенных системах. Основные типы химического равновесия в гомогенной системе – кислотно-основное, комплексообразование, окислительно-восстановительное.

Кислотно-основное равновесие. Равновесие в растворах сильных и слабых электролитов (кислот, оснований). Буферные растворы, их состав, свойства, механизм действия. Буферная емкость. Вычисление pH буферных растворов и растворов кислот, оснований.

Равновесие в растворах комплексных соединений. Комплексные соединения (КС) и их характеристики. Структура КС. Типы КС с неорганическими и органическими лигандами. Ступенчатые (индивидуальные) и общие константы устойчивости. Расчет равновесных концентраций комплексообразователя и лиганда в растворах КС. Свойства КС, имеющие аналитическое применение (цвет, растворимость, устойчивость). Примеры использования КС для обнаружения, маскирования, разделения и количественного определения.

Окислительно-восстановительные реакции в анализе. Равновесный Ох/Red потенциал. Уравнение Нернста. Влияние концентрации ионов водорода и соотношения концентраций окисленной и восстановленной форм на величину Ох/Red потенциала. Основные окислители, восстановители. Примеры применения их в методах обнаружения и количественного определения.

Гетерогенные системы (осадок-раствор, экстракция, сорбция), общая характеристика, место и роль для обнаружения, разделения, концентрирования и количественного определения веществ. Равновесие осадок – раствор. Константа (произведение) растворимости. Использование правила произведения растворимости в аналитической химии. Условия образования и растворение осадков. Фракционное осаждение. Факторы, влияющие на растворимость (ионная сила, одноименный ион, рН, температура). Расчет растворимости малорастворимых соединений в воде, в присутствии одноименного иона. Солевой эффект, причины загрязнения осадков. Виды соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм). Способы получения чистых осадков. Применение реакций осаждения для обнаружения ионов (примеры). Метод осаждения как метод разделения катионов на группы при систематическом ходе анализа по различию растворимости хлоридов, сульфатов и гидроксидов (метод кислотно-основного разделения). Разделение анионов на группы по растворимости солей серебра и бария. Дробный и систематический анализ. Особенности анализа обнаружения анионов. Соосаждение – метод концентрирования микроколичеств и очищения матрицы от примесей.

ТЕМА 3. МЕТОД ОСАЖДЕНИЯ КАК МЕТОД РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ. РАЗДЕЛЕНИЕ ИОНОВ НА ГРУППЫ .

Метод осаждения как метод разделения и концентрирования. Разделение ионов на группы. Общая характеристика, классификация по характеру фаз. Основные понятия и количественные характеристики методов разделения и концентрирования. Разделение, концентрирование, константа и коэффициент распределения, степень извлечения, коэффициенты разделения и концентрирования (обогащения). Абсолютное, относительное и групповое концентрирование. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами количественного определения. Факторы, определяющие выбор метода.

ТЕМА 4. ЭКСТРАКЦИОННЫЕ И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ.

Экстракция (гетерогенное равновесие между двумя жидкими несмешивающимися фазами). Основные понятия и количественные характеристики метода экстракции. Типы экстракционных систем, механизм экстракции. Приемы концентрирования. Примеры экстракционных реакций обнаружения элементов (Fe, Co, Mn, Ni, Sb и др.).

Хроматография, основные принципы метода. Характеристика подвижной и неподвижной фаз. Классификация хроматографических методов по характеру фаз и механизму разделения, приемы концентрирования.

Распределительная хроматография на бумаге. Хроматограммы, способы их проявления. Использование бумажной хроматографии для разделения и обнаружения катионов. Характеристика сорбентов. Ионообменная хроматография. Иониты, ионогенные группы. Механизм катионитного и анионитного разделения. Использование ионообменной хроматографии для отделения катионов и анионов. Приемы концентрирования.

МОДУЛЬ 2. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА

ТЕМА 5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ.

Классификация погрешностей (систематические и случайные). Методы оценки правильности анализа: использование стандартных образцов, метод добавок, сопоставление с другими методами анализа. Оценка воспроизводимости: дисперсия, стандартное отклонение. Исключение промахов по Q-критерию. Критерии точности. Доверительный интервал при заданной доверительной вероятности (p).

ТЕМА 6. МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА. ГРАВИМЕТРИЯ.

Сущность гравиметрического анализа и области его применения. Разновидности гравиметрических методов. Метод отгонки. Прямые и косвенные методы анализа. Метод осаждения. Важнейшие неорганические и органические осадители, требования к ним. Полнота осаждения. Осаждаемая и гравиметрическая формы, требования, предъявляемые к ним. Характеристика и условия осаждения, отделения, промывания аморфных и кристаллических осадков. Способы получения гравиметрических форм. Гравиметрический фактор. Расчеты в гравиметрическом анализе (навески, осадителя, результат анализа). Погрешности и достоинства гравиметрического анализа.

ТЕМА 7. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ТИТРИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА. МЕТОД КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО ТИТРОВАНИЯ.

Классификация методов по реакции, находящейся в основе и по титранту. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе.

Способы выражения концентрации растворов (% , C_M , C_{Σ} , T). Вычисление массы эквивалента в различных методах титриметрического анализа. Точка эквивалентности (ТЭ) и конечная точка титрования (КТТ). Способы установления ТЭ или КТТ. Кривые титрования. Индикаторы, их классификация и требования. Первичные стандарты, их приготовление и расчет концентраций. Фиксаналы. Требования, предъявляемые к исходным веществам. Вторичные стандарты, определение их концентраций. Метод пипетирования и отдельных навесок. Способы титрования (прямой, обратный и метод замещения). Расчеты в титриметрических методах анализа (приготовление растворов и результаты определений).

Метод кислотно-основного титрования. Титранты, определяемые вещества, индикаторы. Ионно-хромофорная теория индикаторов. Интервал перехода окраски индикаторов. Выбор индикатора. Практическое применение метода кислотно-основного титрования. Определение устранимой жесткости воды. Анализ смеси гидроксида и карбоната натрия, солей аммония.

ТЕМА 8. МЕТОДЫ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ТИТРОВАНИЯ.

Обзор основных Red-Ox методов анализа. Расчет молярной массы эквивалента. Окислительно-восстановительные индикаторы.

Перманганатометрия. Общая характеристика метода. Приготовление рабочего раствора перманганата калия, его стандартизация по щавелевой кислоте. Определение солей Fe (II), H_2O_2 , NO_2 .

Бихроматометрия. Общая характеристика метода. Дифениламин как индикатор. Определение солей Fe (II).

