

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет кадастра и строительства  
Сысоев О.Е.  
«30» 06 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физико-химические методы анализа»

Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль) образовательной программы	Безопасность жизнедеятельности в техносфере
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020, 2021
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2, 3	4, 5	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Химия и химические технологии»

Разработчик рабочей программы:

Заведующий кафедрой, Доцент,  
Доктор химических наук

 Шакирова О.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой  
Кафедра «Химия и химические технологии»

 Шакирова О.Г.

Заведующий выпускающей кафедрой  
Кафедра «Кадастры и техносферная безопасность»

 Муллер Н.В.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Физико-химические методы анализа» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации №680 от 25.05.2020, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» по направлению подготовки «20.03.01 Техносферная безопасность».

Задачи дисциплины	Освоение теории инструментальных методов анализа и приобретение навыков самостоятельного определения качественного и количественного химического состава веществ.
Основные разделы / темы дисциплины	<b>Спектроскопические методы</b> <b>Электрохимические методы анализа</b> <b>Хроматографические методы анализа</b> <b>Другие физико-химические методы анализа</b>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Физико-химические методы анализа» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;	ОПК-1.1 Знает современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, современные тенденции вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности ОПК-1.2 Умеет использовать вычислительную технику и информационные технологии в области обеспечения техносферной безопасности; определять параметры опасных и вредных воздействий технологических и производственных процессов; выявлять базовые законы и закономерности развития науки в области техносферной безопасности ОПК-1.3 Владеет навыками структурирования знаний; правильного выбо-	Знает теоретические основы качественного анализа веществ; специфику основных методов контроля сырья и готовой продукции; теоретические основы количественного анализа. Умеет характеризовать свойства соединений на основе их химической формулы и строения; проводить лабораторные испытания смоделированных систем. Владеет методами теоретического исследования; методами идентификации соединений.

	ра средств, способов и методов принятия решений; владение техникой и технологиями в области обеспечения техносферной безопасности; владение вычислительной техникой и информационными технологиями в своей профессиональной деятельности	
--	--	--

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» изучается на 2, 3 курсе, 4, 5 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки и / или опыт практической деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин / практик: «Математика», «Иностранный язык», «Инженерная графика в САД-системах», «Физика», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Материаловедение», «Метрология, стандартизация и сертификация».

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Физико-химические методы анализа», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Электротехника и электроника», «Информационные технологии в управлении средой обитания», «Системы защиты среды обитания».

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения или творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

### 4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 з.е., 108 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	10
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	4

занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	6
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	94
Промежуточная аттестация обучающихся – Зачет с оценкой	4

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СР С
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
<b>Спектроскопические методы.</b>				
<b>Спектроскопические методы</b> <i>Эмиссионный спектральный анализ. Абсорбционная спектроскопия. Спектроскопические методы. Люминесцентные методы за. Рефрактометрический метод.</i>	2			10
<b>ИК-спектроскопия</b>			2	
<b>Рефрактометрия</b>				4
<b>Электрохимические методы анализа.</b>				
<b>Электрохимические методы анализа.</b> <i>Потенциометрия. Кондуктометрия. Методы, основанные на электролизе.</i>	2			
<b>рН-метрия</b>			2	
<b>Кондуктометрическое титрование</b>			2	

<b>Электрохимические методы анализа.</b>				10
<b>Хроматографические методы анализа.</b>				
<b>Хроматографические методы анализа.</b> <i>Теоретические основы хроматографии.</i> <i>Применение хроматографических методов.</i> <i>Сорбенты, носители. Растворители, проявители в хроматографическом анализе.</i>				10
<b>Другие физико-химические методы анализа.</b>				
<b>Другие физико-химические методы анализа.</b> <i>Дифференциально-термический метод.</i> <i>ЭПР, ЯМР-методы, термометрическое титрование.</i>				10
<b>Текущий контроль</b>				
<b>Подготовка</b>				50
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	4		6	94

### 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

<b>Компоненты самостоятельной работы</b>	<b>Количество часов</b>
Изучение теоретических основ	44
Выполнение отчета и подготовка к защите контрольной работы	50

### 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

### 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

#### 8.1 Основная литература

- 1 Валова (Копылова), В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : практикум / В. Д. Валова (Копылова), Е. И. Паршина. - 2-е изд., стер. - Москва :

Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. - 198 с. - ISBN 978-5-394-03528-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1092964> (дата обращения: 17.12.2021). – Режим доступа: по подписке.

- 2 Валова (Копылова), В. Д. Физико-химические методы анализа : практикум / В. Д. Валова (Копылова), Л. Т. Абесадзе. — 2-е изд., стер. - Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2020. - 220 с. - ISBN 978-5-394-03534-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1092950> (дата обращения: 17.12.2021). – Режим доступа: по подписке.
- 3 Криштафович, В. И. Физико-химические методы исследования / Криштафович В.И. - Москва : Дашков и К, 2018. - 208 с.: ISBN 978-5-394-02842-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/513811> (дата обращения: 17.12.2021). – Режим доступа: по подписке.
- 4 Ляликов, Ю.С. Физико-химические методы анализа: Учебное пособие для вузов / Ю. С. Ляликов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1974. - 536с., чз-1экз аб-15экз

## 8.2 Дополнительная литература

- 1 Неразрушающие методы контроля материалов : учебное пособие для вузов / Н. А. Семашко, Б. Н. Марьин, В. В. Селезнев, О. В. Башков. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2003. - 139с., чз-1экз аб-5экз.
- 2 Неразрушающий контроль и диагностика : справочник / под ред. В.В.Клюева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2005; 2003. - 656с., 14экз.
- 3 Средства и методы неразрушающего контроля качества продукции : учебное пособие для вузов / Под общ.ред. В.А.Кима. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2011. - 143с., чз-1экз аб-5экз.
- 4 Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: учебник для вузов: в 2 кн. Кн.2 : Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю. Я. Харитонов. - 3-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2005. - 560с., чз-1 экз аб-10 экз.

## 8.3 Методические указания для студентов по освоению дисциплины

1. Физико-химические методы анализа: Учебное пособие / сост.: О.Г. Шакирова – Комсомольск-на-Амуре: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т», 2012. – 66 с.
2. Физико-химические методы анализа: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» / сост.: И.И. Золотарев. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 210 с.

## 8.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Реферативно-библиографические базы данных ВИНТИ по естественным наукам (<http://www.viniti.ru/products/viniti-database>) ► "Химия", "Физика", "Биология" и другие
2. Alkalinity Calculator ([water.usgs.gov/alk](http://water.usgs.gov/alk)) ► База данных по щелочности и методам ее определения.
3. ChemExper Chemical Directory ([chemexper.com](http://chemexper.com)) ► Каталог химических веществ и их поставщиков.

4. ChemDB Web Interface Index (**ics.uci.edu**) ► ChemDB предлагает бесплатный онлайн инструментарий по химии. Текущая версия содержит более 4 млн описаний соединений и более 8 млн изомеров.
5. ChemSpider (**chemspider.com**) ► Ресурс открытого доступа, обеспечивающий доступ к миллионам описаний химических структур. Поиск проводится по нескольким базам, в том числе PubMed и NCBI Entrez и др.
6. ChemSynthesis (**chemsynthesis.com**) ► База данных химических веществ, содержит также информацию по методам их синтеза и физическим свойствам, таким как плотность, точка плавления, точка кипения и т.д.
7. Crystallography Open Database (**crystallography.net/cod**) ► База данных кристаллических структур органических, неорганических, металло-органических соединений и минералов, за исключением биополимеров.
8. NIST Chemistry WebBook (**nist.gov**) ► Сайт предоставляет доступ к данным по химии и физике. Коллекции поддерживаются Программой NIST.
9. PubChem Project (**syntheticpages.org**) ► Поиск более 8 млн соединений по различным критериям. Сайт поддерживается Национальным центром по биотехнологиям.
10. SyntheticPages (**syntheticpages.org**) ► Это бесплатная интерактивная база данных по химическому синтезу.
11. TOXNET (**nlm.nih.gov/index.htm**) ► База данных по токсикологии, опасным химическим соединениям, состоянию окружающей среды и здоровья.

**8.5** Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Википедия <http://ru.wikipedia.org>
2. Химический портал <http://www.ximuk.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://elibrary.ru>, свободный.
4. Естественнонаучный образовательный портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://en.edu.ru>, свободный.

**8.6** Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 5 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных моду-



лей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### **9.1 Образовательные технологии**

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### **9.2 Занятия лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### **9.3 Занятия семинарского типа**

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

## **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Таблица 6 – Перечень оборудования лаборатории

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование
417/1	Мультимедийная аудитория, вместимостью 30 человек.	Современные средства воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, включающей тач скрин доску, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI.
422/1	Лаборатория аналитической химии	Химическая посуда, реактивы
217/2	Центр коллективного пользования/ Лаборатория спектрального анализа	Инфракрасный спектрофотометр IRAffinity-1, Спектроанализатор оптико-эмиссионный Q4 TASMАN 170 Bruker
115/2	Центр коллективного пользования/ Лаборатория химического анализа	Атомно-абсорбционный спектрофотометр с автодозатором AAC-6800, Газовый хромато масс-спектрометр GCMS-QP2010 Ultra, Хроматограф GC-2010, Рентгенофлуоресцентный анализатор Rigaku Nex CG

При реализации дисциплины «Физико-химические методы анализа» на базе профильной организации используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Стандартное или специализированное оборудование, обеспечивающее выполнение заданий	Назначение оборудования
Химическая посуда, реактивы Синхронный термоанализатор STA 409 PC Luxx (Дериватограф), Дилатометр DIL 402 PC, Прибор для измерения теплопроводности ИТ- $\lambda$ -400 Инфракрасный спектрофотометр IRAffinity-1, Спектроанализатор оптико-эмиссионный Q4 TASMАN 170 Bruker Атомно-абсорбционный спектрофотометр с автодозатором AAC-6800, Газовый хромато масс-спектрометр GCMS-QP2010 Ultra, Хроматограф GC-2010, Рентгенофлуоресцентный анализатор Rigaku Nex CG Сканирующий электронный микроскоп SEM S-3400N	проведение экспериментов

## 10.2 Технические и электронные средства обучения

Отсутствуют

## 11 Другие сведения

### Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

#### «Физико-химические методы анализа»

Направление подготовки	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль) образовательной программы	Безопасность жизнедеятельности в техносфере
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2020, 2021
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
2, 3	4, 5	3

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Зачет с оценкой	Кафедра «Химия и химические технологии»

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;	<p>ОПК-1.1 Знает современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, современные тенденции вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.2 Умеет использовать вычислительную технику и информационные технологии в области обеспечения техносферной безопасности; определять параметры опасных и вредных воздействий технологических и производственных процессов; выявлять базовые законы и закономерности развития науки в области техносферной безопасности</p> <p>ОПК-1.3 Владеет навыками структурирования знаний; правильного выбора средств, способов и методов принятия решений; владение техникой и технологиями в области обеспечения техносферной безопасности; владение вычислительной техникой и информационными технологиями в своей профессиональной деятельности</p>	<p>Знает теоретические основы качественного анализа веществ; специфику основных методов контроля сырья и готовой продукции; теоретические основы количественного анализа.</p> <p>Умеет характеризовать свойства соединений на основе их химической формулы и строения; проводить лабораторные испытания смоделированных систем.</p> <p>Владеет методами теоретического исследования; методами идентификации соединений.</p>

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Все	ОПК-1	Контрольная работа	Правильность решения
Все	ОПК-1	Тест	Правильность ответов

## 2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Контрольная работа	16 неделя	200	правильность решения
Тест	22 неделя	100	Правильность ответов
<b>ИТОГО:</b>		300 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>            0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);            65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);            75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);            85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)</p>			

**3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы**

### Комплект заданий для Контрольной работы

1. При определении меди в образце минерала из навески 1,5000 г были найдены следующие количества оксида меди (в миллиграммах): 580, 585, 545, 578, 592, 588, 580, 584, 602, 587, 586, 581, 579, 587. Определить процентное содержание меди в минерале и точность определения при доверительной вероятности 0,95.

