

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Инженерно-физический факультет

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания для самостоятельной работы (часть 2)

для студентов направления подготовки

18.03.01 «Химическая технология»



Благовещенск

2023

ББК 24.4 я 73

А 64

Рекомендовано

учебно-методическим советом университета

Рецензенты:

Лескова С.А., кандидат химических наук, доцент кафедры химии и химической технологии Амурского государственного университета;

Пакурина А.П., доктор химических наук, профессор Дальневосточного государственного аграрного университета

Аналитическая химия. Методические указания для самостоятельной работы (часть 2): учеб. – метод. пособие / сост. В. И. Митрофанова. - Благовещенск: АмГУ, 2023. – 66 с.

Данное учебно-методическое пособие представляет собой методическое руководство к самостоятельной работе по дисциплине «Аналитическая химия» для студентов направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Методические указания включают различные формы самостоятельной работы и методические рекомендации по нескольким основным темам дисциплины: «Хроматографические методы анализа», «Гравиметрический и титриметрический анализ», «Методы спектрального анализа», «Электрохимические методы анализа».

Учебно-методическое пособие содержит тематический перечень лекционного материала и лабораторных работ, вопросы для собеседования и защите лабораторных работ, перечень вопросов к терминологическим диктантам, тестовые и расчетные задания. Также представлены тематика конспектов, вопросы к экзамену и литературные источники.

Представляемые рекомендации для самостоятельной работы студентов направлены на закрепление тех знаний, которые были получены на аудиторных занятиях, а также на развитие у студентов творческих навыков, умения в организации рабочего времени, поэтапное планирование подготовки материала по различным темам курса, и реализация запланированного в процессе реального времени обучения.

© Амурский государственный университет, 2023

© Митрофанова, В. И., составитель

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Тематика лекций.....	8
Методические рекомендации к составлению конспекта лекций.....	10
Вопросы для самоконтроля и собеседования по темам лекций.....	13
Примерная тематика лабораторных работ.....	17
Методические рекомендации для подготовки к выполнению лабораторных работ.....	19
Примерный перечень вопросов для допуска/защиты лабораторных работ.....	21
Методические рекомендации к выполнению проверочных работ.....	27
Примерный перечень вариантов различных форм самостоятельных работ.....	29
I Терминологические диктанты.....	29
II Тесты.....	54
III Расчетные задания.....	56
Методические рекомендации к составлению и оформлению конспектов.....	71
Методические рекомендации для подготовки к экзамену.....	73
Рекомендуемые литературные источники.....	77

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Аналитическая химия» (АХ) является базовой при подготовке бакалавров-технологов направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология» и необходима для дальнейшего освоения других дисциплин химико-технологического содержания: физической и коллоидной химии, органической химии, а также общей химической технологии, химии нефти и газов и мн. др. Учебный план для направления подготовки 18.03.01 определяет довольно большой объем времени на самостоятельную подготовку – чуть больше 50 % времени, предусмотренного на изучение «Аналитической химии». Соответственно учебному плану и РП дисциплины необходимо использовать разные формы самостоятельной работы по всему курсу.

Так как программа дисциплины АХ включает довольно обширный материал для изучения, поэтому предлагаемые методические указания являются 2 частью, которая включает в основном темы количественных методов анализа: «Хроматографические методы анализа», «Гравиметрический и титриметрический анализ», «Методы спектрального анализа», «Электрохимические методы анализа».

Самостоятельная работа обучающегося многогранна и реализуется без преподавателя, но подготовка ее складывается из умения именно самим обучающимся организовывать эту работу в целом и умения подготовиться к конкретному виду занятий.

В процессе самостоятельной работы студент решает следующие задачи:

- работает с лекционным материалом, осуществляет поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;
- выполняет домашние задания;
- изучает темы, вынесенные на самостоятельное освоение;
- готовится к терминологическим диктантам (ТД) и контрольным работам;
- работает над презентацией и докладом;
- осуществляет подготовку к зачету или экзамену.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР) направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса общепрофессиональных компетенций (ОПК), повышение творческого потенциала студентов.

Кроме того, самостоятельная работа студентов заключается в работе с электронными версиями учебников и монографий, знакомстве студентов с нормативной документацией и новинками технической литературы в Интернете.

Обучающийся должен сам организовать свою самостоятельную работу и сам определять ее эффективность (результат). Таким образом, для эффективной организации самостоятельной работы обучающийся должен правильно планировать ее. Прежде всего, необходимо учесть время учебной деятельности, которое состоит из времени аудиторных занятий и времени самостоятельной работы. Аудиторные занятия – это строго определенное время, тогда как самостоятельная работа распределяется студентом «несколько произвольно» с учетом своих возможностей и желаний. Немаловажное место в организации самостоятельной работы имеет организация рабочего места. Основные требования к рабочему месту: гигиенические (проветренное, с хорошим освещением, чистое); рабочее место должно быть постоянным, рациональным, удобным и со спокойной обстановкой.

Самостоятельная работа также базируется на рациональной организации смены учебной деятельности и отдыха, в том числе организации полноценного выходного дня «как у всех». После полутора- или двухчасовой работы необходим перерыв в 10-20 минут, со сменой вида деятельности.

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие *общепрофессиональные компетенции(ОПК)*:

- способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья (ОПК-4);
- способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по

заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные (ОПК-5).

В результате освоения дисциплины «Аналитическая химия» студент должен демонстрировать следующие результаты образования, определяемые стандартом специальности как индикаторы достижения общепрофессиональных компетенций:

- знает методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов (ИД-2_{ОПК-4});
- умеет рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства (ИД-6_{ОПК-4});
- владеет методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования (ИД-11_{ОПК-4});
- знает основные этапы качественного и количественного химического анализа (ИД-1_{ОПК-5});
- знает теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических (ИД-2_{ОПК-5});
- знает методы разделения и концентрирования веществ (ИД-3_{ОПК-5});
- знает методы метрологической обработки результатов анализа (ИД-4_{ОПК-5});
- знает методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных (ИД-5_{ОПК-5});
- умеет выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений (ИД-6_{ОПК-5});
- умеет применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента (ИД-7_{ОПК-5});

- владеет методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов (ИД-8_{ОПК-5});
- владеет методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов (ИД-9_{ОПК-5}).

ТЕМАТИКА ЛЕКЦИЙ

Модуль – Физико-химические методы анализа

№ п/п	Наименование темы занятия
1	2
1	Основы количественного анализа. Сущность гравиметрического анализа.
2	Сущность титриметрического анализа.
3	Кислотно-основное титрование.
4	Окислительно-восстановительное титрование.
5	Комплексометрическое титрование.
6	Осадительное титрование.
7	Хроматографические методы анализа.
8	Основы и сущность спектрального анализа.
9	Спектроскопия в видимой и УФ части спектра. Фотоэлектроколориметрия.
10	ИК-спектроскопия (спектроскопия в инфракрасной спектральной области).
11	Рефрактометрические методы анализа.
12	Общая характеристика электрохимических методов анализа.
13	Потенциометрия и потенциометрическое титрование.
14	Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К СОСТАВЛЕНИЮ КОНСПЕКТА ЛЕКЦИЙ

Лекция – это наиболее сложный вид деятельности, так как в очень ограниченное время необходимо осмыслить и законспектировать текст лектора (текст со слайдов на лекции-презентации), к которому, в отличие от учебника или первоисточника, нет возможности на лекции вернуться. Самый лучший вариант – это составление опорного конспекта. Конспектировать лекции обязательно, так как достаточно большую часть по теме читаемой лекции, лектор отдает студентам на самостоятельную проработку. Чтобы изучить эту часть материала самостоятельно студент должен иметь при доработке лекции конспект той ее части, которую давал лектор на лекции. Доработка материалов лекции по той или иной теме – элемент не только закрепления теоретического материала, но и подготовки к семинарским, практическим, лабораторным занятиям. Кроме того, доработка – это элемент повторения, рациональной работы с текстом по теме лекции и подготовки к зачетам и экзаменам.

Конспектирование как лекционного материала, так и материала, который необходимо освоить самостоятельно по литературным источникам является неотъемлемой формой работы в силу того, что в учебном процессе каждый студент сталкивается с необходимостью краткого изложения большого объема учебного материала.

При конспектировании нового материала реализуется следующее:

- развиваются навыки переработки информации, полученной в устном или письменном виде и придание ей сжатой формы;
- выработка умений выделить основную идею, мысль из первоисточника информации;
- формируются навыки составления грамотных, логичных, кратких тезисов;
- облегчается процесс запоминания текста.

При подготовке к лекции студенту рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предшествующей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) полезно просмотреть и предстоящий материал будущей лекции;
- 3) если задана самостоятельная проработка отдельных фрагментов темы прошлой лекции, то ее надо выполнить не откладывая;
- 4) психологически настроиться на лекцию.

В ходе лекционных занятий при конспектировании учебного материала необходимо обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Следует обратить внимание, на то что дословная запись текста не является конспектом. Только структурированный тезисный текст может называться таким. При конспектировании письменных источников необходимо обращать внимание на абзацы, их существование призвано облегчить восприятие текста и начало новой мысли автора. Важно учитывать также и то, что одна мысль может быть изложена в нескольких абзацах.

Высокую скорость конспектирования могут обеспечить сокращения (общепринятые, аббревиатуры, стрелочки, указывающие на логические связи, опорные слова, ключевые слова, схемы и т.д.).

Составление конспекта призвано облегчить запоминание текста. Рекомендуется после его составления прочесть зафиксированные тезисы несколько раз для полного их усвоения. Допускается подчеркивание тезисов, содержащих основные мысли, выделение их цветным маркером. Ясность, краткость, логическая связанность тезисов – основные характеристики конспекта.

Указания по конспектированию лекций:

- не нужно стараться записать весь материал, озвученный преподавателем.

Как правило, лектором делаются акценты на ключевых моментах лекции для начала конспектирования (тема, перечисляются основные вопросы темы);

- конспектирование необходимо начинать после высказывания главной мысли лектором, перед началом ее комментирования;

- выделение главных мыслей в конспекте другим цветом целесообразно производить вне лекции с целью сокращения времени на конспектирование на самой лекции; как правило, на более сложных моментах темы, формулировках законов и положений, необходимых схем реакций, принципиальных схем приборов по физико-химическому анализу и иного очень важного материала лектор обязательно остановится и порекомендует это точно записать;

- применение сокращений приветствуется;

- нужно избегать длинных и сложных рассуждений;

- дословное конспектирование отнимает много времени, поэтому необходимо опускать фразы, имеющие второстепенное значение;

- если в лекции встречаются неизвестные термины, лучше всего отметить на полях их существование, оставить место для их пояснения и в конце лекции задать уточняющий вопрос лектору.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ И СОБЕСЕДОВАНИЯ ПО ТЕМАМ ЛЕКЦИЙ

Химический количественный анализ.

Тема 1. Сущность гравиметрического анализа.

1. Сущность гравиметрического анализа и его классификация. Перечислите основные достоинства и недостатки метода.
2. Охарактеризуйте метод осаждения. Какие существуют требования к осаждаемой и гравиметрической (весовой) формам вещества?
3. Основные требования к выбору осадителя?
4. Что такое гравиметрический фактор и как его рассчитать?
5. На какие виды классифицируются осадки?
6. Какие существуют фильтры и по каким параметрам они классифицируются?
7. Чем отличаются условия осаждения кристаллических осадков от аморфных?
8. Поясните влияние одноименных ионов на растворимость осадка.