Иодометрия. Система иод – иодид. Определение окислителей и восстановителей. Приготовление и свойства раствора тиосульфата натрия, его стандартизация по бихромату калия. Крахмал как индикатор, особенности его применения при определении окислителей и восстановителей. Иодометрическое определение хлора, меди, аскорбиновой кислоты.

ТЕМА 9. МЕТОДЫ КОМПЛЕКСОМЕТРИЧЕСКОГО И ОСАДИТЕЛЬНОГО ТИТРОВАНИЯ.

Применение комплексонов в титриметрическом анализе. Принцип метода. Способы титрования (прямое обратное, косвенное). Металлохромные индикаторы (эриохром черный, мурексид). Роль pH в комплексометрии. Определение постоянной жесткости воды и элементов (Ca, Mg, Al, Fe и др.). *Осадительное титрование.* Сущность аргентометрии. Рабочие Растворы и исходные вещества. Метод Мора, Фаянса, Фольгарда, их сущность и применение. Адсорбционные индикаторы, механизм их действия в КТТ. Влияние условий на определение конца титрования с помощью хромата калия.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

| Название разделов и тем | Содержание лабораторной работы |
|---|--|
| Модуль 1. МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ, РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ | |
| Лабораторная работа № 1. Введение в аналитическую химию. Характеристика аналитических реакций | Аппаратура, техника полумикроанализа. Характеристика аналитических реакций. Классификация ионов. Реакции обнаружения катионов K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} . |
| Лабораторная работа № 2. Введение в аналитическую химию. Характеристика аналитических реакций | Капельные и микрокристаллоскопические реакции обнаружения катионов d-элементов и анионов. Расчет pH в растворах сильных и слабых кислот, буферных растворов. Решение задач. |
| Лабораторная работа № 3. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах | Анализ вещества неизвестного состава (смесь сухих солей) на обнаружение катионов и анионов (дробный метод). |
| Лабораторная работа № 4. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах | Расчет равновесий в гетерогенной системе осадок – раствор. Осаждение как метод разделения. Разделение ионов на группы. Систематический ход анализа. |
| Лабораторная работа № 5. Метод осаждения как метод разделения и концентрирования. Разделение ионов на группы. Экстракционные и хроматографические методы разделения и концентрирования | Экстракционные и хроматографические методы разделения и концентрирования. Разделение и обнаружение железа и меди в пищевых продуктах, с помощью распределительной хроматографии на бумаге. |
| Модуль 2. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА | |
| Лабораторная работа № 6. Метрологические основы аналитической химии Методы количественного анализа. Гравиметрия | Гравиметрический метод анализа. Метод отгонки. Определение влажности твердых веществ (хлебопродуктов, почвы, биоматериалов). Статистическая обработка результатов анализа. |
| Лабораторная работа № 7. Метрологические основы аналитической химии Методы количественного анализа. Гравиметрия | Метод осаждения. Определение S (SO_4^{2-}) в сульфате аммония. |
| Лабораторная работа № 8. Общие основы титриметрического анализа. Метод кислотно-основного титрования | Титриметрия. Стандартные растворы, способы их приготовления. Расчеты в титриметрии. Решение задач. Кислотно-основное титрование. Стандартизация |

| | |
|---|--|
| | раствора HCl. Определение карбонатной жесткости, щелочи и карбоната натрия. |
| Лабораторная работа № 9. Общие основы титриметрического анализа. Метод кислотно-основного титрования | Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Определение железа в соли Мора, кальция в сыворотке крови и нитрит-ионов. Иодометрия. Стандартизация $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ по $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Определение остаточного хлора в воде и в отбеливателях. |
| Лабораторная работа № 10. Методы окислительно-восстановительного титрования. Методы комплексонометрического и осадительного титрования | Комплексонометрия. Определение общей жесткости различных типов вод. Определение Ca и Mg в водной вытяжке почв. |

5. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривает широкое проведение занятий по аналитической химии инновационных (объяснительно-иллюстративное обучение, предметно-ориентировочное обучение, профессионально-ориентировочное обучение, организация самостоятельного обучения) и традиционных (лекция, лабораторная, самостоятельная работы) технологий обучения.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов

Формы и виды самостоятельной работы студентов по дисциплине устанавливаются следующие:

- проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям на основании вопросов, подготовленных преподавателем;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к промежуточному и рубежному контролю.

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих методов обучения:

- выполнение лабораторной работы с элементами исследования; отчетные занятия по разделам.
- контрольные работы;
- коллоквиум;

- выполнение индивидуальных занятий по анализу ХВ с поиском и выбором метода и схемы определения.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

| Разделы и темы для самостоятельного изучения | Виды и содержание самостоятельной работы |
|---|---|
| Модуль 1. Методы обнаружения, разделения и концентрирования | |
| 1.1. Микрорентгенофлуориметрический, капельный методы анализа | Проработка материала по учебной и научной литературе. Работа по подготовке к контрольной работе №1. Выполнение тестов. |
| 1.2. Гомогенные равновесия в аналитической химии. Равновесие в растворах сильных и слабых электролитов, буферных растворов. Расчет рН. Равновесие в растворах комплексных соединений, окислительно-восстановительных реакций. | Проработка учебного материала по темам. Решение расчетных задач. Работа по подготовке к контрольной работе №2 и тестовых заданий по теме. |
| 1.3. Равновесие в гетерогенной системе осадок - раствор. Константа равновесия (ПР) и ее использование в аналитической химии. | Изучение учебного материала по темам раздела. Решение задач по растворимости и фракционному разделению. Проработка материала по учебной и научной литературе. |
| 1.4. Метод осаждения и соосаждения как методы разделения и концентрирования. Систематический ход анализа (кислотно – основной способ). | Работа по составлению схем разделения ионов в смеси. Подготовка к контрольной работе №3 и выполнение тестовых заданий. |
| 1.5. Экстракция как метод обнаружения, разделения и концентрирования. Количественные характеристики (степень извлечения, коэффициент распределения, концентрирования). | Изучение вопросов по теме (контрольная работа №4) по учебной, научной, научно-периодической и справочной литературе. Решение задач, выполнение тестов. |
| 1.6. Хроматографические методы анализа. Распределительная хроматография. Ионообменная хроматография, сущность. Ионный обмен, ионообменные смолы, катиониты, аниониты. Избирательность сорбции. | Проработка материала по учебной и справочной литературе. Оформление классификации хроматографических методов в виде таблиц, схем процессов, протекающих в ионообменных колонках при разделении катионов |

| | |
|---|---|
| | и анионов в смеси. |
| Модуль 2. Химические методы количественного анализа | |
| 2.1. Гравиметрический анализ. Разновидности. Метод отгонки (Определение влажности и сухого остатка). Метод осаждения (условия получения осаждаемой (кристаллической и аморфной) и гравиметрической форм. | Проработка учебной литературы по теме. Решение задач по расчету массы навески, осадителя, результатам анализа. Оценка их по точности, правильности и воспроизводимости. Составление схем гравиметрических определений Ca, Mg, P в биологических объектах. Подготовка к контрольной работе №1 и выполнению тестов. |
| 2.2. Титриметрический анализ. Общие вопросы, кислотно-основное и окислительно-восстановительное титрование. | Работа с вопросами для самопроверки по контрольным работам №2 и №3 и тестовым заданиям по каждому виду титрования. |
| 2.3. Осадительное и комплексометрическое титрование. Разновидности осадительного титрования. Индикаторы. Условия, определяющие возможность комплексометрического титрования. Металлоиндикаторы. Применение. | Обсуждение проблемных вопросов с преподавателями в рамках индивидуальных консультаций. |

