

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Горский государственный аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Факультет Биотехнологии

Кафедра Биотехнологии и стандартизации

Учебный год 2023-2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ -

ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

Наименование направления подготовки/специальности	19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль) ( <i>при наличии</i> )	Промышленная биотехнология и биоинженерия
Реквизиты федерального государственного образовательного стандарта высшего образования	Приказ Минобрнауки России от 10 августа 2021 г. № 736
Год начала подготовки	2022
Очная форма обучения - учебные планы по годам приема	2022, 2023
Заочная форма обучения - учебные планы по годам приема	2023
Номер по реестру ОП ВО ФГБОУ ВО Горский ГАУ	Б-190301-2022
Реквизиты решения ученого совета ФГБОУ ВО Горский ГАУ об утверждении ОП ВО	Протокол от 11 апреля 2023 г. №6
Реквизиты приказа ректора или уполномоченного лица об утверждении ОП ВО	Приказ врио ректора от 11 апреля 2023 г. № 85/06
Место дисциплины в структуре учебного плана	Обязательная часть
Количество зачетных единиц	6

ВЛАДИКАВКАЗ 2023

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№ №	Планируемые результаты освоения образовательной программы		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Направление воспитательной работы (для дисциплин, формирующих универсальные компетенции в соответствии с Концепцией воспитательной работы)
	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции			
	Исследования, культура эксперимента	ОПК-7. Способен проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, наблюдения и измерения, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные, применяя математические, физические, физико-химические, химические, биологические, микробиологические методы.	<b>ОПК-7.И-3.</b> Умеет использовать базовые методы и технику для физического, физико-химического, химического, микробиологических анализа;	<b>ОПК-7. И-3.3-1. Знает</b> базовые методы и технику проведения экспериментальных исследований и испытаний по заданной методике, основные математические, физические, физико-химические, биологические и микробиологические методы анализа	
				<b>ОПК-7. И-3.У-1. Умеет</b> проводить экспериментальные исследования химическими и физико-химическими методами на основе измерения величины аналитического сигнала по заданной методике, осуществлять контроль качества сырья, промежуточных продуктов и готовых БАВ в соответствии с регламентом	
				<b>Владеть:</b> Способами проведения измерений величины аналитического сигнала, обработки и интерпретации экспериментальных данных способами использования базовых методов и техники для физического, физико-химического, химического, микробиологических анализа; навыками приготовления растворов заданной концентрации различными способами навыками расчета	

				результатов анализа; навыками расчета метрологических характеристик результатов.	
--	--	--	--	--	--



<b>Электрохимические методы анализа</b>									
9	Электрохимические методы.	2	1	4	2			2	8
10	Потенциметрические методы анализа	2	1	4	2			1	8
11	Классификация электродов	2	1	2	2	0,2			8
12	Полярографический метод анализа	2	1	2	2	0,2			8
13	Кондуктометрия.	2	1	2	2	2			8
14	Кулонометрические методы исследования.	2	1	4	2	0,2			8
<b>Раздел 4. Хроматография.</b>									
15	Хроматографические методы анализа	2	1	4	2	0,2		2	4
16	Виды хроматографических методов	2	1	4	2	0,2			6
17	Хроматография	2	1	4	2			1	8
18	Газовая хроматография	2	1	2	2				8
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>0,2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>123</b>

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО РАЗДЕЛАМ (ТЕМАМ)

Раздел 1. Введение и задачи дисциплины физико-химические методы анализа. Метрологические характеристики важнейших физико-химических методов. (4 часа)

Тема 1. Значение химических, физических и физико-химических методов анализа в современной науке, промышленной и технике. *Цель и задачи дисциплины.* Определение аналитического сигнала. Образец и проба. Качественный и количественный анализ. Интенсивные и экстенсивные свойства. Классификация ошибок и методы учета погрешностей. Общая классификация методов анализа. Химические (классические) методы анализа: понятие о гравиметрическом и титриметрическом анализе. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Физические методы анализа. Комбинированные методы анализа. Чувствительность. Избирательность. Точность. Правильность. Воспроизводимость. Экспрессность. Предел обнаружения. Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа: прямые методы – метод градуировочного графика, метод молярного свойства, метод добавок. Косвенные методы – метод титрования.

*Практическое занятие. Способы обработки результатов измерений.* (2 часа)

Техника безопасной работы в химической лаборатории. Значащие цифры и правила округления. Правильность и воспроизводимость результатов анализа. Классификация ошибок анализа. Некоторые понятия математической статистики и их использование в физико-химическом анализе. Статистическая обработка и представление результатов анализа. Сравнение двух методов анализа по воспроизводимости.

*Лабораторное занятие.* Погрешности химического анализа Проверка вместимости мерной посуды. (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Отчистка веществ. (2 часа)

*Задания для самостоятельной работы* (12 часа)

1. Методы обработки результатов измерения и оценки полезного сигнала: метод градуировочных кривых (графиков), метод добавок, метод эталонирования

2. Аналитический сигнал и его состав. Классификация ошибок измерения и их влияние на результаты анализа. Способы построения шкалы стандартов.

3. Статистические способы оценки точности результатов измерения.

Раздел 2. Оптические методы исследования. (12 часа)

Спектральные методы анализа Классификация спектральных методов. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Эмиссия и абсорбция квантов Особенности спектров свободных атомов, ионов, молекул. Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Принцип метода, его аналитические характеристики и области применения. Зависимость между интенсивностью спектральной линии определяемого элемента и его содержанием в пробе. Источники возбуждения спектров: дуговые и искровые разряды, плазматроны, пламена, лазеры. Светофильтры и монохроматоры. Приемники излучения (детекторы). Эмиссионная фотометрия пламени. Структура пламени. Зависимость температуры пламени от состава горючей смеси газов. Диспергирование анализируемой пробы в пламени. Процессы, протекающие в пламени. Помехи в методе эмиссионной фотометрии пламени и способы их устранения. Принципиальная схема пламенного фотометра.

*Практическое занятие.* Спектральные и оптические методы анализа. (6 часа)

Законы светопоглощения: закон Бугера – Ламберта – Бера, закон аддитивности. Определение светопоглощающих веществ в смеси. Аналитические возможности и практическое применение методов. Нефелометрия и турбидиметрия. Теоретические основы методов. Процессы взаимодействия света со взвешенными частицами. Условия

проведения нефелометрических и турбидиметрических определений. Приборы. Решение задач.

*Практическое занятие.* Эмиссионный спектральный анализ. Решение задач.

*Практическое занятие.* Люминесцентный метод анализа. Решение задач.

*Практическое занятие.* Поляриметрия и рефрактометрия. Решение задач.

*Практическое занятие.* Молекулярная спектроскопия. Решение задач.

*Практическое занятие.* Полярографический метод анализа. Решение задач.

*Практическое занятие.* Рефрактометрия. Решение задач.