Тема 2. Сущность титриметрического анализа.

1. Какие стандартные растворы и индикаторы применяют при титровании в кислотно-основном методе (метод нейтрализации)?
2. Как готовят стандартные растворы кислот и оснований?
3. Как определить нормальность раствора едкой щелочи?
4. Почему применяют часто х. ч. буру (тетраборат натрия) при определении нормальности кислот?
5. Какие способы приготовления первичных стандартных растворов Вы знаете? Примеры первичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании.
6. Что такое вторичные растворы?
7. Что такое прямое титрование?
8. В чем сущность обратного титрования?

9. В каких координатах строят кривые кислотно-основного титрования?
10. Что такое вторичные стандартные растворы? Примеры вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании.
11. Как определить молярность раствора по его концентрации в процентах и по плотности?

Тема 3. Кислотно-основное титрование.

1. Что такое кислотно-основная реакция?
2. Что такое водородный и гидроксидный показатели?
3. Чему равно значение ионного произведения воды при 25 °С?
4. Дайте определение степени электролитической диссоциации.
5. Дайте определение гидролиза.
6. Приведите примеры гидролизующихся солей.
7. Что такое кислотно-основное титрование?
8. Назовите рабочие растворы метода кислотно-основного титрования.
9. Укажите исходные вещества для стандартизации щелочей.
10. Укажите вещества, используемые для установки титра кислот.
11. Что такое метод алкалометрии и ацидиметрии?
12. Что такое рН-индикаторы?
13. Приведите примеры кислотно-основных индикаторов.
14. Назовите теории, объясняющие действие кислотно-основных индикаторов.
15. Что такое хромофоры, ауксохромы?
16. Что такое показатель титрования (рТ)?
17. Что такое интервал перехода окраски индикатора?
18. Что такое кривая титрования в методе нейтрализации?
19. Что такое скачок на кривой титрования?
20. Назовите правило выбора индикатора в методе кислотно-основного титрования.

Тема 4. Комплексонометрическое титрование.

1. Охарактеризуйте метод комплексонометрии.
2. Что такое комплексоны? Приведите примеры.
3. Что такое металлоиндикаторы? Приведите примеры.
4. Приведите структурную формулу ЭДТА.
5. Какие вещества пригодны для стандартизации ЭДТА?
6. В каких условиях проводят определение кальция раствором трилона Б?
7. Объясните, с чем связано изменение окраски раствора при трилонометрическом определении общей жесткости воды?
8. Приведите примеры использования комплексонометрического титрования.
9. Почему комплексонометрическое титрование проводится в присутствии буферной смеси?

Тема 5. Осадительное титрование.

1. Что такое осадительное титрование?
2. Приведите примеры титрантов, применяемых в осадительном титровании.
3. Перечислите требования, предъявляемые к реакциям в осадительном титровании.
4. Что такое осадительные индикаторы?
5. Что такое металлохромные индикаторы?
6. Что такое адсорбционные индикаторы?

Тема 6. Окислительно-восстановительное титрование.

1. Что такое реакция окисления-восстановления?
2. Что такое окислительно-восстановительная пара?
3. Какое уравнение связывает величину равновесного потенциала с активностью реагирующих веществ в окислительно-восстановительной реакции?
4. Что такое стандартный электродный потенциал?
5. Что характеризует величина и знак стандартного окислительно-восстановительного потенциала?

6. Напишите уравнение Нернста и поясните значения всех входящих в него величин.
7. Укажите факторы, оказывающие влияние на величину реального (равновесного) потенциала.
8. Как влияет значение рН среды на величину потенциала?
9. Что такое методы редоксиметрии?
10. Какую реакцию называют индуцированной реакцией?
11. Какова роль катализатора в окислительно-восстановительной реакции?
12. Назовите способы фиксирования точки эквивалентности в методе редоксиметрии.
13. Приведите примеры индикаторов, специфически реагирующих с одной из форм окислительно-восстановительной пары.
14. Что такое редоксиндикаторы? Приведите примеры.
15. Что такое метод перманганатометрии?
16. Назовите первичные стандарты, применяемые для установления точной концентрации перманганата калия.
17. Охарактеризуйте окислительно-восстановительную способность пары йод/йодид-ион.
18. Назовите индикаторы, применяемые в йодометрии.
19. Почему крахмал прибавляют в самом конце титрования?
20. Охарактеризуйте метод дихроматометрии.

Тема 7. Хроматографические методы анализа.

1. В чем сущность хроматографического метода анализа?
2. Как классифицируют методы хроматографии?
3. Что определяет величина R_f ? С какими хроматографическими характеристиками она связана?
4. Дайте определения понятиям: «подвижная фаза», «неподвижная фаза», «элюент», «элюат», «константа распределения», «коэффициент распределения», «коэффициент разделения», «разрешение хроматографических пиков», «время удерживания», «удерживаемый объем».

5. Приведите принципиальную схему хроматографического прибора. Охарактеризуйте назначение его составных частей.
6. Охарактеризуйте методы обработки хроматограмм и количественного расчета в хроматографическом анализе: нормировки, внешнего стандарта, внутреннего стандарта.
7. Объясните особенности газоадсорбционной и газожидкостной хроматографии.
8. Какие требования предъявляются к неподвижным жидким фазам в газохроматографическом анализе?
9. Назовите различные варианты жидкостной хроматографии.
10. Объясните устройство, принцип работы и основные характеристики детекторов в жидкостной хроматографии.
11. Каковы преимущества двумерной хроматографии перед одномерной бумажной или ТСХ?
12. Как идентифицировать пятна органических соединений в методе ТСХ?
13. Как выполняют количественный анализ в методе ТСХ?
14. Как определяют R_f в методе БХ и ТСХ? От чего зависит величина R_f и какие условия нужно поддерживать постоянными при проведении эксперимента?
15. Как можно определить концентрации компонентов смеси после разделения методом БХ или ТСХ?

Тема 8. Основы и сущность спектрального анализа.

1. Поясните следующие термины: основное состояние, возбужденное состояние, поглощение, испускание, фотон, длина волны, частота, волновое число, спектральная линия, спектр поглощения, спектр испускания.
2. Для каких систем характерно появление: а) линейчатых, б) полосатых, в) сплошных спектров?
3. Перечислите достоинства и недостатки атомно-абсорбционного анализа по сравнению с атомно-эмиссионным.

4. Приведите примеры и охарактеризуйте сущность методов молекулярной спектроскопии.
5. Что служит критерием соблюдения основного закона светопоглощения? Какие причины вызывают отклонения от этого закона?
6. Приведите принципиальную схему спектрального прибора. Охарактеризуйте назначение его составных частей.
7. Перечислите используемые источники излучения в спектральных методах анализа в зависимости от конкретной области спектра.
8. Назовите способы определения концентрации вещества в спектральных методах анализа.

Тема 9. Спектроскопия в видимой и УФ части спектра.

Фотоэлектроколориметрия.

1. В чем сущность спектрофотометрических методов анализа?
2. В какой области спектра проводятся измерения в спектрофотометрии?
3. Сформулируйте основной закон светопоглощения.
4. Перечислите причины отклонений от основного закона светопоглощения в спектрофотометрии. Приведите конкретные примеры.
5. Что определяет коэффициент пропускания, оптическая плотность?
6. Представьте закон Бугера–Ламберта–Бера в математической форме – в экспоненциальной и логарифмической; в чем преимущество второй формулы?
7. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? От каких факторов он зависит?
8. Что означает свойство аддитивности оптической плотности?
9. Как зависят оптическая плотность и пропускание от концентрации вещества?
10. Чем определяется выбор оптического прибора и толщина кюветы для измерения оптической плотности и пропускания раствора?
11. Для чего используются светофильтры в фотометрии?

12. Что используют в качестве монохроматоров в фотометрии?
13. В чем сущность метода градуировочного (калибровочного) графика и каковы его особенности?

Тема 10. ИК-спектроскопия (спектроскопия в инфракрасной спектральной области).

1. Поясните происхождение ИК-спектров.
2. Какие виды колебаний атомов выделяют в молекулах при воздействии ИК излучения?
3. Почему полосы поглощения в ИК-области более узкие, чем в видимой и ультрафиолетовой?
4. Изобразите схему диспергирующего ИК-спектрометра и принцип его работы.
5. От чего зависит, в какой области ИК-спектра будет находиться полоса поглощения той или иной связи? Что такое область “отпечатков пальцев” и область функциональных групп?
6. Почему спектрофотометрия в УФ- и видимой области спектра обычно используется для количественного определения веществ, в то время как ИК-спектроскопия - для обнаружения и идентификации?
7. Каким образом может проводиться идентификация неизвестного вещества методом ИК-спектроскопии?
8. Почему в ИК-спектроскопии избегают работать с водными растворами?
9. Почему ИК-спектрометрия имеет ограниченное применение в анализе?

Тема 11. Рефрактометрические методы анализа.

1. На чем основан рефрактометрический анализ?
2. Дайте определение показателя (коэффициента) преломления.
3. Чем отличаются абсолютный и относительный показатели преломления? Какие факторы влияют на значение показателя преломления?
4. Какова зависимость показателя преломления от концентрации и плот

вещества?

5. Что такое дисперсия света? В какой области длин волн дисперсия максимальна?
6. Для каких характеристик вещества служит показатель преломления?
7. Сформулируйте закон преломления Снеллиуса.
8. Что такое молярная и удельная рефракция молекул, каков их физический смысл?
9. В чем сущность правила аддитивности молярных рефракций?
10. Какую информацию дает молярная рефракция, для каких целей она может быть использована?
11. Перечислите основные рабочие узлы рефрактометра.
12. Какие функции выполняют осветительная и измерительная призмы?
13. Какова методика количественного анализа с помощью калибровочного графика?

Тема 12. Общая характеристика электрохимических методов анализа.

1. Какие методы анализа называют электрохимическими? Что такое электрохимическая ячейка, электрод? Какую функцию выполняют электрод индикаторный и электрод сравнения?
2. Что такое ионометрия? Какие методы расчёта концентрации вещества в данном методе анализа Вам известны?
3. Опишите классификацию электрохимических методов анализа в зависимости от измеряемого параметра.
4. Какие законы лежат в основе электрохимических методов анализа?

Тема 13. Потенциометрия и потенциометрическое титрование.

1. В чем сущность потенциометрического метода анализа?
2. Что такое равновесный потенциал? В каком режиме должна электрохимическая ячейка при измерении равновесного потенциала?

3. Опишите принцип работы хлоридсеребряного и каломельного электродов.
4. Как устроен мембранный (ионселективный) электрод?
5. Какими способами можно найти конечную точку титрования в потенциометрии?
6. Опишите устройство и принцип работы стеклянного рН-чувствительного электрода. Какую операцию необходимо провести со
7. Опишите устройство и принцип работы стеклянного рН-чувствительного электрода. Какую операцию необходимо провести со стеклянным электродом, который хранился в сухом виде? Почему данный электрод перед работой необходимо градуировать по стандартным буферным растворам? Чем обусловлена погрешность измерения рН с помощью стеклянного электрода в сильноокислых ($\text{pH} < 0$) и щелочных ($\text{pH} > 10-11$) растворах?