2. При колориметрическом определении цинка были получены следующие результаты:

Взято Zn, Мкг	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
Найдено Zn, Мкг	54,2	75,8	96,8	119,4	139,1	160,1	180,4	201,0	221,8	242,0	263,2	284,0

Найти стандартное отклонение отдельного определения и сделать выводы о наличии систематической ошибки при определении цинка данным колориметрическим методом.

3. При калибровке миллиамперметра серебряным кулонометром за 60 минут при разной силе тока были получены следующие количества осажденного серебра:

Сила тока, мА	10	25	50	75	100
Масса Ag, мг	42,5	101,9	201,5	299,0	395,5

Построить график калибровки миллиамперметра и определить истинную силу тока, если миллиамперметр показывает 85 мА.

4. Потенциал электрода в зависимости от концентрации ионов водорода определяют по формуле:

$$E = 0,420 + 0,058 \cdot \lg C_{H^+}$$

Найти значение концентрации ионов водорода с учетом ошибки опыта, если потенциал равен  $E = (0,250 \pm 0,002)$  В.

5. Для определения давления паров воды при разных температурах предложена формула:

$$P = A \cdot B^{t/(C+t)}$$

где  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – постоянные.

Выбрать системы координат, в которых зависимости между  $P$  и  $t$  выражались бы прямой.

6. Эталонный термометр на 25 °С снабжен паспортом со следующими данными:

Температура	0	5	10	15	20	25
Поправка	0,00	-0,01	-0,04	-0,06	-0,02	+0,04

При сравнении калибруемого термометра с эталонным были отмечены следующие температуры в градусах Цельсия:

Калибруемый	0,00	6,00	11,00	14,00	21,00	25,00
Эталонный	0,02	6,04	11,08	14,10	20,98	24,94

Построить график поправок к калибруемому термометру и определить истинную температуру, если показания его 7,85 и 18,22 °С.

7. Найти мольную рефракцию и относительную ошибку определения, если масса 1 моль вещества  $M = 78,12 \pm 0,02$ ; плотность  $d = 0,8790 \pm 0,0005$ ; показатель преломления  $n = 1,5016 \pm 0,0002$ . Выяснить, какое из измерений дает наибольшую ошибку.

8. При прохождении света через слой раствора толщиной 1 см интенсивность его ослабляется на 10 %. Чему равна интенсивность света при прохождении через слой этого же раствора толщиной 10 см.

9. Навеску металла 0,500 г растворили и после окисления содержащегося в нем марганца до  $MnO_4^-$  получили 100,0 мл раствора. В качестве стандартного использовали 0,0100 н. раствор  $KMnO_4$ . При сравнении в колориметре интенсивность окрасок стандартного и исследуемого растворов оказалась равной при толщине слоя соответственно 5 и 8,49 см. Определить содержание марганца в металле (в процентах).

10. Какая толщина слоя окрашенного раствора требуется для ослабления начального потока света в 10 раз, если молярный коэффициент поглощения равен 4750, а концентрация раствора  $1 \cdot 10^{-4}$  моль/л.

11. Навеску 1,500 г минерала, содержащего титан, растворили и после обработки перекисью водорода получили 250,0 мл окрашенного раствора. В качестве стандартного использовали раствор, содержащий 0,200 г титана в 1 л. Интенсивность окрасок стандартного и исследуемого растворов оказалась равной при толщине слоя соответственно 10 и 6,70 см. Определить содержание  $TiO_2$  в минерале (в процентах).

12. В колориметре возможно изменение толщины поглощающего слоя от 2 до 98 мм. В каких пределах можно определить неизвестную концентрацию, если концентрация раствора сравнения равна 10 мг/мл.

13. Чувствительность колориметрического определения никеля с помощью диметилглиоксима в определенных условиях равна 3 мкг в 50,00 мл раствора. Можно ли этим методом определить содержание никеля в полупроводниковом селене, если его концентрация  $10^{19}$  атом/см<sup>3</sup>? Какую навеску образца нужно было бы растворить в 10 мл растворителя? Плотность моноклинного кристаллического селена равна 4,46 г/см<sup>3</sup>.



14. Для определения фосфора в стали по синей окраске восстановленного фосфорномолибденового комплекса на фотометре были получены следующие данные для стандартных образцов стали:

Содержание фосфора в стали, %	0,011	0,024	0,031	0,040	0,055
Показания фотометра	48	29	19	12	5

Определить содержание фосфора в исследуемом образце (в процентах), если показание по шкале диафрагмы составляет 24 деления.

15. – 22. Воспользовавшись уравнением Бугера-Ламберта-Бера, определить параметр, обозначенный  $x$ , в указанных единицах:

Номер задачи	Определяемый ион/вещество	Длина волны, нм	$\epsilon$	Толщина слоя, см	Ток		Концентрация раствора	Оптическая плотность
					начальный	конечный		
15	$MnO_4^-$	546	2420	1,00	-	-	0,0150 г/100	$x$
16	$Cu^{2+}$	620	3500	1,00	100	75	$x$ мг/мл	-
17	$Pb^{2+}$	520	7000	5,00	80	$x$	1,05 мкг/мл	-
18	$Fe^{3+}$	490	$x$	2,00	150	95	0,52 мкг/мл	-
19	$Al^{3+}$	390	6700	$x$	-	-	$2,5 \cdot 10^{-4}$	0,836
20	$Ge^{4+}$	510	1000	5,00	200	165	$x$ мкг/мл	-
21	Хинолин	275	4500	2,00	-	-	3 мг/л	$x$
22	Азобензол	438	1100	5,00	-	-	$x$ мг/мл	0,356

23. – 30. Считая, что между коэффициентом преломления и концентрацией в указанном пределе существует линейная зависимость, определить по приведенным в таблице концентрациям стандартного раствора, коэффициентам преломления (или данным для его определения) концентрацию исследуемого раствора. Условно принимаем плотности стандартного и исследуемого растворов одинаковыми:

Номер задачи	Раствор	$C_{ст}$	$C_x$	$n$ растворителя	$n$ раствора		Плотность раствора	$N$
					стандартного	исследуемого		
23	Этиленгликоль в воде	50 %	моль/л	1,3330	1,3831	1,3546	1,05	-
24	$NaCl$ в воде	6 %	г/мл	1,3330	1,3433	1,3382	1,07	-
25	Бензол в $CCl_4$	40 мол. %	мол. %	1,4603	1,4767	1,4695	1,33	-
26	$CCl_4$ в ацетоне	чистый	г/мл	1,3591	1,4603	1,4152	1,20	-
27	Бензол в $C_2H_4Cl_2$	50 мол. %	г/мл	$\alpha = 46^\circ 28'$	$\alpha = 41^\circ 56'$	$\alpha = 44^\circ 25'$	1,03	1,6164
28	Этанол в воде	30 %	г/л	$\Delta = 16,9$	$\Delta = 70,2$	$\Delta = 45,6$	0,95	-
				(Отчет по шкале погруженного рефрактометра)				
29	Глицерин в воде	$C_1 = 20$ % $C_2 = 50$	моль/л, моль/л	-	1,3575, 1,3981	1,3785	1,07	-

		%	л					
<b>30</b>	Ацетон в воде	$C_1 = 8,2$ % $C_2 = 42,7$ %	г/л г/л	-	$\alpha_1 =$ $46^\circ 28'$ $\alpha_2 =$ $46^\circ 28'$	$\alpha =$ $35^\circ 25'$	0,96	1,470 4

**31.** При определении жира в порошке какао для обработки навески 1,500 г взято 2,50 мл монобромнафталина, показатель преломления которого равен 1,6570. Показатель преломления монобромнафталина после извлечения жира уменьшился до 1,6420. Определить содержание жира в какао, если известно, что показатель преломления чистого жира какао 1,4630, а плотность его 0,926.

**32. – 39.** По приведенным данным определить параметр, обозначенный через  $x$ :

Номер задачи	Вещество или ион	Сила тока, $A$	Электрохимический эквивалент	Время, мин.	Количество выделенного вещества
<b>32</b>	-	2,5	1,97 г/(А·ч)	4	$x$
<b>33</b>	Трехвалентный ион металла	3	$x$ г/(А·ч)	3,5	0,2752 г
<b>34</b>	Двухвалентный ион металла	1,8	0,3054 мг/К	1,42	$x$ , мг
<b>35</b>	Соль середра	2,5	4,025 г/(А·ч)	$x$	0,5450 г
<b>36</b>	Расплав KCl	$x$	0,368 г/(А·ч)	1,5	0,25 л $Cl_2$
<b>37</b>	Трехвалентный ион металла	15	0,093 мг/К	$x$	3,78 г
<b>38</b>	Раствор $CdCl_2$	$x$	-	25	0,300 г
<b>39</b>	Одновалентный ион металла	0,35	$x$ мг/К	2,35	0,1037 г

**40. – 47.** Определить содержание указанного иона (в миллиграммах) методом кулонометрического титрования при постоянной силе тока:

Номер задачи	Определяемое вещество или ион	Генерируемое вещество или ион	Сила тока, мА	Время, мин.
<b>40</b>	$Fe^{2+}$	$Br_2$	100	3,5
<b>41</b>	$H^+$	$OH^-$	300	5
<b>42</b>	$Se^{IV}$	$I$	200	7
<b>43</b>	$Mo^V$	$Fe^{2+}$	150	15
<b>44</b>	$BO_3^{3-}$	$OH^-$	100	10
<b>45</b>	Пиридин	$H^+$	120	5,5
<b>46</b>	Теобромин	$I$	250	3
<b>47</b>	$Zn^{2+}$	$[Fe(CN)_6]^{3-}$	300	4,1

**48. – 55.** При температуре  $18^\circ C$  удельное сопротивление воды, насыщенной малорастворимым веществом равно  $\rho$ . Определить растворимость и ПР указанного соединения, если для чистой воды  $\rho = 1,21 \cdot 10^6$  Ом·см:

Номер задачи	Вещество	$\rho \times 10^6$ , Ом·см.	Номер задачи	Вещество	$\rho \times 10^6$ , Ом·см.
<b>48</b>	$SrC_2O_4$	0,0185	<b>52</b>	$CaF_2$	0,0217
<b>49</b>	$BaSO_4$	0,417	<b>53</b>	$TiCl$	0,00066
<b>50</b>	$PbSO_4$	0,0307	<b>54</b>	$TiCNS$	0,0009

<b>51</b>	$\text{CaC}_2\text{O}_4$	0,104	<b>55</b>	$\text{AgBrO}_3$	0,0021
-----------	--------------------------	-------	-----------	------------------	--------

**56.** Для определения *постоянной* ячейки ее заполнили при температуре 20 °С 0,1000 М раствором хлорида калия. Сопротивление раствора стало равно 324,2 Ом. После заполнения ячейки 0,050 н. раствором серной кислоты оно оказалось 1305,5 Ом. Определить эквивалентную электропроводность раствора серной кислоты.

