

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

сборник учебно-методических материалов по специальности

18.02.12 –Технология аналитического контроля химических соединений

Благовещенск 2024

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
факультета СПО
Амурского государственного
Университета*

Составитель: Митрофанова В.И.,

Аналитическая химия: сб. учеб. – метод. материалов по специальности
18.02.12 – Технология аналитического контроля химических соединений /
Амур. гос. ун-т, Фак. сред. проф. образования; сост. В. И. Митрофанова. –
Благовещенск : АмГУ, 2024. - 29 с.

Рассмотрен на заседании ЦМК технологических дисциплин 13.02.2024 г.,
протокол № 6

© Амурский государственный университет, 2024

©ЦМК технологических дисциплин

© Митрофанова В.И., составление

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Введение..... | 4 |
| 2. Краткий курс лекционного материала..... | 6 |
| 3. Методические рекомендации к текущему контролю..... | 8 |
| 4. Практические занятия (работы)..... | 10 |
| 5. Лабораторные занятия (работы)..... | 16 |
| 6. Методические рекомендации по составлению планов - конспектов..... | 25 |
| 7. Методические рекомендации к подготовке к коллоквиуму..... | 26 |
| 8. Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы..... | 27 |
| 9. Методические рекомендации к проведению занятий с использованием активных и интерактивных форм..... | 27 |

ВВЕДЕНИЕ

Цель освоения дисциплины – формирование у обучающихся компетенций, связанных с пониманием теоретических и практических основ методов и средств идентификации, обнаружения, разделения и концентрирования, а также определения элементов и их соединений в сложных природных и промышленных объектах, изучение теоретических основ физико-химических методов анализа и получение практических навыков в проведении аналитических работ, формирование навыков в планировании и проведении физико-химического эксперимента, проведении обработки их результатов и оценки погрешностей, углубление, развитие и систематизация химических знаний, необходимых при решении практических вопросов разного уровня сложности в ходе выполнения профессиональных задач.

Данная дисциплина должна рассматриваться как теоретическая и практическая база, с помощью и на основе которой возможно получение достоверных данных о составе вещества. Основная задача дисциплины в том, чтобы на основании полученных знаний будущий специалист мог ориентироваться в способах определения состава вещества, выбрать наиболее оптимальный метод аналитического контроля технологического процесса в разных видах производства или переработки сырья.

Задачами дисциплины являются:

- формирование способности понимать природу и сущность явлений, процессов в различных химических и физико-химических системах, лежащих в основе химических и физико-химических методов идентификации и определения веществ;
- формирование способности обосновывать оптимальный выбор метода, схемы анализа, условий регистрации аналитического сигнала на основе теоретических положений химических и физико-химических методов анализа;
- формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов химических и физико-химических методов анализа с последующим выполнением качественного и количественного анализов и математической обработкой результатов анализа с учетом метрологических характеристик;
- формирование навыков самостоятельного выполнения химических и физико-химических анализов промышленных и природных объектов и оценки погрешностей на всех стадиях проведения, развитие умения выделять конкретное содержание в прикладных задачах учебной и профессиональной деятельности;
- раскрытие роли и места химического и физико-химического анализа в развитии научно-технического прогресса; определение роли отечественных и зарубежных ученых в развитии химических наук.

По мере изучения дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие общекультурные и профессиональные компетенции:

- выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам (ОК 1);
- выбирать оптимальные методы анализа (ПК 1.2);
- подготавливать реагенты, материалы и растворы, необходимые для анализа (ПК 1.3).

В результате освоения дисциплины студент должен демонстрировать следующие результаты образования, определяемые стандартом специальности:

- 1) Знать: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором придется работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности; со-

временные автоматизированные методы анализа промышленных и природных образцов; классификации химических методов анализа; классификации физико-химических методов анализа; теоретические основы химических и физико-химических методов анализа; методы расчета концентрации вещества по данным анализа; лабораторное оборудование химической лаборатории; классификации химических веществ; основные требования к методам и средствам аналитического контроля: -требования к предоставлению результатов анализа, средствам измерений, к вспомогательному оборудованию; правила охраны труда при работе в химической лаборатории; правила использования средств индивидуальной и коллективной защиты; правила хранения, использования, утилизации химических реактивов; правила охраны труда при работе с лабораторной посудой и оборудованием; правила охраны труда при работе с агрессивными средами и легковоспламеняющимися жидкостями.

2) Уметь: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составлять план действия; определять необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника); выбирать оптимальные технические средства и методы исследований; измерять аналитический сигнал и устанавливать зависимость сигнала от концентрации определяемого вещества; подготавливать объекты исследований; выполнять химические и физико-химические методы анализа; осуществлять подготовку лабораторного оборудования; организовывать рабочее место в соответствии с требованиями нормативных документов и правилами охраны труда; использовать оборудование и средства измерения строго в соответствии с инструкциями заводоизготовителей; соблюдать безопасность при работе с лабораторной посудой и приборами; соблюдать правила хранения, использования и утилизации химических реактивов; использовать средства индивидуальной и коллективной защиты; соблюдать правила пожарной и электробезопасности.

3) Владеть: навыками приготовления растворов заданной концентрации различными способами; методами и способами проведения очистки вещества и установки степени их чистоты; методами работы на различных аналитических установках и приборах; навыками измерения аналитического сигнала; методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов; методиками расчета результатов анализа; способами интерпретации результатов исследования.

1. Краткий курс лекционного материала

| | |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">Тема 1.1. Введение в предмет</p> | <p>Содержание лекции Предмет, задачи и методы качественного анализа. Аппаратура и техника выполнения лабораторных работ Классификации методов анализа: по массе и объему анализируемого вещества (АВ); по фазовому состоянию АВ и по др. Общая классификация методов анализа. Химические (классические) методы анализа: качественный анализ, понятие о гравиметрическом и титриметрическом анализе. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Физические методы анализа. Элементный, молекулярный, фазовый анализ. Классификация химических реакций, характеристика аналитических реакций и их классификация.</p> |
| <p style="text-align: center;">Тема 1.2. Основные операции в химическом анализе.</p> | <p>Содержание лекции Пробоотбор и пробоподготовка. Проба и образец. Классификация проб. Специальные виды проб. Представительные пробы. Принцип отбора проб от образцов гомогенного и гетерогенного характера. Приспособления для отбора проб. Основные способы перевода пробы в раствор. Особенности перевода в раствор органической пробы. Сухой и мокрый способ минерализации проб. Физические методы разложения органической пробы. Обоснование и выбор методики. Усреднение пробы и взятие навески. Разложение (вскрытие) пробы, растворение. Разделение и концентрирование. Маскирование. Разделение и концентрирование. Осаждение и соосаждение. Экстракция.</p> |
| <p style="text-align: center;">Тема 1.3. Понятие о метрологических и аналитических характеристиках. Основы статистического анализа.</p> | <p>Содержание лекции Основные метрологические и аналитические характеристики: Чувствительность. Избирательность. Точность. Правильность. Сходимость и расходимость. Воспроизводимость. Экспрессность. Предел обнаружения. Математическая статистика при обработке результатов измерений в количественном анализе. Виды погрешностей. Правильность и воспроизводимость результатов анализа. Статистическая обработка результатов. Способы оценки правильности результатов.</p> |
| <p style="text-align: center;">Тема 1.4. Концентрации растворов. Способы приготовления растворов заданных концентраций.</p> | <p>Содержание лекции Классификации растворов. Способы выражения технических и аналитических концентраций растворов, расчетные формулы. Виды ареометров. Правила определения удельной плотности, температуры различных растворов. Расчет и приготовление растворов кислот, солей, щелочей аналитической концентрации. Приготовление растворов из фиксаналов. Выполнение основных операций по подготовке лабораторной посуды, оборудования, химических реактивов, растворов для проведения лабораторных работ.</p> |
| <p style="text-align: center;">Раздел 2 Чистота вещества</p> | |