Тема 14. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование.

1. В чем сущность кондуктометрического метода анализа?
2. Для чего предназначены кондуктометры?
3. От каких факторов: а) температура; б) концентрация иона; в) природа иона; г) скорость перемешивания раствора зависит подвижность иона в растворе?
4. Какая зависимость положена в основу кондуктометрического титрования?
5. Какой вид имеют кривые кондуктометрического титрования для реакций: а) кислотно-основного взаимодействия; б) осаждения; в) комплексообразования?
6. В чем различие прямой и косвенной кондуктометрии? Какой метод более селективен? Почему?
7. В силу каких причин происходит резкое изменение электропроводности в точке эквивалентности?

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ п/п	Тема занятия	Форма отчетности и контроля*
1	2	3
1	Правила техники безопасности при проведении лабораторных исследований в аналитических лабораториях. Противопожарная безопасность. Гравиметрический анализ. Определение бария в хлориде бария.	Сб ОЛР
2	Гравиметрический анализ. Определение содержания железа (III) в растворе его соли.	ОЛР, ТД
3	Контрольная лабораторная аналитическая задача № 1. (Гравиметрический анализ промышленного продукта по нормативному документу по заданию преподавателя).	КЛАЗ
4	Хроматографический анализ. Разделение и обнаружение катионов методом одномерной бумажной хроматографии.	ОЛР, ТД
5	Хроматографический анализ. Определение меди в растворе сульфата меди методом колоночной ионообменной хроматографии.	ОЛР, Т
6	Титриметрический анализ. Установление нормальности щелочи по щавелевой кислоте	ОЛР
7	Титриметрический анализ. Определение содержания карбоната натрия в растворе методом кислотно-основного титрования.	ОЛР, ТД
8	Титриметрический анализ. Определение содержания кальция, магния и общей жесткости воды методом комплексонометрического титрования.	ОЛР, ТД
9	Титриметрический анализ. Окислительно-восстановительное титрование. Определение содержания железа (II) в растворе соли Мора (метод перманганатометрии).	ОЛР
10	Титриметрический анализ. Окислительно-восстановительное титрование. Определение процентного содержания нитрита (метод йодометрии).	ОЛР
11	Титриметрической анализ. Осадительное титрование.	
12	Определение процентного содержания хлоридов (метод аргентометрии).	ОЛР, Т
13	Контрольная лабораторная аналитическая задача № 2. (Титриметрический анализ промышленного продукта по нормативному документу по заданию преподавателя).	КЛАЗ
14	Определение меди в растворе сульфата меди методом колоночной ионообменной хроматографии.	ОЛР
15	Определение меди и цинка в растворе методом колоночной ионообменной хроматографии.	ОЛР, ТД

1	2	3
15	Разделение смеси катионов методом одномерной бумажной хроматографии.	ОЛР, Т
16	Фотоэлектроколориметрический анализ. Определение содержания железа с сульфосалициловой кислотой.	ОЛР, ТД
17	Определение содержания свинца в различных видах топлива методом ФЭК по методикам государственных стандартов.	ОЛР
18	Фотометрическое определение содержания никеля в сточных водах.	ОЛР
19	Контрольная лабораторная аналитическая задача № 3. (Совместный фотоколориметрический и хроматографический анализ по заданию преподавателя).	КЛАЗ
20	Рефрактометрический анализ. а) Определение показателя преломления и концентрации растворенного вещества в растворах сахарозы (глюкозы или другого сахара). б) Определение коэффициента преломления органических растворителей и его зависимости от плотности.	ОЛР, ТД
21	Определение фактора показателя преломления раствора хлорида кальция или бромида калия рефрактометрическим методом.	ОЛР
22	Потенциометрия (рН-метрия). Определение водородного показателя и степени гидролиза солей прямым потенциометрическим методом.	ОЛР
23	Потенциометрия (рН-метрия). Потенциометрическое титрование. Определение хлороводородной и борной кислот в их смеси методом потенциометрического титрования.	ОЛР, ТД
24	Контрольная лабораторная аналитическая задача № 4. (Потенциометрический анализ промышленного продукта по нормативному документу по заданию преподавателя).	КЛАЗ
25	Кондуктометрическое титрование сильной кислоты, слабой кислоты, смеси сильной и слабой кислот сильной щелочью.	ОЛР, Т
26	Контрольная лабораторная аналитическая задача № 5. (Кондуктометрический анализ промышленного продукта по нормативному документу по заданию преподавателя).	КЛАЗ

*Сокращения: Т – тест, ОЛР – отчет по лабораторной работе, КЛАЗ – контрольная лабораторная аналитическая задача, ТД – терминологический диктант, Сб – собеседование.

МОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Выполнение лабораторных работ будет способствовать формированию у студентов экспериментальных навыков работы с химическим оборудованием и приборами, посудой и реактивами, умений правильно проводить наблюдения за физико-химическими экспериментами и фиксацией аналитических сигналов, закреплению полученных теоретических знаний. Лабораторная работа – это, по сути, учебное научное исследование, выполнение которого в свою очередь позволит студентам одновременно овладевать и первичными научно-исследовательскими навыками, применяя их в дальнейшем при подготовке курсовых и других видов практических работ. Перечень тем лабораторных работ обусловлен требованиями подготовки бакалавров данного направления подготовки и программой курса, а также наличием приборного обеспечения, оборудования и реактивов, необходимых для их проведения.

Теоретический материал поможет студентам освоить и закрепить основополагающие законы явлений, определяющих появление аналитического сигнала в том или ином процессе и способы его регистрации, а также методические принципы проведения химического и физико-химического анализа.

При подготовке к выполнению лабораторной работы необходимо:

- изучить основной и дополнительный материал по теме работы;
- тщательно разобраться в описании работы, изучить реактивы и разобраться с посудным и приборным оборудованием, с которым придется работать, уяснить требования техники безопасности при работе с реактивами и оборудованием;
- оформить требуемую часть лабораторной работы, если необходимо подобрать математические формулы и провести предварительные расчеты данных;
- подготовить ответы на все вопросы, записанные в лабораторном практикуме для допуска к выполнению лабораторной работы и дальнейшего оформления отчета.

Студент должен уяснить, что кроме навыков работы с реактивами и оборудованием, эта подготовка помогает ему формировать свойства личности, необходимые исследователю: аккуратность, методичность, точность, внимательность и пунктуальность в работе.

Студенты, не выполнившие перечисленные требования к лабораторной работе не допускаются.

Отчет по выполненной лабораторной работе оформляется в отдельной тетради (так называемый лабораторный журнал) и должен содержать следующие части:

- номер и тему лабораторной работы;
- цель работа;
- перечень реактивов и оборудования;
- ход работы в зависимости от темы может включать описание по этапам

выполнение с указанием условий проведения и результатов наблюдений, написания если необходимо химических реакций или их схем, рисунков/схем установок для проведения анализа, либо табличный вариант оформления (например, работы по качественному анализу);

- корректный вывод по работе с интерпретацией результатов.

Оформленный отчет по лабораторной работе сдается преподавателю на проверку и если получает положительный отзыв и оценку, то работа считается зачтенной. Если работа оценена на неудовлетворительно, студент обязан переоформить или при небольших замечаниях исправить работу и сдать повторно на проверку.

Студенты, пропустившие лабораторную работу обязаны ее отработать и сдать отчет.

Студенты не выполнившие учебный план по лабораторному практикуму к зачету (с оценкой) не допускаются.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ДОПУСКА/ЗАЩИТЫ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Подготовка к допуску для выполнения лабораторной работы и далее к ее защите предусматривает работу с контрольными вопросами. Студент должен повторить лекционный материал, прочитать дополнительно рекомендованные преподавателем литературные источники, интернет-источники и составить ответ на предлагаемые контрольные вопросы.

Тема: Гравиметрический анализ.

1. Дайте определение метода гравиметрического анализа. В чем недостатки метода.
2. Охарактеризуйте метод осаждения. Какие существуют требования к осаждаемой и гравиметрической (весовой) формам вещества?
3. Основные требования к выбору осадителя?
4. Что такое гравиметрический фактор и как его рассчитать?
5. Перечислите основные этапы проведения гравиметрического анализа.
6. Перечислите требования к осаждаемой форме.
7. Перечислите требования к гравиметрической форме.
8. Для чего проводится периодический контроль на полноту осаждения и промывания?
9. Что такое декантация?
10. На какие виды классифицируются осадки?
11. Чем отличаются условия осаждения кристаллических осадков от аморфных?
12. Поясните влияние одноименных ионов на растворимость осадка.

Тема: Титриметрический анализ.

Кислотно-основное титрование.

1. Какие стандартные растворы и индикаторы применяют при титровании в кислотно-основном методе (метод нейтрализации)?

2. Как готовят стандартные растворы кислот и оснований?
3. Как определить нормальность раствора едкой щелочи?
4. Что такое стандартизация раствора?
5. Что выражает титр раствора? Напишите формулы расчета титра и титра по определяемому веществу.
6. Перечислите требования к реакциям в титриметрическом анализе
7. Почему применяют часто х. ч. буру (тетраборат натрия) при определении нормальности кислот?
8. Какие способы приготовления первичных стандартных растворов Вы знаете? Приведите примеры первичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании.
9. Что такое прямое титрование?
10. В чем сущность обратного титрования?
11. В каких координатах строят кривые кислотно-основного титрования?
12. Что такое вторичные стандартные растворы? Примеры вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании.
13. Как определить молярность раствора по его концентрации в процентах и по плотности?

Комплексонометрическое титрование.

1. В чем сущность комплексонометрического титрования (КМТ)?
2. Перечислите методы комплексонометрического титрования и дайте им краткую характеристику.
3. Охарактеризуйте комплексоны. Какие титранты используют в комплексонометрии?
4. Укажите особенности действия металлохромных индикаторов и дайте их краткую характеристику.
5. В чем заключается принцип построения кривой титрования комплексонометрического титрования.

6. Охарактеризуйте особенности титрования определения кальция и магния и общей жесткости воды КМТ?
7. Какие условия состояния среды следует соблюдать при титровании кальция и магния в совместном присутствии?

Осадительное титрование.

1. В чем сущность осадительного титрования? Перечислите требования к реакциям в осадительном титровании.
2. По какому принципу классифицируются методы осадительного титрования? Перечислите основные методы, их особенности.
3. В чем сущность аргентометрии? Какие вещества применяют в методе Мора в качестве титранта, индикатора?
4. Каковы особенности тиоцианатометрии? Укажите область применения метода Фольгарда.
5. В каких координатах строят кривые осадительного титрования? Как рассчитывают концентрацию ионов в разные моменты титрования?
6. Какие типы индикаторов применяют в осадительном титровании? Опишите механизм их действия.
7. Каковы источники ошибок в осадительном титровании? Укажите способы расчета погрешностей титрования.

Окислительно-восстановительное титрование.

1. В чем сущность окислительно-восстановительного титрования (ОВТ)? Какие существуют недостатки в методе ОВТ?
2. Что такое редокс-потенциал? Какое значение имеют редокс-потенциалы для управления реакциями окисления-восстановления?
3. На чем основано перманганатометрическое титрование восстановителей?
4. На чем основано дихроматометрическое титрование восстановителей?
5. В преимущества и недостатки дихромата калия перед перманганатом калия?