*Лабораторное занятие.* Колориметрическое определение железа в воде (методом сравнения). (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Определение азота нитритов в растительном материале (методом калибровочного графика). (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Определение нитратов в экстрактах пищевого сырья. (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Нефелометрическое определение хлора в растворе. (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Флуоресцентное определение алюминия. (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Метод флуоресцентного титрования. (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Рефрактометрический метод. Анализ спиртового раствора. (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Определение содержания лактозы в растворе методом рефрактометрии (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Поляриметрическое определение крахмала. (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Определение концентрации вещества (глюкозы, сахарозы) методом поляриметрии. (2 часа)

*Задания для самостоятельной работы* (37 часа)

1. Основные понятия, единицы измерения, применяемые в оптических методах. Цвет и спектр. Основной закон светопоглощения

2. Эмиссионный спектральный анализ. Пламенная фотометрия. Молекулярный абсорбционный спектральный анализ в ультрафиолетовой и видимой областях спектра.

3. Понятие о теоретических основах метода. Идентификация молекул, катионов и анионов по ИК спектрам поглощения. Практика метода.

4. Количественный фотометрический анализ. Дифференциальный фотометрический анализ. Производная спектрофотометрия. Люминесцентный анализ. Рефрактометрия. Поляриметрия. Эмиссионный спектральный анализ. Атомно-абсорбционная пламенная фотометрия. Спектроскопия НПВО и МНПВО. Нефелометрия. Турбодиметрия.

Раздел 3. Электрохимические методы анализа.

Процессы, происходящие в электрохимических ячейках. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Классификация электрохимических методов анализа. Потенциометрия. Прямая потенциометрия (ионометрия). Измерение потенциала. Индикаторные электроды: металлические и мембранные (стеклянные и ионоселективные). Устройство и принцип действия стеклянного электрода, его водородная функция. Стеклянные электроды для определения концентрации катионов металлов. Избирательная зависимость потенциала ионоселективного электрода от концентрации определяемого иона. Ионоселективные электроды. Хлорсеребряный электрод сравнения.

*Практическое занятие.* Электрохимические методы анализа. (12 часа)

Сущность и аналитические возможности метода. Реакции, применяемые в потенциометрическом титровании. Графические способы нахождения конечной точки титрования. Электроды в потенциометрии, требования к индикаторным электродам и электродам сравнения. Классификация электродов. Ионоселективные электроды (ИСЭ). Основные характеристики ИСЭ. Выбор электродов. Аппаратура для измерения потенциала. Решение задач.

*Практическое занятие.* Кулонометрические методы исследования. Решение задач. (1 час)

*Практическое занятие.* Кондуктометрический метод анализа. (1 час)

Сущность и аналитические возможности метода. Электропроводность и ее зависимость от концентрации ионов в растворе. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Кривые кондуктометрического титрования. Аппаратура метода. Электроды и ячейки для измерения электропроводности. Высокочастотное кондуктометрическое титрование. Решение задач.

*Лабораторное занятие.* Определение содержания карбонатов методом потенциометрического титрования. (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Определение концентрационной зависимости нитрат ионов в растворах методом прямой потенциометрии. (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Кондуктометрическое титрование. Определение иона  $\text{SO}_4^{2-}$  (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Определение содержания кислоты в растворе методом кондуктометрического титрования. (2 часа)

*Задания для самостоятельной работы* (48 часа)

Электрохимические методы анализа Потенциометрия. Кондуктометрия. Полярография. Амперометрия. Кулонометрия. Электрофорез.

Раздел 4. Хроматографические методы анализа. (8 часа)

Теории хроматографии. Классификация хроматографических методов. Хроматографы, их основные узлы: хроматографическая колонка и детектор. Газовая хроматография. Газосорбционная и газо-жидкостная хроматография. Принципиальная схема газового хроматографа. Хроматограммы, способы их обработки. Идентификация и количественное определение веществ. Хромато-масс-спектрометрия.

*Практическое занятие.* (1 час)

Классификация хромато-графических методов: по технике выполнения хроматографирования, по агрегатному состоянию фаз, по природе элементарного акта, по способу относительного перемещения фаз, по аппаратному оформлению, по цели проведения хроматографического процесса. Решение задач.

*Практическое занятие.* Газо-адсорбционная хроматография и газожидкостная хроматография. Хроматограмма и методика ее обработки. Метод теоретических тарелок. Решение задач. (1 час)

*Практическое занятие.* Типы ионообменных смол. Ионообменное равновесие. Практическое применение. Решение задач. (1 час)

*Практическое занятие.* Гель-хроматография: виды гелей и их назначение. Решение задач. (1 час)

*Лабораторное занятие.* Разделение кобальта и никеля методом ионного обмена. (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Разделение смеси веществ с помощью тонкослойной и бумажной хроматографии. (2 часа)

*Лабораторное занятие.* Качественное определение ионов железа, меди, кобальта и никеля в молоке методом тонкослойной хроматографии. (2 часа)

*Задания для самостоятельной работы* (26 часа)

Хроматографические методы анализа Ионообменная хроматография. Газовая хроматография. Газожидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Тонкослойная хроматография. Хроматография на бумаге. Гель-хроматография.

## 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лебухов, В. И. Физико-химические методы исследования : учебник / В. И. Лебухов, А. И. Окара, Л. П. Павлюченкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-1320-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211055>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Криштафович, В. И. Физико-химические методы исследования : учебник / В. И. Криштафович, Д. В. Криштафович, Н. В. Еремеева. — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-394-02842-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105554>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Электрохимические методы анализа : учебное пособие / А. Н. Козицина, А. В. Иванова, Ю. А. Глазырина [и др.]. — Екатеринбург : УрФУ, 2017. — 128 с. — ISBN 978-5-7996-2148-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169933>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Платонов, И. А. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / И. А. Платонов, Е. А. Новикова, В. И. Платонов. — Самара : Самарский университет, 2021. — 96 с. — ISBN 978-5-7883-1600-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/257048> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 4.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Филяк, М. М. Оптико-математические методы исследования поверхностей материалов : учебное пособие / М. М. Филяк. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 109 с. — ISBN 978-5-7410-2103-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159806>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Мамбетова, Г. Ш. Спектральные методы анализа : учебно-методическое пособие / Г. Ш. Мамбетова, Р. З. Мусин, М. Ф. Галимова. — Казань : КНИТУ, 2022. — 112 с. — ISBN 978-5-7882-3140-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/330875>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Спектральные методы анализа : учебно-методическое пособие / составители Е. В. Бутырская [и др.]. — Воронеж : ВГУ, 2009. — 47 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/358337>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Спектральные методы анализа. Практическое руководство : учебное пособие / В. И. Васильева, О. Ф. Стоянова, И. В. Шкутина, С. И. Карпов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1638-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211631>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Ворончихина, Л. И. Задачи и упражнения по инфракрасной спектроскопии с решениями и ответами для самостоятельной работы : учебное пособие / Л. И. Ворончихина. — Тверь : ТвГУ, 2020. — 134 с. — ISBN 978-5-7609-1584-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

- <https://e.lanbook.com/book/217934>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Тягливый, А. С. Электрохимические методы анализа : учебное пособие / А. С. Тягливый. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2021. — 88 с. — ISBN 978-5-9275-3870-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/246980>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  7. Мудрик, Т. П. Электрохимические методы анализа : учебное пособие / Т. П. Мудрик, А. А. Исламутдинова, Л. Р. Асфандиярова. — Уфа : УГНТУ, 2021. — 94 с. — ISBN 978-5-7831-2051-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322835>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### 4.3. СОСТАВ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Microsoft Windows 7 Pro
2. Office 2007 Standard
3. Moodle 3.8