| | |
|---|--|
| <p align="center">Тема 2.1</p> <p>Чистота вещества. Способы очистки вещества.</p> | <p>Содержание лекции</p> <p>Химические вещества, используемые в лабораторных работах, должны быть определенной чистоты, так как индивидуальные свойства вещества полностью проявляются лишь тогда, когда не имеют примесей как природных, так и появляющихся в процессе их получения. Степень чистоты вещества определяют исходя из его состава и его свойств. Существуют разные методы определения чистоты вещества. Основные способы очистки вещества: Фильтрование. Перекристаллизация. Возгонка. Перегонка. Декантация. Методы очистки газообразных веществ от примесей. Наличие примесей можно определить с помощью метода качественного анализа. Для этого используют различные качественные реакции, переводя примеси в соединения с определенным внешним признаком.</p> |
| <p align="center">Тема 2.2</p> <p>Методы определения чистоты вещества. ФХК: Плотность.</p> | <p>Содержание лекции</p> <p>Чистота вещества и его физико-химические свойства. Понятие о физико-химических константах (ФХК). ФХК для определения чистоты вещества. Плотность. Плотность для однородного и неоднородного вещества. Относительная плотность. Плотность для сыпучих и пористых веществ. Влияние температуры и давления на плотность вещества. Денсиметрия. Методы измерения относительной плотности.</p> |
| <p align="center">Тема 2.3</p> <p>Физико-химические константы (ФХК): Вязкость.</p> | <p>Содержание лекции</p> <p>ФХК для определения чистоты вещества – вязкость. Понятие вязкости. Типы течения жидкости и газа. Динамическая и кинематическая вязкость. Относительная вязкость. Текучесть. Вязкость газов, низкомолекулярных жидкостей. Вязкость разбавленных суспензий и эмульсий. Вязкость растворов полимеров. Методы измерения вязкости. Метод измерения вязкости с помощью капиллярного вискозиметра.</p> |
| <p align="center">Тема 2.3</p> <p>Физико-химические константы (ФХК): Температура кипения и плавления</p> | <p>Содержание лекции</p> <p>ФХК для определения чистоты вещества – температура плавления и кипения. Плавление. Температура плавления. Температура плавления чистых кристаллических веществ, зависимость плавления от типа кристаллической решетки. Особенности плавления кристаллических полимеров, неорганических и органических веществ. Зависимость температуры плавления от давления. Методы определения температуры плавления. Кипение. Испарение. Температура кипения. Зависимость $T_{кип}$ от давления. Объемное и поверхностное кипение. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.</p> |
| <p align="center">Раздел 3</p> <p align="center">Качественный анализ</p> | |
| <p align="center">Тема 3.1.</p> | <p>Содержание лекции</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Введение в качественный анализ.</p> | <p>Классификация химических методов качественного анализа. Дробный и систематический ход анализа. Особенности и характеристики аналитических реакций, способы и условия их проведения, чувствительность, активность и специфичность реакций. Требования к качественным аналитическим реакциям. Произведение растворимости, условия образования и растворения осадков.</p> |
| <p>Тема 3.2 Характеристика 1 аналитической группы катионов (АГК). Качественные реакции I АГК</p> | <p>Содержание лекции Бессероводородный (кислотно-основной) и сероводородный методы классификации катионов в АХ – общая характеристика и особенности, положительные стороны и недостатки. Кислотно-основная классификация (реакции нейтрализации). Теорет. Вопросы: з. действия масс, степень диссоциации, диссоциация воды, рН, буферные системы. Характеристика первой аналитической группы катионов I АГК (K⁺, Na⁺, NH₄⁺). Наличие (отсутствие) группового реагента. Основные пробирочные и капельные реакции, микрокристаллоскопические реакции, реакции окрашивания пламени катионов калия и натрия, аммония. Анализ смеси катионов I АГ.</p> |
| <p>Тема 3.3 Характеристика 2 аналитической группы катионов (АГК). Качественные реакции II АГК</p> | <p>Содержание лекции Теор. Вопросы: произведение растворимости, влияние одноименных ионов на растворимость, образование осадков, влияние разл. Факторов на полноту осаждения, дробное осаждение, растворимость осадков, направление реакций обмена. Реакции и ход анализа катионов 2 АГ. Общая характеристика 2 АГК. Действие группового реагента. Реакции катионов серебра (+1), свинца (+2), ртути (+1.). Анализ смеси катионов 2 АГ. Анализ смеси катионов 1 и 2 АГ.</p> |
| <p>Тема 3.4 Характеристика 3 аналитической группы катионов (АГК). Качественные реакции 3 АГК</p> | <p>Содержание лекции Теор. Вопросы: соосаждение. Коллоиды, гидролиз солей, степень гидролиза, амфотерность, комплексные соединения, устойчивость комплексов, окислительно-восстановительные реакции. Реакции и ход анализа катионов 3 АГ. Действие группового реагента. Реакции катионов кальция (+2), бария (+2), стронция (+2) – капельные, пробирочные, микрокристаллоскопические, реакции окрашивания пламени катионов 3 АГ. Анализ смеси катионов 3 АГ. Анализ смеси катионов 1, 2 и 3 АГ.</p> |
| <p>Тема 3.5 Характеристика 4 аналитической группы катионов (АГК). Качественные реакции 4 АГК,</p> | <p>Содержание лекции Общая характеристика катионов 4 аналитической группы. Действие группового реагента. Реакции и ход анализа катионов 4 АГ – алюминия (+3), цинка (+2), хрома (+3), олова (+2 и +4), мышьяка (+3 и +5). Анализ смеси катионов 4 АГ.</p> |

| | |
|---|--|
| <p align="center">Тема 3.6</p> <p>Характеристика 5 аналитической группы катионов (АГК). Качественные реакции 5 АГК</p> | <p align="center">Содержание лекции</p> <p>Общая характеристика катионов 5 аналитической группы. Действие группового реагента. Реакции и ход анализа катионов 5 АГ – железа (+2 и +3), магния (+2), марганца (+2), висмута (+3), сурьмы (+3 и +5).</p> |
| <p align="center">Тема 3.7</p> <p>Характеристика 6 аналитической группы катионов (АГК). Качественные реакции 6 АГК</p> | <p align="center">Содержание лекции</p> <p>Общая характеристика катионов 6 аналитической группы. Действие группового реагента. Реакции и ход анализа катионов 6 АГ – меди (+2), ртути (+2), кадмия (+2), кобальта (+2), никеля (+2). Анализ смеси катионов 6 АГ.</p> |
| <p align="center">Тема 3.8</p> <p>Характеристика 1 аналитической группы анионов (АГА). Качественные реакции 1 АГА,</p> | <p align="center">Содержание лекции</p> <p>Аналитическая классификация анионов. Общая характеристика 1 аналитической группы анионов (АГА) – сульфат-анион, сульфит-анион, карбонат-анион, фосфат-анион, силикат-анион, оксалат-анион, борат-анион и др. Действие группового реагента с соблюдением среды раствора. Реакции и ход анализа анионов 1 АГ. Анализ смеси анионов 1 АГ.</p> |
| <p align="center">Тема 3.9</p> <p>Характеристика 2 аналитической группы анионов (АГА). Качественные реакции 2 АГА,</p> | <p align="center">Содержание лекции</p> <p>Общая характеристика 2 аналитической группы анионов (АГА) – сульфид-анион, хлорид-анион, бромид-анион, иодид-анион, тиоционат-анион, гексацианоферрат (+2) – анион, гексаферрат (+3) – анион и др. Действие группового реагента. Реакции и ход анализа анионов 2 АГ. Анализ смеси анионов 2 АГ.</p> |
| <p align="center">Тема 4.0</p> <p>Характеристика 3 аналитической группы анионов (АГА). Качественные реакции 3 АГА,</p> | <p align="center">Содержание лекции</p> <p>Общая характеристика 3 аналитической группы анионов (АГА) – нитрат-анион, нитрит-анион, ацетат-анион, перманганат-анион и др. Реакции и ход анализа анионов 3 АГ. Анализ смеси анионов 1, 2, 3 АГ.</p> |

2. Методические рекомендации к текущему контролю

Текущий контроль позволяет оценить степень освоения учебного материала и проводится для оценки результатов изучения тем/разделов учебной дисциплины. Текущий контроль проводится в виде тематического контроля по итогам изучения отдельных тем курса; и в виде рубежного контроля – по итогам изучения раздела или нескольких разделов курса. В качестве оценочных средств используются: собеседование; тестирование; практические занятия, лабораторные работы и их защита, индивидуальные домашние задания.