**57. – 64.** Вычислить потенциал металлического электрода относительно электрода сравнения при следующих условиях:

Номер задачи	Электрод	Объем электролита, мл	Растворенное вещество и его количество	$T, ^\circ\text{C}$	Электрод сравнения
<b>57</b>	Медный	1000	$\text{CuSO}_4$ 16 г	18	Водородный
<b>58</b>	Цинковый	500	$\text{ZnSO}_4$ 0,1 г-экв	18	Каломельный (0,1 н. НКЭ)
<b>59</b>	Никелевый	1000	$\text{NiCl}_2$ 0,5 г-экв	30	Насыщенный каломельный
<b>60</b>	Алюминиевый	200	$\text{AlCl}_3$ 27 г	30	Насыщенный каломельный
<b>61</b>	Серебряный	400	$\text{AgNO}_3$ 0,2 г-экв	25	Каломельный (1 н. НКЭ)
<b>62</b>	Кадмиевый	1000	$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 18,8 г	25	Водородный
<b>63</b>	Железный	100	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 20,5 г	30	Каломельный (0,1 н. НКЭ)
<b>64</b>	Кобальтовый	200	$\text{CoCl}_2$ 0,15 г-экв	25	Хлорсеребряный в 1 н. HCl

**65. – 72.** Вычислить *pH* раствора по следующим данным:

Номер задачи	Индикаторный электрод	Электрод сравнения	$T, ^\circ\text{C}$	ЭДС, В
<b>65</b>	Водородный	Каломельный (0,1 н. НКЭ)	30	0,624
<b>66</b>	Хингидронный	Каломельный (1 н. НКЭ)	25	0,154
<b>67</b>	Водородный	Хлорсеребряный в 0,1 н. HCl	20	0,505
<b>68</b>	Водородный	Окисно-ртутный	25	0,638
<b>69</b>	Хингидронный	Хлорсеребряный в 1 н. KCl	20	0,248
<b>70</b>	Водородный	Насыщенный каломельный	35	0,527
<b>71</b>	Хингидронный	Насыщенный каломельный	40	0,205
<b>72</b>	Хингидронный	Сернокислый ртутный	18	-0,565

**73.** Рассчитать значение предельного диффузионного тока указанных ионов:

Номер задачи	Ион	Масса 100 капель, мг	Время образования 25 капель, с	$D \cdot 10^5, \text{cm}^2/\text{s}$	Концентрация
<b>73</b>	$\text{Cd}^{2+}$	200	75	0,72	$2 \cdot 10^{-3}$ моль/л
<b>74</b>	$\text{Pb}^{2+}$	215	102	0,98	0,005 г/мл
<b>75</b>	$\text{Cu}^{2+}$	300	100	1,98	0,0020 н.
<b>76</b>	$\text{Pb}^{2+}$	260	112,5	2,00	0,250 г/л
<b>77</b>	$\text{Zn}^{2+}$	310	112,5	0,72	$3 \cdot 10^{-4}$ моль/л
<b>78</b>	$\text{Zn}^{2+}$	280	120	0,69	0,0065 г/мл
<b>79</b>	$\text{Cu}^{2+}$	210	75	1,98	0,001 н.
<b>80</b>	$\text{Cd}^{2+}$	285	95	0,72	0,002 моль/л

**81.** Рассчитать степень извлечения комплекса бензолом из водного раствора, если исходная концентрация комплекса 0,0025 моль/л, а содержание в бензоле 0,040 моль/л. Отношение объемов органической и водной фаз в процессе экстракции составляет 1 : 20.

**82.** Определить степень извлечения диметилглиоксимата никеля из 50 мл водного раствора при  $pH = 8$  и двукратном встряхивании с 5 мл хлороформа. Коэффициент распределения  $D = 410$ .

**83.** Сколько граммов никеля останется в растворе, если через колонку, заполненную 10 г катионита, пропустили 500 мл 0,05 н. раствора соли никеля. Полная динамическая емкость в данных условиях разделения равна 1,4 мг-экв/г.

**84.** При определении этилового спирта методом газовой хроматографии были получены следующие пики с высотой ( $h$ ) в зависимости от содержания:

$C$ , мг	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$h$ , мм	18	37	48	66	83

Для 0,02 мл исследуемого раствора получен пик высотой 57 мм. Определить содержание спирта в исследуемом растворе (в %), если плотность раствора 0,95 г/см<sup>3</sup>.

**85.** Распределение фенола (в моль на литр) между водой и бензолом характеризуется следующими величинами:

$C_{\text{водн}}$	0,032	0,12	0,33	0,75
$C_{\text{бенз}}$	0,077	0,016	0,25	0,39

Вычислить  $D$  и  $n$  по уравнению распределения:

$$D = \frac{C_{\text{бенз}}^n}{C_{\text{водн}}}$$

Как изменится концентрация 0,2 моль/л раствора фенола после обработки его равным объемом бензола.

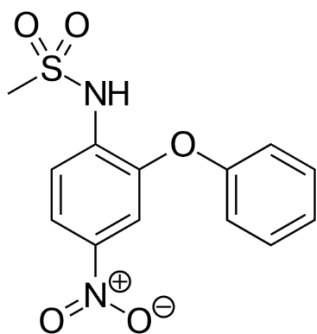
## Пример выполнения лабораторных работ

### ИК-спектроскопия

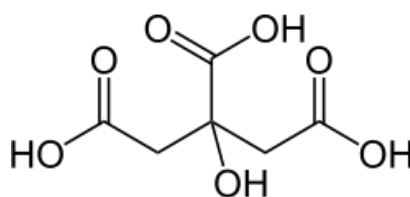
Этот метод анализа основан на записи инфракрасных спектров поглощения вещества. Поглощение веществом в области инфракрасного излучения происходит за счёт колебаний атомов в молекулах. Колебания подразделяются на валентные (когда в ходе колебания изменяются расстояния между атомами) и колебательные (когда в ходе колебания изменяются углы между связями). Переходы между различными колебательными состояниями в молекулах квантованы, благодаря чему поглощение в ИК-области имеет форму спектра, где каждому колебанию соответствует своя длина волны. Понятно, что длина волны для каждого колебания зависит от того какие атомы в нём участвуют, и кроме того она мало зависит от их окружения. То есть для каждой функциональной группы (C=O, O-H, CH<sub>2</sub> и др) характерны колебания определённой длины волны, точнее говоря даже для каждой группы характерен ряд колебаний (соответственно и полос в ИК-спектре). Именно на этих свойствах ИК-спектров основана идентификация соединений по спектральным данным.

**Цель:** изучить ИК-спектроскопию, применить его на спектрах лекарственного препарата «Нимесил».

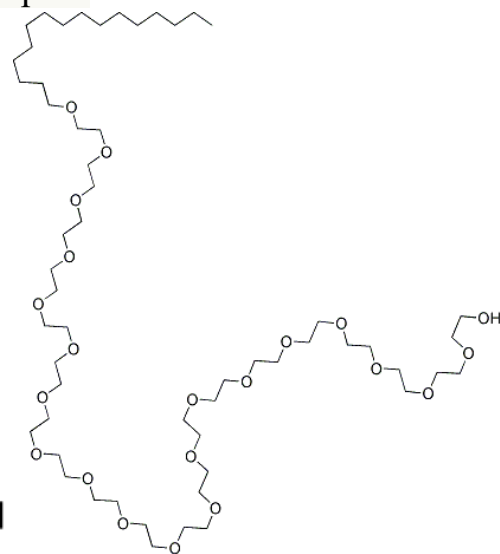
Основное активное вещество препарата «Нимесил» – это нимесулид. Также имеются вспомогательные вещества: лимонная кислота, апельсиновый ароматизатор, кетомакрогол 1000 и мальтодекстрин.



Нимесулид

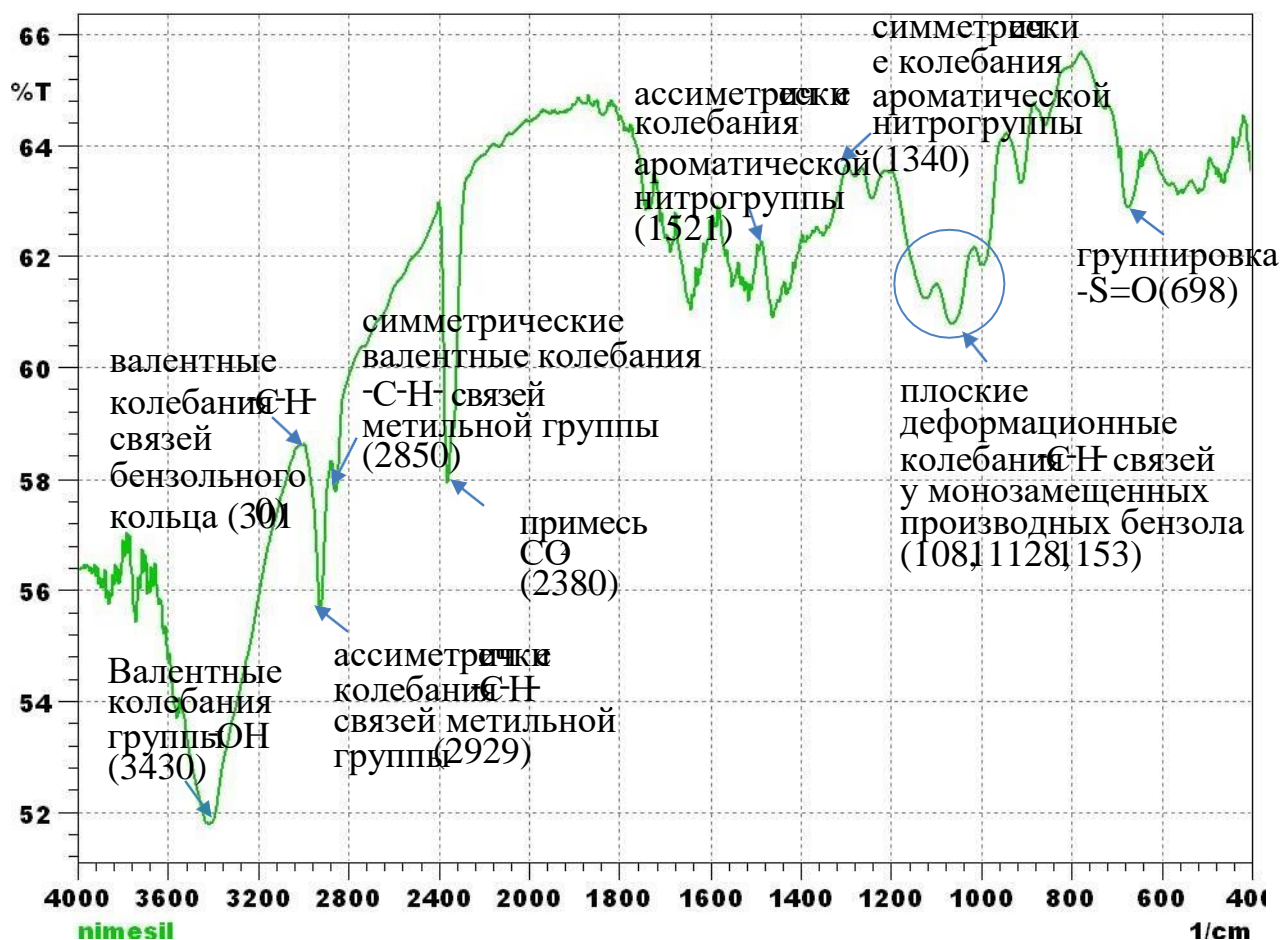


Лимонная кислота



Кетомакрогол 1000

Получен и расшифрован ИК-спектр:



**Вывод:** на примере нимесила (лекарственного средства) определены валентные и деформационные колебания функциональных групп, входящие в его состав.

## Термогравиметрия

Метод термического анализа, при котором регистрируется изменение массы образца в зависимости от температуры.