#### 4.4. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

1. Информационно-правовой портал «Гарант» <http://www.garant.ru/>
2. Система автоматизации библиотек ИРБИС64; ООО «ЭйВиДи –систем» <http://support.open4u.ru>
3. Электронная библиотечная система ООО «КноРус медиа» [www.book.ru](http://www.book.ru)
4. Электронная библиотечная система издательства «Лань»; [www.e.lanbook.ru](http://www.e.lanbook.ru)
5. Национальная электронная библиотека (НЭБ) <http://нэб.рф>

## 5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель на 20 посадочных мест, доска настенная, рабочее место преподавателя. Проектор EPSON Multi Media Projector EB-824H, ноутбук Asus K52D, проекционный экран Lumien. Учебный корпус № 12. (факультет биотехнологии).</p>
<p>Учебная лаборатория для проведения лабораторно-практических занятий. Специализированная мебель на 15 посадочных мест, лабораторное оборудование и приборы: прибор Кварц-24, рефрактометр ИРФ-454, анализатор молока Клевер-2, рН-метр рН 150 М, фотоэлектрокалориметр КФК-3, печь муфельная СНОЛ, микроскоп стереоскопический, микроскоп Биомед-2М, сушильный шкаф ШС-80, центрифуга ЦЛ «ОКА», весы аналитические, весы электронные CUW-420, термостат ТС-80, водяная баня, прибор для титрования, Лабораторное оборудование: вытяжной шкаф; лабораторные столы; химическая посуда ГОСТ 25336 «Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры»; термостат; мешалки магнитные; дистиллятор; весы аналитические; весы электронные теххимические; электрические плитки; сушильный шкаф; бани песочные; бани водяные; ареометры; термометры; колбонагреватели. Иономер ЭВ-74; Прибор Ребиндера; Установка для титрования; электрические плитки; диализатор термометры; мерные колбы аквадистиллятор АДЭ-5; доска стационарная, рабочее место преподавателя. Учебный корпус № 12. (факультет биотехнологии).</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети Интернет, обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Горского ГАУ, наличием необходимого комплекта лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения. Учебный корпус № 6. Библиотека.</p>
<p>Читальные залы; электронно-информационный отдел библиотеки Горского ГАУ. Специализированная мебель; система комфортного кондиционирования с (подогревом) форм-фактор – сплит-система GREE; книжный сканер ЭЛАР-ПланСкан АЗ-Ц; комплект компьютерной техники в сборе (10 единиц) с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечения доступа в электронно-информационную образовательную среду Горского ГАУ. Учебный корпус № 6. Библиотека.</p>

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 6.1. Тематика курсовых работ (при наличии).

1. Метод контроля с помощью ЯМР.
2. Туннельная спектроскопия.
3. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
4. Ионная масс-спектроскопия.
5. Рефрактометрия. Виды рефрактометров и их использование для биологических исследований.
6. Хроматография – основные виды. Типы сорбентов.
7. Электрофорез. Принцип метода и использование в биологических исследованиях.
8. Электрофизические свойства аминокислот и белков. Методы исследований.
9. Основы тонкослойной хроматографии
10. Основной принцип оптических методов анализа. Используемая аппаратура.
11. Прямой и инвертированный оптические микроскопы, их назначение.
12. Процессы ионизации и принципиальные схемы масс-спектрометров.
13. Методы определения электрических дипольных моментов молекул.
14. Методы определения геометрического строения молекул.
15. Метод газовой электронографии.
16. Теоретические основы колебательной спектроскопии.
17. Методы электронной УФ спектроскопии.
18. Методы рентгеновской и фотоэлектронной спектроскопии.
19. Методы квадрупольного и гамма-резонанса ядер.

20. Методы исследования оптически активных веществ.

21. Методы изучения поляризуемости и магнитной оптической активности.

#### 6.2 Перечень вопросов к зачету, экзамену, иное.

1. Предмет и задачи физической химии. Методы и структура современной физической химии  
**Оптические методы**
2. Классификация ФХМА. Краткая характеристика каждого метода.
3. Сущность фотометрического метода анализа, область применения. Цвет раствора. Спектры поглощения.
4. Оптические свойства окрашенных соединений. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Вывод.
5. Молярный коэффициент светопоглощения, физический смысл. Зависимость от различных факторов. Чувствительность фотометрических определений.
6. Определение концентрации вещества методом тангенсов. Методика определения.
7. Практическое применение ФЭКов с одним фотоэлементом для фотометрического титрования.
8. Фотоэлектроколориметры с одним и двумя фотоэлементами, методика измерений.
9. Фотоэлементы, основанные на внешнем фотоэффекте, область применения. Фотоэлементы. Основанные на внутреннем фотоэффекте.
10. Метод фотометрии пламени. Сущность метода, область применения. Физико-химические процессы, протекающие в пламени.
11. Кинетический метод анализа.
12. Сущность нефелометрического и турбидиметрического методов. Область применения. Трудности, ограничивающие применение методов.
13. Рассеивание света частицами дисперсной фазы. Зависимость рассеивания от различных факторов. Уравнение Релея.
14. Аппаратура для нефелометрических и турбидиметрических определений. Оптическая схема нефелометра НФМ.
15. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Сущность метода, его преимущества и недостатки. Область применения ААС.
16. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия. Молекулярные спектры поглощения.
17. Основной закон светопоглощения Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность и коэффициент пропускания. Факторы, влияющие на оптическую плотность и молекулярный коэффициент поглощения.
18. Количественный спектрофотометрический анализ. Фотометрические реакции и условия их проведения. Выбор длины волны светового потока, оптимальный диапазон измерения оптической плотности, толщины поглощения слоя.
19. Методы спектрофотометрического определения концентрации анализируемого раствора: сравнения, добавок, калибровочного графика.
20. Сущность рефрактометрического метода анализа, область применения, преимущества.
21. Преломление света на границе двух сред. Показатель преломления, зависимость от различных факторов.
22. Удельная, молярная рефракции. Аддитивность рефракции. Идентификация вещества рефрактометрическим методом.
23. Количественный рефрактометрический анализ. Практическое определение чистоты вещества рефрактометрическим методом.
24. Аппаратура рефрактометрического метода. Рефрактометры Аббе, устройство, особенности и практическое измерение показателя преломления.
25. Рефрактометры типа Пульфриха, устройство, преимущества.
26. Сущность поляриметрического метода, область применения. Оптически активные вещества.