Устный опрос

Устный опрос – метод контроля, позволяющий не только опрашивать и контролировать знания обучающихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки.

Устный опрос позволяет поддерживать контакт с обучающимися, корректировать их мысли; развивает устную речь (монологическую, диалогическую); развивает навыки выступления перед аудиторией.

Принято выделять два вида устного опроса:

- фронтальный (охватывает сразу несколько обучающихся);
- индивидуальный (позволяет сконцентрировать внимание на одном обучающемся).

3. Практические занятия (работы)

Форма и условия аттестации: текущая аттестация в аудиторное время.

Критерии оценки практической работы:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, оформлена в соответствии с требованиями к оформлению подобных работ, не содержит грубых ошибок в расчетах и в выводах.
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, оформлена в соответствии с требованиями к оформлению подобных работ, содержит не-принципиальные ошибки в расчетах и в выводах.
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, оформлена в соответствии с требованиями к оформлению подобных работ, содержит грубые ошибки в расчетах и в выводах.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа выполнена не полностью, оформлена с нарушениями, содержит грубые ошибки в расчетах и в выводах.

Примерная тематика практических занятий:

1. Реактивы, посуда и основные операции в аналитической химии.
2. Метрологические и аналитические характеристики. Основы статистического анализа.
3. Концентрации растворов (понятия, расчетные формулы, расчеты для приготовления растворов).
4. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах.
5. Гидролиз солей.
6. Окислительно-восстановительные реакции.
7. Чистота вещества. Способы очистки вещества.
8. Методы установления степени чистоты вещества. Физико-химические константы.
9. ФХК – плотность.
10. ФХК – вязкость.
11. ФХК – температура плавления и температура кипения.
12. Водородный и гидроксильный показатели электролитов и их вычисление.
13. Произведение растворимости и определение образования и растворимости осадков.
14. Характеристика I и II АГ (аналитических групп) катионов.
15. Характеристика III и IV АГ (аналитических групп) катионов.
16. Характеристика V и VI АГ (аналитических групп) катионов.
17. Характеристика I, II и III АГ (аналитических групп) анионов.

Практическая работа №

Реактивы, посуда и операции в аналитической химии

Цель: получить представление о технике безопасности при работе с реактивами и химической посудой, об операциях в аналитической химии.

Норма времени: 3 часа.

Оснащение рабочего места: тетради для ЛПП (лабораторно-практических работ), набор лабораторной посуды, методические указания.

Содержание занятия. На занятии обучающихся информируют о правилах техники безопасности работ в лаборатории аналитической химии; демонстрируют виды стеклянной и керамической посуды, объясняют ее назначение; дают начальные сведения об операциях и приемах, применяемых при работе в аналитической лаборатории.

Практическая работа № Концентрация растворов

Цель: научиться определять концентрации растворов расчетным путем.

Норма времени: 3 часа.

Оснащение рабочего места: тетради для ЛПП, методические указания.

Вопросы для самоподготовки

1. Растворы как физико-химические системы.
2. Процесс растворения.
3. Растворимость.
4. Концентрация растворов.
5. Способы выражения концентрации растворов.
6. Классификация растворов и растворителей.

Задание для выполнения на практическом занятии

По данным таблицы вычислите молярную концентрацию эквивалента (эквивалентную концентрацию), молярную концентрацию и моляльность раствора, зная его массовую долю и плотность.

| № вар. | Растворенное вещество | Массовая доля, % | Плотность раствора | № | Растворенное вещество | Массовая доля, % | Плотность раствора |
|--------|-----------------------|------------------|--------------------|----|--------------------------------|------------------|--------------------|
| 1 | HCl | 10 | 1,050 | 6 | H ₂ SO ₄ | 25 | 1,180 |
| 2 | HCl | 15 | 1,075 | 7 | KOH | 10 | 1,083 |
| 3 | HCl | 20 | 1,100 | 8 | KOH | 15 | 1,125 |
| 4 | HCl | 25 | 1,125 | 9 | KOH | 20 | 1,118 |
| 5 | HNO ₃ | 10 | 1,060 | 10 | KOH | 25 | 1,231 |

Практическая работа № Качественные реакции катионов и анионов

Цель: ознакомление с основными понятиями и терминами качественного анализа – подробный и систематический анализ, аналитическая классификация катионов и анионов, с реактивами, используемыми для разделения ионов, требованиями, предъявляемыми к аналитическим реакциям.

Норма времени: 3 часа.

Оснащение рабочего места: тетради для ЛПП.

Вопросы для самоподготовки

1. Классификация методов качественного анализа по агрегатному состоянию анализируемых веществ, по технике выполнения и в зависимости от применяемых реактивов.
2. Аналитическая классификация катионов и анионов.
3. Групповые, селективные и специфические реактивы.
4. Систематический и подробный ход анализа.
5. Чувствительность аналитических реакций.

Задания для выполнения на практическом занятии

Запишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций обнаружения указанных ионов. Укажите качественные признаки реакций.

| Номер варианта | Ионы |
|----------------|---------------------------------------|
| 1 | NH_4^+ , Pb^{2+} |
| 2 | K^+ , Ni^{2+} |
| 3 | Fe^{2+} , Cl^- |
| 4 | Cu^{2+} , SO_4^{2-} |
| 5 | Co^{2+} , NH_4^+ |

Практическая работа № Химическое равновесие в гомогенных системах

Цель: рассмотреть на примерах смещение химического равновесия в гомогенных системах посредством изменения внешних условий.

Норма времени: 3 часа.

Оснащение рабочего места: тетради для ЛПР, методические указания.

Вопросы для самоподготовки

1. Скорость химических реакций.
2. Гомогенные и гетерогенные системы.
3. Закон действующих масс.
4. Обратимые и необратимые реакции.
5. Константа химического равновесия.
6. Смещение химического равновесия.

Задания для выполнения на практическом занятии

| № вар. | В каком направлении сместится равновесие реакции при повышении P, при увеличении концентрации исходных веществ, при повышении T? | |
|--------|--|----------------------------------|
| | Реакция | Энтальпия реакции |
| 1 | $\text{N}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(\text{г})}$ | $\Delta H < 0$ |
| 2 | $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{HCl}_{(\text{г})}$ | $\Delta H < 0$ |
| 3 | $\text{CO}_{(\text{г})} + 2\text{H}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{ж})}$ | $\Delta H = -128,05 \text{ кДж}$ |
| 4 | $\text{PCl}_{5(\text{г})} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(\text{г})} + \text{Cl}_{2(\text{г})}$ | $\Delta H = -145,45 \text{ кДж}$ |
| 5 | $2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{г})}$ | $\Delta H = > 0$ |

Практическая работа № Гидролиз солей

Цель: изучение некоторых свойств водных растворов солей, связанных с реакцией гидролиза.

Норма времени: 3 часа.

Оснащение рабочего места: тетради для ЛПР, калькулятор, методические указания.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое гидролиз?
2. Константа гидролиза?
3. Степень гидролиза?
4. Зависимость гидролиза от среды раствора.

5. Гидролиз по катиону.
6. Гидролиз по аниону.
7. Факторы, влияющие на степень гидролиза
8. Способы регулирования гидролиза.

Задания для выполнения на практическом занятии

Напишите уравнения гидролиза (ионные и молекулярные) и укажите среду водных растворов солей, приведенных в таблице. Какие вещества могут уменьшить гидролиз соли №2? Какие вещества могут усилить гидролиз соли №3?

| № вар. | Соль №1 | Соль №2 | Соль №3 |
|--------|---------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | NaCl | FeCl ₃ | Ca(NO ₂) ₂ |
| 2 | KCl | NH ₄ NO ₃ | Na ₂ CO ₃ |
| 3 | RbCl | FeCl ₂ | K ₂ CO ₃ |
| 4 | CsCl | FeBr ₂ | Fr ₂ CO ₃ |
| 5 | NaBr | NiI ₂ | Cs ₂ CO ₃ |

Практическая работа № Окислительно-восстановительные реакции

Цель: научиться уравнивать окислительно-восстановительные реакции, протекающие в растворах между ионами.

Норма времени: 3 часа.