В помощь выполнения самостоятельной работы смотри разделы 4.3, 7.2 данного документа, а в разделе 8 и 9 приведена литература.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

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

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

| Код компетенции из ФГОС ВО | Наименование компетенции из ФГОС ВО | Планируемые результаты обучения | Процедура освоения |
|----------------------------|--|---|--------------------|
| ОПК-1 | Владение методами обработки, анализа и | Знает: базовые знания в области почвоведения, | Устный (фронтальны |

| | | | |
|--|--|---|--------------------|
| | синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, | мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв | й) опрос |
| | почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв | Умеет: выполнять стандартные действия обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации | Тестирование |
| | | Владеет: методами обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной информации | Контрольная работа |

7.2. Типовые контрольные задания

Вопросы к текущему контролю

Модуль 1. Методы обнаружения, разделения и концентрирования

Контрольная работа № 1

1. Аналитическая химия. Химический анализ. Методы аналитической химии, их классификация, требования к ним.
2. Характеристика аналитических реакций обнаружения ионов и требования к ним.
3. Классификация аналитических реакций по технике выполнения, по агрегатному состоянию реагентов, по целевому назначению. Примеры.
4. Чувствительность и избирательность аналитических реакций, способы их повышения.
5. Виды, объекты анализа. Аналитические службы, их роль в решении проблем охраны окружающей среды и здоровья человека.

Контрольная работа № 2

1. Гомогенное равновесие. Равновесие в растворах слабых кислот и оснований. Расчет $[H^+]$, $[OH^-]$, pH и pOH.
2. Равновесие в растворах сильных электролитов (HCl, NaOH). Расчет $[H^+]$, $[OH^-]$, pH и pOH. Активная концентрация, коэффициент активности и ионная сила раствора.
3. Буферные растворы: состав, механизм действия, значение. Расчет pH буферных растворов.

4. Равновесие в растворах комплексных соединений ($K_4[Fe(CN)_6]$, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$). Константа диссоциации. Расчет равновесных концентраций комплексообразователя и лиганда.

5. Использование комплексных соединений для обнаружения и разделения ионов.

6. Роль электролитов, буферных растворов и комплексных соединений в жизнедеятельности организма человека.

Задачи

1. Рассчитать и сопоставить pH 0,01 М растворов NH_4OH и $NaOH$.

2. Рассчитать и сопоставить pH 0,1 М растворов CH_3COOH и HCl .

3. Найти pH раствора, если концентрация $[OH^-]$ в растворе равна 10^{-9} М.

4. pH растворов равны 5,0 и 11,0. Определите концентрации ионов $[H^+]$ и $[OH^-]$ в данных растворах.

5. Рассчитать pH буферного раствора, полученного при смешивании по 200 мл 0,1 М NH_4Cl и NH_4OH .

6. Рассчитать pH раствора, полученного, при смешивании 10 мл 0,2 М CH_3COONa и 10 мл 0,1 М CH_3COOH .

7. Рассчитать равновесные концентрации комплексообразователей и лигандов в 0,02 М растворах $[Ag(NH_3)_2]Cl$, $K_4[Fe(CN)_6]$ и $[Cu(NH_3)_4]SO_4$.

Контрольная работа № 3

1. Гетерогенное равновесие. Общая характеристика, классификация по характеру фаз.

2. Равновесие в насыщенном растворе над осадком. Использование правила произведения растворимости в аналитической химии. Условия образования и растворения осадков.

3. Метод осаждения как метод разделения и концентрирования. Групповые реагенты.

4. Примеры использования реакций осаждения для обнаружения и разделения катионов и анионов на группы.

5. Соосаждение как метод концентрирования. Виды соосаждения. Получение чистых осадков, способы их отделения.

6. Использование свойств гидроксидов металлов (различия в растворимости: в воде, в избытке $NaOH$ и в избытке NH_4OH) для разделения катионов на группы.

7. Разделение катионов и анионов на группы.

Задачи

1. Рассчитать растворимость Ag_2CrO_4 , $Fe(OH)_3$, $BaSO_4$ в воде.

2. Как изменится растворимость $BaSO_4$ в присутствии 0,001 М $(NH_4)_2SO_4$?

3. Рассчитать растворимость $AgCl$ в воде в присутствии 0,02 М $NaCl$.

4. Какой осадок и почему выпадает первым, если к смеси Cl^- , Br^- , I^- - ионов в равных количествах прибавлять раствор $AgNO_3$?

5. Выпадет ли осадок $BaSO_4$, если смешать 10 мл 0,1 % $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ и 2 мл 0,1 М $(NH_4)_2SO_4$?

6. Выпадет ли осадок AgI, если к 5 мл 0,001 М AgNO₃ прилить 1 мл 0,002 М KI?

7. Предложить схему разделения ионов в смеси с помощью групповых реагентов:

а) Na⁺, Ba²⁺, Ni²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺; д) Cu²⁺, Ni²⁺, Fe³⁺, Ca²⁺;

б) Ca²⁺, Ag⁺, Pb²⁺, Cu²⁺, Cd²⁺; е) CO₃²⁻, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻

в) Fe³⁺, Mn²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺, K⁺; ж) C₂O₄²⁻, Br⁻, I⁻, CH₃COO⁻;

г) NH₄⁺, Al³⁺, Zn²⁺, Ag⁺, Ba²⁺; з) SO₄²⁻, PO₄²⁻, Cl⁻, Br⁻, I⁻.

Контрольная работа № 4

1. Экстракция как метод разделения и концентрирования. Основные понятия, количественные характеристики. Преимущества и недостатки.

2. Общая характеристика хроматографических методов обнаружения и разделения, их классификация.

3. Метод распределительной бумажной хроматографии.

4. Характеристика сорбентов, их значение в аналитической химии.