6. Какие индикаторы используют в ОВТ? Что такое редокс-индикаторы?
7. На чем основано йодометрическое определение восстановителей, окислителей и кислот?

Тема: Хроматографический анализ.

Бумажная распределительная хроматография.

1. Каковы преимущества двумерной хроматографии перед одномерной бумажной или ТСХ?
2. Как идентифицировать пятна органических соединений в методе ТСХ?
3. Как выполняют количественный анализ в методе ТСХ?
4. Как определяют R_f в методе БХ и ТСХ? От чего зависит величина R_f и какие условия нужно поддерживать постоянными при проведении эксперимента?
5. Как можно определить концентрации компонентов смеси после разделения методом БХ или ТСХ?
6. Как выполняется качественный анализ с помощью плоскостных вариантов хроматографии – БХ и ТСХ?
7. Какими способами проба анализируемой смеси веществ вводится в хроматографическую установку в бумажной хроматографии?
8. Почему в методе ТСХ необходимо герметически закрывать камеру с растворителем и пластинкой во время подъема фронта растворителя?
9. Как обнаруживают и идентифицируют компоненты на бумажных и тонкослойных хроматограммах?
10. Каковы области применения, достоинства и недостатки тонкослойной хроматографии?

Ионообменная колоночная хроматография.

1. В чем сущность хроматографического метода анализа?
2. Как классифицируют методы хроматографии?

3. Что определяет величина R_f ? С какими хроматографическими характеристиками она связана?
4. Сущность и особенности колоночной хроматографии?
5. В чем сущность ионообменной хроматографии?
6. Приведите примеры катионитов и анионитов. Где их используют?
7. С какой целью в лабораторной работе применяли сульфат меди?
8. Какой вид ионита использовали в экспериментальной колонке?
9. Как определяется количество ионов меди, поглощенных ионитом?
10. Как подготовить ионообменную смолу к работе?
11. Что такое «обменная емкость» ионита, в каких единицах измеряется?
12. Зависит ли селективность ионообменника от его емкости?
13. В чем преимущество ионообменной хроматографии в отличии от плоскостной (бумажной)?
14. Как восстановить (регенерировать) хроматографическую ионообменную колонку (ИОК) для работы?
15. Как провести деионизацию воды с помощью ионообменников? Напишите уравнения реакций.
16. Каковы области применения, достоинства и недостатки ионообменной хроматографии?

Тема: Спектральные методы анализа.

Фотоэлектроколориметрический анализ

1. В чем сущность спектрофотометрических методов анализа?
2. В какой области спектра проводятся измерения в спектрофотометрии?
3. Сформулируйте основной закон светопоглощения.
4. Перечислите причины отклонений от основного закона светопоглощения в спектрофотометрии. Приведите конкретные примеры.
5. Что определяет коэффициент пропускания, оптическая плотность?
6. Представьте закон Бугера–Ламберта–Бера в математической форме

– в экспоненциальной и логарифмической; в чем преимущество второй формулы?

7. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения?
8. От каких факторов он зависит?
9. Что означает свойство аддитивности оптической плотности?
10. Как зависят оптическая плотность и пропускание от концентрации вещества?
11. Чем определяется выбор оптического прибора и толщина кюветы для измерения оптической плотности и пропускания раствора?
12. Для чего используются светофильтры в фотометрии?
13. Что используют в качестве монохроматоров в фотометрии?
14. В чем сущность метода градуировочного (калибровочного) графика и каковы его особенности?

Рефрактометрический анализ.

1. На чем основан рефрактометрический анализ?
2. Дайте определение показателя (коэффициента) преломления.
3. Чем отличаются абсолютный и относительный показатели преломления? Какие факторы влияют на значение показателя преломления?
4. Какова зависимость показателя преломления от концентрации и плотности вещества?
5. Что такое дисперсия света? В какой области длин волн дисперсия максимальна?
6. Для каких характеристик вещества служит показатель преломления?
7. Сформулируйте закон преломления Снеллиуса.
8. Что такое молярная и удельная рефракция молекул, каков их физический смысл?
9. В чем сущность правила аддитивности молярных рефракций?
10. Какую информацию дает молярная рефракция, для каких целей она может быть использована?

11. Перечислите основные рабочие узлы рефрактометра.
12. Какие функции выполняют осветительная и измерительная призмы?
13. Какова методика количественного анализа с помощью калибровочного графика?

Тема: Электрохимические методы анализа.

Потенциометрия (рН-метрия).

1. Какова природа происхождения аналитического сигнала в электрохимических методах анализа?
2. В чем сущность потенциометрического метода анализа?
3. Какого рода определения можно проводить с помощью потенциометрического анализа?
4. Каково устройство: а) водородного электрода; б) хлорсеребряного электрода; в) стеклянного электрода; г) каломельного электрода.
5. Каковы функции индикаторного электрода и электрода сравнения?
6. Перечислите основные требования к индикаторному электроду и электроду сравнения.
7. Причины возникновения погрешностей при измерении рН стеклянным электродом и их основные источники.
8. Перечислите основные требования по уходу за электродами.
9. В чем заключается подготовка рН-метра к работе?
10. Что такое водородный и гидроксильный показатели? Как они связаны с концентрацией катионов водорода и гидроксид-ионов?
11. В чем заключается сущность потенциометрического титрования?
12. Для чего используются кривые титрования в потенциометрии? Как определяется точка эквивалентности в потенциометрическом титровании?
13. В координатах каких показателей потенциометрического титрования кривые титрования дают более точную информацию?

Кондуктометрия.

1. В чем сущность кондуктометрического метода анализа?
2. Для чего предназначены кондуктометры?
3. От каких факторов: а) температура; б) концентрация иона; в) природа иона; г) скорость перемешивания раствора зависит подвижность иона в растворе?
4. Какая зависимость положена в основу кондуктометрического титрования?
5. Какой вид имеют кривые кондуктометрического титрования для реакций: а) кислотно-основного взаимодействия; б) осаждения; в) комплексообразования?
6. Для чего определяется постоянная электрохимической ячейки в кондуктометрии?
7. Будет ли отличаться кривая кондуктометрического титрования слабой кислоты от кривой титрования сильной кислоты?
8. В чем различие прямой и косвенной кондуктометрии? Какой метод более селективен? Почему?
9. В силу каких причин происходит резкое изменение электропроводности в точке эквивалентности?
10. В чем преимущества и недостатки прямой кондуктометрии?
11. Каковы преимущества кондуктометрического титрования перед другими титриметрическими методами?
12. Каковы достоинства кондуктометрического титрования?

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРОВЕРОЧНЫХ РАБОТ

Проверочные работы выполняют контролирующую роль при оценке знаний по изученным темам дисциплины. Существует несколько разных форм проверочных работ – это контрольные письменные работы, короткие самостоятельные письменные работы, тесты, домашние индивидуальные работы и пр.

Цель проверочной работы – проверка понимания и степени освоения пройденного материала. С помощью промежуточной контрольной работы проверяется усвоение материала в период изучения темы. Контрольные работы разделяются на три основных вида: это теоретические вопросы, либо решение задач, либо смешанная. Итоговая контрольная работа проводится с целью проверки знаний и умений по отдельной теме, курсу.

Тест (Т) – это инструмент, состоящий из выверенной системы тестовых заданий, стандартизированной процедуры проведения и заранее спроектированной технологии анализа результатов учебных достижений, изменение которых возможно в процессе систематического обучения.

Домашняя индивидуальная работа или Расчетно-графическая работа (ДИЗ/РГР) призвана систематизировать знания, позволяет повторить и закрепить материал. При ее выполнении нет жесткого ограничения временем в отличие от выполнения, например, теста. Тем не менее на выполнение домашней индивидуальной работы отводится определенное время исполнения в зависимости от сложности работы, количества работ в семестре, например, две недели или больше. Можно использовать любые учебные пособия, проконсультироваться у преподавателя, родителей, одноклассников. Каждому выдается свой вариант работы, в который могут включаются задачи, теоретические и практические вопросы.

При подготовке к любой форме проверочных работ необходимо по лекциям, рекомендованным литературным источникам подготовиться: прочитать теоретический материал по заданной теме или темам, прорешать типовые задачи, разобраться с написанием химических реакций и условиями их проведения, выучить термины, законы и положения. Заранее подготовить титульные листы, так при выполнении необходимо сосредоточиться на решении заданий.

Надо быть спокойным и уверенным в своих знаниях и в дальнейшем будет проще сдать итоговый экзамен или зачет.

Терминологический диктант (ТД) – эта форма контроля, включающая основные, ключевые термины, понятия и определения, встречающиеся в каждой теме и определяющие особенности содержания темы. Для подготовки к ТД необходимо повторить лекционный материал по соответствующей теме, выучить ключевые определения, формулы, классификации и пр. материал.

Контрольная лабораторная аналитическая задача (КЛАЗ) – форма контроля полученных навыков и умений в проведении анализа, обработки результатов анализа и формулировки глубокого и корректного вывода по полученным результатам. Для подготовки к выполнению КЛАЗ необходимо (тема заранее известна) повторить этапы анализа по учебной лабораторной работе, обязательно ознакомиться с подобной методикой в нормативном документе, рекомендованном преподавателем.

ПРИМЕРЫ ВАРИАНТОВ

РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

I Терминологические диктанты

Тема: Титриметрический анализ

1. Определение титрования.
2. Определение титра раствора.
3. Определение титранта.
4. Классификация типов титрования.
5. Определение точки эквивалентности ($T_э$).
6. Способы приготовления титрантов.
7. Способы установления точки эквивалентности.
8. Определение фиксанал.
9. Требования к реакциям в титриметрическом анализе.
10. Кривые титрования (зависимость рН от объема титранта; информация – $T_э$, выбор индикатора).

Тема: Гравиметрический анализ

1. Определение гравиметрического анализа.
2. Перечислите группы методов гравиметрического анализа.
3. Перечислите последовательность проведения гравиметрического анализа.
4. Требования к осаждаемой форме (ОФ).
5. Требования к весовой форме (ВФ).
6. Перечислите недостатки гравиметрического анализа.

Тема Хроматографические методы анализа

1. Определение хроматографии.
2. Виды хроматографии по технике (способу) выполнения.
3. Что используют в качестве подвижной фазы в бумажной хроматографии?
4. Что используют в качестве неподвижной фазы в бумажной хроматографии?
5. Как определяются зоны распределения катионов в бумажной хроматографии?
6. Природа ионита в ионно-обменной хроматографии.
7. Какой ионит используется в лабораторной работе?
8. Каким методом определяется количество исследуемого вещества в колоночной ионно-обменной хроматографии?
9. Что понимают под регенерацией ионно-обменной хроматографической колонки?
10. Что можно использовать в качестве адсорбентов в методах хроматографии?

Тема: Спектроскопические методы анализа

Фотозлектроколориметрия

1. чем основан фотометрический анализ?
2. Запишите закон Бугера-Ламберта-Бера в логарифмической и экспоненциальной форме.
3. От чего зависит светопоглощение раствора, т.е. оптическая плотность?
4. Как определяется толщина раствора?