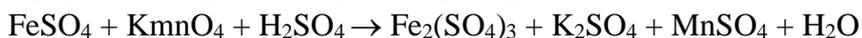
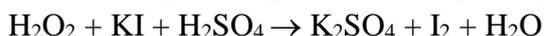
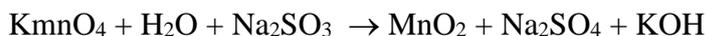
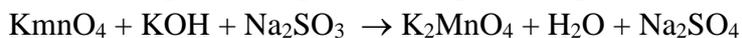
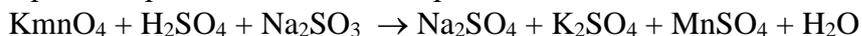
Оснащение рабочего места: тетради для ЛПП, калькулятор, методические указания.

Вопросы для самоподготовки

1. Какие реакции называются окислительно-восстановительными (ОВР)?
2. Окислители и восстановители.
3. Процессы окисления и восстановления.
4. Разновидности ОВР.
5. Способы уравнивания ОВР.
6. Направление протекания ОВР.
7. ОВР в аналитической химии.

Задания для выполнения на практическом занятии

Уравнивать реакции ионно-электронным методом. Найти окислитель и восстановитель.



Практические работы № Анионы I, II III аналитических групп

Цель: познакомиться с групповыми реактивами и реакциями открытия анионов.

Норма времени: 6 часов.

Оснащение рабочего места: тетради для ЛПП, калькулятор, методические указания.

Практическое занятие №.

Тема: Анионы I аналитической группы.

Содержание: Общая характеристика анионов I аналитической группы: групповые реактивы и характерные реакции на сульфат -, сульфит -, тиосульфат -, фосфат -, карбонат -, борат -, хромат – ионы.

Практическое занятие №

Тема: Анионы II аналитической группы
Содержание: Общая характеристика анионов: хлорид, бромид, иодид, тиоцианат, сульфид ионы. Групповой реактив, его действие. Специфические реакции анионов II группы.

Практическое занятие №

Тема: Анионы III аналитической группы
Содержание: Общая характеристика анионов: нитрит, нитрат ионов. Характерные реакции на данные анионы.

Задания для выполнения на практическом занятии – тесты по теме «Анионы».

Практическая работа №

Водородный показатель растворов сильных и слабых электролитов, буферных растворов

Цель: научиться рассчитывать числовое значение водородного показателя в различных средах.

Норма времени: 4 часа.

Оснащение рабочего места: тетради для ЛПП, калькулятор, методические указания.

Вопросы для самоподготовки

1. Растворы электролитов.
2. Электролитическая диссоциация в водных растворах.
3. Сильные и слабые электролиты.
4. Константа и степень диссоциации слабого электролита.
5. Взаимосвязь между константой и степенью диссоциации для слабых электролитов.
6. Кажущаяся степень диссоциации сильного электролита.
7. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора.
8. Электролитическая диссоциация воды.
9. Ионное произведение воды.
10. Водородный показатель (рН).

Задания для выполнения на практическом занятии

1. В 250 мл раствора содержится 0,91 г HCl. Определите рН раствора.
2. Определить рН в 0,005 М растворе гидроксида аммония.
3. В одном литре раствора содержатся 0,1 моль HCl и 0,2 моля NaOH. Определите рН данного раствора.
4. Определите рН раствора, в литре которого растворено 0,365 г хлористого водорода.
5. Определить рН в 0,007 М растворе гидроксида аммония.
6. Рассчитать рН ацетатного буферного раствора, если концентрация уксусной кислоты и ацетата натрия равны 0,1 М.
7. Рассчитать рН аммонийного буферного раствора, если концентрации гидроксида аммония и хлорида аммония в нем равны 0,2 М.

Практическая работа №

Точность результатов титриметрического определения

Цель: освоить методы расчета метрологических характеристик и проанализировать их числовые значения для конкретных титриметрических методик.

Норма времени: 4 часа.

Оснащение рабочего места: тетради для ЛПП, калькулятор, методические указания.

Вопросы для самоподготовки

1. Какие погрешности могут возникнуть при титровании?
2. Что является причиной систематических погрешностей?
3. Что такое «Показатель титрования»?
4. Какие факторы влияют на область перехода окраски индикатора?
5. Что мы называем «положительными», что называем «отрицательными» систематическими погрешностями?
6. По каким формулам рассчитывают систематические погрешности?

Задания для выполнения на практическом занятии:

вычислить индикаторную ошибку титрования:

| Вариант | Определяемое вещество | Титрант | Индикатор | pT |
|---------|--------------------------|------------|---------------------|----|
| 1 | 0,1M HF | 0,1 M NaOH | Фенолфталеин | 9 |
| 2 | 0,1M HCOOH | 0,1M NaOH | Метиловый оранжевый | 4 |
| 3 | 0,01M NH ₄ OH | 0,01M HCl | Тимолфталеин | 10 |
| 4 | 0,01M NH ₄ OH | 0,01M HCl | Метиловый оранжевый | 4 |
| 5 | 0,1M HCl | 0,2M NaOH | Метиловый красный | 5 |

Практическая работа №

Произведение растворимости. Образование и растворение осадков

Цель: понять значение произведения растворимости для проведения процессов растворения и осаждения малорастворимых электролитов. Рассмотреть на теоретических примерах как изменяя концентрацию ионов в насыщенных растворах, можно заставить соль или основание переходить из осадка в раствор или, наоборот, из раствора выпадать в осадок.

Норма времени: 6 часов.

Оснащение рабочего места: тетради для ЛПП (лабораторно-практических работ), калькулятор, методические указания.

Вопросы для самоподготовки

1. Равновесие в гетерогенных системах.
2. Произведение растворимости и его значение.
3. Расчет растворимости и произведения растворимости.
4. Процесс образования и растворения осадков.
5. Влияние различных факторов на растворимость осадков.

Задания для выполнения на практическом занятии

Задание 1. Рассчитать произведение растворимости малорастворимого электролита

на основании данных о его растворимости.

| № вар. | Малорастворимый электролит | | |
|--------|----------------------------|-------------------|----------------------------|
| | Название | Формула | Растворимость |
| 1 | Хлорид серебра | AgCl | $1,72 \cdot 10^{-3}$, г/л |
| 2 | Бромид серебра | AgBr | $1,18 \cdot 10^{-4}$, г/л |
| 3 | Роданид серебра | AgSCN | $1,14 \cdot 10^{-4}$, г/л |
| 4 | Карбонат цинка | ZnCO ₃ | $4,77 \cdot 10^{-4}$, г/л |
| 5 | Карбонат бария | BaCO ₃ | $1,62 \cdot 10^{-2}$, г/л |

Задание 2. Вычислить выпадет ли осадок трудно растворимого электролита при смешивании равных объемов указанных электролитов

| № вар. | Электролит № 1 | | Электролит № 2 | |
|--------|-------------------|-----------------------|---|-----------------------|
| | Формула | Молярная концентрация | Формула | Молярная концентрация |
| 1 | AgNO ₃ | 0,1 | KBrO ₃ | 0,2 |
| 2 | AgNO ₃ | 0,1 | KCN | 0,2 |
| 3 | AgNO ₃ | 0,1 | (NH ₄) ₂ CO ₃ | 0,2 |
| 4 | Na ₂ S | 0,1 | ZnCl ₂ | 0,2 |
| 5 | AgNO ₃ | 0,1 | HCl | 0,2 |

4. Лабораторные занятия (работы)

Спецификой лабораторных занятий является то, что теоретические знания, которые получили обучающиеся на лекциях, они не только применяют на практике, но при этом знакомятся с лабораторным оборудованием, сами на нем работают и в наглядной, образной форме получают результат. При подготовке к выполнению лабораторной работы обучающийся должен изучить основной и дополнительный материал по теме данной работы. Тщательно разобраться в описании работы, изучить реактивы и разобраться в оборудовании, с которым придется работать, уяснить требования техники безопасности при работе с реактивами и оборудованием. Оформить требуемую часть лабораторной работы, если необходимы предварительные расчеты данных, выполнить их. Ответить на все вопросы, записанные в лабораторном практикуме. Обучающийся должен уяснить, что кроме навыков работы с реактивами и оборудованием, эта подготовка помогает ему формировать свойства личности, необходимые в будущей практической работе: точность, аккуратность, методичность и пунктуальность.