5. Метод ионообменной хроматографии. Характеристика ионитов (катиониты, аниониты). Ионогенные группы. Принцип работы хроматографической колонки. Описать схему работы и регенерации хроматографической колонки, заполненной: а) КУ-2; б) АН-31.

Задачи

1. Рассчитать процент извлечения и коэффициент распределения никеля в хлороформе в виде комплекса с диметилглиоксимом, если из 0,1 мг хлороформом в водную фазу извлечено 0,096 мг.

2. Каков процент извлечения железа в органическую фазу, если от 0,04 мг в экстракте найдено 0,035 мг?

3. Чему равна кратность абсолютного концентрирования при извлечении вещества из 500 мл водной фазы в 20 мл экстракта?

4. Чему будет равен коэффициент концентрирования (S), если соотношение количества микро- и макрокомпонентов в пробе до разделения было 1:500, а после разделения – 1:10?

5. Рассчитать кратность концентрирования марганца, если из 1 л морской воды он извлечен в 20 мл бутанольного экстракта.

6. Рассчитать коэффициент разделения Fe³⁺ и Cu²⁺, если коэффициенты распределения их в бутаноле равны 0,96 и 0,22 соответственно, а в ацетоне 0,78 и 0,91. В каком случае они полностью разделяются?

7. Можно ли разделить катионы Co²⁺ и Fe³⁺, если l_{Co} = 16,2 см, l_{Fe} = 28 см, l_f = 30 см?

Модуль 2. Химические методы количественного анализа

Контрольная работа № 1

1. Методы количественного анализа, классификация, требования к ним.

2. Реакции, лежащие в основе методов, и требования к ним.

3. Гравиметрические методы. Сущность, разновидности, области применения.

4. Метод отгонки. Определение влажности сухого вещества.

5. Типы осадков. Условия получения кристаллических и аморфных осадков.
6. Способы промывания и отделения осадка от раствора.
7. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования к ним, примеры.
8. Расчеты в гравиметрическом методе анализа (навески, осадителя, результатов анализа).
9. Погрешности анализа. Оценка результатов по точности и правильности.

Задачи

1. Какую навеску растительной массы (содержание воды $\approx 40\%$) следует брать для определения в ней гигроскопической воды методом отгонки?
2. Какую навеску сплава, содержащего 20% железа, следует взять для определения его гравиметрическим методом в виде $\text{Fe}(\text{OH})_3$?
3. Из 0,9580 г технического сульфата магния в процессе анализа получено 0,3215 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Определить процентное содержание магния в образце.
4. Какой объем 2 М раствора AgNO_3 потребуется для осаждения хлорид-ионов из 0,4520 г NaCl ?
5. Вычислить массовую долю (в %) кристаллизационной воды в $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, если масса чистого бюкса – 20,5228 г, масса бюкса с навеской – 23,1150 г. Масса бюкса с $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ после высушивания уменьшилась на 0,3876 г.
6. Определить процентное содержание сухого вещества в плодах шиповника по следующим данным: масса бюкса с плодами шиповника равна 18,3617 г, после высушивания до постоянной массы она стала равной 17,5820 г. Масса чистого бюкса – 16,2314 г.
7. Предложить осадитель и привести схему гравиметрических определений ионов: SO_4^{2-} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Ni^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} .

Контрольная работа № 2

1. Титриметрические методы, их характеристика и классификация.
2. Индикаторы, классификация, требования к ним.
3. Способы выражения концентрации. Стандартные растворы, способы их приготовления. Примеры.
4. Что такое титр? Расчеты титра и концентрации первичных и вторичных стандартных растворов.
5. В чем суть метода пипетирования и отдельных навесок?
6. В чем суть метода прямого, обратного титрования и титрования заместителя?
7. Метод кислотно-основного титрования. Титранты, индикаторы, определяемые вещества (кислоты, NaOH , $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$).
8. Жесткость (карбонатная, общая). Способы ее определения.
9. Расчеты в титриметрических методах (m_n , C_3 , T , $w(\%)$).

Задачи

1. Сколько г HNO_3 содержится в 500 мл раствора, если титр его равен 0,00658 г/мл?
2. Сколько нужно отвесить или отмерить (мл) указанных ниже веществ для приготовления 200 мл указанных молярных концентраций эквивалентов : 1) 0,1 М HCl ($\rho=1,16$ г/мл); 2) 0,2 М Na_2CO_3 ; 3) 0,1 М $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$?

3. Титр раствора HCl равен $0,00352$ г/мл. Вычислите его молярную эквивалентную концентрацию.
4. Сколько Na_2CO_3 содержит техническая сода, если на титрование навески $0,2548$ г затрачено $24,50$ мл $0,19$ н HCl ?
5. Чему равна временная жесткость воды, если на титрование 100 мл ее ушло $6,30$ мл $0,11$ М HCl ?
6. На титрование 20 мл HCl пошло $18,2$ мл раствора Na_2CO_3 ($0,05$ М). Рассчитать S_3 , T и $T_{\text{HCl/NaOH}}$.
7. Сколько г вещества нужно взять, чтобы приготовить 250 мл раствора AgNO_3 с титром $0,00058$ г/мл?

Контрольная работа № 3

1. Перманганатометрия; титранты (KMnO_4 , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$), определяемые вещества (Fe^{2+} , NO_3^-). Уравнения реакций, расчеты.
2. Иодометрия, сущность, индикаторы, титранты ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), определяемые вещества (Cl_2). Уравнения реакций, расчеты.
3. Особенности применения крахмала как индикатора при определении окислителей и восстановителей.
4. Аргентометрия: сущность метода, титранты (NaCl , AgNO_3), индикаторы, определяемые вещества (Cl^- , Br^-). Методы Мора, Фаянса, Фольгарда.
5. Примеры аргентометрических определений.
6. Комплексонометрия. Характеристика метода, индикаторы, механизм их действия.
7. Металлохромные индикаторы (эриохром черный, мурексид), механизм их действия.
8. Примеры комплексометрических определений (общей жесткости воды, Ca^{2+} и Mg^{2+} в смеси).