5. В чем физический смысл молярного коэффициента поглощения ϵ ?
6. Что используется для монохроматизации света в ФЭК?
7. Что используется в качестве раствора сравнения контрольного раствора, нулевого при ФЭК измерениях?
8. С помощью какого узла прибора происходит превращение световой энергии в электрическую в ФЭКе?
9. Для чего строится калибровочный (градуировочный) график?
10. Что необходимо для построения калибровочного (градуировочного) графика?

Рефрактометрия

1. Что такое рефракция? Рефрактометрия?
2. Определение показателя преломления.
3. Чем отличаются абсолютный и относительный показатели преломления (n)?
4. Факторы, влияющие на величину показателя преломления (n)?
5. Закон преломления Снеллиуса.
6. Формула определения показателя преломления (n_x) при измерениях с известным значением показателя преломления (n_n) призмы.
7. Как зависит показатель преломления от плотности?
8. Достоинства метода рефрактометрии.
9. Направления применения метода.
10. Что такое молярная рефракция?

II Тесты

Правила техники безопасности в аналитической лаборатории

1. В химико-аналитической лаборатории химику на кожу попал раствор щелочи. Чем нужно промыть пораженное место после того, как щелочь смыли большим количеством воды?
 - а. 1 – 2 % раствором натрия гидрокарбоната.
 - б. 3% раствором перекиси водорода.

- в. 50% раствором уксусной кислоты.
- г. 3% раствором таннина.
- д. 1 – 2 % раствором уксусной кислоты.

Ответ: д.

2. В химико-аналитической лаборатории химику на кожу попал концентрированный раствор кислоты. Пораженное место промыли водой и раствором натрия гидрокарбоната. Какой концентрации раствор натрия гидрокарбоната использовали?

- а. 2% б. 33% в. 30% г. 13% д. 0,03%

Ответ: а.

3. В химико-аналитической лаборатории химику в глаза попали брызги натрия гидроксида. Какой раствор необходимо использовать после того, как глаза промыли большим количеством воды?

- а. раствор натрия карбоната.
- б. 3% раствор натрия гидрокарбоната.
- в. насыщенный раствор борной кислоты.
- г. 3% раствором серной кислоты.
- д. 3% раствором уксусной кислоты.

Ответ: в.

4. В химико-аналитической лаборатории химику в глаза попали брызги кислоты. Какой раствор необходимо использовать после того, как глаза промыли большим количеством воды?

- а. 1 – 2 % раствором натрия гидрокарбоната.
- б. 3% раствор натрия гидрокарбоната.
- в. 3% раствором таннина.
- г. 1% раствором соляной кислоты.

Ответ: б.

5. В химико-аналитической лаборатории химик получил сильный термический ожог на руке. Как необходимо поступить в данной ситуации?

- а. Обожженное место смазать глицерином или приложить вату, смоченную спиртом.
- б. Опустить руку в емкость с холодной водой.
- в. Поднести руку под проточную холодную воду.
- г. Наложить вату или марлю, смоченную 3% р-ром кислоты.
- д. Наложить вату или марлю, смоченную 3% р-ром танина.

Ответ: а.

7. В химико-аналитической лаборатории химику на кожу попал бром. Как необходимо поступить в данной ситуации?

- а. Пораженное место смазать глицерином или приложить вату, смоченную спиртом.
- б. На пораженный участок кожи наложить вату, смоченную перекисью водорода.
- в. Наложить вату или марлю на пораженный участок кожи, смоченную 3% р-ром танина.
- г. Немедленно обмыть пораженный участок кожи каким-нибудь растворителем - спиртом, бензолом, бензином и т. д. и смазать глицерином или мазью от ожогов.

Ответ: г.

Титриметрический анализ

1. Укажите какая среда должна быть при аргентометрическом титровании галогенидов по методу Фольгарда:

- А. нейтральная или слабощелочная
- Б. азотнокислая
- В. уксуснокислая
- Г. щелочная

2. Укажите какой индикатор используется в методе йодометрии:

- А. фенолфталеин
- Б. крахмал
- В. калия хромат

Г. эозинат натрия

3. В методе комплексонометрии используют индикатор:

А. метиловый-оранжевый

Б. фенолфталеин

В. хромовый темно-синий

Г. метиловый оранжевый + метиленовая синь

4. Дополнить:

а) из фиксаналов готовят растворы с точной концентрацией

б) титр показывает содержание массы вещества в 1 см³ раствора

5. При титровании протаргола по методу Фольгарда используют индикатор:

А. бромфеноловый синий

Б. тимолфталеин

В. железоаммонийные квасцы

Г. хромат калия

Д. эозинат натрия

6. Укажите какой индикатор используется в методе нейтрализации:

А. метиловый оранжевый

Б. бромфеноловый синий

В. мурексид

Г. железо-аммониевые квасцы

7. Какой реактив надо прибавить к исследуемому раствору для создания необходимой среды при количественном определении по методу комплексонометрии:

А. кислота хлористоводородная

Б. кислота азотная

В. кислота серная разбавленная

Г. натрия гидроксид

Д. аммиачно-буферный раствор

8. Индикатор аргентометрического титрования по методу Мора:

А. эозинат натрия

Б. дифенилкарбазон

В. хромат калия

9. При нитритометрическом титровании используют внутренний индикатор:

А. фенолфталеин

Б. кристаллический фиолетовый

В. тропеолин

Г. тимолфталеин

10. Установите соответствие:

- | | |
|--|---|
| 1) исходные вещества метода алкалиметрии | А. $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_4$, $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ |
| 2) рабочие растворы метода алкалиметрии | Б. HCl , H_2SO_4 |
| 3) исходные вещества ацидиметрии | В. KOH , NaOH |
| 4) рабочие растворы метода ацидиметрии | Г. $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, Na_2CO_3 |

Ответ: 1 – А; 2 – В; 3 – Г; 4 – Б.

Хроматографический анализ

1. По технике проведения хроматографирования выделяют следующие виды хроматографии:

- а. Аналитическая; б. Колоночная; в. Распределительная;
г. Тонкослойная.

2. По расположению неподвижной фазы выделяют хроматографию:

- а. Колоночную б. Бумажную в. Препаративную
г. Аналитическую д. Плоскостную

3. За счет чего происходит разделение смеси веществ на компоненты в бумажной осадочной хроматографии?

а. За счет сил адсорбции

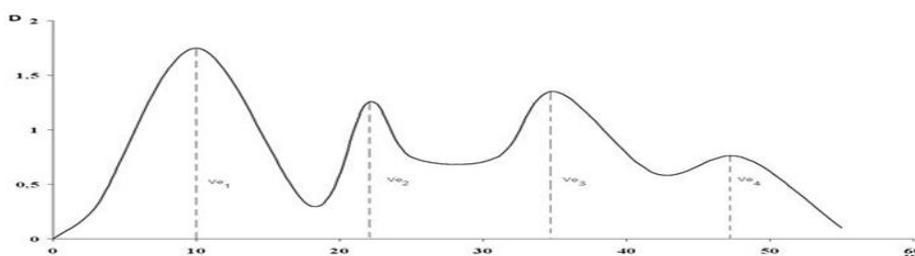
б. За счет образования осадков с различающимися произведениями растворимости

в. За счет образования ионных связей компонентов с неподвижной фазой

г. За счет разных коэффициентов диффузии компонентов на поверхности неподвижной фазы

4. В газовой хроматографии применяются следующие типы колонок:
- а. Насадочные
 - б. Ионообменные
 - в. Капиллярные
 - г. Металлические

5. Что можно сказать об эффективности и селективности колонки и условий хроматографирования смеси четырех компонентов по представленной хроматограмме?



- а. Высокие эффективность и селективность
 - б. Высокая селективность, но низкая эффективность
 - в. Низкая селективность, но высокая эффективность
 - г. Низкие эффективность и селективность
6. За счет чего происходит разделение смеси веществ на компоненты в ионообменной хроматографии?
- а. За счет сил адсорбции
 - б. За счет образования осадков с различающимися произведениями растворимости
 - в. За счет образования ионных связей компонентов с неподвижной фазой
 - г. За счет разных коэффициентов диффузии компонентов на поверхности неподвижной фазы
7. Максимальное количество ионов, которое может связать ионообменник, определяется показателем:
- а. Индексом удерживания;
 - б. Селективностью;
 - в. Обменной емкостью;
 - г. Удельным коэффициентом.
8. При пропускании хлорида натрия через катионообменник (H^+ - форма) из него будут вытеснены ионы:
- а. Na^+ ;
 - б. H^+ ;
 - в. OH^- ;
 - г. Cl^- .

Спектральные методы анализа

1. Аналитическим сигналом является:
 - а) выпадение осадка;
 - б) изменение окраски;
 - в) изменение электропроводности;
 - г) появление люминесценции;
 - д) все перечисленные варианты верны
2. Химическим методом анализа является:
 - а) кондуктометрия;
 - б) гравиметрия;
 - в) рефрактометрия;
 - г) фотоэлектроколориметрия;
 - д) рентгеноструктурный анализ
3. Спектральный метод, основанный на использовании видимого диапазона длин волн, называется:
 - а) ИК-спектроскопия;
 - б) радиоспектроскопия;
 - в) ЯМР-спектроскопия;
 - г) УФ-спектроскопия;
 - д) фотометрия
4. Метод определения оптической плотности веществ называется:
 - а) рефрактометрия;
 - б) вискозиметрия;
 - в) фотоэлектроколориметрия;
 - г) гравиметрия;
 - д) хроматография
5. Рефрактометрия – это метод определения:
 - а) коэффициента отражения;
 - б) коэффициента пропускания;
 - в) показателя преломления;

- г) коэффициента распределения;
 - д) водородного показателя
6. Спектр поглощения вещества представляет собой зависимость плотности раствора от...
- а) длины волны
 - б) молярной концентрации вещества
 - в) титра раствора
 - г) толщины поглощающего слоя
7. Согласно основному закону светопоглощения зависимость между оптической плотностью и концентрацией поглощающего вещества является...
- а) прямо пропорциональной;
 - б) обратно пропорциональной;
 - в) логарифмической;
 - г) степенной.
8. Интенсивность света, выходящего из раствора, в 10 раз меньше интенсивности падающего света. Оптическая плотность раствора равна:
- а) 0,01 б) 0,1 в) 0,5 г) 1,0.

Электрохимические методы анализа

1. Не относится к электрохимическим методам анализа...
- а) кондуктометрия
 - б) полярография
 - в) флуориметрия
 - г) электрогравиметрия
2. В состав кондуктометрической ячейки входит...
- а) универсальный электрод
 - б) хлоридсеребряный электрод
 - в) платиновый электрод
 - г) фторселективный электрод
3. Электродом называют систему, состоящую из находящихся в контакте с другом...

- а) двух различных металлов
 - б) проводника электрического тока первого рода и проводника электрического тока второго рода**
 - в) двух проводников электрического тока первого рода
 - г) двух растворов различных электролитов
4. В качестве электрода полярографических методах анализа применяют...
- а) ртутный капающий электрод
 - б) стеклянный рН-чувствительный электрод**
 - в) хингидронный электрод
 - г) хлоридсеребряный электрод
5. В процессе измерений потенциал электрода сравнения должен...
- а) монотонно увеличиваться
 - б) монотонно уменьшаться
 - в) оставаться постоянным**
 - г) либо увеличиваться, либо уменьшаться
6. Аналитическим сигналом в потенциометрии является...
- а) сила тока
 - б) ЭДС гальванического элемента**
 - в) количество электричества
 - г) сопротивление или электропроводность
7. Относится к индикаторным электродам относятся
- а) каломельный
 - б) фторидселективный**
 - в) хлоридсеребряный
 - г) стеклянный рН-чувствительный электрод
8. Прямые потенциометрические измерения, в которых используются ионоселективные электроды, называются
- а) потенциометрическим титрованием с ионоселективным электродом
 - б) ионометрией**
 - в) амперометрией

г) кулонометрией.