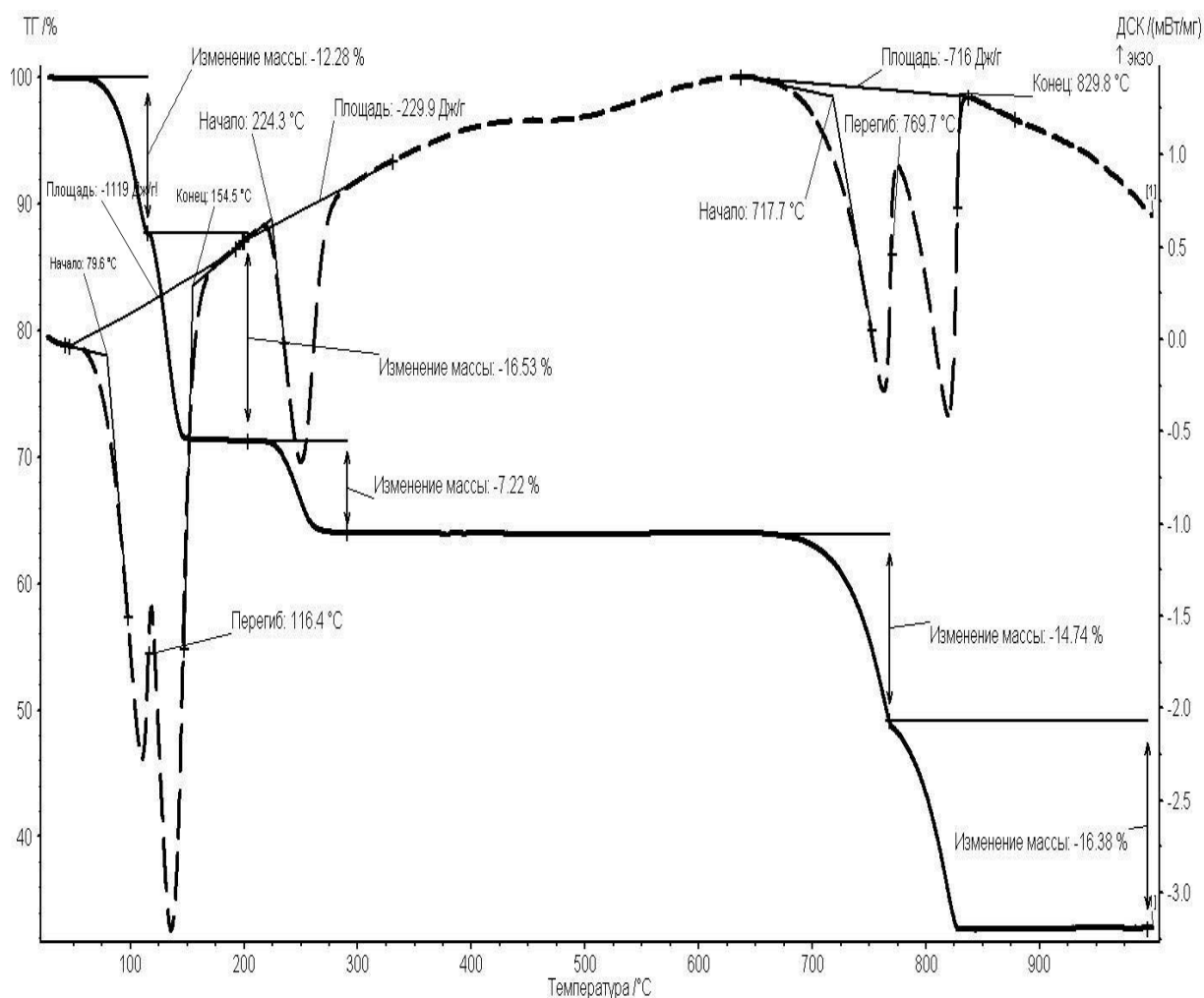
Этот метод анализа заключается в наблюдении массы исследуемой навески вещества при изменении её температуры. Результатом анализа являются ТГ-кривые — зависимости массы навески (или изменения массы навески) от температуры или времени. Для интерпретации результатов ТГ-анализа необходима обработка ТГ-кривых. В частности, производная от ТГ-сигнала (скорость изменения массы), представляемая кривой ДТГ, позволяет установить момент времени или температуру, при которой изменение веса происходит наиболее быстро.

ТГ-анализ широко используется в исследовательской практике для определения температуры деградации полимеров, влажности материалов, доли органических и неорганических компонентов, входящих в состав исследуемого вещества, точки разложения взрывчатых веществ и сухого остатка растворенных веществ. Метод также пригоден для определения скорости коррозии при высоких температурах.

При синхронном ТГ-ДТА/ДСК анализе одновременно измеряется изменение теплового потока и массы образца как функция от температуры или времени, обычно при этом используется контролируемая атмосфера. Такой синхронный анализ не только увеличивает производительность измерений, но и упрощает интерпретацию результатов, благодаря возможности отделить эндо- и экзотермические процессы, не сопровождающиеся изменением массы (например, фазовые переходы) от тех, при которых происходит изменение массы (например, дегидратация).

**Цель:** изучить метод термического анализа, построить кривые зависимости массы навески от температуры согласно методу термического анализа на примере медного купороса ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).

**Получена термограмма:**



1) В интервале температур 105...125°C происходит потеря 12,28% массы.

$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль}$

$M(\text{потери}) = 250 \cdot 0,1228 = 30,7 \text{ г/моль} = 1,7 \cdot M(\text{H}_2\text{O})$

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 3,3\text{H}_2\text{O} + 1,7 \text{H}_2\text{O} - 119 \text{ кДж}$

2) В интервале температур 125...150°C происходит потеря 16,53% массы.

$M(\text{потери}) = 250 \cdot 0,1653 = 41,33 \text{ г/моль} = 2,3 \cdot M(\text{H}_2\text{O})$

$\text{CuSO}_4 \cdot 3,3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2,3\text{H}_2\text{O} - 161 \text{ кДж}$

Тепловой эффект отрыва первых четырех молекул воды:

$Q = -280 \text{ кДж}$

3) При  $t = 250^\circ\text{C}$  происходит потеря 7,22% массы.

$M(\text{потери}) = 250 \cdot 0,0722 = 18,05 \text{ г/моль} = 1 \cdot M(\text{H}_2\text{O})$

Следовательно, произошла потеря последней молекулы воды.

$\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} - 57 \text{ кДж}$

4) При  $t = 770^\circ\text{C}$  происходит потеря 14,74% массы.

$M(\text{потери}) = 250 \cdot 0,1474 = 36,85 \text{ г/моль}, \approx 0,46 \cdot M(\text{SO}_3)$

$\text{CuSO}_4 \rightarrow 0,54\text{CuSO}_4 + 0,46 \text{SO}_3 + 0,46\text{CuO} - 82 \text{ кДж}$

5) При  $t = 825^\circ\text{C}$  происходит потеря 16,38% массы.

$$M(\text{потери}) = 250 * 0,1638 = 41 \text{ г/моль, } \approx 0,51 M(\text{SO}_3)$$

$$0,54\text{CuSO}_4 \rightarrow 0,03\text{CuSO}_4 + 0,51 \text{SO}_3 + 0,51\text{CuO} - 91\text{кДж}$$

Тепловой эффект отрыва молекулы серного газа:

$$Q = -179\text{кДж}$$

б) При  $t$  от  $900^\circ\text{C}$  до  $1000^\circ\text{C}$  масса не менялась. В остатке – 32,85% от первоначальной массы.

$$M(\text{остатка}) = 250 * 0,3285 = 82 \text{ г/моль } \approx 1M(\text{CuO})$$

**Вывод:** в ходе данной работы изучены такие термические методы анализа как термогравиметрия и дифференциально-сканирующая калориметрия. На основании ТГ и ДСК произведено отнесение всех происходящих реакций к эндотермическим и рассчитаны их тепловые эффекты.

### рН-метрия

Метод основан на измерении рН растворов. рН-метр - прибор для измерения водородного показателя (показателя рН), характеризующего активность ионов водорода в растворах, воде, пищевой продукции и сырье, объектах окружающей среды и производственных системах непрерывного контроля технологических процессов, в том числе в агрессивных средах. В частности, рН-метр применяется для аппаратного мониторинга рН растворов разделения урана и плутония, где требования к корректности показаний аппаратуры без её калибровки чрезвычайно высоки.

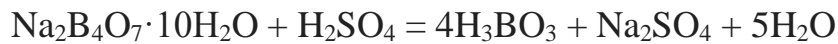
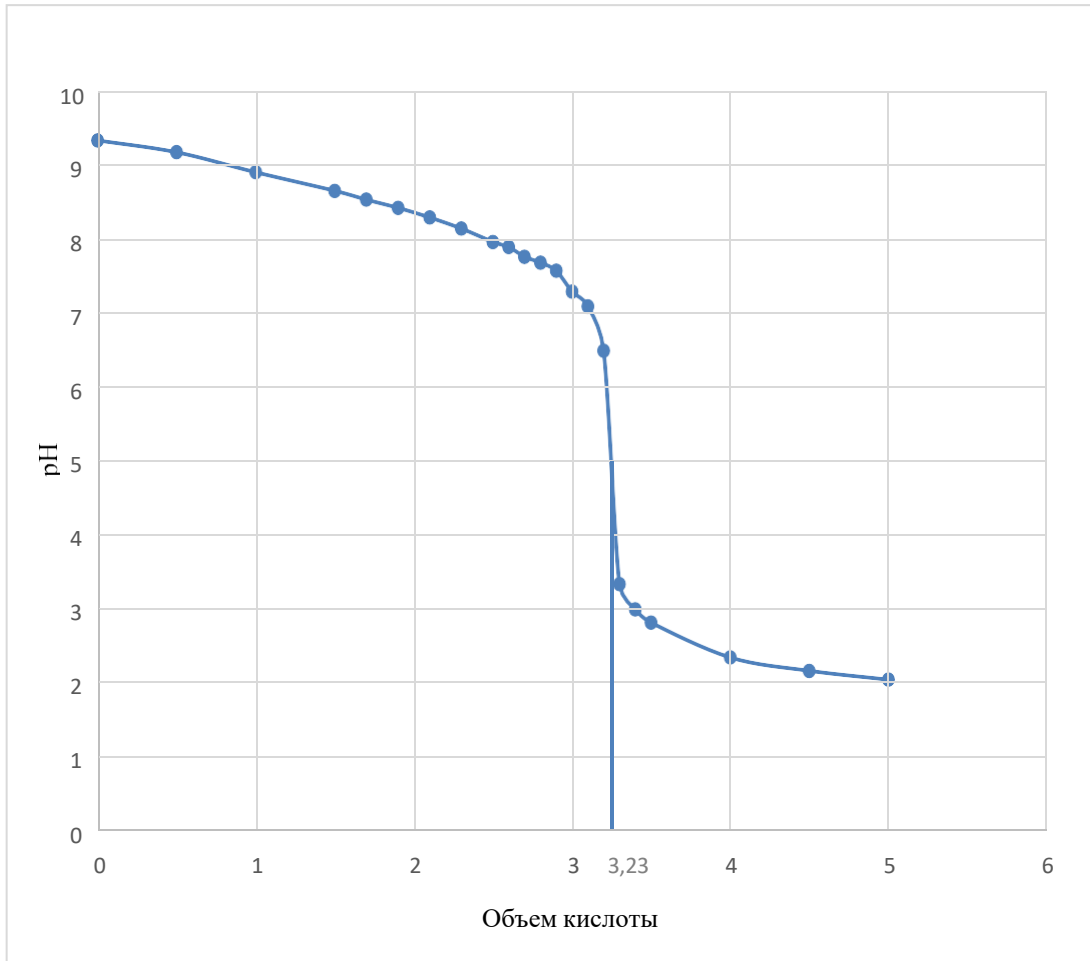
**Цель:** определить концентрацию МДЭА (метиламиндиэтанола-1) с помощью рН-метрического и термометрического титрования.