Задачи

1. На титрование 2 мл морской воды затрачено $12,5$ мл $0,1$ н раствора AgNO_3 . Сколько в г хлорид-ионов содержит 1 л морской воды?
2. Сколько нужно отвесить или отмерить (мл) указанных ниже веществ для приготовления 200 мл указанных молярных концентраций эквивалентов: 1) $0,02$ М KMnO_4 (окислитель, кислая среда); 2) $0,1$ М $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (восстановитель); 3) $0,01$ н AgNO_3 ?
2. Вычислите T и S_3 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, полученного растворением $1,7334$ г его в мерной колбе емкостью 250 мл.
3. Сколько г комплексона III потребуется для приготовления 2 л $0,05$ н раствора?
4. На титрование 100 мл природной воды пошло $18,60$ мл $0,05$ н комплексона III. Какова общая жесткость?
5. На титрование 100 мл хлорированной питьевой воды затрачено $2,4$ мл $0,02$ н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Определить количество остаточного хлора в мг/л.
6. На титрование 10 мл KMnO_4 затрачено $5,8$ мл $0,05$ М раствора щавелевой кислоты. Рассчитать S_3 , T и титр по железу раствора KMnO_4 .

7. На титрование 20 мл соли Мора затрачено 125 мл 0,02 М KMnO_4 . Сколько процентов железа содержал образец, если навеска в 0,5890 г была растворена в 250 мл?
8. Сколько г иода оттитровали 10,0 мл 0,05 н раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$?

Вопросы для промежуточного контроля

Модуль 1. Методы обнаружения, разделения и концентрирования

1. Аналитическая химия, предмет, задачи.
2. Методы аналитической химии (по количеству анализируемого вещества, по видам анализа, по характеру измеряемого свойства и т. д.). Требования к ним
3. Способы выполнения аналитических реакций.
4. Аналитические реакции, эффекты аналитических реакций.
5. Гомогенные системы. Растворы кислот, оснований, комплексных соединений.
6. Ионное произведение воды. Расчеты рН в растворах слабых и сильных кислот и оснований.
7. Буферные растворы, механизм их действия, применение.
8. Гетерогенные системы. Произведение растворимости, растворимость, факторы, влияющие на растворимость веществ.
9. Комплексные соединения в аналитической химии, их свойства и применение, равновесие в растворах комплексных соединений.
10. Кислотно-основная классификация катионов.
11. Классификация анионов. Особенности анализа анионов.
12. Специфические, частные, общие, групповые реакции.
13. Дробный и систематический анализ.
14. Специфические реакции на катионы: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} .
15. Метод экстракции как метод разделения и обнаружения.
16. Хроматографические методы обнаружения и разделения катионов.
17. Задачи к контрольным работам 1-4.

Модуль 2. Химические методы количественного анализа

1. Методы количественного анализа, классификация.
2. Гравиметрические методы анализа (метод отгонки и осаждения).
3. Осаждаемая и гравиметрическая формы, осадители, требования к ним.
4. Этапы гравиметрического анализа и расчеты в гравиметрии (навески, осадителя, результатов анализа).
5. Титриметрические методы анализа. Их классификация.
6. Способы выражения концентрации растворов.
7. Стандартные растворы (первичные и вторичные), способы приготовления и определения их концентрации ($\%$, C_m , C_z , T , $T_{A/B}$).
8. Способы фиксации точки эквивалентности. Индикаторы, их классификация и требования к ним.
9. Расчеты в титриметрических методах анализа (методами пипетирования и отдельных навесок).

10. Методы нейтрализации и окислительно-восстановительного титрования (титранты, определяемые вещества, способы фиксирования точки эквивалентности).

11. Методы комплексонометрии и осадительного титрования.

12. Метрологическая оценка результатов анализа по точности, правильности и воспроизводимости.

13. Решение задач к контрольным работам 1-3.

Контрольные вопросы к итоговому контролю

Содержание итогового контроля формируется из вопросов текущего, промежуточного контролей и задач. Экзамен проводится в форме компьютерного тестирования или в виде письменной работы. В каждый билет входит 4 вопроса – 2 по теории и 2 задачи.

1. Аналитическая химия, предмет, задачи.

2. Методы аналитической химии (классификация по количеству анализируемого вещества, по видам анализа, по характеру измеряемого свойства и т. д.), требования к ним.

3. Аналитические реакции, эффекты аналитических реакций, способы выполнения.

4. Гомогенные системы. Растворы кислот, оснований, комплексных соединений.

5. Ионное произведение воды. Расчеты рН в растворах слабых и сильных кислот и оснований.

6. Буферные растворы, механизм их действия, применение.

7. Гетерогенные системы. Произведение растворимости, растворимость. Факторы, влияющие на образование и растворимость веществ.

8. Комплексные соединения в аналитической химии, их свойства и применение, равновесие в растворах комплексных соединений.

9. Кислотно-основная классификация катионов.

10. Классификация анионов. Особенности анализа анионов.

11. Специфические, частные, общие, групповые реакции.

12. Дробный и систематический анализ.

13. Специфические реакции на катионы: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} .

14. Гетерогенные равновесия. Общая характеристика, классификация методов разделения и концентрирования.

15. Метод экстракции как метод разделения и обнаружения. Количественные характеристики.

16. Хроматографический метод обнаружения и разделения катионов. Бумажная распределительная и ионообменная хроматография.

17. Методы количественного анализа, классификация.

18. Гравиметрические методы анализа (метод отгонки и осаждения).

19. Осаждаемая и гравиметрическая формы, осадители, требования к ним.

20. Этапы гравиметрического анализа и расчеты в гравиметрии (навески, осадителя, результатов анализа).

21. Титриметрические методы анализа, их классификация. Требования к реакциям в титриметрии.
22. Способы выражения концентрации растворов.
23. Стандартные растворы (первичные и вторичные), способы приготовления и определения их концентрации (% , C_m , $C_э$, T, $T_{A/B}$).
24. Способы фиксации точки эквивалентности. Индикаторы, их классификация и требования к ним.
25. Расчеты в титриметрических методах анализа (методами пипетирования и отдельных навесок).
26. Методы нейтрализации и окислительно-восстановительного титрования (титранты, определяемые вещества, способы фиксирования точки эквивалентности).
27. Методы комплексонометрии и осадительного титрования.
28. Метрологическая оценка результатов анализа по точности, правильности и воспроизводимости.

Примерные тестовые задания

Тема 1.