Форма и условия аттестации: текущая аттестация во внеурочное время.

Обучающийся выполняет лабораторную работу, пишет по ней отчет и защищает ее.

Критерии оценки лабораторной работы:

Лабораторная работа оценивается по следующим параметрам: участие в обсуждении перед выполнением лабораторной работы (получение допуска к работе), выполнение работы, оформление работы, защита лабораторной работы в виде теста или устно.

Оценка «отлично» за лабораторную работу ставится в случае, если обучающийся участвовал в обсуждении работы, работа выполнена полностью, результаты соответствуют ожидаемым, работа оформлена в соответствии с предъявленными требованиями, студент ответил на все вопросы, заданные при защите лабораторной работы.

Оценка «хорошо» выставляется в том случае, если обучающийся готов к выполнению работы, работа выполнена полностью, но оформление работы не полностью соответствует требованиям, отвечает не на все вопросы при защите работы.

Оценка «удовлетворительно» ставится в том случае, если обучающийся не полностью готов к проведению работы, работу выполнил полностью, оформление работы не соответствует требованиям, очень плохо отвечает на вопросы устно или в виде тестов при защите работы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится в том случае, если обучающийся не готов к проведению работы, не выполнил все предложенные опыты, оформил работу с многочисленными ошибками, не отвечает на вопросы при защите работы.

Примерная тематика лабораторных работ:

1. Приготовление растворов заданных концентраций.
2. Чистота вещества: определение плотности жидкости ареометром и пикнометром.
3. Чистота вещества: определение вязкости жидкости капиллярным вискозиметром.
4. Чистота вещества: определение температуры плавления капиллярным методом; определение температуры кипения на установке.
5. Качественные реакции катионов I АГ.
6. Анализ смеси катионов I АГ.
7. Качественные реакции катионов II АГ.
8. Анализ смеси катионов II АГ.
9. Качественные реакции катионов III АГ.
10. Анализ смеси катионов III АГ.
11. Анализ смеси катионов II и III АГ.
12. Четвертая аналитическая группа катионов. Частные реакции на катионы алюминия, хрома, цинка, олова. Контрольная задача. Анализ смеси катионов четвертой аналитической группы.
13. Пятая аналитическая группа катионов. Реакции и ход анализа группы гидроксидов, нерастворимых в гидроксидах натрия и калия
14. Анализ смеси катионов пятой аналитической группы. Контрольная задача.
15. Шестая аналитическая группа катионов. Реакции и ход анализа группы гидроксидов, растворимых в избытке раствора аммиака
16. Качественные реакции анионов I АГ.
17. Качественные реакции анионов II АГ.
18. Анализ смеси анионов II АГ.
19. Качественные реакции анионов III АГ.

Примеры некоторых лабораторных занятий (работ)

Лабораторная работа № Приготовление растворов различной концентрации

Цель работы – освоить различные способы выражения концентрации растворов; приобрести практические навыки приготовления растворов.

Норма времени: 4 часа.

Реактивы: соли: $K_2Cr_2O_7$, Na_2SO_4 (кр.); кислота: H_2SO_4 (10-15) %; Дистиллированная вода.

Посуда и оборудование: мерные колбы на 100 мл, мерные цилиндры на 100 мл, воронки, химические стаканы на 100-250 мл, стеклянные палочки, промывалки, набор ареометров, аналитические и теххимические весы, разновесы фильтровальная бумага, шпатели.

Задания для защиты лабораторной работы

1. В 250 г воды растворено 50 г кристаллогидрата $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Вычислить массовую долю кристаллогидрата в растворе.

2. Определите массовую долю хлорида калия в растворе, содержащем 63 г KCl в 0,5 л раствора, плотность которого 1,063 г/см³.
3. В какой массе воды следует растворить 30 г бромида калия для получения раствора, в котором массовая доля KBr равна 6%?
4. Из 400 г 50% (по массе) раствора серной кислоты выпариванием удалили 100 г воды. Чему равна массовая доля серной кислоты в оставшемся растворе?
5. 0,6 л раствора гидроксида калия содержат 16,8 г KOH. Чему равна молярная концентрация этого раствора?
6. Вычислите молярную концентрацию раствора сульфата калия, в 0,02 л которого содержится 2,74 г растворенного вещества.
7. Чему равна молярная концентрация серной кислоты, если ее плотность равна 1,14 г/см³, а массовая доля в растворе 20%?
8. Определите молярную концентрацию эквивалента FeCl₃, если в 0,3 л раствора содержится 32,44 г FeCl₃.
9. Сколько граммов карбоната натрия содержится в 500 мл 0,25 н. раствора?
10. Чему равна нормальная концентрация серной кислоты, если ее плотность равна 1,14 г/см³, а массовая доля в растворе 20%?

Лабораторная работа №

Методы определения чистоты вещества

Определение относительной плотности жидких веществ

Цель работы – научиться измерять плотность вещества ареометром и с помощью пикнометра, рассчитывать «водное число» и относительную плотность жидкостей, устанавливать степень чистоты исследуемых веществ.

Норма времени: 4 часа

Оборудование: набор ареометров; пикнометры (емкостью 1 или 5 мл); мерные цилиндры емкостью 100 – 250 мл; термометры; фильтровальная бумага; мерные стаканы емкостью 100 мл; пипетки; кристаллизаторы; аналитические весы; проволочные петли; полотенце или чистая тряпочка; термощкаф.

Реактивы: прокипяченная дистиллированная вода; этиленгликоль, глицерин, раствор желатина или другие исследуемые жидкости; спирт этиловый.

Опыт 1. Определение плотности этиленгликоля ареометром.

Опыт 2. Определение плотности этиленгликоля при помощи пикнометра.

Плотность с очень большой точностью определяется при помощи пикнометра емкостью 1 или 5 мл с использованием аналитических весов, являющихся одним из самых точных приборов. При этом данный метод требует определенных затрат времени.

Выполнение испытания.

А. Определение «водного числа» пикнометра.

Б. Определение плотности испытуемого вещества.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что такое плотность вещества?
2. Что называют относительной плотностью?
3. Перечислите виды плотности для сыпучих и пористых материалов.
4. Что такое рентгеновская плотность?
5. Как зависит плотность от температуры и давления?
6. В каких единицах измеряют плотность?
7. При какой температуре измеряют плотность?
8. Как изменяется плотность однородных веществ?
9. Как можно измерять относительную плотность?
10. Что называется денсиметрией?

11. Какой метод измерения относительной плотности является наиболее точным? Какой наиболее быстрым?

Лабораторная работа №

Первая аналитическая группа катионов. Частные реакции на катионы калия, натрия, аммония. Контрольная задача: анализ смеси катионов первой группы

Цель работы: осуществить на практике реакции открытия катионов первой аналитической группы; ознакомиться с элементами систематического анализа.

Норма времени: 4 часа.

Реактивы: соли: NaCl, KCl, NH₄Cl, NaHC₄H₄O₆, Na₃[Co(NO₂)₆], KH₂SbO₄ (0,5 н.), реактив Несслера; кислоты: HCl, H₂SO₄ (2 н.); гидроксиды: NaOH (2 н.); дистиллированная вода.

Посуда, оборудование: пробирки, стеклянные палочки, фарфоровые чашки, пипетки, стаканчики на 50 мл, универсальная индикаторная бумага, промывалки, предметные стекла, водяная баня, спиртовки, центрифуга.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какие вопросы решает качественный анализ?
2. Почему реакции между неорганическими веществами, проводимые «мокрым путем», приводят к открытию ионов?
3. Какие соединения называются групповыми реагентами?
4. По какому принципу в кислотно-основной системе классификации катионы разделены на шесть аналитических групп?
5. Почему первая аналитическая группа не имеет группового реагента?
6. Охарактеризуйте способность гидролизироваться солей калия, натрия, аммония.
7. Какое свойство солей аммония используется для удаления катионов аммония?
8. В какие цвета окрашивают пламя горелки летучие соли калия и натрия?