Контрольная работа по теме: «Физико-химические методы анализа»

Вопрос	Варианты ответов	Количество правильных ответов
1. К физико-химическим методам анализа относятся:	а) нейтрализация б) комплексонометрия в) рефрактометрия г) эмиссионный спектральный анализ д) потенциометрический анализ е) поляриметрический анализ	5
2. Рефрактометрический анализ относится к методам:	а) оптическим б) электрохимическим в) хроматографическим	1
3. В основе рефрактометрического метода лежит:	а) способность растворов проводить электрический ток; б) способность атомов и молекул поглощать электромагнитное излучение; в) способность различных веществ по-разному преломлять проходящий свет.	1
4. На рефрактометре определяют:	а) оптическую плотность; б) показатель преломления; в) рН раствора	1
5. В основе абсорбционного спектрального анализа лежит:	а) закон светопоглощения; б) закон Бугера – Ламберта - Бера; в) закон эквивалентов.	2
6. В абсорбционном спектральном анализе применяют приборы:	а) фотоэлектроколориметр б) пламенный фотометр в) спектрофотометр	2
7. На ФЭКе определяют:	а) оптическую плотность; б) показатель преломления; в) рН раствора	1
8. На ФЭКе можно провести анализ веществ:	а) окрашенных; б) неокрашенных; в) органических; г) неокрашенных веществ, если их можно окрасить с помощью химической реакции.	2
9. Стандартные растворы – это:	а) растворы, с точно известной концентрацией; б) рабочие растворы; в) растворы, содержащие все компоненты, кроме определяемого вещества.	2

10. Растворы сравнения это:	а) растворы, с точно известной концентрацией; б) рабочие растворы; в) растворы, содержащие все компоненты, кроме определяемого вещества.	1
11. В основе поляриметрического метода анализа лежит:	а) способность атомов и молекул поглощать электромагнитное излучение; б) изучение поляризованного света; в) способность различных веществ по-разному преломлять проходящий свет	1
12. Поляризованным лучом называют:	а) луч, колебания которого совершаются в одной плоскости; б) луч, колебания которого совершаются в перпендикулярной плоскости; в) луч, колебания которого совершаются в параллельной плоскости	1
13. Оптиически-активными веществами называются:	а) неорганические; б) способные вращать плоскость поляризации; в) неспособные вращать плоскость поляризации	1
14. На поляриметре определяют:	а) рН раствора; б) оптическую плотность; в) показатель преломления; г) угол вращения	1
15. К оптиически-активным веществам относятся:	а) сахар б) глюкоза в) хлорид натрия г) пенициллин	3
16. В основе эмиссионного спектрального анализа лежит:	а) способность атомов в возбуждённом состоянии излучать энергию; б) способность атомов и молекул поглощать электромагнитное излучение; в) способность многих веществ реагировать с бромом.	1
17. На пламенном фотометре можно определить:	а) металлы; б) неметаллы; в) кислоты; г) щёлочи	1
18. Горючей смесью для пламенного фотометра является:	а) водород – кислород; б) углерод – азот; в) пропан – бутан.	1

19. Сколько элементов можно определить на пламенном фотометре:	а) меньше 10; б) 18 элементов; в) свыше 30.	1
20. Светофильтры в приборах предназначены для:	а) выбора узкой полосы волн из широкого спектра излучения; б) выбора широкой полосы волн из широкого спектра излучения.	1
21. Фотоэлементы необходимы:	а) для преобразования света в электромагнитное излучение; б) для преобразования световой энергии в электрическую.	1
22. В основе потенциометрического метода анализа лежит:	а) измерение потенциала электродов погружённых в раствор; б) зависимость между составом вещества и его свойствами; в) измерение длины волны.	1
23. Для измерения потенциала электродов необходима система:	а) из 3 электродов; б) из 2 электродов; в) из 4 электродов.	2
24. Система для измерения электродного потенциала состоит из:	а) индикаторный электрод; б) температурный электрод; в) электрод сравнения; г) ртутный электрод.	3
25. Индикаторный электрод должен быть:	а) не чувствителен к ионам, находящимся в растворе; б) чувствителен к ионам, находящимся в растворе.	1
26. В качестве электрода сравнения используют:	а) стеклянный; б) ртутный; в) водородный; г) каломельный.	1
27. В электрод сравнения для контакта с ионами, добавляют:	а) NaOH; б) HgCl; в) KCl	1
28. Потенциометрический метод относится:	а) оптическим методам; б) хроматографическим методам; в) электрохимическим методам.	1

Примеры вариантов расчетных проверочных работ

Гравиметрический и титриметрический анализ

Задание 1.

1. Вычислите нормальность раствора соляной кислоты, если титр его равен 0,003592 г/мл.
2. Определите содержание бария (ω , %) в хлориде бария, если масса гравиметрической формы ($m_{г.ф}$) после прокаливания составила 0,3431 г, масса

навески (m_n) безводного хлорида бария 0,3569 г, гравиметрический фактор (F) 0,5884.

Задание 2.

1. Вычислите нормальность раствора серной кислоты, если титр его равен 0,005909 г/мл.
2. Какое количество сплава (m_n) нужно взять для определения в нем свинца (Pb) в виде сульфата свинца ($PbSO_4$), если по ГОСТу содержание свинца в сплаве составляет 65-67 % (по массе)? Так как осадок сульфата свинца очень тяжелый можно принять за массу гравиметрической формы ($m_{г.ф.}$) 0,5 г.

Задание 3.

1. Вычислите нормальность раствора гидроксида натрия, если титр его равен 0,005671 г/мл.
2. Определите содержание хрома (ω , %) в оксиде хрома (III), если масса гравиметрической формы ($m_{г.ф.}$) после прокаливания составила 0,2915 г, масса навески (m_n) безводного хлорида бария 0,3118 г, гравиметрический фактор (F) 0,6813.

Задание 4.

1. Вычислите нормальность раствора гидроксида калия, если титр его равен 0,005700 г/мл.
2. Определите содержание серебра (ω , %) в нитрате серебра, если масса гравиметрической формы ($m_{г.ф.}$) после прокаливания составила 0,3622 г, масса навески (m_n) нитрата серебра 0,3756 г, гравиметрический фактор (F) 0,4596.

Задание 5.

Методом комплексонометрического титрования определяют содержание кальция и магния в воде.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, допускаемое расхождение между которыми не должно превышать 2%.

В результате проведенного анализа были получены следующие результаты: $A_1(\text{Ca}^{2+}) = 25,3 \%$; $A_2(\text{Ca}^{2+}) = 26,2 \%$; $B_1(\text{Mg}^{2+}) = 19,4\%$; $B_2(\text{Mg}^{2+}) = 18,7\%$. Результат измерения представить в виде $\bar{x} \pm \Delta$, %, где $\pm \Delta = 0,01 \cdot \bar{x}$, при доверительной вероятности $P = 0,95$, \bar{x} – среднее арифметическое значение двух параллельных определений, %. Определите общую жесткость воды по формуле: $Ж = A + B$.

Задание 6.

Определите общую жесткость воды, если при использовании метода комплексонометрического титрования на 100 мл исследуемой воды было истрачено 8,5 мл 0,1н раствора трилона Б. Поправочный коэффициент трилона Б принять равным 1,05. Установлено, что 1 мл 0,1н раствора трилона Б соответствует 0,1 мг-экв ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} .

Задание 7.

1. При определении содержания серы в угле навеску воздушно-сухой пробы массой 0,2750 г сожгли в токе кислорода, и выделившийся газ пропустили через раствор перекиси водорода. Образовавшуюся серную кислоту оттитровали 12,6 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией $T(\text{NaOH}/S) = 0,0001446$ г/мл. Вычислите массовую долю серы (%) в воздушно-сухой пробе.

2. Проба воздушно-сухого угля содержит примерно 5% (масс.) влаги. Какую навеску угля следует взять для определения влажности методом высушивания, если изменение в массе осадка до и после высушивания должно быть примерно 0,1 г?

Задание 8.

1. Какое количество сплава (мн) нужно взять для определения в нем свинца (Pb) в виде сульфата свинца (PbSO_4), если по ГОСТу содержание свинца в сплаве составляет 65-67 % (по массе)? Так как осадок сульфата свинца очень тяжелый, можно принять за массу гравиметрической формы (мг.ф.) 0,5 г.

2. При определении общей жесткости воды комплексометрическим методом на титрование 200 мл исследуемой воды пошло 5,5 мл 0,1н раствора трилона

Б. Вычислить общую жесткость воды (в мг-экв/л), если установлено, что 1 мл 0,1н раствора трилона Б соответствует 0,1 мг-экв ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . Поправочный коэффициент трилона Б принять равным 1,05.

Хроматографический анализ

Задание 1.

Что называют теоретической тарелкой в хроматографии? Что характеризует число теоретических тарелок?

При проверке хроматографической колонки были получены следующие параметры: $t_R = 25$ мин, пик имеет форму распределения Гаусса и ширину 40 сек. Найдите число теоретических тарелок.

Задание 2.

При проведении анализа разделения катионов Ni^{2+} , Co^{2+} , Pb^{2+} методом бумажной хроматографии получили следующее значение L , равное пройденному растворителем ($L = 12$ см); соответствующие хроматографические параметры R_f для каждого катиона известны: 0,13 (Ni^{2+}), 0,54 (Co^{2+}), 0,70 (Pb^{2+}). Определите положение каждого катиона на хроматограмме для последующего их «проявления», рассчитав значения I , которое равно пройденному расстоянию каждым катионом.

Задание 3.

Каждый пик на хроматограмме характеризуют временем удерживания. В чем физический смысл времени удерживания:

- а) время пребывания компонента А в подвижной фазе
- б) время пребывания компонента А в неподвижной фазе
- в) скорость прохождения растворенного вещества А через колонку (V_A)
- г) скорость прохождения элюента через колонку (V_n).

Определите исправленное время удерживания, если время прохождения элюента (t_m) равно 15 мин, а время прохождения зоны растворенного вещества (t_s) составляет 1 час.

Задание 4.

При проведении хроматографирования методом газожидкостной хроматографии максимум пика вещества А появился через 15 минут после введения образца в колонку, ширина пика (w) составила 24,2 с, высота колонки (H) 40,2 см. Рассчитайте число теоретических тарелок (N).

Поясните, какова роль числа теоретических тарелок в колоночной хроматографии. В выше указанном методе хроматографии, исходя из агрегатных состояний фаз, определите, что является подвижной и неподвижной фазой.

Фотометрический анализ

Задание 1.

Однородные слои одного и того же вещества одинаковой толщины поглощают одну и ту же долю падающей на них световой энергии (при постоянной концентрации растворенного вещества) – это закон ...