1. Аналитическими называются реакции, протекающие
 - 1) с проявлением аналитического эффекта
 - 2) медленно
 - 3) обратимо
 - 4) с отсутствием внешнего признака

2. Капельные реакции – это реакции, при которых о присутствии того или иного иона судят по
 - 1) изменению цвета пламени
 - 2) выпадению осадка
 - 3) окраске пятна на фильтровальной бумаге
 - 4) форме и цвету кристаллов

3. Окраску в растворах имеет группа катионов
 - 1) Fe^{3+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} , Ni^{2+}
 - 2) Fe^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Ag^+
 - 3) Cu^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} , Pb^{2+}
 - 4) Al^{3+} , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Na^+

4. Сухим способом проводятся реакции
 - 1) окрашивания пламени
 - 2) капельные
 - 3) растирания
 - 4) микрокристаллоскопические

5. Для обнаружения катионов бария в растворе используют
 - 1) сульфат аммония
 - 2) хлорид аммония
 - 3) нитрат аммония
 - 4) хромат калия

6. Ионы кальция окрашивают пламя в _____ цвет.
 - 1) зеленый
 - 2) кирпично-красный
 - 3) красный
 - 4) синий

7. Осадок диметилглиоксимата никеля имеет _____ окраску.
 - 1) синюю
 - 2) розовую
 - 3) желтую
 - 4) красную

8. Присутствие катиона аммония в растворе можно доказать, используя в качестве реактивов

1) реактив Чугаева 2) гидроксид натрия 3) дифениламин 4) реактив Неслера

9. Установите соответствие между обнаруживаемым ионом и реактивом.

- | | |
|--------------|-----------------------|
| 1. NH_4^+ | 1) реактив Чугаева |
| 2. Ni^{2+} | 2) алюминон |
| 3. Co^{2+} | 3) реактив Неслера |
| 4. Al^{3+} | 4) реактив Ильинского |

Тема 2.

1. К гомогенным можно отнести равновесия

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| 1) раствор – осадок | 2) вода – бутиловый спирт |
| 3) вода – ацетон | 4) вода – этиловый спирт |

2. Основное назначение буферных растворов в анализе

- 1) усиление аналитического сигнала
- 2) ускорение аналитических реакций
- 3) поддержание нужного значения pH
- 4) поддержание ионной силы раствора

3. pH 0,01 М раствора HCl равен ____.

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

4. При концентрации ионов водорода 10^{-8} , значение pH равно ____.

- 1) 2,0 2) 4,5 3) 6,0 4) 8,0

5. Концентрация комплексообразователя в 0,001 М растворе

$[Ag(NH_3)_2]NO_3$ ($K_D = 6,8 \cdot 10^{-8}$) равна ____ М.

- 1) $2,58 \cdot 10^{-4}$ 2) $4,1 \cdot 10^{-5}$ 3) $1,12 \cdot 10^{-6}$ 4) $6,3 \cdot 10^{-3}$

6. Выражение для $K_{нест} [Ag(NH_3)_2]^+$

- | | | |
|---|---|---|
| 1) $\frac{[Ag^+] \cdot [NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2]^+}$ | 2) $\frac{[Ag(NH_3)_2]^+}{[Ag^+] \cdot [NH_3]^2}$ | 3) $\frac{[Ag^+] + [NH_3]}{[Ag(NH_3)_2]^+}$ |
| 4) $\frac{[Ag(NH_3)_2]^+ \cdot [NH_3]^2}{[Ag^+]}$ | | |

7. Ионная сила раствора хлорида бария с общей концентрацией “ c ” равна _____.

- 1) $\mu = 3c$ 2) $\mu = 2c$ 3) $\mu = c$ 4) $\mu = 4c$

Тема 3.

1. Разделение катионов по кислотнo-основной схеме анализа основано на различной растворимости

- 1) гидроксидов в избытке щелочи и водном растворе аммиака
- 2) хлоридов, фосфатов в воде, кислотах и водном растворе аммиака
- 3) сульфатов, сульфидов, карбонатов в воде, щелочах и гидроксидов в кислотах
- 4) хлоридов, сульфатов и гидроксидов в воде, кислотах, щелочах и водном растворе аммиака

2. Катионы алюминия, хрома и цинка могут быть отделены, используя общее свойство их гидроксидов –

- 1) растворимость в кислотах
- 2) растворимость в избытке NaOH
- 3) растворимость в воде
- 4) растворимость в избытке $NH_3 \cdot H_2O$

3. В основе разделения анионов методом осаждения лежит различие в растворимости солей

- 1) кадмия и никеля
- 2) железа и марганца
- 3) магния и алюминия
- 4) бария и серебра

4. Имеется раствор с равными концентрациями Ca^{2+} , Ba^{2+} и Pb^{2+} .

Расположите в порядке их осаждения серной кислотой. ($PP_{CaSO_4} = 9,1 \cdot 10^{-5}$,

$PP_{BaSO_4} = 1,0 \cdot 10^{-10}$, $PP_{PbSO_4} = 1,6 \cdot 10^{-8}$)

- 1) Pb^{2+}
- 2) Ba^{2+}
- 3) Ca^{2+}

5. Метод соосаждения в основном применяется для

- 1) разделения катионов на группы
- 2) разделения макрокомпонентов
- 3) концентрирования микрокомпонентов
- 4) разделения анионов

6. Растворимость (M) $BaSO_4$ в воде равна _____. ($PP(BaSO_4) = 1 \cdot 10^{-10}$)

- 1) $1 \cdot 10^{-8}$
- 2) $2 \cdot 10^{-6}$
- 3) $1 \cdot 10^{-7}$
- 4) $1 \cdot 10^{-5}$

7. Условие выпадения осадка –

- 1) $ИП > PP$
- 2) $ИП = PP$
- 3) $ИП < PP$
- 4) все перечисленные

Тема 4.

1. Экстракция – это процесс распределения вещества между

- 1) двумя несмешивающимися растворителями, одним из которых является вода
- 2) двумя неподвижными фазами
- 3) ионитом и раствором
- 4) двумя смешивающимися органическими растворителями

2. Формула для расчета коэффициента распределения (D)

1) $D = \frac{C_0}{C_B} \cdot 100$ 2) $D = \frac{C_B}{C_0}$ 3) $D = \frac{C_0}{C_{общ} - C_0}$ 4) $D = \frac{C_0}{C_{общ}} \cdot 100$

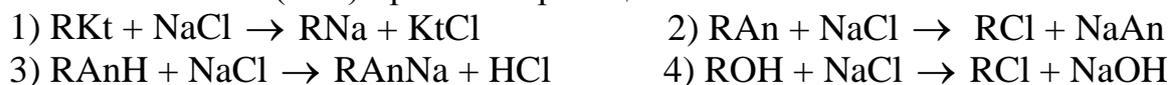
3. Параметр, характеризующий хроматографическую колонку –

- 1) материал колонки
- 2) химический состав сорбента
- 3) природа, неподвижной фазы
- 4) высота колонки

4. Кратность абсолютного концентрирования при извлечении вещества из 500 мл водной фазы в 20 мл экстракта равна

- 1) 5
- 2) 10
- 3) 25
- 4) 100

5. На катионите (RКt) протекает реакция



6. На анионите (RAn) протекает реакция



Тема 5.