Стандартизация раствора серной кислоты по буре

Объем кислоты	рН	Температура
0	9,32	25,9
0,5	9,16	26,7
1	8,89	27,7
1,5	8,64	27,7
1,7	8,52	27,7
1,9	8,41	27,7
2,1	8,28	27,7
2,3	8,13	27,8
2,5	7,95	27,8
2,6	7,88	27,8
2,7	7,75	27,8
2,8	7,67	27,8
2,9	7,56	27,8
3	7,28	27,8
3,1	7,08	27,8
3,2	6,48	27,8
3,3	3,33	27,8
3,4	2,99	27,8
3,5	2,81	27,8
4	2,34	27,8



4,5	2,16	27,8
5	2,04	27,8

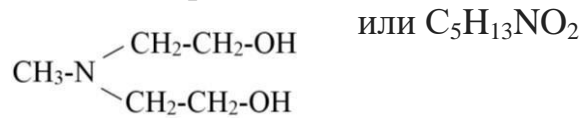


$$V_3 = 3,23 \text{ мл}$$

$$C_{\text{к-ты}} = C_6 \cdot V_6 / V_{\text{к-ты}} = 0,1 \cdot 50 / 3,23 = 1,548 \text{ Н}$$

Определение МДЭА по серной кислоте

вещество:



$$M = 119 \text{ г/моль}$$

$$V = 0,1 \text{ л}$$

$$\rho = 1,03 \text{ г/см}^3$$

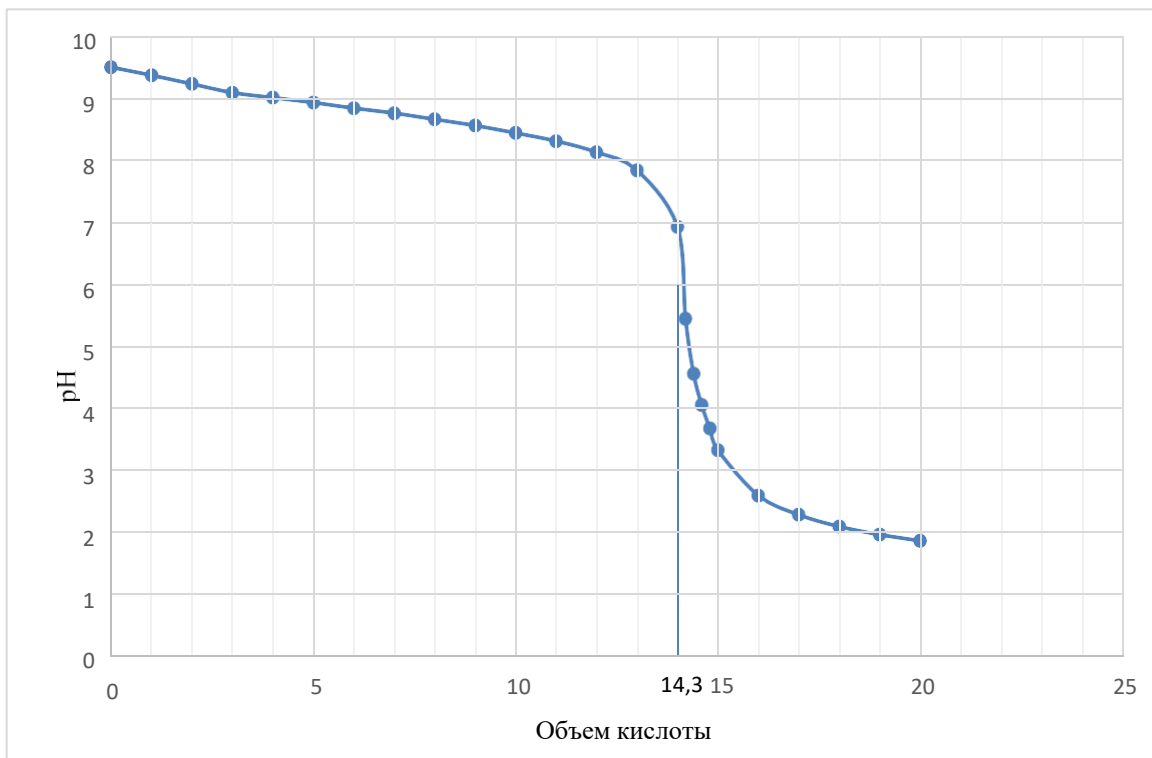
$$m_{\text{в-ва}} = 30\text{-}40\text{г}$$

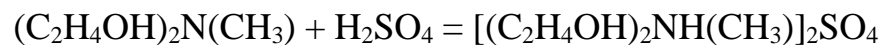
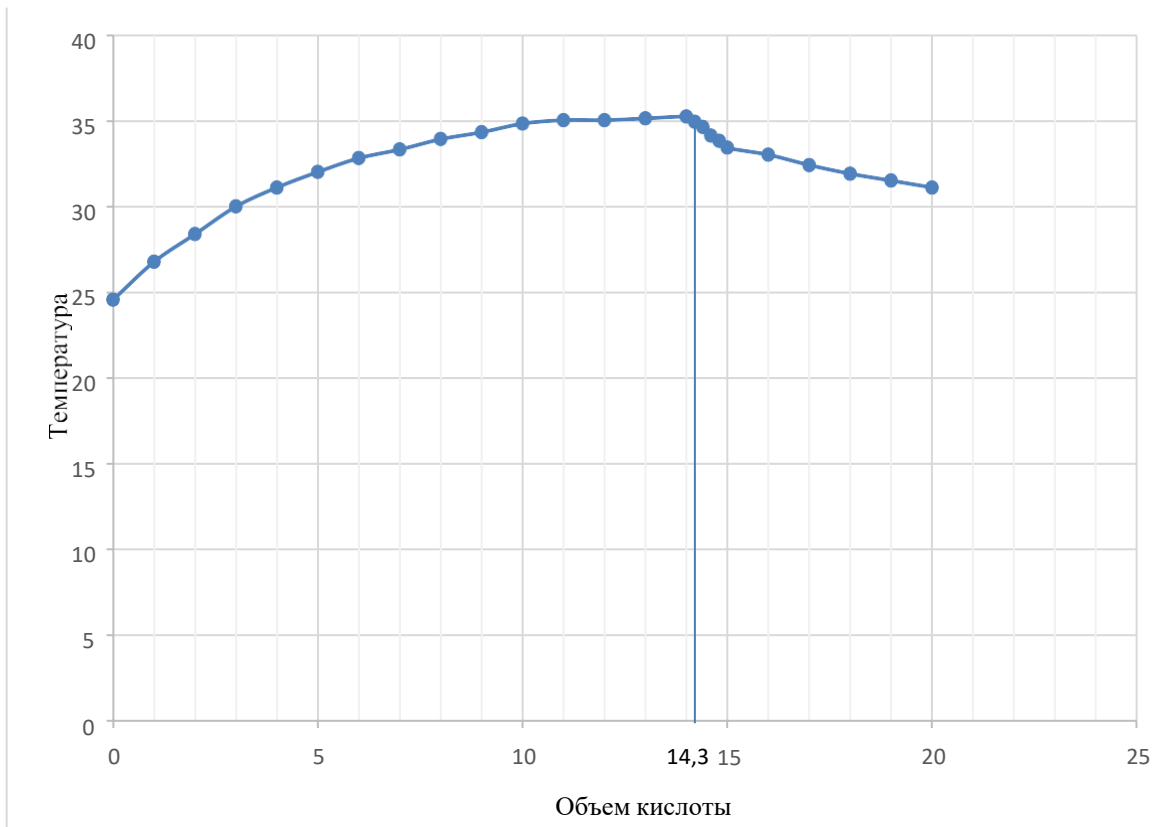
$$n_{\text{в-ва}} = 0,25\text{-}3,4 \text{ моль/л}$$

$$V = 10 \text{ мл (МДЭА)}$$

Объем кислоты	pH	Температура
0	9,5	24,6
1	9,37	26,8
2	9,23	28,4
3	9,09	30

4	9,01	31,1
5	8,93	32
6	8,84	32,8
7	8,76	33,3
8	8,66	33,9
9	8,56	34,3
10	8,44	34,8
11	8,31	35
12	8,13	35
13	7,84	35,1
14	6,93	35,2
14,2	5,45	34,9
14,4	4,56	34,6
14,6	4,06	34,1
14,8	3,68	33,8
15	3,33	33,4
16	2,60	33
17	2,29	32,4
18	2,10	31,9
19	1,97	31,5
20	1,87	31,1





Из графиков найден эквивалентный объем:  $V_3 = 14,3$  мл

Расчет концентрации МДЭА в растворе:

$$C_{\text{амин}} = V_3 \cdot C_{\text{к-ты}} / V_{\text{амин}} = 14,3 \cdot 1,548 / 10 = 2,214 \text{ Н}$$

Расчет процентного содержания МДЭА в растворе:

$$m_{\text{амин}} = V \cdot C \cdot M = 0,1 \cdot 2,214 \cdot 119 = 26,35 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}} = V \cdot \rho = 103 \text{ г}$$

$$\omega = (m_{\text{амин}} / m_{\text{р-ра}}) \cdot 100\% = (26,35 / 103) \cdot 100\% = 25,6\%$$

Ответ:  $\omega$  (МДЭА) = 25,6 %<sub>масс.</sub>

**Вывод:** рН-метрическое и термометрическое титрования являются эффективными физико-химическими методами определения активности ионов водорода в растворе, что позволяет определять концентрации рабочих растворов.

Тестовые вопросы (на тест выбирается 10)

1. Для определения цинка методом осадительного титрования используется рабочий раствор:

- 1)  $\text{AgNO}_3$
- 2)  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$
- 3)  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$
- 4)  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$

2. В аргентометрии для фиксирования точки эквивалентности адсорбционные индикаторы применяются:

- 1) в методе Мора
- 2) в методе Фольгарда
- 3) в методе Фаянса
- 4) в методе Кьельдаля

3. Для расчета равновесий в растворе при титровании иона  $\text{Cd}^{2+}$  Трилоном Б в среде аммонийного буфера следует использовать константу устойчивости:

- 1)  $\beta'_{\text{CdY}^{2-}} = \frac{\beta_{\text{CdY}^{2-}}}{\alpha_{\text{Cd}^{2+}} \cdot \alpha_{\text{Y}^{4-}}}$
- 2)  $\beta'_{\text{CdY}^{2-}} = \frac{\beta_{\text{CdY}^{2-}}}{\alpha_{\text{Cd}^{2+}}}$
- 3)  $\beta'_{\text{CdY}^{2-}} = \frac{\beta_{\text{CdY}^{2-}}}{\alpha_{\text{Y}^{4-}}}$
- 4)  $\beta'_{\text{CdY}^{2-}} = \frac{\beta_{\text{CdY}^{2-}}}{\alpha_{\text{Cd}^{2+}} + \alpha_{\text{Y}^{4-}}}$

4. Для стандартизации рабочего раствора в меркуриметрии в качестве установочного вещества используется:

- 1)  $\text{NaNO}_3$
- 2)  $\text{NaCl}$
- 3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- 4)  $\text{AgNO}_3$

5. Комплексометрическое определение ионов  $\text{Fe}(\text{III})$  проводят по методике:

- 1) прямое титрование в кислой среде
- 2) прямое титрование в среде аммонийного буфера
- 3) титрование по замещению в кислой среде
- 4) обратное титрование в среде аммонийного буфера

6. Какие требования предъявляются к реакциям, используемым в титриметрическом анализе?

1. Реакция должна протекать в соответствии со стехиометрическим уравнением реакции и должна быть практически необратима. Реакция должна протекать без побочных реакций. Реакция должна протекать с достаточно большой скоростью. Должен существовать способ фиксирования точки эквивалентности.

2. Реакция должна протекать в соответствии со стехиометрическим уравнением реакции и должна быть практически обратима. Константа равновесия реакции должна быть больше 10000. Реакция должна протекать с достаточно большой скоростью.
3. Реакция должна протекать в соответствии со стехиометрическим уравнением реакции. Реакция должна протекать с достаточно малой скоростью. Должен существовать способ фиксации точки эквивалентности.
4. Константа равновесия реакции должна быть больше 10. Реакция должна протекать без побочных реакций. Реакция должна протекать за 1-3 сек. Должен существовать способ фиксации точки эквивалентности.
7. В каком случае из сравниваемых величина скачка титрования будет больше:
- 1) 0,1 М  $C_6H_5NH_2$  + 0,1 М HCl
  - 2) 0,1 М  $C_2H_5NH_2$  + 0,1 М HCl
  - 3) 0,1 М  $C_4H_9NH_2$  + 0,1 М HCl
  - 4) 0,1 М  $C_6H_{11}NH_2$  + 0,1 М HCl
8. Какую индикаторную ошибку следует учитывать при титровании NaOH+HCl с метиловым оранжевым ( $pT=4$ )?
- 1) водородная
  - 2) гидроксильная
  - 3) кислотная
  - 4) щелочная
9. Какую индикаторную ошибку следует учитывать при титровании NaOH+HCl с тимолфталеином ( $pT=10$ )?
- 1) водородная
  - 2) гидроксильная
  - 3) кислотная
  - 4) щелочная
10. Каким способом определяется содержание  $P_2O_5$  в удобрениях?
- 1) Окислительно-восстановительное титрование
  - 2) Потенциометрия
  - 3) Гравиметрия
  - 4) Перманганатометрия
11. Какое свойство измеряют в потенциометрических методах анализа?
- 1) Потенциал индикаторного электрода
  - 2) Потенциал электрода сравнения
  - 3) ЭДС гальванического элемента, состоящего из индикаторного электрода и электрода сравнения
  - 4) ЭДС гальванического элемента, состоящего из индикаторного и ионселективного электродов
12. Какую функцию выполняют индикаторные электроды?
- 1) Обратимо реагируют на изменение состава анализируемого раствора
  - 2) Необратимо реагируют на изменение состава анализируемого раствора
  - 3) Обладают постоянным потенциалом и низким электрическим сопротивлением
  - 4) Реагируют на изменение температуры анализируемого раствора
13. Какую функцию выполняют электроды сравнения?