- а) Менделеева-Льюиса б) Бугера-Ламберта
в) Бугера-Ламберта-Бера г) Бера

Напишите математическое выражение этого закона в логарифмической форме. Определите оптическую плотность раствора, если интенсивность света, выходящего из раствора, в 100 раз меньше интенсивности падающего света. Какой прибор используют для определения оптической плотности окрашенного раствора? Опишите процедуру согласования кювет перед проведением анализа на таком приборе и укажите допустимую погрешность.

Задание 2.

Оптическая плотность раствора прямо пропорциональна концентрации растворенного вещества при постоянной толщине слоя – это закон ...

- а) Бугера-Ламберта в) Бера
г) Бугера-Ламберта-Бера д) Льюиса-Бренстеда

Напишите математическое выражение этого закона и определите концентрацию исследуемого раствора, если длина кюветы равна 2 см, молярный коэффициент поглощения равен $3,2 \cdot 10^2 \text{ л} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$, оптическая плотность этого раствора равна 0,27. Какой прибор используют для определения

оптической плотности окрашенного раствора? Что можно использовать в качестве раствора сравнения в фотоспектрометрии?

Задание 3.

Методом фотометрии определяется массовая концентрация железа с сульфосалициловой кислотой, например, в питьевой воде.

После построения градуировочного графика и фотометрирования подготовленных двух аналитических проб питьевой воды с сульфосалициловой кислотой были получены следующие значения массовой концентрации железа (с), найденные по градуировочному графику (мг/л): $c_1 = 0,026$; $c_2 = 0,028$. Объем (V) пробы раствора, взятой для анализа 10 мл; и 50 мл – это объем, до которого разбавлена проба. Формула расчета массовой концентрации железа (X) в анализируемой пробе воды, мг/л: $X = (c \cdot 50) / V$. За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных измерений, допустимое расхождение между которыми не должно превышать 25 % при массовой концентрации железа на уровне предельно допустимой (не более 3 мг/л согласно нормативным требованиям). Результат округляют до двух значащих цифр. Результат измерения представить в виде $\bar{x} \pm \Delta$, мг/л при доверительной вероятности $P = 0,95$, где $\pm \Delta = 0,25 \cdot \bar{x}$, \bar{x} – среднее арифметическое значение двух параллельных определений, мг/л.

Задание 4.

1. При определении содержания алюминия в растворе фотометрическим методом получили для испытаний следующие значения оптической плотности:

$$A_1 = 0,178$$

$$A_2 = 0,180$$

Определите содержание алюминия X, мг/л,

$$X = \frac{A}{b}$$

где A – значение оптической плотности,

b – коэффициент градуировочной характеристики, равный 0,8.

Результат определения представьте в виде $X_{cp.} \pm \Delta$, где

$X_{\text{ср.}}$ – среднее арифметическое двух параллельных определений, полученных в условиях повторяемости при выполнении условия:

$$200|X_1 - X_2| \leq r(X_1 + X_2), \text{ где}$$

r – значение повторяемости по таблице 1;

Δ – границы доверительного интервала абсолютной погрешности измерений массовой концентрации алюминия, мг/л, при доверительной вероятности $P = 0,95$, рассчитываемые по формуле:

$$\Delta = 0,01 \cdot \delta \cdot X_{\text{ср.}}$$

где δ – границы доверительного интервала относительной погрешности измерений массовой концентрации алюминия, по таблице 1.

Числовое значение результата измерений должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и абсолютное значение характеристики погрешности измерений.

Абсолютное значение погрешности измерений представляют двумя значащими цифрами, если первая цифра не превышает трех. В остальных случаях оставляют одну значащую цифру.

Таблица 1

Диапазон измерений массовой концентрации алюминия, мг/л	Предел повторяемости (относительное значение допустимого расхождения между двумя результатами, полученными в условиях повторяемости, при $P = 0,95$), г, %	Показатель точности (границы относительной погрешности при $P = 0,95$), $\pm \delta$, %
от 0,04 до 0,15 включ.	34	35
св. 0,15 до 0,56 включ.	20	20

Рефрактометрический анализ

Задание 1.

Представьте алгоритм проведения рефрактометрического анализа определения показателя преломления исследуемого раствора вещества.

Показатель преломления исследуемого раствора глюкозы равен 1,3472, воды – 1,3330, фактор показателя преломления – 0,00142 (при 20 °С). Определите содержание глюкозы в растворе (%).

Задание 2.

Определить концентрацию этиленгликоля в воде, если показатель преломления этиленгликоля 1,4318, воды – 1,3333, а раствора – 1.367. Ответ: 35 %.

Задание 2.

Определить содержание этилового спирта ($n = 1,3613$), если показатель в глицерине ($n = 1,4744$), если показатель преломления смеси равен 1,4210. Ответ: 57 %.

Потенциометрический анализ

Задание 1.

При ориентировочном титровании с потенциометрической индикацией точки эквивалентности были получены следующие результаты:

Объем титранта, мл	1	2	3	4	5	6	7
ЭДС, мВ	550	520	490	390	290	260	230

Укажите с точностью до 1 мл объем титранта, соответствующий точке эквивалентности: а) 2 б) 3 в) 4 г) 5. Поясните свой ответ.

Задание 2.

Методом потенциометрического титрования титруемая кислотность (X) исследуемого сока определяется в расчете на преобладающую кислоту в процентах как среднее арифметическое двух параллельных определений, относительное расхождение между которыми не должно превышать 5 % (при $P = 0,95$).

Титруемая кислотность яблочного сока для двух параллельных определений составила $X_1 = 1,78$; $X_2 = 1,75$. Определите кислотность (X) яблочного сока по полученным данным.

Результат измерения представьте в виде $\bar{x} \pm \Delta$, %, где $\pm \Delta = 0,01 \cdot 3 \cdot \bar{x}$, при доверительной вероятности $P = 0,95$, \bar{x} – среднее арифметическое значение двух параллельных определений, %.

Составьте алгоритм подготовки рН-метра к работе.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К СОСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНСПЕКТОВ

Конспект – это текст, представляющий собой запись, включающую выписки, тезисы, схемы, планы. А в переводе с латыни конспект означает «обзор».

Связующей основой становится логическая цепочка, которая соединяет все сокращения и все части записей. Конспектирование – это свертывание текста, в процессе которого не просто отбрасывается маловажная информация, но сохраняется, переосмысливается все то, что позволяет через определенный промежуток времени автору конспекта развернуть до необходимых рамок конспектируемый текст без потери информации. При этом используются сокращения слов, аббревиатуры, опорные слова, ключевые слова, формулировки отдельных положений, формулы, таблицы, схемы, позволяющие развернуть содержание конспектируемого текста. В практике вузовского обучения довольно часто для освоения ряда теоретических вопросов, которые невозможно рассмотреть на лекции из-за большого объема материала, предлагается изучить самостоятельно по рекомендованным литературным источникам и законспектировать.

Для составления тематического конспекта следует:

- осуществить подбор необходимой и рекомендованной литературы, наглядных пособий и иных учебных материалов;
- составить сложный план тематического конспекта, постоянно имея в виду конечную цель своей работы по изучению и осмыслению данной проблемы.

Для грамотного написания конспекта необходимо:

1. Записать название конспектируемого произведения (или его части) и его выходные данные.
2. Осмыслить основное содержание текста, дважды прочитав его.

3. Составить план - основу конспекта.

4. Конспектируя оставить место (широкие поля) для дополнений, заметок, записи незнакомых терминов и имен, требующих разъяснений.

5. Помнить, что в конспекте отдельные фразы и даже отдельные слова имеют более важное значение, чем в подробном изложении.

6. Применять определенную систему подчеркивания, сокращений, условных обозначений.

8. Соблюдать правила цитирования - цитату заключать в кавычки, давать ссылку на источник с указанием страницы.

Конспектировать разрешается в отдельных тетрадях или в лекционной. Планом семестра определяются сроки сдачи конспектов на проверку преподавателю.

№ п/п	Темы для самостоятельного конспектирования
1	Характеристика гель-фильтрационной хроматографии.
2	Радиометрические методы анализа (анализ радионуклеидного состава).
3	Сущность элементного анализа.
4	Масс-спектрометрические методы анализа (МСМА)
5	Нефелометрия. Поляриметрия. Турбидиметрия (СМА).
6	Атомная спектрометрия. Эмиссионный спектральный анализ (ЭСА).
7	Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ (РСФА).
8	Рентгеновская и электронная спектроскопия (СМА).
9	Характеристика ядерного магнитного резонанса (ЯМРС).
10	Характеристика электронного парамагнитного резонанса (ЭПРС).
11	Кулонометрия. Вольтамперометрия (полярография). Электрогравиметрия (ЭХМА).
12	Термический анализ – общая характеристика. Энтальпиметрия. Дилатометрия. Катарометрия (ТерМА).

*Темы оформляются по плану: 1 – физическая сущность метода, законы, лежащие в основе метода; 2 – классификация (ии); 3 – приборное обеспечение (прин-

ципиальная схема, основные узлы приборов); 4 – особенности подготовки аналитической пробы; 6 – объекты анализа, порог обнаружения; 5 – области применения, преимущества и недостатки метода.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

Экзамен – это заключительная форма контроля, целью которой является оценка теоретических знаний и практических навыков, способности к мышлению, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач.

К зачету с оценкой (экзамену) допускается студент, выполнивший в полном объеме задания, предусмотренные в рабочей программе. В случае пропуска каких-либо видов учебных занятий по уважительным или неуважительным причинам студент самостоятельно выполняет и сдает на проверку в письменном виде общие или индивидуальные задания, определяемые преподавателем. Зачет с оценкой (экзамен) по теоретическому курсу проходит в устной или письменной форме (определяется преподавателем) на основе перечня вопросов, которые отражают содержание действующей рабочей программы учебной дисциплины.

Студентам рекомендуется:

- готовиться к зачету (экзамену) в группе (два-три человека);
- внимательно прочитать вопросы к зачету (экзамену);
- составить план ответа на каждый вопрос, выделив ключевые моменты материала;
- изучив несколько вопросов, обсудить их с однокурсниками. Ответ должен быть аргументированным. Результаты сдачи экзаменов и зачетов с оценкой оцениваются отметкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Ключевым моментом в облегчении подготовки к зачетам и экзаменам яв-

ляется активная работа на занятиях (внимательное прослушивание и тщательное конспектирование лекций, активное участие в практических занятиях) и регулярное повторение материала, выполнение домашних заданий. В таком случае требуется минимальная подготовка, заключающаяся в повторении и закреплении уже освоенного материал

Не позднее, чем за месяц до начала экзаменационной сессии студентам выдается перечень вопросов к экзамену или зачету (с оценкой). При подготовке к экзамену студент использует лекционный материал, конспекты изученных самостоятельно вопросов, а также рекомендуемые литературные источники, в том числе и интернет-ресурсы. При отсутствии зачета по лабораторному практикуму студент обязан в отведенное время в семестре защитить все лабораторные работы. Для более успешной работы над экзаменационными вопросами, рекомендуется обязательно делать записи химических реакций, математических формул, предусмотренных вопросами схем и диаграмм. Зачет с оценкой/зачет при отсутствии экзамена служит формой контроля усвоения дисциплины в целом.