1. В методе осаждения гравиметрического анализа

- 1) определяемый компонент количественно осаждается в виде малорастворимого соединения
- 2) искомый компонент определяется без отделения
- 3) определяемый компонент выделяется в виде экстракта
- 4) определяемый компонент отгоняется в виде летучего соединения

2. Гравиметрический фактор определения алюминия по массе Al_2O_3 равен _.

- 1) 0,8446
- 2) 0,5294
- 3) 0,9625
- 4) 1,2214

3. Процентное содержание серы в объекте, если из навески 0,6425 г после обработки получена гравиметрическая форма $BaSO_4$ массой 0,1625 г равно

- _____.
- 1) 0,88
 - 2) 1,12
 - 3) 2,98
 - 4) 3,47

4. Навеска (г) $AlCl_3$ для определения алюминия гравиметрическим методом в виде $Al(OH)_3$, чтобы получить 0,25 г Al_2O_3 равна _____.

- 1) 0,2334 2) 0,4460 3) 0,5296 4) 0,6544

5. Для отделения кристаллических осадков применяют фильтр

- 1) «белая» лента 2) «красная» лента
3) «синяя лента» 4) любой из перечисленных

6. При гравиметрическом определении железа в виде гидроксида железа (III) в качестве осадителя предпочтительнее использовать

- 1) $NaHPO_4$ 2) $NaOH$ 3) Na_2CO_3 4) $NH_3 \cdot H_2O$

7. Расположите этапы выполнения гравиметрического анализа в порядке очередности их выполнения

- 1) озоление 2) расчет результатов 3) прокаливание 4) высушивание

Тема 6.

1. Титриметрия – это метод анализа основанный на измерении

- 1) объема титранта, израсходованного на титрование вещества
2) точной массы вещества
3) количества электричества
4) электропроводности раствора

2. Стандартным называется раствор

- 1) с неизвестным титром 2) с приближенной концентрацией
3) с точной известной концентрацией 4) процентный

3. Титр раствора комплексона (III), полученного растворением 1,6400 г х.ч. препарата в 500 мл дистиллированной воды равен _____ г/мл.

- 1) 0,000965 2) 0,001446 3) 0,002668 4) 0,003280

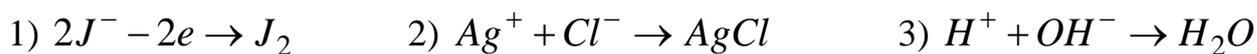
4. На титрование 20 мл нитрата серебра затрачено 13,4 мл 0,1 М раствора хлорида натрия. Молярная концентрация эквивалента нитрата серебра равна _____ М.

- 1) 0,067 2) 0,088 3) 0,096 4) 0,112

5. Причина изменения окраски рН-индикаторов –

- 1) изменение концентраций ионов H^+ в растворе
2) образование окрашенного комплекса
3) выпадение окрашенного осадка
4) окисление или восстановление

6. Метод кислотно-основного титрования основан на реакции



7. Установите соответствие между методом анализа и титрантом.

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. ацедометрия | 1) NaOH |
| 2. алкалометрия | 2) $Na_2S_2O_3$ |
| 3. йодометрия | 3) $AgNO_3$ |
| 4. метод Мора | 4) HCl |

8. Установите соответствие между методом анализа и индикатором.

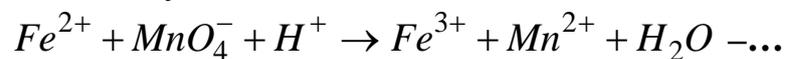
- | | |
|--------------------|---------------|
| 1. ацедометрия | 1) $FeCl_3$ |
| 2. метод Фольгарда | 2) метилоранж |
| 3. йодометрия | 3) K_2CrO_4 |
| 4. метод Мора | 4) крахмал |

9. Установите соответствие между группой индикаторов (по механизму действия) и методом анализа.

- | | |
|------------------------|---------------------------------|
| 1. адсорбционные | 1) комплексометрия. |
| 2. pH-индикаторы | 2) аргентометрия (метод Фаянса) |
| 3. ox/red – индикаторы | 3) алкилометрия и ацедометрия |
| 4. металлохромные | 4) дихроматометрия |

Тема 7.

1. Способ установления точки эквивалентности в реакции



- 1) появление бледно-розового окрашивания
- 2) обесцвечивание раствора
- 3) появление желтого окрашивания
- 4) по редокс-индикатору

2. Условия перманганатометрического определения железа (II) –

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1) в щелочной среде, на холоду | 2) в кислой среде, при нагревании |
| 3) в щелочной среде, при нагревании | 4) в кислой среде, на холоду |

3. Фактор эквивалентности перманганата калия в нейтральной среде равен

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1) 1/2 | 2) 1/3 | 3) 1/5 | 4) 1/6 |
|--------|--------|--------|--------|

4. Содержание железа (II) (мг), если на его титрование израсходовано 10 мл 0,02 М раствора $KMnO_4$ равно...

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 1) 10,12 | 2) 11,20 | 3) 13,55 | 4) 16,50 |
|----------|----------|----------|----------|

5. Индикатором йодометрического метода является...

- | | | | |
|-------------|------------------------|----------------|------------|
| 1) мурексид | 2) метиловый оранжевый | 3) дифениламин | 4) крахмал |
|-------------|------------------------|----------------|------------|

6. При титровании раствора щавелевой кислоты ($H_2C_2O_4$) израсходовано 20 мл 0,1 М раствора перманганата калия. Масса чистой кислоты в растворе равна _мг.

- 1) 45 2) 90 3) 180 4) 220

Тема 8.

1. Комплексонометрическим титрованием определяются

- 1) металлы 2) общая жесткость воды 3) основания 4) окислители

2. Действие металл-индикаторов основано на

- 1) выпадении осадка
2) диссоциации индикатора
3) окислении индикатора
4) образовании окрашенного комплекса с определяемым ионом

3. Окраска водного раствора индикатора эриохром-черного Т при рН = 9.

- 1) синяя 2) красная 3) оранжевая 4) зеленая

4. При титровании 50 мл воды затрачено 6,50 мл 0,05 М раствора комплексона III. Общая жесткость равна _____ мг-экв/л.

- 1) 2,5 2) 4,8 3) 6,5 4) 8,4

5. В методе Мора применяется индикатор –

- 1) хромат калия 2) крахмал 3) сульфат железа (III) 4) эозин

6. В методе Фаянса осадительного титрования используют адсорбционные индикаторы

- 1) эозин 2) хромат калия 3) флюоресцин 4) фенолфталеин

7. При титровании раствора, содержащего 0,015 г образца удобрения, израсходовано 10,5 мл 0,015 М раствора нитрата серебра. Массовая доля хлорида калия в образце равна _____%

- 1) 39,6 2) 78,2 3) 84,6 4) 98,8

Примерная тематика рефератов

Модуль 1. Методы обнаружения, разделения и концентрирования

1. Аналитический цикл и его основные этапы.
2. Буферные растворы: их свойства и значение для жизнедеятельности организмов.
3. Методы извлечения, концентрирования, разделения и определения токсичных веществ в анализе вод.
4. Классификация комплексных соединений.