27. Получение плоско поляризованного света. Призма Николя. Поляроиды. Вращение плоскости поляризации плоско поляризованного света.
  28. Оптическая схема пламенного фотометра типа ПАЖ. Методика работы на приборе.
  29. Практическое определение концентрации оптически активного вещества в растворе. Методика работы на поляриметре.
  30. Аппаратура для поляриметрических измерений. Поляриметр, его принципиальная схема.
  31. Сущность метода люминесценции, область применения. Классификация видов люминесценции.
  32. Законы люминесценции. Закон Стокса-Ломмеля. Правило Левшина.
  33. Энергетический и квантовый выход люминесценции. Закон Вавилова.
  34. Тушение люминесценции: концентрационное, температурное, тушение посторонними примесями.
  35. Качественный люминесцентный анализ, различные методы. Количественный люминесцентный анализ, виды.
  36. Аппаратура люминесцентного анализа. Устройство флуориметра.
- Хроматографические методы**
37. Сущность хроматографического метода анализа, преимущества, применение, особенности.
  38. Классификация хроматографических методов по агрегатному состоянию, по механизмам разделения, по форме проведения процесса, по способу относительного перемещения фаз.
  39. Молекулярно-адсорбционная хроматография, сущность метода и его физико-химические свойства, практическое применение. Органические и неорганические адсорбенты, требования к ним.
  40. Ионообменная хроматография, сущность метода, практическое применение. Ионообменные сорбенты минерального и органического происхождения. Комплексообразующие ионы. Амфолиты.
  41. Основные качества ионита. Ионообменная емкость: статическая, динамическая, полная динамическая обменная емкость. Физическая стойкость ионита, химическая стойкость.
  42. Распределительная хроматография. Сущность, область применения. Физико-химические основы метода.
  43. Распределительная хроматография в анализе газов, физико-химические основы газожидкостной хроматографии. Закрепление неподвижной жидкой фазы. Газ-носитель.
  44. Условия, определяющие выбор газа-носителя. Требования, предъявляемые к жидкостям, применяющимся в качестве неподвижной фазы. Роль твердого носителя, его свойства. Процесс распределения анализируемой смеси.
  45. Физические параметры сорбента, определение физических параметров.
  46. Подготовка сорбента к работе. Заполнение колонки. Перевод сорбента в определенную ионогенную форму.
  47. Количественный анализ при хроматографии на колонке. Применение различных химических и физико-химических методов анализа.
  48. Техника безопасности при проведении хроматографического анализа.
  49. Современные газовые хроматографы. Принципиальная схема хроматографической установки, Основные узлы и приборы их назначение.
  50. Источники потока газа-носителя, отбор проб. Дозировка пробы в хроматографе: газообразных и жидких смесей.
  51. Хроматографическая колонка, ее форма. Термостатирование колонок. Детекторы, их назначение. Виды детекторов. Запись сигнала с детектора.
  52. Хроматограммы. Расшифровка хроматограмм. Основные методы количественного анализа.

53. Количественные определения в хроматографии, задачи. Хроматограмма, как источник сведений о количественном составе анализируемой смеси.
54. Осадочная хроматография. Физико-химические основы метода. Носители и осадители. Область применения.
55. Физико-химические основы газожидкостной хроматографии.
56. Распределительная хроматография на бумаге. Применение бумаги в качестве носителя.
57. Принципиальная схема хроматографа, основные узлы, назначение.
58. Получение хроматограмм. Метод нормировки площадей.
59. Основные свойства, определяющие качества ионита. Ионообменная емкость: статическая и динамическая.
60. Определение концентрации соли в растворе методом ионообменной хроматографии.
61. Осадочная хроматография, сущность метода, область применения. Носители и осадители.
62. Классификация хроматографических методов анализа.
63. Ионообменная хроматография, теоретические основы метода.
64. Молекулярно-адсорбционная хроматография, применение. Адсорбенты, требования к ним.
65. Расшифровка хроматограмм. Количественные определения на хроматографе.
66. Получение хроматограмм. Время удерживания компонентов. Порядок выхода компонентов. Расшифровка хроматограмм.

#### **Электрохимические методы**

67. Потенциометрия. Индикаторные электроды: водородный, хингидронный, стеклянный.
68. Потенциометрия. Ионоселективные электроды. Классификация, устройство, применение.
69. Кондуктометрический метод анализа. Сущность метода, область применения. Виды проводимости, подвижности.
70. Кондуктометрическое титрование, его особенности. Кривые титрования для различных случаев.
71. Аппаратура кондуктометрического метода. Прибор Кольрауша.
72. Высокочастотное титрование. Практическое определение концентрации вещества высокочастотным титрованием.
73. Электрогравиметрический анализ. Сущность метода, область применения, теоретические основы.
74. Электрогравиметрический метод анализа, теоретические основы метода. Законы Фарадея.
75. Электрогравиметрия. Условия, обеспечивающие отдельное выделение металлов. Установка для электролиза при контролируемом потенциале.
76. Потенциометрия. Сущность метода, область применения. Ионметрия и потенциометрическое титрование. Электроды сравнения: каломельный, хлорсеребряный.
77. Полярографический метод анализа. Область применения, преимущества. Принципиальная схема и работа полярографа.
78. Получение полярограмм, их анализ. Определение потенциала полуволны графическим методом. Его зависимость от различных факторов.
79. Потенциометрическое титрование. Интегральные и дифференциальные кривые титрования. Расчет и построение. Применение на практике.
80. Кулонометрический анализ. Сущность метода, применение, преимущества. Аппаратура кулонометрического метода. Кулонометры.
81. Теоретические основы электролиза. Законы Фарадея.

82. Полярографический анализ. Ртутный капающий электрод, его преимущества и недостатки.
83. Окислительно-восстановительные электроды. Возникновение потенциала. Его зависимость от различных факторов.
84. Ионоселективные электроды, Возникновение потенциала, его зависимость от различных факторов.
85. Потенциометрический метод анализа. Ионметрия, приемы.
86. Электрогравиметрический анализ. Явление поляризации. Электродная и концентрационная поляризация.
87. Полярографический анализ. Анализ полярограмм.
88. Кондуктометрическое титрование, его особенности. Кривые титрования для различных случаев.
89. Качественные определения в полярографии. Потенциал полуволны. Факторы, определяющие значение потенциала полуволны.
90. Количественные определения в полярографии. Различные методы количественных определений.
91. Практическое применение электролиза для целей анализа. Выход по току.
92. Теоретические основы потенциометрического метода анализа.
93. Индикаторные электроды: водородный, хингидронный, стеклянный, принцип действия, интервал определения.
94. Кондуктометрическое титрование, его особенности. Типы кривых кондуктометрического титрования.
95. Теоретические основы полярографического метода анализа.
96. Амперометрическое титрование, сущность метода. Типы кривых амперометрического титрования.

### 6.3 Тестовые задания для диагностической работы.

#### Тестовое задание № 1

1. Погрешность измерения, характер изменения которой при повторных измерениях одной и той же величины в одинаковых условиях случайный. Например, погрешность отсчета при нескольких повторных измерениях?

**1) случайная**

- 2) систематическая
- 3) абсолютная
- 4) допустимая

2. Погрешность равная разности среднего измерения величины  $X$  и истинного значения  $M$  этой величины называется

- 1) **абсолютной**
- 2) относительной
- 3) случайной
- 4) систематической.

3. Погрешность резко искажающая результат анализа и обычно легко обнаруживаемая, вызванная, как правило, небрежностью или некомпетентностью анализа называется

- 1) **промах**
- 2) сходимость
- 3) воспроизводимость
- 4) правильность.