Примерное оформление контрольной задачи (контрольной лабораторной работы)

Лабораторная работа №

Анализ смеси катионов первой аналитической группы (контрольная задача 1)

Цель работы: провести качественный анализ контрольного раствора, содержащего смесь катионов I аналитической группы (K⁺, Na⁺, NH₄⁺).

Оборудование: штатив со стандартными и коническими мерными пробирками, стеклянные палочки с впаянными нихромовыми проволочками, набор мерных пипеток, стеклянные палочки, фарфоровые чашки для выпаривания, спиртовки, водяная баня, держалки, предметные стекла, микроскопы.

Реактивы: исследуемые растворы смеси катионов первой аналитической группы; модельные растворы.

Любой контрольный анализ смеси ионов проводится по определенной схеме. При проведении анализа катионов первой аналитической группы в первую очередь необходимо установить присутствие катионов аммония (NH₄⁺), так как они мешают открытию катионов калия и натрия (K⁺, Na⁺). Таким образом, схема проведения анализа имеет следующую последовательность:

1 – открытие ионов аммония → 2 – удаление ионов аммония → 3 – окрашивание пламени → 4 – открытие катионов калия → 5 – открытие ионов натрия.

Ход систематического анализа

8. Открытие ионов аммония. Ионы аммония можно открыть действием

едкой щелочи или реактивом Несслера (пробирочный метод).

2. Удаление ионов аммония.

3. Окрашивание пламени (предварительное испытание). Проводится по той же методике как в учебной лабораторной работе.

4. Открытие ионов калия реактивом гексанитритокобальтатом (III) натрия $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_3)_6]$.

5. Открытие катионов натрия с помощью дигидроантимоната калия KH_2SbO_4 в нейтральной или слабощелочной среде по лакмусовой бумаге.

Методические указания: после завершения экспериментальной работы анализа смеси катионов оформите ее в виде итоговой таблицы 1 на развернутом листе или выданном готовом бланке). Перед таблицей поместите схему анализа смеси ионов. По окончании оформления сделайте **вывод** о присутствии катионов первой аналитической группы в исследуемом растворе.

Таблица 1 – Результаты анализа смеси катионов I АГ

| Номер этапа в схеме анализа | Название этапа в схеме анализа | Условия проведения реакции | Аналитическая реакция | Наблюдаемый аналитический эффект | Заключение |
|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------|
| | | | | | |

Вопросы для контроля знаний

1. Способы выполнения химического анализа.
 2. Как классифицируются аналитические реакции?
 3. Основные характеристики дробного и систематического анализа.
 4. Какие существуют типы классификаций ионов, на каких признаках они основаны?
 5. Какие технические операции применяются в химическом анализе?
 6. Каким реактивом можно открыть K^+ .
 7. Почему нельзя открывать K^+ реактивом $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_3)_6]$ в щелочном или сильноокислом растворе? Составьте уравнения реакций едкой щелочи с $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_3)_6]$?
 8. Почему перед открытием K^+ необходимо удалить катионы аммония?
 9. Укажите характерные реакции обнаружения Na^+ .
 10. Почему открывать Na^+ реактивом KH_2SbO_4 можно только в нейтральной или слабощелочной среде?
- 8.** Указать характерные реакции на ион аммония NH_4^+ .

Лабораторная работа №

Вторая аналитическая группа катионов. Частные реакции на катионы серебра, ртути, свинца. Контрольная задача: анализ смеси катионов второй группы

Цель работы: осуществить на практике реакции открытия катионов второй аналитической группы; ознакомиться с элементами систематического анализа.

Норма времени: 3 часа.

Реактивы: соли: AgNO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 , K_2CrO_4 , KI (0,5 н.); кислоты: HCl , HNO_3 , CH_3COOH (2н.); гидроксиды: NaOH (2 н.), NH_4OH (10-15%); дистиллированная вода.

Посуда и оборудование: пробирки, спиртовки, стеклянные палочки, стаканчики на 50 мл, пипетки, промывалка, центрифуга.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Назовите катионы, относящиеся ко второй аналитической группе.
2. Почему катионы второй аналитической группы одинаково взаимодействуют с галогенид-ионами?
3. Какое свойство хлоридов свинца и серебра позволяет отделять их друг от друга?
4. С помощью каких реакций можно обнаружить катион серебра?
5. Какие реакции позволяют обнаружить катион свинца в растворе?

Лабораторная работа №

Третья аналитическая группа катионов. Частные реакции на катионы бария, стронция, кальция. Контрольная задача: анализ смеси катионов третьей аналитической группы

Цель работы: осуществить на практике реакции открытия катионов третьей аналитической группы; ознакомиться с элементами систематического анализа.

Норма времени: 3 часа.

Реактивы: соли: CaCl_2 , $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, BaCl_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CH_3COONa , K_2CrO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, Na_2CO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (0,5 н.); Na_2CO_3 (конц.); кислоты: H_2SO_4 , HCl , CH_3COOH (2н.); CH_3COOH (ледяная); гидроксиды: NaOH (2 н.), NH_4OH (10-15 %); Дистиллированная вода, ацетон.

Посуда и оборудование: пробирки, спиртовки, стеклянные палочки, водяная баня, центрифуга, микроскоп, предметные стекла, фильтровальная бумага.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какое химическое соединение является групповым реагентом для катионов третьей аналитической группы?
2. Почему химическая активность возрастает от кальция к барию?
3. Как изменяются растворимость солей этих элементов и основные свойства их гидроксидов от кальция к барию?
4. Будут ли гидролизиться соли, образованные катионами кальция, стронция, бария, и анионами слабых кислот? Напишите уравнение гидролиза.
5. Назовите растворимые и нерастворимые соли кальция, стронция и бария.
6. В какие цвета окрашивают пламя летучие соли кальция, стронция и бария?
7. Почему для того, чтобы не потерять катионы кальция в процессе анализа его осаждают серной кислотой с добавлением капель ацетона или спирта?

Лабораторная работа №

Четвертая аналитическая группа катионов. Частные реакции на катионы алюминия, хрома, цинка, олова. Контрольная задача. Анализ смеси катионов четвертой аналитической группы

Цель работы: осуществить на практике реакции открытия катионов четвертой аналитической группы; ознакомиться с элементами систематического анализа.

Норма времени: 6 часа.

Реактивы: соли: $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, AlCl_3 , $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, ZnCl_2 , CH_3COONa , Na_2CO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, AgNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, HgCl_2 ; кислоты: H_2SO_4 , HCl , CH_3COOH , H_2S ; гидроксиды: NaOH , NH_4OH ; ализарин, алюминон, 8-оксихинолин, ацетатный буферный раствор, дитизон, ЭДТА, дистиллированная вода.

Посуда и оборудование: пробирки, спиртовки, стеклянные палочки, водяная баня, центрифуга, микроскоп, предметные стекла, фильтровальная бумага.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Назовите групповой реагент катионов четвертой аналитической группы.
2. Какое соединение образуется при открытии катиона алюминия ализарином?
3. Какие ионы мешают открытию катиона алюминия ализарином?
4. Какими свойствами обладает внутриккомплексная соль, получаемая в результате открытия ионов алюминия алюминоном?
5. Какие реакции называются флуоресцентными?
6. Какое внутриккомплексное соединение образуется при реакции 8-оксихинолина с ионами алюминия?
7. Назовите частные реакции на катион хрома.
8. Какое соединение образуется при открытии катиона хрома этилендиаминтетраацетатом натрия (ЭДТА)?
9. Перечислите частные реакции на катион цинка.
10. Какие ионы мешают открытию иона цинка дитизоном?

Лабораторная работа №

Пятая аналитическая группа катионов. Реакции и ход анализа группы гидроксидов, нерастворимых в гидроксидах натрия и калия

Цель работы: осуществить на практике реакции открытия катионов пятой аналитической группы; ознакомиться с элементами систематического анализа.

Норма времени: 6 часов.

Реактивы: соли: FeCl_2 , FeCl_3 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, NH_4SCN , MgCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, AgNO_3 , SnCl_2 , KI , Na_2HPO_4 , BiCl_3 , SbCl_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$; основания: NaOH , KOH , NH_4OH ; кислоты: H_2SO_4 , CH_3COOH ; оксиды: PbO_2 ; Диметилглиоксим,

8-Оксихинолин, дитизон, металлы: цинк, олово, магний, железо, дистиллированная вода.