5. Химические вещества пищи, методы их извлечения, концентрирования, разделения.
6. Способы извлечения и концентрирования токсикантов.
7. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции.
8. Методы экстракции в качественном анализе.
9. Методы осаждения и соосаждения в качественном анализе.
10. Сорбционные методы в качественном анализе.

Модуль 2. Химические методы количественного анализа

1. Гравиметрический метод анализа.
2. Методы титриметрического анализа. Методы кислотно-основного титрования.
3. Методы окислительно-восстановительного титрования.
4. Методы осадительного титрования.
5. Метод комплексонометрического титрования.

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

Контроль качества знаний

Формы контроля следующие: текущий контроль, рубежный контроль по модулю и итоговый контроль. В соответствии с учебным планом предусмотрен экзамен. Оценка каждого вида деятельности проводится по схеме:

текущий контроль:

посещение занятий – 2 балла;

допуск к выполнению лабораторного занятия – 13 баллов;

выполнение и сдача лабораторной работы – 10 баллов;

выполнение контрольной работы – 15 баллов (максимальное число баллов – 40);

промежуточный контроль (проводится в виде коллоквиума или рубежной контрольной работы) – 60 баллов;

итоговый контроль (проводится в виде тестирования или устного собеседования) – 100 баллов. Итоговый контроль оценивается в 100 баллов.

Весомость итогового контроля в оценке знаний студента составляет 40 %, а среднего балла по всем модулям – 60 %.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла с учетом весомости различных видов контроля в «5» – бальную систему составляет:

от 51 до 66 баллов – «удовлетворительно»;

от 67 до 85 баллов – «хорошо»;

от 86 до 100 баллов – «отлично»

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Пилипенко, А.Т. Аналитическая химия : учеб. пособие для студентов химических и химико-технологических спец. высших учебных заведений; : в 2-х книгах. Кн.2 / А. Т. Пилипенко, И. В. Пятницкий. - М. : Химия, 1990. - 846 с. - ISBN 5-7245-0752-8 : 0-95.
2. Аналитическая химия: химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Г. Власова [и др.]. – Электрон. текст. данные. – О.М. Петрухин, Л.Б. Кузнецова, под ред. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 462 с. – 978-5- 906828-19-4. – Режим доступа:
<https://www.book.ru/book/928910/view2/1>
3. Основы аналитической химии [Электронный ресурс]: практическое руководство / Ю.А. Барбалат [и др.]. – Электрон. текстовые данные. –Ю. А. Золотова, Т.Н. Шеховцовой, К.В. Осколка, под ред. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 463 с. – 978-5-00101-037-1. Режим доступа:
<https://www.book.ru/book/928918/view2/1>

б) дополнительная литература:

1. Основы аналитической химии : в 2-х т.: учебник для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов. Т.2 / [Н.В.Алов и др.]; под ред. Ю.А.Золотов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2012, 2010. - 407,[9] с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Рекомендовано МО РФ. - ISBN 978-5-7695-5823-8 (т.2) : 833-69
2. Валова (Копылова) В.Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум / В.Д. Валова (Копылова), Е.И. Паршина. – Электрон. текстовые данные. – М.: Дашков и К, 2015. – 199 с. – 978-5-394-01301-0. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10905.html>
3. Васильев, В.П. Аналитическая химия : лабораторный практикум : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов химико-технологического профиля / В. П. Васильев ; В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина ; под ред. В. П. Васильева. - М. : Дрофа, 2006. - 416. - ISBN 5-358-00578-1

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

- 1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. –Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 22.05.2018). – Яз. рус., англ.
- 2) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 22.05.2018)
- 3) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг.гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после

регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.05.2018).

4) ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/> (дата обращения: 22.05.2018).

5) ЭБС [book.ru](http://www.book.ru/) [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: www.book.ru/ (дата обращения: 22.05.2018).

6) ЭБС [iprbook.ru](http://www.iprbookshop.ru/) [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html> (дата обращения: 22.05.2018).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Основными видами учебных занятий являются: лекции, лабораторные работы, коллоквиумы, консультации, самостоятельная работа студентов.

Лекции - один из важнейших видов учебных занятий, они составляют основу теоретического обучения и дают систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируют познавательную деятельность и способствуют формированию творческого мышления.

Лабораторные работы имеют целью практическое освоение научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладение ими техникой приготовления лекарственных форм, анализа полученных результатов, привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой. По выполнении лабораторной работы студенты представляют отчет и защищают его. В целях подготовки к последующим занятиям и итоговому контролю (промежуточной аттестации), защищенные отчеты, как учебный материал находятся у студентов.

Самостоятельная работа студентов является видом учебных занятий, она должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы, ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике. Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, требующим дополнительной проработки и анализа материала, рассматриваемого на занятиях.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Аналитическая химия» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал с применением проектора и интерактивной

доски.

➤ Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.

➤ Программы пакета Microsoft Office

➤ Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint, Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор. Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания ЩЭ (220 В, 2 кВт, в комплекте с УЗО), специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждых двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы по аналитической химии.

Приборы, оборудование и вспомогательные материалы.

Спектрофотометр, фотоэлектроколориметр, потенциометр, рефрактометр, центрифуги, термостат; шкаф сушильный, бани водяные, ледяные и песчаные, бюксы, бюретки, вата стеклянная, весы аналитические Leki B1604, Pioneer, весы технохимические Leki B5002, воронки, воронки делительные, капилляры, колбы, колбы мерные, колбы с притертыми пробками, колбы термостойкие, колонки с ионообменной смолой КУ-1 или КУ-2, компаратор, сорбент УРС-50 или КБ-2, микробюретки, палочки графитовые и стеклянные, печь муфельная, пипетки глазные и мерные,

пластинки стеклянные, пластинки для хроматографии, пикнометры, прибор для определения воды методом дистилляции, прибор для определения мышьяка, прибор для определения температуры плавления, пробирки, пульверизаторы, разновес, склянки с притертой пробкой, стаканы химические, стекла синие, стекла часовые, ступки, термометры, тигли фарфоровые, фильтры бумажные, беззольные и стеклянные, холодильники обратные, цилиндры мерные, чашки выпарительные и фарфоровые, чашки Петри, шприцы, эксикаторы.