4. Гипотетическая совокупность всех мысленных результатов от  $-\infty$  до  $+\infty$  называется

- 1) **генеральная совокупность**
- 2) выборочная совокупность
- 3) дисперсия.
- 4) стандартное отклонение.

5. Стандартное отклонение вычисляют по формуле:

$$1) \nu = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

$$2) \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

$$3) S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\bar{X} - \mu = \pm \frac{t_p \cdot f^s}{\sqrt{n}}$$

- 6.
- 1) предел чувствительности
- 2) доверительный интервал
- 3) **распределение Стьюдента**
- 4) предел правильности

7. Что называется оптической плотностью?

- 1) логарифм отношения интенсивности прошедшего к интенсивности падающего на исследуемый раствор света;
- 2) **десятичный логарифм отношения потока излучения падающего на объект, к потоку излучения прошедшего через него (отразившегося от него), то есть это есть логарифм от величины, обратной к коэффициенту пропускания (отражения);**
- 3) логарифм отношения интенсивности рассеянного света к интенсивности падающего на исследуемый раствор света;
- 4) логарифм отношения интенсивности рассеянного света к интенсивности поглощенного света.

8. Какая зависимость существует между величиной оптической плотности и концентрации?

- 1) **прямопропорциональная;**
- 2) обратная;
- 3) непропорциональная;
- 4) равная.

9. Отношение интенсивности светового потока, прошедшего через раствор  $I$ , к интенсивности подающего светового потока  $I_0$  называется

- 1) молярным коэффициентом погашения;
- 2) пропусканием;
- 3) экстинцией;

4) оптической плотностью

10. От чего зависит величина молярного коэффициента поглощения?

**1) от длины волны падающего света на исследуемый раствор света;**

2) от концентрации и толщины исследуемого слоя раствора;

3) от интенсивности падающего на исследуемый раствор света;

4) от концентрации.

11. Если суспензия состоит из частиц, размеры которых меньше чем  $0,1 = \lambda$ , то они одинаково рассеивают свет по всем направлениям: такое рассеивание называют

1) **Рэлеевским;**

2) Тиндаля;

3) Ван Гоффа;

4) Фарадея – Тиндаля.

12. На каких приборах измеряют величину оптической плотности раствора?

1) на кондуктометрах;

**2) на спектро-фотоэлектродиметрах;**

3) потенциометрах;

4) рефрактометрах.

13. На чем основан метод атомно-абсорбционной спектрометрии?

**1) на зависимости характеристического (резонансного) поглощения света от концентрации;**

2) на зависимости поглощения от длины волны;

3) пропускании;

4) оптической плотности.

14. Светофильтр это оптическое устройство, которое служит для ...

**1) подавления (выделения) части спектра электромагнитного излучения;**

2) усиления части спектра электромагнитного излучения;

3) поляризации света;

4) концентрирования света.

15. Что является источником излучения в методе атомно-абсорбционной спектрометрии?

1) лампы накаливания;

**2) лампы с полым катодом.**

3) искра

4) дуга

16. В какую область длин волн происходит смещение максимальной длины волны флуоресценции по сравнению с длиной волны возбуждения (стоксово смещение)?

**1) в сторону увеличения;**

2) в инфракрасную область;

3) в видимую область

4) в УФ область

17. Спонтанная люминесценция

**1) кратковременное свечение ( $\tau - 10^{-7} - 10^{-10}$ ) возникает при комнатной температуре**

2) длительное свечение ( $\tau - 10^{-3} - 10^2$ ) возникает при низкой температуре (жидкий азот 77 К);

3) люминесценция характерная для атомов некоторых простых молекул при их возбуждении в газовой фазе;

4) люминесценция характерная для атомов некоторых простых молекул при их возбуждении в водной фазе;

18. На чем основан количественный люминесцентный анализ?

**1) на зависимости интенсивности люминесценции от концентрации;**

2) на явлении преломления света.

3) на зависимости интенсивности падающего света от концентрации

4) на зависимости интенсивности прошедшего света от концентрации

19. Зависимость между интенсивного окраски раствора и содержанием в нем окрашенного вещества описывается

**1) законам Бугера-Ламберга-Бера**

2) законам Бера

3) законам Фогроделя.

4) законам Бугера

20. Метод определения концентрации вещества в растворе по его окраске в видимой области спектра называется

**1) колориметрией**

2) рефрактометрией

3) нефелометрией

4) люминесценцией

21. Учитывая сложность состава проходящего света, при фотоколориметрировании стараются выделить из сложного излучения узкую спектральную область. Достигается это при помощи монохроматических ...

1) полихроматоров;

2) фильтров;

**3) светофильтров;**

4) монохроматоров.

22. Физический смысл закона Бугера-Ламберто-Бера состоит в следующем:

**1) раствор одного и того же окрашенного вещества при одинаковой его концентрации и толщина слоя, а также при прочих равных условиях поглощают одну и ту же долю подающего на них света;**

2) анализируемый раствор вводят в пламя горелки по интенсивности характерного измерения определяют концентрацию элемента;

3) длина волны испускаемого света больше, чем возбуждающего;

4) раствор одного и того же окрашенного вещества при одинаковой его концентрации и толщина слоя, а также при прочих равных условиях поглощают разную долю подающего света.

23. Какие химические элементы можно определить методом фотометрии пламени ...

**1) щелочные и щелочноземельные элементы;**

2) тяжелые металлы;

3) радиоактивные металлы;

4) все металлы и неметаллы.

24. Уравнение Планка описывающее связь между волновой и корпускулярной природой света

**1)** 
$$\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = hc \nu^{-}$$

$$E = E^0 + \frac{0.059}{n} \cdot \lg C$$

2)

$$\Delta E = \frac{hc}{\nu}$$

3)

$$\lambda = \frac{h}{mc}$$

4)

25. Какие из ниже перечисленных элементов можно определять количественно методом эмиссионной фотометрии пламени?

**1) K, Na**

2) Cu, Zn

3) Mo, Co

4) W, Cr

26. В основе люминесцентного анализа лежит явление люминесценции. К чему сводится это физическое явление:

1) поглощение света

**2) излучение света?**

3) рефракция

4) поляризация

27. Суть явления люминесценции заключается в

**1) свечении атомов, ионов, молекул или других более сложных частиц, возникающем в результате электронного перехода в этих частицах при их возвращении из возбужденного состояния в основное**

2) избирательном поглощении однородной нерассеивающей системой электромагнитного излучения различных участков спектра

3) излучении атомов, молекул, возникающем в результате электронных переходов между энергетическими уровнями возбужденных атомов или ионов

28. Поглощение инфракрасного излучения (25 - 25 мк) частицами вещества приводит к:

1) электронным спектрам молекул;

**2) вращательно-колебательного состояния молекулы и возникновению молекулярного вращательно-колебательного спектра;**

3) вращательные спектры молекул;

4) полной.

29. Чем отличается спектрофотометрия от фотоколориметрии?

1) в спектрофотометрии используется поглощение только монохроматоры.

**2) спектрофотометрия применяется при анализе в более широком диапазоне длин волн поглощаемого света,**

3) в спектрофотометрии результаты определений не зависят от pH анализируемого раствора,

4) спектрофотометрию можно применять при анализе растворов светопоглощающих соединений в органических растворителях.