Посуда и оборудование: пробирки, спиртовки, стеклянные палочки, водяная баня, центрифуга, микроскоп, предметные стекла, фильтровальная бумага.

Лабораторная работа №

Анализ смеси катионов пятой аналитической группы.

Контрольная задача

Цель работы: осуществить на практике открытия катионов пятой аналитической группы в их смеси; ознакомиться с элементами систематического анализа.

Норма времени: 5 часов.

Реактивы: соли: FeCl_2 , FeCl_3 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, NH_4SCN , MgCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, AgNO_3 , SnCl_2 , KI , Na_2HPO_4 , BiCl_3 , SbCl_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$; основания: NaOH , KOH , NH_4OH ; кислоты: H_2SO_4 , CH_3COOH ; оксиды: PbO_2 ; Диметилглиоксим,

8-Оксихинолин, дитизон, металлы: цинк, олово, магний, железо, дистиллированная вода.

Посуда и оборудование: пробирки, спиртовки, стеклянные палочки, водяная баня, центрифуга, микроскоп, предметные стекла, фильтровальная бумага.

Вопросы для защиты лабораторных работ.

1. Какие катионы относятся к пятой аналитической группе?
2. Что является групповым реагентом открытия этих катионов?
3. перечислите частные реакции открытия катиона двухвалентного железа.
4. Какое соединение образуется при открытии катиона двухвалентного железа с помощью реактива Чугаева?
5. Перечислите частные реакции открытия катиона трехвалентного железа.
6. Условия образования осадка «берлинская лазурь».

7. Перечислите частные реакции открытия катиона марганца.
8. Назовите условия открытия иона марганца с помощью оксида свинца.
9. Перечислите частные реакции открытия катиона висмута.
10. Какое соединение образуется при открытии катиона висмута с помощью 8-Оксихинолина?
11. Перечислите частные реакции открытия катиона магния.
12. Опишите люминесцентную реакцию открытия катиона магния с помощью 8-Оксихинолина.
12. Перечислите частные реакции открытия катиона Sb^{3+} .
13. Опишите реакцию восстановления иона Sb^{3+} до металлической сурьмы.
14. Перечислите реакции открытия катиона Sb^{5+} .
15. Как можно открыть катион Sb^{3+} с помощью индикатора метиловый фиолетовый?

Лабораторная работа №

Шестая аналитическая группа катионов. Реакции и ход анализа группы гидроксидов, растворимых в избытке раствора аммиака

Цель работы: осуществить на практике реакции открытия катионов шестой аналитической группы; ознакомиться с элементами систематического анализа.

Норма времени: 5 часов.

Реактивы: соли: $CuCl_2$, $CdCl_2$, $NiCl_2$, $HgCl_2$, $CoCl_2$, $K_4[Fe(CN)_6]$, $Na_2S_2O_3$, $(NH_4)_2S$, KI , CuI , NH_4SCN , KNO_2 ; основания: KOH , $NaOH$, NH_4OH ; кислоты: HCl , HNO_3 .

Дитизон, металлические алюминий, железо и цинк, тиомочевина, эфир, ацетон, тетрородано (II) меркурат аммония, реактив Чугаева, дистиллированная вода.

Посуда и оборудование: пробирки, спиртовки, стеклянные палочки, водяная баня, центрифуга, микроскоп, предметные стекла, фильтровальная бумага.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какие катионы относятся к шестой аналитической группе?
2. Какой особенностью обладают эти катионы?
3. Перечислите частные реакции на катион двухвалентной меди.
3. Какое соединение образуется при открытии катиона двухвалентной меди с помощью дитизона?
4. Какие ионы мешают открытию катиона меди с помощью гексациано(II) феррата калия?
5. Перечислите частные реакции на катион двухвалентной ртути.
6. Особенности реакции взаимодействия катиона двухвалентной ртути с иодидом калия.
7. Какую реакцию называют реакцией Несслера?
8. Перечислите реакции открытия катиона одновалентной меди.
9. Опишите технику проведения реакции открытия катиона одновалентной меди с помощью нитрата двухвалентной ртути.
10. Перечислите частные реакции открытия катиона кадмия.
11. Запишите уравнение открытия катиона кадмия с помощью тиомочевины.
12. Особенности реакции открытия катиона кадмия с помощью дитизона.
13. Частные реакции открытия катиона кобальта.
14. Какие катионы мешают открытию катиона кобальта с помощью роданида аммония?
15. Опишите результату микрокристаллоскопической реакции открытия катиона кобальта с помощью тетрородано (II) меркурата аммония.
16. Перечислите частные реакции катиона никеля.
17. Какие соединения образует катион никеля с реактивом Чугаева?
18. Как можно обнаружить катион никеля в присутствии катионов железа (III), ко-

бальта (11) и меди (11)?

Лабораторная работа № Качественный анализ анионов первой аналитической группы

Цель работы: ознакомиться с реакциями открытия анионов первой аналитической группы.

Норма времени: 5 часов.

Реактивы: соли: Na_2SO_4 , BaCl_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, Na_2SO_3 , KmnO_4 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, Na_2CO_3 , Na_2HPO_4 , MgCl_2 , Na_2SiO_3 , NH_4NO_3 , NH_4Cl ; кислоты: HCl , HNO_3 , H_2SO_4 ; гидроксиды: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NH_4OH , KOH , NaOH .

Посуда и оборудование: пробирки, стеклянные палочки, предметные стекла, фильтровальная бумага, спиртовки, водяная баня.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Реакции открытия сульфат-иона.
2. Реакции открытия сульфит-иона.
3. Реакции открытия тиосульфат иона.
4. Реакции открытия фосфат-иона.
5. Реакции открытия силикат-иона.
6. Реакции открытия оксалат-ионов.
7. Реакции открытия хромат-и бихромат-ионов.
8. Реакции открытия карбонат-ионов.

Лабораторная работа № Качественный анализ анионов второй аналитической группы

Цель работы: ознакомиться с реакциями открытия анионов второй аналитической группы.

Норма времени: 4 часа.

Реактивы: соли: NaCl , AgNO_3 , KI , Na_2CO_3 , Zn , NaBr , Na_2S , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, CuSO_4 ; кислоты: HCl , HNO_3 , CH_3COOH , HI , H_2SO_4 ; гидроксиды: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NH_4OH , NaOH ; бензол, хлороформ.

Посуда и оборудование: пробирки, стеклянные палочки, предметные стекла, фильтровальная бумага, спиртовки, водяная баня.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Реакции хлорид-ионов.
2. Реакции бромид-ионов.
3. Реакции иодид-ионов.
4. Реакции сульфид-иона.
5. Для чего используют бензол при открытии бромид-ионов с помощью серной кислоты?
6. Какое соединение образуется при открытии сульфид-ионов с помощью нитропруссид натрия?

Лабораторная работа № Качественный анализ анионов третьей аналитической группы

Цель работы: ознакомиться с реакциями открытия анионов третьей аналитической группы.

Норма времени: 4 часа.

Реактивы: соли: FeSO_4 , NaNO_3 , NaNO_2 , KI , CH_3COONa , FeCl_3 ; кислоты: H_2SO_4 ,

CH₃COOH; основания: C₂H₅OH; дифениламин, сульфаниловая кислота, α-нафтиламин.

Посуда и оборудование: пробирки, стеклянные палочки, предметные стекла, спиртовки, водяная баня.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Реакции нитрат-иона.
2. Реакции нитрит-иона.
3. Реакции ацетат-иона.
4. Реакции роданид-иона.

Лабораторная работа №
Качественный анализ смеси анионов в растворе

Цель работы: ознакомиться с качественным анализом смеси анионов первой, второй и третьей аналитических групп.

Норма времени: 4 часа.

Реактивы.

Соли: Na₂SO₄, BaCl₂, Pb(NO₃)₂, Na₂SO₃, KmnO₄, Na₂S₂O₃, Na₂CO₃, Na₂HPO₄, MgCl₂, Na₂SiO₃, NH₄NO₃, NH₄Cl, NaCl, AgNO₃, KI, NaBr, Na₂S, Pb(NO₃)₂, CuSO₄, FeSO₄, NaNO₃, NaNO₂, KI, CH₃COONa, FeCl₃.