- 1) Обратимо реагируют на изменение состава анализируемого раствора
- 2) Необратимо реагируют на изменение состава анализируемого раствора
- 3) Обладают постоянным потенциалом и низким электрическим сопротивлением
- 4) Реагируют на изменение температуры анализируемого раствора

14. Можно ли в растворе, содержащем NaOH и NH<sub>4</sub>OH, определить содержание обоих компонентов методом кондуктометрического титрования раствором HCl?

- 1) Можно, т.к. различия подвижностей различных определяемых ионов существенны
- 2) Можно, т.к. различия подвижностей различных определяемых ионов несущественны
- 3) Нельзя, т.к. различия подвижностей различных определяемых ионов несущественны
- 4) Нельзя, т.к. различия подвижностей определяемых ионов и титранта существенны

15. Чему равна действительная величина ЭДС, при которой происходит электролиз?

- 1)  $E_{ДС} = E_{инд} - E_{сравн} \pm \Phi_{диффузн}$
- 2)  $E_{ДС} = E_{катод} - E_{анод}$
- 3)  $E_{ДС} = E_{инд} + E_{сравн} \pm \Phi_{диффузн}$
- 4)  $E_{ДС} = E_{инд} + E_{сравн}$

16. В спектрофотометрических методах анализа используется свойство:

- а) излучение света атомами вещества;
- б) поглощение света атомами вещества;
- в) поглощение света молекулами или ионами;
- г) рассеяние света частицами вещества.

17. В далекой ультрафиолетовой области ( $\lambda < 200$  нм) поглощает свет вещество:

- а) C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>;
- б) HCl;
- в) MnCl<sub>2</sub>;
- г) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>.

18. Закону Бугера–Ламберта–Бера соответствует формула:

- а)  $I = I_0 \cdot k \cdot c$ ;
- б)  $I = a \cdot c^b$ ;
- в)  $I = I_0 10^{-\epsilon l c}$ ;
- г)  $I = I_0 \cdot k \cdot (1 - 10^{-\epsilon l c})$ .

19. При определении оптической плотности не взаимодействующих друг с другом веществ с концентрацией  $c_1$  и  $c_2$  получены значения  $A = 0,3$  и  $A = 0,2$ . Оптическая плотность раствора, содержащего одновременно оба этих вещества в тех же концентрациях ( $l = \text{const}$ ,  $\lambda = \text{const}$ ) равна:

- а)  $A = 0,1$ ;
- б)  $A = 0,2$ ;
- в)  $A = 0,5$ ;
- г)  $A = 0,3$ .

20. В основу метода прямой кондуктометрии положена зависимость:

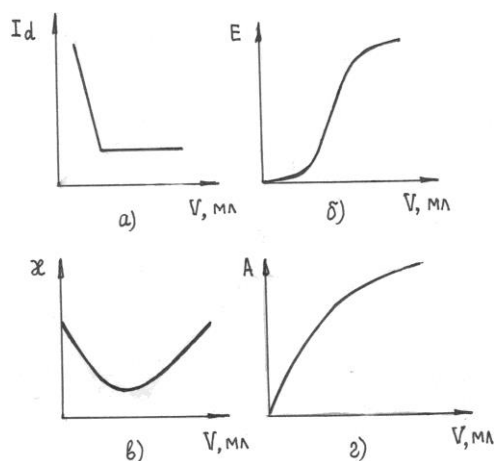
- а) зависимость электрической проводимости от концентрации определяемого вещества;
- б) зависимость подвижности определяемого иона от его концентрации;
- в) зависимость силы тока от электрического сопротивления раствора;

г) зависимость электрической проводимости от величины заряда ионов определяемого вещества.

21. В методе прямой потенциометрии линейный градуировочный график следует строить в координатах:

- а)  $E - c(x)$ ;
- б)  $E - \lg c(x)$ ;
- в)  $\lg E - \lg c(x)$ ;
- г)  $\lg E - c$ .

22. Потенциометрическое титрование HCl раствором NaOH характеризует кривая:



23. Схематическая запись  $Pt(H_2)/2H^+$  соответствует электроду:

- а) стеклянному;
- б) водородному;
- в) хингидронному;
- г) каломельному.

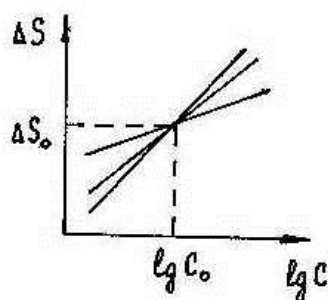
24. В основе эмиссионного спектрального анализа лежит физический процесс:

- а) энергетический переход внутренних электронов в молекуле;
- б) энергетический переход внешних электронов в молекуле;
- в) переход внешних электронов в атоме возбужденного уровня на более низкий;
- г) переход внешних электронов в атоме с основного уровня на возбужденный.

25. Наиболее точные результаты дает метод количественного эмиссионного анализа:

- а) метод постоянного графика;
- б) метод трех эталонов;
- в) метод переводного коэффициента;
- г) метод одного эталона.

26. Выполнен анализ методом эмиссионной спектроскопии. Градуировочные графики имеют следующий вид:



Они относятся к методу:

- а) методу трех эталонов;
- б) методу постоянного графика;
- в) методу одного эталона;
- г) методу добавок.

27. В газовой хроматографии катарометр относится к типу детекторов:

- а) к детекторам по теплопроводности (ДТП);
- б) к детекторам ионизации в пламени (ДИП);
- в) к детекторам электронного захвата;
- г) к термохимическим детекторам.

28. Пропускание окрашенного раствора при 435 нм равно 0,72. Рассчитайте поглощение этого раствора.

29. Пропускание раствора органического красителя при 505 нм в кювете с  $l=5$  см равно 28,7%. Рассчитайте поглощение раствора в кюветах с  $l=1$  и  $l=5$  см.

30. Поглощение раствора окрашенного комплекса алюминия состава 1:1, содержащего 5 мкг/мл Al, равно 0,225 при 487 нм и  $l=1$  см. Рассчитайте коэффициент поглощения комплекса, если концентрация его выражена в мкг/мл.

31. Поглощение раствора окрашенного комплекса алюминия состава 1:1, содержащего 5 мкг/мл Al, равно 0,225 при 487 нм и  $l=1$  см. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения комплекса.

32. Молярный коэффициент поглощения окрашенного комплекса урана при 595 нм равен 14300. Рассчитайте поглощение раствора этого комплекса, содержащего 5 мкг/мл связанного в комплекс урана, в кювете с  $l=1$  см.

33. Реагент образует со свинцом комплекс состава 1:1, молярный коэффициент поглощения которого при  $\lambda_{max}$  равен 4200. Рассчитайте минимальную концентрацию свинца в моль/л и мг/л, которую можно измерить в кювете с  $l=1$  см, если минимальное точно определяемое значение поглощения равно 0,100.

34. Определить порядок убывания величины скачка титрования:

- 1) 0,1 М  $C_6H_5NH_2$  + 0,1 М HCl
- 2) 0,1 М  $C_2H_5NH_2$  + 0,1 М HCl
- 3) 0,1 М  $C_4H_9NH_2$  + 0,1 М HCl
- 4) 0,1 М  $C_6H_{11}NH_2$  + 0,1 М HCl

35. Органический реагент образует со свинцом(II) окрашенный комплекс состава 1:1. По-



поглощение раствора, содержащего 2,07 мг/л свинца(II) и избыток реагента, при 440 нм и  $l = 1$  см равно 0,630 (относительно воды). Рассчитайте молярный коэффициент поглощения комплекса свинца(II).

36. Железо(II) образует с батофенантролином красный комплекс, молярный коэффициент поглощения которого при 538 нм равен  $2,24 \cdot 10^4$  л·моль<sup>-1</sup>·см<sup>-1</sup>. Поглощение раствора этого комплекса в кювете с  $l = 2$  см равно 0,896. Рассчитайте молярную концентрацию железа (II) в этом растворе.

37. Молярный коэффициент поглощения комплекса никеля NiL<sub>2</sub> при 487 нм равен 9400, а реагента L – 3,0. Рассчитайте поглощение раствора, приготовленного, смешением 10 мл  $1,0 \cdot 10^{-4}$  М раствора никеля с 10 мл  $1,0 \cdot 10^{-2}$  М раствора реагента и разбавлением смеси до объема 100 мл. Измерение проводят в кювете с  $l = 1$  см относительно воды (считают, что весь никель находится в растворе в виде комплекса).

38. При определении кадмия(II) в сбросных водах к образцу добавляют 10-кратный избыток реагента и измеряют поглощение при 610 нм. При этой длине волны поглощение раствора, содержащего  $1,0 \cdot 10^{-5}$  моль/л связанного в комплекс кадмия и  $1,0 \cdot 10^{-4}$  моль/л несвязанного реагента, равно 0,568. При этой же длине волны поглощение раствора реагента концентрации  $1,0 \cdot 10^{-4}$  моль/л равно 0,024. Все измерения проводят относительно воды в кювете с  $l = 1$  см. Определите молярный коэффициент поглощения при 610 нм комплекса кадмия.

39. При 610 нм поглощение раствора реагента концентрации  $1,0 \cdot 10^{-4}$  моль/л равно 0,024. Все измерения проводят относительно воды в кювете с  $l = 1$  см. Определите молярный коэффициент поглощения.

40. Для окрашенного комплекса цинка при 465 нм ( $l=1$  см) получены следующие результаты:

Номер опыта	Zn, мкг/мл	Поглощение
1	2,0	0,105
2	4,0	0,205
3	6,0	0,310
4	8,0	0,415
5	10,0	0,515

Пользуясь приведенными данными, найдите коэффициент погашения в  $\text{л}\cdot\text{мг}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ .

41. Для окрашенного комплекса цинка при 465 нм ( $l=1$  см) получены следующие результаты:

Номер опыта	Zn, мкг/мл	Поглощение
1	2,0	0,105
2	4,0	0,205
3	6,0	0,310
4	8,0	0,415
5	10,0	0,515

Пользуясь приведенными данными, найдите молярный коэффициент поглощения в  $\text{л}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ .

42. Для окрашенного комплекса цинка при 465 нм ( $l=1$  см) получены следующие результаты:

Номер опыта	Zn, мкг/мл	Поглощение
1	2,0	0,105
2	4,0	0,205
3	6,0	0,310
4	8,0	0,415
5	10,0	0,515

Пользуясь приведенными данными, определите концентрацию раствора, поглощение которого равно 0,200.

43. Для комплекса меди с органическим реагентом получены следующие данные, характеризующие его спектр:

Длина волны, нм	$A$	Длина волны, нм	$A$
400	0,245	500	0,615
420	0,310	520	0,490
440	0,395	540	0,310
460	0,485	560	0,102
480	0,588	580	0,020
490	0,615	600	0,010

Укажите длину волны, наиболее подходящую для колориметрического определения меди по реакции с данным реагентом.

44. Дайте определение *катода* с учетом типа электрохимических реакций, протекающих на каждом из электродов.