30. Средней пробой называется .....

1) количество вещества, взятое для анализа в середине пробы;

2) количество вещества, взятое для анализа из общей массы продукта;

**3) количество вещества, взятое для анализа из общей массы и соответствующее по составу среднему составу всего продукта;**

4) любое количество вещества, взятое для анализа.

31. Одним из видов спектрального анализа является фотокolorиметрия. Источником излучения в приборах этого типа является:

**1) фотоэлемент;**

2) лампа накаливания

3) светофильтр

4) пламя газовой горелки

32. ИК – спектроскопия...

**1) основана на поглощении молекулами ИК – излучения и предполагает исследования молекулярных колебаний;**

2) основана на поглощении молекулами УФ – излучения;

3) позволяет исследовать O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>;

4) использует электромагнитные излучения видимого диапазона.

33. Рефрактометрия основана...

**1) на измерении угла вращения поляризованного света;**

2) на определении показателя преломления;

3) на измерении отклонения частиц в магнитном поле;

4) на взаимодействии ядер атомов с магнитным полем.

34. Нефелометрия позволяет...

**1) анализировать мутные растворы;**

2) анализировать прозрачные окрашенные растворы;

3) определять размер частиц в истинных растворах;

4) определять концентрацию растворённых веществ по показателю преломления.

35. Показатель преломления воды равен 1,333 при температуре%

1) 18 - 20° С ,

**2) 20° С ,**

3) 20 -22° С

36. Повышение температуры вызывает:

**1) уменьшение показателя преломления,**

2) увеличение показателя преломления.

3) не влияет на показателя преломления.

37. Стандартный образец- это:

**1) специально оформленный образец вещества или материала с метрологически аттестованными значениями некоторых свойств**

2) контрольный материал полученный из органа проводящего внешний контроль качества измерений

3) проба биоматериала с точно определенными параметрами

4) все перечисленное верно

38. Абсолютная погрешность измерения – это:

1) абсолютное значение разности между двумя последовательными результатами измерения

2) составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений

3). являющаяся следствием влияния отклонения в сторону какого – либо из параметров, характеризующих условия измерения

**4) разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины**

39. Относительная погрешность измерения:

1) погрешность, являющаяся следствием влияния отклонения в сторону какого – либо из параметров, характеризующих условия измерения

2) составляющая погрешности измерений не зависящая от значения измеряемой величины

**3) абсолютная погрешность деленная на действительное значение**

4) составляющая погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений

40. Систематическая погрешность:

1) не зависит от значения измеряемой величины

2) зависит от значения измеряемой величины

**В. составляющая погрешности повторяющаяся в серии измерений**

3) разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины

4) справедливы "А", "Б" и "В"

41. Случайная погрешность:

**1) составляющая погрешности случайным образом изменяющаяся при повторных измерениях**

2) погрешность, превосходящая все предыдущие погрешности измерений

3) разность между измеренным и действительным значением измеряемой величины

4) абсолютная погрешность, деленная на действительное значение

## Тестовое задание № 2

1. Вариант хроматографии, основанный на том, что в колонку с адсорбентом вводят исследуемую смесь компонентов А и В в растворителе и колонку непрерывно промывают газом-носителем или растворителем который сорбируется лучше, чем компоненты пробы:

1) фронтальный метод;

2) проявительный (элюэнтный) метод;

3) **вытеснительный метод;**

4) осадительный.

2. Разновидность жидкостной хроматографии, в которой разделение компонентов основано на распределении молекул в соответствии с их размером между растворителем, находящемся в порах сорбента и растворителем, протекающем между его частицами

1) эксклюзивная;

2) **распределительная;**

3) вытеснительная;

4) проявительная.

3. В хроматографической колонке происходит:

**1) разделение компонентов анализируемой смеси;**

2) обнаружение компонентов анализируемой смеси;

3) растворение компонентов анализируемой смеси;

4) осаждение компонентов анализируемой смеси;

4. По механизму взаимодействия разделяемых компонентов смеси со структурными компонентами неподвижной фазы выделяют хроматографию:

**1) аффинную, осадочную, распределительную, адсорбционную;**

- 2) тонкослойную, бумажную, газо-твёрдофазную хроматографию, адсорбционную
  - 3) колоночную, жидкостно-гелевую хроматографию, осадочную
- 4) препаративную, бумажную, распределительную

5. По расположению неподвижной фазы выделяют хроматографию:

**1) колоночную, плоскостную, капиллярную;**

- 2) бумажную, препаративную;
- 3) препаративную, плоскостную;
- 4) аналитическую, бумажную

6. Подвижной фазой в газовой хроматографии является:

- 1) жидкость;

**2) газ;**

- 3) твердый сорбент.

7. Процесс в результате которого ионы, находятся в твердой фазе обмениваются с ионами, находящимся в растворе

- 1) катионный обмен

**2) ионный обмен**

- 3) анионный обмен

8. В какой последовательности сорбируются ионы с одинаковым зарядом при низких концентрациях раствора на сильнокислотных катионообменниках?

- 1)  $Cs^+ < K^+ < Rb^+ < Na^+ < Li^+$

- 2)  $Cs^+ < K^+ < Rb^+ < Na^+ < Li^+$

- 3)  $Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$

$$K = \frac{C_{подв}}{C_{неподв}}$$

9.

- 1) коэффициент определения

- 2) коэффициент разбавления

- 3) **коэффициент распределения**

10. Неподвижной фазой в высокоэффективной жидкостной хроматографии является:

- 1) жидкость;

- 2) газ;

- 3) **твердый сорбент.**

11. Хроматографический качественный анализ основан на использовании характеристик удерживания:

- 1) высоты хроматографического пика;

- 2) площади хроматографического пика;

- 3) **времени удерживания.**

12. Хроматографический качественный анализ основан на экспериментальном определении зависимости высоты или площади пика от концентрации вещества и построении градуировочных графиков называется:

- 1) методом нормировки;

- 2) методом нормировки с калибровочным (градуировочным) коэффициентами;

- 3) **методом абсолютной калибровки;**

- 4) методом внутреннего стандарта.

13. Разновидность жидкостной хроматографии, в которой разделение компонентов основано на распределении молекул в соответствии с их размером между растворителем, находящемся в порах сорбента и растворителем, протекающем между его частицами

- 1) **эксклюзивная**
- 2) распределительная
- 3) вытеснительная

14. Под мертвым времени  $t_m$  в хроматографии понимают

- 1) время пребывания компонента в газовой фазе от момента ввода пробы до момента выхода его в детектор
- 2) **время пребывания вещества в неподвижной фазе**
- 3) время ввода компонента.

15. Для ионов с разными зарядами сорбируемость увеличивается с

- 1) **увеличением заряда**
- 2) уменьшением заряда
- 3) увеличением радиуса ядра.