Кислоты: HCl, HNO₃, H₂SO₄; H₂SO₄; HCl, HNO₃, CH₃COOH, HI, H₂SO₄

Гидроксиды: Ca(OH)₂, NH₄OH, KOH, NaOH.

Бензол, хлороформ, этиловый спирт, дифениламин, сульфаниловая кислота, α-нафтиламин, металлический цинк.

Посуда и оборудование: пробирки, стеклянные палочки, предметные стекла, фильтровальная бумага, спиртовки, водяная баня.

Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Почему при открытии анионов дробный метод используют чаще, чем систематический?
2. Для чего при анализе анионов используют групповые реактивы?
3. В какую аналитическую группу входят анионы I и S²⁻? Какое химическое соединение является групповым реагентом для этой группы?
4. В какую аналитическую группу входят анионы CO₃²⁻ и SiO₃²⁻? Какое химическое соединение является групповым реагентом для этой группы?
5. В какую аналитическую группу входят анионы NO₃⁻ и NO₂⁻? Какое химическое соединение является групповым реагентом для этой группы?
6. Перечислите реакции открытия фосфат-иона.
7. Назовите реакции открытия хромат- и бихромат ионов.
8. Зависимость состояния аниона от водородного показателя среды.
9. Почему анионы изменяют состав при действии окислителей или восстановителей?
10. Анионы каких кислот гидролизуются в растворах?

5. Методические рекомендации по составлению планов – конспектов

Основные требования

План – конспект (опорный конспект) призван выделить главные объекты изучения, дать им краткую характеристику, используя символы, отразить связь с другими элементами. Основная цель опорного конспекта – графически представить осмысленный и структурированный информационный массив по заданной теме (проблема). В его составлении используются различные базовые понятия, термины, знаки (символы) — опорные сигналы.

Опорный конспект представляет собой систему взаимосвязанных геометрических фигур, содержащих блоки концентрированной информации в виде ступенек логической лестницы; рисунка с дополнительными элементами и др.

Для создания опорного конспекта необходимо: изучить информацию по теме, выбрать главные и второстепенные элементы; установить логическую связь между выбранными элементами; представить характеристику элементов в очень краткой форме; выбрать опорные сигналы для акцентирования главной информации и отобразить в структуре работы; оформить работу.

6. Методические рекомендации к подготовке к коллоквиуму

Коллоквиумом называется собеседование преподавателя и студента по заранее определенным контрольным вопросам. Целью коллоквиума является формирование у студента навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы. На коллоквиум выносятся крупные, проблемные, нередко спорные теоретические вопросы. Упор делается на монографические работы профессора-автора данного спецкурса. От обучающегося требуется:

- владение изученным в ходе учебного процесса материалом, относящимся к рассматриваемой проблеме;
- знание разных точек зрения, высказанных в научной литературе по соответствующей проблеме, умение сопоставлять их между собой;
- наличие собственного мнения по обсуждаемым вопросам и умение его аргументировать.

Коллоквиум – это не только форма контроля, но и метод углубления, закрепления знаний студентов, так как в ходе собеседования преподаватель разъясняет сложные вопросы, возникающие у студента в процессе изучения данного источника. Однако коллоквиум не консультация и не экзамен. Его задача добиться глубокого изучения отобранного материала, пробудить у студента стремление к чтению дополнительной социологической литературы.

Подготовка к коллоквиуму.

Подготовка к коллоквиуму начинается с установочной консультации преподавателя, на которой он разъясняет развернутую тематику проблемы, рекомендует литературу для изучения и объясняет процедуру проведения коллоквиума. Как правило, на самостоятельную подготовку к коллоквиуму студенту отводится 3-4 недели. Методические указания состоят из рекомендаций по изучению источников и литературы, вопросов для самопроверки и кратких конспектов ответа с перечислением основных фактов и событий, относящихся к пунктам плана каждой темы. Это должно помочь студентам целенаправленно организовать работу по овладению материалом и его запоминанию. При подготовке к коллоквиуму следует, прежде всего, просмотреть конспекты лекций и практических занятий и отметить в них имеющиеся вопросы коллоквиума. Если какие-то вопросы вынесены преподавателем на самостоятельное изучение, следует обратиться к учебной литературе, рекомендованной преподавателем в качестве источника сведений.

Коллоквиум проводится в форме индивидуальной беседы преподавателя с каждым студентом или беседы в небольших группах (2-3 человека). Обычно преподаватель задает несколько кратких конкретных вопросов, позволяющих выяснить степень добросовестности работы с литературой, проверяет конспект. Далее более подробно обсуждается какая-либо сторона проблемы, что позволяет оценить уровень понимания. По итогам коллоквиума выставляется дифференцированная оценка по пятибалльной системе.

7 Методические рекомендации для выполнения самостоятельной работы

Для успешного усвоения материала обучающийся должен кроме аудиторной работы заниматься самостоятельно. Самостоятельная работа является активной учебной деятельностью, направленной на качественное решение задач самообучения, самовоспитания и саморазвития. Самостоятельная работа обучающихся выполняется без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию и в специально отведённое для этого время. Условием эффективности самостоятельной работы обучающихся является ее систематическое выполнение.

Целью самостоятельной работы по учебной дисциплине является закрепление полученных теоретических и практических знаний по дисциплине, выработка навыков самостоятельной работы и умения применять полученные знания. Самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний и умений, комплекса профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала. Самостоятельная работа заключается в проработке тем лекционного материала, поиске и анализе литературы из учебников, учебно-методических пособий и электронных источников информации по заданной проблеме, изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку, подготовке к лабораторным работам, выполнению творческих индивидуальных работ.

Формой итогового контроля по дисциплине является экзамен. Обучающиеся получают допуск к экзамену только после выполнения всех видов самостоятельной работы предусмотренных рабочей программой дисциплины. Обучающиеся, не выполнившие все виды самостоятельной работы, являются задолжниками и к экзамену не допускаются.

8 Методические рекомендации к проведению занятий с использованием активных и интерактивных форм

Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования (ФГОС СПО) одним из требований к условиям реализации основных образовательных программ обязывает использовать в учебном процессе активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Внедрение активных и интерактивных форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки обучающихся.

Активные методы обучения – формы обучения, направленные на развитие у обучаемых самостоятельного мышления и способности квалифицированно решать нестандартные профессиональные задачи. Цель обучения – развивать мышление обучаемых, вовлечение их в решение проблем, расширение и углубление знаний и одновременное развитие практических навыков и умения мыслить, размышлять, осмысливать свои действия.

Интерактивное обучение – это специальная форма организации познавательной деятельности. Она имеет в виду вполне конкретные и прогнозируемые цели:

- повышение эффективности образовательного процесса, достижение высоких результатов;
- усиление мотивации к изучению дисциплины;
- формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся;
- формирование коммуникативных навыков;
- развитие навыков анализа и рефлексивных проявлений;
- развитие навыков владения современными техническими средствами и технологиями восприятия и обработки информации;

- формирование и развитие умения самостоятельно находить информацию и определять ее достоверность;
- сокращение доли аудиторной работы и увеличение объема самостоятельной работы студентов.

Интерактивные формы применяются при проведении аудиторных занятий, при самостоятельной работе обучающихся и других видах учебных занятий, а также при повышении квалификации.

| Типы занятий Методы/формы | Лекция | Лабораторные работы | Практические работы |
|------------------------------|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Методы проблемного обучения. | | Качественный анализ анионов первой аналитической группы | Расчет произведения растворимости, установление условий образования |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | осадка и растворения |
| Поисковый метод | Физико-химические константы для определения чистоты вещества. | | |

Проблемное обучение – организованный педагогом способ активного взаимодействия субъекта с проблемно-представленным содержанием обучения, в ходе которого он приобщается к объективным противоречиям научного знания и способам их решения. Учится мыслить, творчески усваивать знания.

Поисковый метод один из активных методов обучения, заключающийся в том, что изложение учебного материала преподносится как проблема, требующая от обучаемых самостоятельного разрешения или «открытия», которое нужно сделать им самим. Поисковый метод обеспечивает вовлечение учащихся в процесс самостоятельного приобретения знаний, сбора и исследования информации (см. также Поисковая учебная деятельность).