- 1) электрод, на котором происходят реакции окисления, присоединён к отрицательному полюсу источника тока.
- 2) электрод, на котором происходят реакции восстановления, присоединён к отрицательному полюсу источника тока.
- 3) электрод, на котором происходят реакции окисления, присоединён к положительному полюсу источника тока.
- 4) электрод, на котором происходят реакции восстановления, присоединён к положительному полюсу источника тока.

45. Дайте определение *анода* с учетом типа электрохимических реакций, протекающих на каждом из электродов.

- 1) электрод, на котором происходят реакции окисления, присоединён к отрицательному полюсу источника тока.
- 2) электрод, на котором происходят реакции восстановления, присоединён к отрицательному полюсу источника тока.
- 3) электрод, на котором происходят реакции окисления, присоединён к положительному полюсу источника тока.
- 4) электрод, на котором происходят реакции восстановления, присоединён к положительному полюсу источника тока.

46. Какой электрод является отрицательным в гальваническом элементе? АНОД

47. Какой электрод служит отрицательным в электролитической ячейке? КАТОД

48. Дайте определение понятия «обратная э.д.с.»

- 1) Индуктированная сила, возникающая во всяком двигателе при вращении якоря, которая всегда направлена навстречу току (препятствует протеканию тока по рамке).
- 2) отклонение значения электродного потенциала от равновесного при пропускании электрического тока.
- 3) Величина отклонения потенциала выделения электрода от значения равновесного потенциала данного электрода
- 4) падение напряжения в растворе, обусловленное его внутренним сопротивлением.

49. Дайте определение понятия «поляризация».

- 1) Индуктированная сила, возникающая во всяком двигателе при вращении якоря, которая всегда направлена навстречу току (препятствует протеканию тока по рамке).
- 2) отклонение значения электродного потенциала от равновесного при пропускании электрического тока.
- 3) Величина отклонения потенциала выделения электрода от значения равновесного потенциала данного электрода
- 4) падение напряжения в растворе, обусловленное его внутренним сопротивлением.

50. Дайте определение понятия «перенапряжение на электроде».

- 1) Индуктированная сила, возникающая во всяком двигателе при вращении якоря, которая всегда направлена навстречу току (препятствует протеканию тока по рамке).
- 2) отклонение значения электродного потенциала от равновесного при пропускании электрического тока.
- 3) Величина отклонения потенциала выделения электрода от значения равновесного по-

тенциала данного электрода

4) падение напряжения в растворе, обусловленное его внутренним сопротивлением.

51. Дайте определение понятия «перенапряжение в ячейке».

1) Индуктированная сила, возникающая во всяком двигателе при вращении якоря, которая всегда направлена навстречу току (препятствует протеканию тока по рамке).

2) отклонение значения электродного потенциала от равновесного при пропускании электрического тока.

3) Величина отклонения потенциала выделения электрода от значения равновесного потенциала данного электрода

4) падение напряжения в растворе, обусловленное его внутренним сопротивлением.

52. Рассчитайте время, требуемое для осаждения 400 мг меди в результате электролиза кислого раствора сульфата меди при силе тока 4,00 А. Предположите 50%-ный выход по току.

53. В качестве титранта при кулонометрическом титровании молочной кислоты  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$  используют гидроксил-ион, электрогенерированный при постоянной силе тока 19,3 мА. Сколько миллиграммов молочной кислоты содержится в образце, если на титрование образца затрачено 2 мин 21,4 с. Предположите 100%-ный выход по току.

54. Наличие канцерогенных углеводов в воздухе устанавливают следующим образом: пропускают воздух через поглотительную трубку и затем вымывают адсорбированные соединения 100 мл органического растворителя. Если флуоресцентным методом можно определять соединения, концентрация которых в растворе равна  $10^{-8}$  М определите, сколько микрограммов вещества, молекулярная масса которого равна 300 можно определить таким образом.

55. В возбужденном в пламени атоме лития возможны два перехода  $3p \rightarrow 2s$  (3,85 эВ  $\rightarrow$  0,0 эВ) и  $4d \rightarrow 2p$  (4,60 эВ  $\rightarrow$  1,90 эВ). Рассчитайте длины волн (в ангстремах) линий, соответствующих этим переходам.

57. Дайте определение понятия «дисперсия света»

1) зависимость абсолютного показателя преломления вещества от частоты (или длины волны) света

2) полуширина аппаратной функции спектрального прибора (или максимальное количество чёрных и белых полос (т.е. количество переходов от черного к белому или обратно), которые могут быть различимы системой регистрации на предельно обнаруживаемом контрасте).

3) окружность, с расположенным на ней источником света и спектром, касающаяся вогнутой дифракционной решётки в её вершине, с диаметром окружности равным радиусу кривизны  $R$  сферич. поверхности решётки.

4) линии спектра вещества, которые при определённом процентном содержании примеси по интенсивности равны какой-либо линии спектра этой примеси.

58. Дайте определение понятия «разрешение»

1) зависимость абсолютного показателя преломления вещества от частоты (или длины волны) света

2) полуширина аппаратной функции спектрального прибора (или максимальное количество чёрных и белых полос (т.е. количество переходов от черного к белому или обратно), которые могут быть различимы системой регистрации на предельно обнаруживаемом контрасте).

3) окружность, с расположенным на ней источником света и спектром, касающаяся вогнутой дифракционной решётки в её вершине, с диаметром окружности равным радиусу кривизны  $R$  сферич. поверхности решётки.

4) линии спектра вещества, которые при определённом процентном содержании примеси по интенсивности равны какой-либо линии спектра этой примеси.

59. Дайте определение понятия «круг Роуланда»

1) зависимость абсолютного показателя преломления вещества от частоты (или длины волны) света

2) полуширина аппаратной функции спектрального прибора (или максимальное количество чёрных и белых полос (т.е. количество переходов от черного к белому или обратно), которые могут быть различимы системой регистрации на предельно обнаруживаемом контрасте).

3) окружность, с расположенным на ней источником света и спектром, касающаяся вогнутой дифракционной решётки в её вершине, с диаметром окружности равным радиусу кривизны  $R$  сферич. поверхности решётки.

4) линии спектра вещества, которые при определённом процентном содержании примеси по интенсивности равны какой-либо линии спектра этой примеси.

60. Дайте определение понятия «гомологическая пара линий»

1) линии спектра вещества, которые при определённом процентном содержании примеси по интенсивности равны какой-либо линии спектра этой примеси.

2) однородная пара линий спектров вещества и примеси с равными интенсивностями, не сильно отличающихся друг от друга по длине волны.

3) полуширина аппаратной функции спектрального прибора (или максимальное количество чёрных и белых полос (т.е. количество переходов от черного к белому или обратно), которые могут быть различимы системой регистрации на предельно обнаруживаемом контрасте).

4) окружность, с расположенным на ней источником света и спектром, касающаяся вогнутой дифракционной решётки в её вершине, с диаметром окружности равным радиусу кривизны  $R$  сферич. поверхности решётки.

61. Дайте определение понятия «фиксирующая пара линий»

1) линии спектра вещества, которые при определённом процентном содержании примеси по интенсивности равны какой-либо линии спектра этой примеси.

2) однородная пара линий спектров вещества и примеси с равными интенсивностями, не сильно отличающихся друг от друга по длине волны.

3) полуширина аппаратной функции спектрального прибора (или максимальное количество чёрных и белых полос (т.е. количество переходов от черного к белому или обратно), которые могут быть различимы системой регистрации на предельно обнаруживаемом контрасте).

4) окружность, с расположенным на ней источником света и спектром, касающаяся вогнутой дифракционной решётки в её вершине, с диаметром окружности равным радиусу кривизны  $R$  сферич. поверхности решётки.

62. Дайте определение понятия «внутренний стандарт»

1) линии спектра вещества, которые при определённом процентном содержании примеси

по интенсивности равны какой-либо линии спектра этой примеси.

2) однородная пара линий спектров вещества и примеси с равными интенсивностями, не сильно отличающихся друг от друга по длине волны.

3) чистый образец, внесенный в пробу, экстракт или стандартный раствор в известном количестве с целью определения относительного содержания других веществ, которые являются компонентами анализируемой пробы или раствора, не должен содержаться в исходной пробе и должен разделяться со всеми определяемыми веществами

4) электрод, имеющий вогнутую форму, изготовленный из чистого металла, помещенный в кварцевый баллон, заполненный инертным газом под низким давлением.

63. Дайте определение понятия «полый катод»

1) отрицательно заряженный электрод, имеющий вогнутую форму, изготовленный из чистого металла, помещенный в кварцевый баллон, заполненный инертным газом под низким давлением.

2) положительно заряженный электрод, имеющий вогнутую форму, изготовленный из чистого металла, помещенный в кварцевый баллон, заполненный инертным газом под низким давлением.

3) отрицательно заряженный электрод, имеющий вогнутую форму, изготовленный из сплава, помещенный в кварцевый баллон, заполненный кислородом под низким давлением.

4) положительно заряженный электрод, имеющий вогнутую форму, изготовленный платины, помещенный в баллон, заполненный инертным газом под высоким давлением.

64. Раствор, в 500 мл которого растворено 1,825 г HCl, имеет pH, равный ...

1. 1

2. 2

3. 5

4. 4

65. Объем 0,1н раствора КОН, необходимый для нейтрализации 20 мл 0,15н раствора азотной кислоты, равен \_\_\_\_\_ миллилитрам.

1. 15

2. 45

3. 30

4. 20

66. Методы анализа, основанные на способности вещества поглощать свет определенной длины волны, называются ...

1. потенциометрическими

2. спектрофотометрическими

3. фотоэмиссионными

4. радиометрическими

67. При проведении поляриметрического анализа градуировочный график строится в координатах...

1. показатель преломления от длины волны

2. угол вращения плоскости поляризации света от концентрации анализируемого вещества

3. угол вращения плоскости поляризации света от длины волны

4. показатель преломления от концентрации анализируемого вещества

68. Электродом сравнения в методе потенциометрии называют...

1. электрод, потенциал которого зависит от температуры и состава раствора

2. электрод, потенциал которого зависит от природы растворителя и состава раствора
3. неполяризуемый электрод, потенциал которого не зависит от состава раствора
4. электрод, потенциал которого зависит от природы и концентрации одного из компонентов раствора

69. При количественном определении веществ по методу прямой потенциометрии используют зависимость...

1. потенциала индикаторного электрода от объема прилитого титранта
2. потенциала индикаторного электрода от концентрации определяемого вещества
3. силы тока от потенциала
4. силы тока от концентрации определяемого вещества

69. При количественном определении веществ по методу кондуктометрического титрования используют зависимость...

1. потенциала индикаторного электрода от концентрации определяемого вещества
2. силы тока от объема прилитого титранта
3. удельной электропроводности от объема прилитого титранта
4. удельной электропроводности от концентрации определяемого иона

70. Аналитическим сигналом при проведении качественного анализа методом полярографии является...

1. величина предельного тока
2. потенциал полуволны
3. потенциал начала восстановления
4. высота полуволны

71. Физический метод анализа, основанный на изучении спектров испускания, называется ...

1. рентгено-графическим
2. электронно-графическим
3. эмиссионным
4. атомно-абсорбционным

72. Физические методы анализа основаны на взаимодействии определяемого вещества с ...

1. внешним напряжением
2. электромагнитным излучением
3. внешним давлением
4. количеством электричества

73. Физический метод анализа, в основе которого используется способность электромагнитного излучения вызывать свечение исследуемого объекта, называется ...

1. эмиссионным
2. атомно-абсорбционным
3. спектрофотометрическим
4. люминесцентным

74. Методом люминесценции чаще других определяют ...

1. органические вещества
2. катализаторы
3. ингибиторы

## 4. неорганические ионы

75. Методами кондуктометрии можно анализировать только вещества, являющиеся ...

1. коллоидами
2. диэлектrolитами
3. высокомолекулярными
4. электролитами

76. При кондуктометрическом методе анализа измеряют величину ...

1. оптической плотности
2. электропроводности
3. потенциала
4. интенсивности излучения

77. При определении концентрации ионов водорода методом потенциометрии наибольшее применение в качестве индикаторного получил \_\_\_\_\_ электрод.