16. Хроматография основанная на различию в растворимости разделяемых веществ в неподвижной фазе или на различии в растворимости веществ в подвижной и неподвижной жидких фазах

- 1) **распределительная**
- 1) ионообменная
- 2) эксклюзивная

17. К плоскостной хроматографии относятся:

- 1) **тонкослойная хроматография, бумажная хроматография;**
- 2) газо-жидкостная хроматография, тонкослойная хроматография;
- 3) сверхвысокоэффективная жидкостная, хроматография высокоэффективная жидкостная хроматография
- 4) высокоэффективная жидкостная хроматография, газо-жидкостная хроматография

18. Метод разделения и концентрирования веществ основанный на распределении вещества между двумя несмешивающимися фазами, чаще всего между двумя жидкостями (обычно между водой и органическим растворителем)

- 1) сорбция
- 2) **экстракция**
- 3) десорбция.
- 4) абсорбция

19. Кондуктометрия основана на...

- а) измерении потенциала индикаторного электрода;
- б) **измерении электропроводности раствора;**
- в) измерении количества электричества;
- г) **измерении сопротивления раствора.**

20. Кондуктометрическое титрование применяют...

- а) **при анализе смесей веществ-электролитов; при титровании мутных и тёмноокрашенных растворов**
- б) при анализе неэлектролитов;
- в) определении точки эквивалентности по результатам потенциометрических измерений;
- г) **для фиксирования точки эквивалентности.**

21. Массу вещества в кулонометрии определяют согласно закону

**1) Фарадея;**

2) Фика;

3) Планка;

4) Оствальда;

5) Марка-Хаувинка.

22. Укажите соединения, относящиеся к группе экстрагируемых соединений типа хелатных комплексов, используемые в химическом анализе:

1)  $\text{Br}_2$ ;

2)  $\text{H}[\text{FeCl}_4]$ ;

3) дитизонат цинка ( $\text{Zn}(\text{C}_{13}\text{H}_{11}\text{N}_4\text{S})_2$ );

**4)  $\text{SbCl}_6^{3-} \cdot \text{R}$ , где R – катион основного красителя метилового фиолетового;**

5) нет верного ответа.

23. Из перечисленных выше формулировок выберите правильную для определения понятия «экстрагент».

1) Раствор реагента, обычно водный, используемый для извлечения веществ из экстракта.

**2) Отделенная жидкая органическая фаза, содержащая извлеченное из водной фазы вещество.**

3) Составная часть экстракта, перешедшая из водной фазы в органическую вместе с извлекаемым веществом.

4) Отдельная водная фаза.

24. Из перечисленных ниже формулировок выберите правильную для определения понятия "реэкстрагент"

**1) Раствор реагента, обычно водный, используемый для извлечения веществ из экстракта**

2) Составная часть экстракта, перешедшая из водной фазы в органическую вместе с извлекаемым веществом.

3) Отдельная водная фаза.

25. В основу прямой кулонометрии положено:

1) измерение электродного потенциала в ходе электролиза;

**2) измерение массы вещества, подвергающегося электрохимическому превращению;**

3) определение количества электричества, затрачиваемого на электрохимическое превращение вещества;

4) контроль всех трех факторов.

26. Метод прямой кулонометрии пригоден для определения ...

**1) только электроактивных веществ;**

2) только электроннеактивных веществ;

3) электроактивных и электроннеактивных веществ;

4) только тех веществ, которые вступают в реакцию с материалом рабочего электрода.

27. При кулонометрическом титровании количество электричества определяют

**1) как произведение силы тока и времени генерирования реагента до достижения конечной точки титрования**

2) измеряя продолжительность титрования к моменту скачка потенциала

3) измеряя вблизи точки эквивалентности изменение тока электролиза в единицу времени

28. В чем отличие кулонометрического титрования от других типов титрования?

- 1) при титровании нет необходимости измерять объем титранта,
- 2) нельзя применять прямое титрование,
- 3) реагент образуется в результате электродной реакции,**
- 4) можно сразу прибавить весь объем титранта.

29. Как рассчитывают количество электричества, затраченного на электрохимическую реакцию при кулонометрическом титровании?

- 1)  $Q = I \times t$ ,**
- 2)  $Q = E \times t$ ,
- 3)  $Q = I \times E$ ,
- 4)  $Q = \text{tg}$  угла зависимости  $\lg I$  от  $t$ .

30. Метод, основанный на определении количества электричества, которое затрачивается на окисление или восстановление определяемого иона или элемента, подвергнутое электролизу, называется .....

- 1) кулонометрия;**
- 2) потенциометрия;
- 3) электрография;
- 4) кондуктометрия.

31. В газовой хроматографии применяются следующие типы колонок:

- 1) насадочные, капиллярные;**
- 2) ионообменные, металлические;
- 3) ионообменные, капиллярные;
- 4) металлические, насадочные.

32. Метод хроматографии был изобретён:

- 1) М. В. Ломоносовым
- 2) А. И. Несмеяновым
- 3) М. С. Цветом**
- 4) А. Эйнштейном
- 5) А. Мартином и М. Сингом

33. Безразмерная величина, характеризующая разделительную способность колонки по отношению к веществам А и Б и численно равная отношению факторов удерживания или приведенных времен (объемов) удерживания, называется:

- 1) высота эквивалентная теоретической тарелке
- 2) коэффициент селективности
- 3) фактор удерживания**
- 4) фактор разделения
- 5) число теоретических тарелок

Тестовое задание №

1. Электрод, который отдает отрицательные или принимает положительные заряды (донор электродов) называется:

- 1) катод**
- 2) анод
- 3) электрод сравнения.

2. **Второй закон Фарадея гласит:**

- 1) для разряда одного моля какого либо иона на электроде необходимо пропустить через электролит такое число Фарадеев заряда, которое неравно числу элементарных зарядов на этом ионе.**

2) для разряда одного моля какого либо иона на электрода необходимо пропустить через электролит такое число Фарадеев заряда, которое равно числу элементарных зарядов на этом ионе.

3) масса вещества, образующуюся на электроде непропорциональна количеству пропущенного электричества.

3. Для определения стандартного потенциала собирают прибор состоящий из нормального водородного электрода и электрода из испытуемого металла, погруженного в раствор его соли с концентрацией, равной 1 моль/л.

1) гальванический элемент

2) **водородный полуэлемент**

3) металлический полуэлемент.

4. Электродный потенциал металла в растворе собственного иона с концентрацией или активности равной 1 моль/л, измеренный по сравнению с нормальным (стандартом) водородным электродом, потенциал которого при 25°C условно принимают равным нулю называют

1) электродный потенциал металла

2) **стандартными электродными потенциалами**

3) потенциал восстановления

5. Разность потенциалов (напряжение) между индикаторным электродом и электродом сравнения, имеющим постоянный потенциал определяется

1) рефрактометрическим методом.

2) поляриметрическим методом

3) **потенциометрическим методом**

6. Потенциал мембранного электрода в растворе, содержащем кроме определяемого иона А посторонние ионы В, С и другие описывается

1) уравнением Никольского

2) **уравнением Нернста**

3) уравнением Рэлея.

7. Электрод представляющий собой платиновую пластинку покрытую мелко раздробленной платиной, насыщенную водородом при давлении 1 кгс/см<sup>2</sup>, погруженную в 1Н раствор серной кислоты. На поверхности такого электрода устанавливается равновесие между молекулами водорода, его атомами и ионами:  $H_2$ ,  $2H+2e^-$  называется

1) **водородным электродом**

2) каломельный электрод

3) стеклянным электродом.