Примерные вопросы к экзамену

1. Предмет и основные задачи аналитической химии. Задачи, решаемые в химической технологии.
2. Понятие об аналитической реакции, аналитическом сигнале. Методы анализа и их классификация.
3. Качественный анализ. Идентификация основных катионов и анионов в воде.
4. Равновесие в гомогенной системе. Закон действующих масс для гомогенных систем.
5. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации, активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, связь между ними.
6. Понятие о гетерогенной системе. Закон действующих масс для гомогенных систем.
7. Растворимость осадка, её связь с произведением растворимости. Условия образования осадка. Факторы, влияющие на растворимость осадка.
8. Основы протолитической теории кислот и оснований. Понятие рН.

9. Вычисление рН и рОН слабых кислот и оснований, сильных кислот и оснований.
10. Буферные растворы. Механизм действия буферных растворов. Вывод формул и вычисление рН буферных растворов.
11. Количественный анализ, его назначение, основные стадии.
12. Общая характеристика методов определения макро- и микрокомпонентов.
13. Погрешности анализа, их виды. Правильность результатов анализа, способы её оценки
14. Воспроизводимость результатов анализа. Основные понятия математической статистики.
15. Статистическая обработка результатов анализа. Стандартное отклонение, доверительный интервал. Оценка промахов.
16. Образец и проба. Виды проб. Отбор пробы газов. Отбор пробы гомогенной и гетерогенной жидкости. Отбор пробы твёрдых веществ.
17. Схема формирования представительной пробы. Условия хранения проб.
18. Способы переведения проб в раствор: под действием температуры, с помощью кислот их смесей, с использованием солей аммония, с помощью органических растворителей.
19. Понятие о разделении и концентрировании. Классификация методов разделения и концентрирования. Основные методы разделения и концентрирования: экстракция, осаждение, хроматография.
20. Титриметрический анализ. Требования к реакциям в титриметрии. Стандартные растворы.
21. Точка эквивалентности и способы её определения. Индикаторы, принцип выбора.
22. Способы титрования: прямое, обратное, заместительное.
23. Кривые титрования, их виды, характеристики.
24. Метод кислотно-основного титрования, индикаторы метода.
25. Метод комплексонометрического титрования, индикаторы метода.

26. Краткая характеристика методов окислительно-восстановительного титрования: перманганатометрия, йодатометрия, хроматометрия.
27. Осадительное титрование. Сущность метода, требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Классификация методов по природе реагента. Кривые осадительного титрования, их расчет, построение. Индикаторы (осадительные, металлохромные, адсорбционные).
28. Титрование в неводных средах. Сущность метода кислотно – основного титрования. Классификация растворителей (протонные, апротонные). Влияние природы растворителя на силу растворенного протолита. Полнота протекания реакций в неводных растворителях. Применение кислотно – основного титрования в неводных средах.
29. Гравиметрический метод анализа, сущность, преимущества и недостатки.
30. Метод осаждения, осаждаемая и весовая формы, требования к ним. Условия получения кристаллических и аморфных осадков.
31. Метод определения микрокомпонентов, физические и физико-методы, их классификация.
32. Основные способы определения концентрации вещества: градуировочный график, метод добавок, метод сравнения.
33. Спектроскопические методы анализа. Метод атомной и молекулярной спектроскопии, области применения.
34. Фотометрический анализ, сущность, используемые реакции, области применения.
35. Методы атомной спектроскопии. Метод пламенной фотометрии.
36. Масс-спектрометрия, сущность, направления применения.
37. Рефракция и рефрактометрия. Абсолютный и относительный показатели преломления. Дифракционная дисперсия. Закон преломления Снеллиуса.
38. Схема рефрактометра. Принципы рефрактометрических измерений. Факторы, влияющие на коэффициент преломления. Направления применения метода.

- 39.ИК-спектроскопия. Причины происхождения ИК-спектров, типы колебаний атомов в многоатомной молекуле, с какими параметрами они связаны. Области применения.
- 40.ЯМР-спектроскопия. Условие ядерного магнитного резонанса. Химсдвиг, единицы измерения, стандарты при определении химсдвига в «растворной» и «твёрдотельной» спектроскопии-ЯМР. Принципиальная схема ЯМР-спектрометра.
- 41.ЭПР-спектроскопия. Условие магнитного резонанса, g-фактор, изотропные и анизотропные спектры, формула для расчета числа линий в спектре с учетом ядерного спина элемента. Спектры ЭПР и их характеристика, Прием магнитного разбавления. ЭПР-спектрометр (блок-схема). Константы СТС. Правило аддитивности.
- 42.Электрохимические методы анализа, классификация, сущность методов, области применения.
- 43.Потенциометрический анализ. Понятие об окислительно-восстановительной паре и её потенциале.
- 44.Ионометрия, ионоселективные электроды в анализе вод.
- 45.Потенциометрическое титрование. Преимущества и недостатки.
- 46.Кондуктометрия. Закон Ома и проводимость раствора, удельная проводимость, подвижность ионов. Факторы, влияющие на изменение проводимости растворов. Области применения.
47. Вольтамперометрия. Качественный и количественный анализ металлов в водах.
- 48.Хроматографические методы количественного анализа, классификация (ионообменная хроматография, ГЖХ, ВЭЖХ.) Сущность метода, понятие о теории метода, параметры удерживания и разделения. Особенности проведения хроматографии.
- 49.Теоретические основы хроматографических методов анализа. Газожидкостная хроматография. Устройство хроматографа, параметры удерживания

(время удерживания, время выхода несорбируемого вещества, относительное время удерживания, удерживаемый объем), параметры разделения (степень разделения, коэффициент разделения, число теоретических тарелок, высота эквивалентная теоретической тарелке).

50. Способы получения хроматограмм. Хроматографические параметры. Плоскостная хроматография (тонкослойная, бумажная). Особенности анализа, качественный и количественный анализ.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРНЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Аналитическая химия : учебное пособие / О. Б. Кукина, О. В. Слепцова, Е. А. Хорохордина, О. Б. Рудаков. – 2-е изд. – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. – 163 с. – ISBN 978-5-7731-1065-1 – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/127257.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Аналитическая химия. Химический анализ: учебник для вузов / И. Г. Зенкевич, С. С. Ермаков, Л. А. Карцова [и др.]. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 444 с. – ISBN 978-5-8114-9169-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/187755> URL: – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Аналитическая химия: учебное пособие / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2015. – 92 с. – ISBN 978-5-7782-2710-1. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/91705.html> – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Митрофанова, В.И. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: Лаб. практикум. Ч. 3. Количественный анализ (гравиметрические и титриметрические

методы) / В. И. Митрофанова; АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2018. – 218 с. – Б.
ц.http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/9480.pdf.

5. Митрофанова, В. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: Лаб. практикум для бакалавров направления подготовки 18.03.01 "Химическая технология". Ч. IV-1. Физико-химические методы анализа / В. И. Митрофанова; Амурский государственный университет, Инженерно-физический факультет, Кафедра химии и химической технологии. – Благовещенск: АмГУ, 2020. – 44 с. – Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11580.pdf

6. Митрофанова, В. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс]: Лаб. практикум для бакалавров направления подготовки 18.03.01 "Химическая технология". Ч. IV-2. Физико-химические методы анализа / В. И. Митрофанова; Амурский государственный университет, Инженерно-физический факультет, Кафедра химии и химической технологии. - Благовещенск: АмГУ, 2020. – 90 с. – Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11584.pdf

7. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ: учебник для вузов / М. И. Булатов, А. А. Ганеев, А. И. Дробышев [и др.]. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 584 с. – ISBN 978-5-8114-8180-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/173102> – Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Юстратова, В.Ф. Аналитическая химия. Количественный химический анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие / Юстратова В.Ф., Микилева Г.Н., Мочалова И.А. – Электрон. текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. – 161 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14352>.

9. Кудряшова, А.А. Химические реакции в аналитической химии с примерами и задачами для самостоятельного решения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Кудряшова А.А.— Электрон. текстовые данные. – Самара: РЕАВИЗ, 2011 –. 75 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10157>.

10. Сизова, Л.С. Аналитическая химия. Титриметрический и гравиметрический методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Сизова Л.С., Гуськова В.П. – Электрон. текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. – 132 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14355>.

11. Кучеренко, С. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие / С. В. Кучеренко, В. В. Демьян, И. Ю. Жукова. – Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2020. – 98 с. – ISBN 978-5-7890-1809-5. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/118023.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – DOI: <https://doi.org/10.23682/118023>

12. Аналитическая химия: химические методы анализа / Е. Г. Власова, А. Ф. Жуков, И. Ф. Колосова [и др.] ; под редакцией О. М. Петрухина, Л. Б. Кузнецовой. – 2-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2021. – 5 с. – ISBN 978-5-93208-502-8. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/103012.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

13. Основы аналитической химии: задачи и вопросы / Н. В. Алов, Ю. А. Барбалат, А. Г. Борзенко [и др.] ; под редакцией Ю. А. Золотова, Т. Н. Шеховцовой, К. В. Осколка. – 3-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 414 с. – ISBN 978-5-00101-882-7. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. URL: <https://www.iprbookshop.ru/98576.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

14. Справочные данные для расчетов в аналитической химии : учебно-методическое пособие / составители И. В. Миронов [и др.]. – 5-е изд. – Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2018. – 151 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL:

<https://www.iprbookshop.ru/93481>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей

15. Громов, Н. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Сборник задач с основами теории и примерами решений : учебное пособие / Н. В. Громов, О. П. Таран. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 112 с. – ISBN 978-5-7782-3580-9. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/91181.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

16. Бахтеев, С. А. Метрологическое обеспечение лабораторных работ по аналитической химии : учебное пособие / С. А. Бахтеев, Р. А. Юсупов. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. – 140 с. ISBN 978-5-7882-2286-8. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/79326.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей

17. Краткий справочник физико-химических величин некоторых неорганических и органических соединений [Электронный ресурс] / — Электрон. текстовые данные. — Самара: РЕАВИЗ, 2011. — 68 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18405>

18. Васильев, В. П. Аналитическая химия: учеб.: рек. Мин. обр. РФ. Кн. 1: / В.П. Васильев. – М.: Дрофа, 2009. – 368 с.

19. Васильев, В.П. Аналитическая химия: учеб.: в 2 кн. Кн. 2: Физико-химические методы анализа. / В.П. Васильев. – Дрофа – 2009. – 384 с.

20. Харитонов, Юрий Яковлевич. Аналитическая химия (аналитика): В 2 кн.: учеб. для вузов: рек. Мин. обр. РФ. Кн. 1: Общие теоретические основы. Качественный анализ, 2003. – 616 с.

21. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии [Текст] / Ю. Ю. Лурье. - 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1989. – 448 с. – Предм. указ.: с. 436-447.

22. Алыкова, Т.В. Аналитическая химия объектов окружающей среды. Лабораторные работы. Вопросы. Задачи [Текст] / Т.В. Алыкова. – М.: Кнорус, 2016. – 196 с.

Валентина Ивановна Митрофанова,

Доцент кафедры химии и химической технологии АмГУ, канд. хим. наук

Аналитическая химия. Методические указания для самостоятельной работы (часть 2)

Учебно-методическое пособие

Изд-во АмГУ. / Подписано к печати

Формат 60X84/16. Усл. печ. л. 3,72 , уч.-изд.л.____. Тираж____. Заказ