1. металлический
2. стеклянный
3. кислородный
4. хлорсеребряный

78. Метод вольтамперометрии основан на прямо пропорциональной зависимости между концентрацией вещества и ...

1. ЭДС
2. проницаемостью
3. силой тока
4. частотой

79. Метод определения веществ, основанный на их различной способности адсорбироваться, называется ...

1. полярография
2. топография
3. хроматография
4. спектрография

80. Устройство для непрерывной регистрации концентрации компонентов, выходящих из колонки, называется ...

1. ареометром
2. пирометром
3. детектором
4. фотометром

81. В спектральных методах анализа величиной, пропорциональной количеству определяемого вещества, является ...

1. оптическая плотность
2. сила тока
3. напряжение поля
4. электродный потенциал

82. Метод люминесценции, основанный на возбуждении молекул электромагнитным излучением в виде света видимой и ультрафиолетовой области, называется ...

1. электролюминесценцией



2. фотолюминесценцией
3. биолюминесценцией
4. хемолюминесценцией

83. Процесс перевода вещества в атомарное состояние называется ...

1. распылением
2. ионизацией
3. атомизацией
4. эмиссией

84. Метод определения количественного и качественного состава вещества, основанный на образовании радионуклидов в результате протекания ядерных реакций, называется \_\_\_\_\_ анализ.

1. полярографический
2. активационный
3. хроматографический
4. электрохимический

85. При разбавлении 0,2М раствора соляной кислоты в два раза, рН будет иметь значение, равное ...

1. 13
2. 4
3. 14
4. 1

86. В 1 л раствора азотной кислоты, имеющего рН 2, содержится \_\_\_\_\_ моль  $\text{HNO}_3$ .

1. 1
2. 0,02
3. 0,01
4. 0,5

87. Раствор гидроксида натрия имеет рН = 13. Концентрация основания в растворе при 100% диссоциации равна \_\_\_\_\_ моль/л

1. 0,01
2. 0,1
3. 0,005
4. 0,001

88. Раствор гидроксида бария имеет рН = 13. Концентрация основания в растворе при 100% диссоциации равна \_\_\_\_\_ моль/л

1. 0,001
2. 0,05
3. 0,005
4. 0,1

89. Раствор азотной кислоты имеет рН = 1. Концентрация кислоты в растворе при 100% диссоциации равна \_\_\_\_\_ моль/л

1. 0,01
2. 0,1
3. 0,001

4. 0,005

90. Количество азотной кислоты, содержащееся в растворе, на нейтрализацию которого израсходовано 100мл раствора NaOH с молярной концентрацией 0,2 моль/л, составляет \_\_\_\_\_ моль.

1. 0,01
2. 0,1
3. 0,2
4. 0,02

91. Величина, зависящая от концентрации анализируемого вещества в методе спектрофотометрии, называется ...

1. оптическая плотность
2. интенсивность окраски
3. длина волны
4. интенсивность излучения

92. Вещество, на поверхности которого происходит разделение и концентрирование анализируемых веществ в методе хроматографии, называется ...

1. сорбтив
2. сорбент
3. элюент
4. сорбат

93. Интенсивность излучения при прохождении через образец в методе атомно-адсорбционной спектроскопии ...

1. не изменяется
2. уменьшается
3. изменяется неоднозначно
4. увеличивается

94. Для определения pH растворов потенциометрическим методом, в качестве индикаторного, наиболее часто используется \_\_\_\_\_ электрод.

1. стеклянный
2. металлический
3. каломельный
4. газовый

95. Ядерно-химические методы анализа основаны на самопроизвольном распаде ядер некоторых изотопов, которые называются ...

1. электрохимическим
2. люминесцентным
3. радиоактивным
4. фотометрическим

96. Методы анализа, основанные на способности вещества поглощать свет определенной длины волны, называются ...

1. потенциометрическими
2. спектрофотометрическими
3. фотоэмиссионными
4. радиометрическими

97. Метод анализа, основанный на зависимости потенциала электрода от концентрации ионов, называется ...
1. потенциометрия
  2. кондуктометрия
  3. кулонометрия
  4. полярография
98. Величина, зависящая от концентрации анализируемого вещества в методе спектрофотометрии, называется ...
1. интенсивность излучения
  2. длина волны
  3. интенсивность окраски
  4. оптическая плотность
99. Атомно-эмиссионные методы анализа основаны на способности возбужденных атомов вещества \_\_\_\_\_ электромагнитное излучение.
1. отклонять
  2. преломлять
  3. испускать
  4. поглощать
100. Метод анализа, основанный на зависимости массы преобразованного вещества от количества электричества, называется ...
1. потенциометрия
  2. кулонометрия
  3. полярография
  4. кондуктометрия
101. Вещество, на поверхности которого происходит разделение и концентрирование анализируемых веществ в методе хроматографии, называется ...
1. сорбент
  2. элюент
  3. сорбтив
  4. сорбат
102. Метод анализа, основанный на зависимости электропроводности раствора от концентрации электролита, называется ...
1. кулонометрией
  2. кондуктометрией
  3. рефрактометрией
  4. полярографией
103. Величина, которая является качественной характеристикой вещества и зависит от его природы в методе спектрофотометрии, называется...
1. длиной волны
  2. амплитудой сигнала
  3. интенсивностью поглощения
  4. световым потоком
104. Свечение атомов, молекул или других частиц, возникающее при электронных переходах из возбужденного состояния в основное, называется...

1. эмиссией
2. фотометрией
3. релаксацией
4. люминесценцией

105. Наиболее удобным источником перевода вещества в атомарное состояние, является ...

1. радиочастота
2. механическое воздействие
3. ультразвук
4. пламя

106. Интенсивность излучения при прохождении через образец в методе атомно-адсорбционной спектроскопии ...

1. не изменяется
2. увеличивается
3. уменьшается
4. изменяется неоднозначно

107. Для определения рН растворов потенциометрическим методом, в качестве индикаторного, наиболее часто используется \_\_\_\_\_ электрод.

1. металлический
2. газовый
3. стеклянный
4. хлорсеребряный

108. Ядерно-химические методы анализа основаны на самопроизвольном распаде ядер некоторых изотопов, которые называются ...

1. электрохимическим
2. люминесцентным
3. фотометрическим
4. радиоактивным

109. Промежуток времени, в течение которого происходит распад половины радиоактивных ядер элемента, называется ...

1. периодом разложения
2. временем распада
3. периодом полураспада
4. характеристическим временем

110. Хроматографические методы анализа основаны на различной \_\_\_\_\_ способности определяемых веществ.

1. сорбционной
2. фотохимической
3. электрохимической
4. окислительно-восстановительной

111. Метод кулонометрии основан на использовании закона ...

1. Эйнштейна
2. Фарадея
3. Клайперона-Клаузиуса
4. Ламберта-Бугера-Бера

112. Процесс объединения коллоидных частиц в более крупные называется
1. седиментация
  2. пептизация
  3. коагуляция
  4. коацервация
113. Ион, вызывающий разрушение коллоидных растворов, называется ...
1. адсорбционным
  2. стабилизирующим
  3. коагулирующим
  4. потенцилопределяющим
114. Коагулирующая способность ионов с увеличением их заряда ...
1. изменяется неоднозначно
  2. уменьшается
  3. увеличивается
  4. не изменяется
115. Световой поток при прохождении через коллоидный раствор подвергается ...
1. адсорбции
  2. интерференции
  3. дифракционному рассеянию
  4. флуоресценции
116. Коагуляция коллоидных растворов может протекать под действием ...
1. сильных электролитов
  2. света
  3. ПАВ
  4. молекул растворителя
117. С уменьшением заряда ионов их коагулирующая способность ...
1. увеличивается
  2. не изменяется
  3. изменяется неоднозначно
  4. уменьшается
118. Метод разделения, основанный на проникновении молекул и ионов через мембрану, не проницаемую для коллоидных частиц, называется ...
1. электрофорезом
  2. коацервацией
  3. диализом
  4. переносом
119. Достоинства титриметрического анализа:
- 1) быстрота определения, простота оборудования, возможность автоматизации, относительная погрешность анализа 0,1 – 0,01 %.
  - 2) экспресс-анализ, сложное современное оборудование, относительная погрешность анализа 0,01 – 0,001 %.
  - 3) дистанционное определение, мобильность оборудования, относительная погрешность 0,1 – 0,01 %.
  - 4) неразрушающий метод анализа, импортное оборудование, автоматизация, точность.

120. К государственным стандартным образцам (первичные стандарты, ГСО) предъявляются определенные требования. Они должны иметь:

1. большую молярную массу; постоянный состав, отвечающий определенной формуле и не изменяющейся при хранении, высушивании, взвешивании; быть устойчивыми к окислению; не поглощать влагу и углекислый газ из воздуха.

2. малую молярную массу; переменный состав, быть устойчивыми к восстановлению; не поглощать влагу и кислород из воздуха.

3. большую молярную массу; быть устойчивыми к окислению; способность поглощать влагу и углекислый газ из воздуха.

4. окраску, хорошую растворимость в воде, переменный состав, способность взаимодействовать с кислородом.

121. Метод исследования разбавленных растворов, основанный на сравнении температуры начала кипения раствора и температуры кипения растворителя, - ...

1. калориметрия
2. тензиметрия
3. криоскопия
4. эбуллиоскопия
5. осмометрия
6. фотометрия

122. Метод исследования разбавленных растворов, основанный на сравнении температуры начала отвердевания раствора и температуры плавления растворителя, - ...

1. калориметрия
2. тензиметрия
3. криоскопия
4. эбуллиоскопия
5. осмометрия
6. фотометрия

## 123. Найдите соответствие:

1. Дисперсия света	1) зависимость абсолютного показателя преломления вещества от частоты (или длины волны) света
2. Разрешение	2) полуширина аппаратной функции спектрального прибора (или максимальное количество чёрных и белых полос (т.е. количество переходов от черного к белому или обратно), которые могут быть различимы системой регистрации на предельно обнаруживаемом контрасте).
3. Круг Роуанда	3) окружность, с расположенным на ней источником света и спектром, касающаяся вогнутой дифракционной решётки в её вершине, с диаметром окружности равным радиусу кривизны $R$ сферич. поверхности решётки.
4. Гомологическая пара линий	4) линии спектра вещества, которые при определённом процентном содержании примеси по интенсивности равны какой-либо линии спектра этой примеси.
5. Фиксирующая пара линий	5) однородная пара линий спектров вещества и примеси с равными интенсивностями, не сильно отличающихся друг от друга по длине волны.
6. Внутренний стандарт	6) чистый образец, внесенный в пробу, экстракт или стандартный раствор в известном количестве с целью определения относительного содержания других веществ, которые являются компонентами анализируемой пробы или раствора, не должен содержаться в исходной пробе и должен разделяться со всеми определяемыми веществами
7. Полюй катод	7) отрицательно заряженный электрод, имеющий вогнутую форму, изготовленный из чистого металла, помещенный в кварцевый баллон, заполненный инертным газом под низким давлением.

124. Найдите соответствие:

1. обратная э.д.с	1) Индуцированная сила, возникающая во всяком двигателе при вращении якоря, которая всегда направлена навстречу току (препятствует протеканию тока по рамке).
2. Поляризация.	2) отклонение значения электродного потенциала от равновесного при пропускании электрического тока.
3. Перенапряжение на электроде	3) Величина отклонения потенциала выделения электрода от значения равновесного потенциала данного электрода
4. Перенапряжение в ячейке	4) падение напряжения в растворе, обусловленное его внутренним сопротивлением.

125. Найдите соответствие:

1. метод анализа, который основан на самопроизвольном распаде ядер некоторых изотопов	1. потенциометрия
2. Метод анализа, основанный на способности вещества поглощать свет определенной длины волны	2. кондуктометрия
3. Метод анализа, основанный на зависимости потенциала электрода от концентрации ионов	3. кулонометрия
4. Метод анализа, основанный на зависимости массы преобразованного вещества от количества электричества	4. полярография
5. Метод анализа, основанный на зависимости электропроводности раствора от концентрации электролита	5. радиометрия