4) индикаторным электродом.

8. Стеклянный электрод относят к

1) **ионно-селективным электродам**

2) анионо-селективным электродам

3) вращающимся электродам

9. Нормальный (стандартный) водородный электрод представляет собой платиновую пластинку, пластинку покрытую слоем мелко раздробленной платины, насыщенную водородом при давлении 1 кгс/см<sup>2</sup>, погруженную в 1 Н раствор серной кислоты, на

поверхности такого водородного электрода устанавливается равновесие между модулями водорода, его атомами и ионами:



в нормальном (стандартном) водородном электроде концентрация ионов водорода в растворе создается равной

- 1) **1 моль/л**
- 2) 0,1 моль/л.
- 3) 2 моль/л.
- 4) 0,01 моль/л

11. Электродный потенциал металла в растворе собственного поля с концентрацией или активности равной 1 моль/л, измеренный по сравнению с нормальным (стандартам) водородным электродом потенциал которого при 25<sup>0</sup>С условно принимают равным нулю называют

- 1) **стандартными электродными потенциалами**
- 2) электродный потенциал металла
- 3) потенциал восстановления.
- 4) потенциал окисления

12. Потенциал отдельно взятого электрода измерить:

- 1) можно;
- 2) **нельзя;**
- 3) можно, если это металлический электрод I-го рода.

13. Стекланный электрод, используемый для измерения рН относится к:

- 1) **мембранным электродам;**
- 2) газовым электродам;
- 3) окислительно-восстановительным электродам.
- 4) электродам сравнения.

14. Электродный потенциал (E) полуэлемента рассчитывают по уравнению Нернста

$$E = E^0 + \frac{0.059}{n} \cdot \lg C$$

- 1) **1)**
- 2)  $\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = hc \nu^-$
- 3)  $\Delta E = \frac{hc}{\nu}$

15. Электропроводность 1 см<sup>3</sup> раствора, находящегося между электродами площадью 1 см<sup>2</sup> каждый, расположенных на расстоянии 1 см друг от друга, называется:

- 1) **удельной электропроводностью;**
- 2) эквивалентной электропроводностью;
- 3) общей электропроводностью;
- 4) временной электропроводностью.

16. Единицами количества электричества служат

- 1) кулон (Кл) и фарадей (Ф);
- 2) **ампер (А), кулон (Кл);**
- 3) вольт и ангстрем.

17. Кулонометрический анализ основан на использовании зависимости между массой вещества и количеством электричества прошедшего через электрохимическую ячейку при электролизе только этого вещества. В соответствии с объединенным законом Фарадея масса вещества связана с количеством электричества соотношением:

1)  $m = Q \cdot M / (n \cdot F)$ ;

2)  $m = Q \cdot n / (M \cdot F)$ ;

3)  $m = Q \cdot F / (N \cdot m)$ ;

4)  $m = Q / (N \cdot m \cdot F)$ .

18. Электропроводность раствора электролита определяется

1) **скоростью движения ионов;**

2) числом ионов;

3) числом ионов и скоростью их движения;

4) молекулярной массой ионов и скоростью их движения.

19. Молярная электропроводность (l) – это электропроводность такого объема раствора, 1) который содержит 1 моль электролита и помещен между параллельными электродами, находящимися на расстоянии 2 см;

2) **который содержит 1 моль электролита и помещен между параллельными электродами, находящимися на расстоянии 1 см;**

3) который содержит 0,1 моль электролита и помещен между параллельными электродами, находящимися на расстоянии 1 см;

20. Процесс разложения ионогенных веществ (электролитов) под действием электрического тока, главным образом в водных растворах называется

1) электрофорезом;

2) гидролизом;

3) **электролизом;**

4) осмосом.

22. Количество вещества, выделяющееся в процессе электролиза, пропорционально перенесенному количеству электричества

1) **закон Фарадея**

2) закон Кулона

3) закон Ампера.

4) закон Фарадея - Кулона

22. В качестве индикаторного электрода в полярографической ячейке в амперометрическом титровании используют

1) **ртутный капаящий электрод; вращающийся (или неподвижный) платиновый электрод либо графитовый**

2) мембранным электродам;

3) газовым электродам;

4) электродам сравнения.

24. Удельная электропроводимость электролита зависит от:

1) **природы электролита и температуры;**

2) формы сосуда для определения электропроводности;

3) константы ячейки для определения электропроводности.

4) давления

25. Электрод сравнения в полярографии должен иметь поверхность:

- 1) несоизмеримо меньшую, чем индикаторный электрод;
- 2) несоизмеримо большую, чем индикаторный электрод;**
- 3) такую же, как у индикаторного электрода;
- 4) от величины поверхности электрода сравнения результаты анализа не зависят.

26. Полярографическая волна – это графическая зависимость:

- 1) силы тока от потенциала;**
- 2) рН от концентрации;
- 3) потенциала от рН;
- 4) силы тока от рН.

27. Нормальная полярограмма имеет форму:

- 1) пика;
- 2) ступени;**
- 3) кривой с максимумом;
- 4) прямой, наклоненной к оси абсцисс под острым углом.

28. Символом[ $\alpha$ ]обозначают:

- 1) плотность раствора;
- 2) угол преломления;
- 3) фактор пересчёта;
- 4) удельное вращение**

29.  $\alpha$  – частица это ...

- 1) ядро атома геля с массой, равной четырем атомным единицам, и двухкратном положительным зарядом.**
- 2) электроны, обладающие непрерывным спектром энергий
- 3) частицы со сравнительно большей массой, но не имеющие заряда
- 4) позитроны

30. Основным достоинством радиометрических методов является

- 1) высокая точность определений;
- 2) высокая чувствительность определений;**
- 3) высокая скорость выполнения анализа экспрессность;
- 4) простота аппаратуры.

31. Общим основным недостатком радиометрических методов является

- 1) относительно малая точность определений**
- 2) относительно низкая чувствительность определений
- 3) потенциальная зависимость от химического состояния определяемого элемента
- 4) существенная зависимость от внешних условий (температура, давление) проведения анализа

32. Радиометрический анализ относится к группе

- 1) фазовых методов анализа
- 2) вещественных методов анализа
- 3) структурно-групповых методов анализа
- 4) изотопных методов анализа**

33. Что представляет собой  $\alpha$ -излучение?

- 1) поток быстро движущихся нейтронов
- 2) поток быстро движущихся электронов
- 3) поток быстро движущихся протонов

**4) поток быстро движущихся ядер гелия**

5) кванты наиболее коротковолнового электромагнитного излучения

34. В потенциометрии под индикаторным электродом понимают электрод, потенциал которого ...

- 1) не зависит от состава раствора;
- 2) зависит только от природы растворителя.

**3) зависит от природы и концентрации одного из компонентов раствора.**

35. Способность вещества вращать плоскость поляризации при прохождении через него поляризованного света называется -

**1) оптической плотностью;**

- 2) оптическим вращением;
- 3) преломлением света;
- 4) фактором удерживания.

36. Вещества, способные изменять плоскость вращения поляризованного света называют

- 1) оптически вращающими;
- 2) поляризующими;

**3) оптически активными;**

- 4) инертными.