

# **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПРИЛОЖЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО  
СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

Направление подготовки - 35.03.07 Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

Направленность (профиль) - Технология производства и переработки продукции растениеводства

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения - очная, заочная

## Содержание

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

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

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)	Этапы формирования компетенции в ОПОП	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства сформированности компетенции
ОПК-5	Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b> - научные основы физических, химических и физико-химических методов для инструментальной оценки показателей качества и безопасности потребительских товаров;</p> <p><b>уметь:</b> - использовать физические, химические, физико-химические и биологические методы как инструмент в профессиональной деятельности;</p> <p><b>владеть:</b> - методологией оценки качества товаров физическими, химическими и физико-химическими методами анализа;</p> <p>- методологией идентификации и выявления фальсификации товаров с помощью</p>	2 семестр (ОФО) 3 семестр (ЗФО)	Занятия лекционного и практического типа	Тест для проведения входного контроля, практические работы, контрольная работа, тестовые задания, зачет

		современных физических, химических, физико-химических методов исследования.			
ПК-6	Способен осуществлять контроль качества и безопасность сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки	<b>Знать:</b> – основные закономерности и способы их применения для решения теоретических и прикладных задач <b>Уметь:</b> – выбирать оптимальные пути и методы решения поставленных задач <b>Владеть:</b> – навыками проведения типовых вычислений, связанных с проведением физико-химического анализа	2 семестр (ОФО) 3 семестр (ЗФО)	Занятия лекционного и практического типа	Тест для проведения входного контроля, практические работы, контрольная работа, тестовые задания, зачет

Компетенция ОПК-5 также формируется в ходе освоения дисциплин

- Б1.О.17 Введение в профессиональную деятельность
- Б1.В.01 Основы научных исследований в отрасли
- Б1.В.08 Физико-химические методы анализа продовольственного сырья и продуктов питания
- Б2.О.01(Н) Производственная практика: Научно-исследовательская работа
- Б2.В.03(Пд) Преддипломная практика
- Б3.01 Выполнение и защита выпускной квалификационной работы  
Компетенция ПК-6 также формируется в ходе освоения дисциплин
- Б1.О.25 Биохимия сельскохозяйственной продукции
- Б1.О.29 Стандартизация и сертификация сельскохозяйственной продукции
- Б1.О.33 Безопасность пищевого сырья и продуктов питания
- Б1.О.36 Основы научных исследований в отрасли
- Б1.В.07 Физико-химические методы анализа продовольственного сырья и продуктов питания
- Б1.В.ДВ.04.01 Товароведение продукции растениеводства
- Б1.В.ДВ.04.02 Управление качеством продукции растениеводства
- Б2.О.02(П) Производственная практика: Технологическая практика
- Б2.В.03(Пд) Производственная практика: Преддипломная практика
- Б2.В.04(У) Учебная практика: практика по технологии производства хлебобулочных изделий
- Б2.В.05(У) Учебная практика: практика по технологии производства кондитерских изделий
- Б3.01 Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

### Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тест для проведения входного контроля	Средство контроля остаточных знаний усвоенного ранее учебного материала смежных дисциплин	Вопросы для входного контроля.
2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме	Комплект контрольных заданий по вариантам
4	Тестовые задания	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
5	Практическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения работ
6	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Задания для практических занятий. Вопросы для самостоятельного изучения. Вопросы по темам/разделам дисциплины.
7	Конспект лекций	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение учебно-практической, учебно-исследовательской темы	Вопросы по темам

## Программа оценивания контролируемой компетенции:

№	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	оценочные средства	
			Другие оценочные средства	
			вид	количество
1	Общетеоретические вопросы: физико-химические явления и процессы в анализе. Сущность, особенности, классификация физико-химических методов анализа	ОПК-5 ПК-6	Тест для проведения входного контроля.	
			Контрольная работа	1
2	Основные этапы количественного анализа. Отбор пробы, подготовка образца к анализу и проведение анализа	ОПК-5 ПК-6	Лабораторные работы	6
			Контрольная работа	1
3	Фотометрический метод анализа	ОПК-5 ПК-6	Лабораторные работы	13
			Контрольная работа	1
			Тестовые задания	
4	Абсорбционный спектрофотометрический анализ	ОПК-5 ПК-6	Лабораторные работы	2
			Контрольная работа	1
			Тестовые задания	
5	Рефрактометрический метод анализа	ОПК-5 ПК-6	Лабораторные работы	4
			Контрольная работа	1
			Тестовые задания	
6	Сущность электрохимических методов анализа. Основные понятия.	ОПК-5 ПК-6	Лабораторные работы	1
			Контрольная работа	1
7	Классификация электрохимических методов анализа	ОПК-5 ПК-6	Лабораторные работы	3
			Контрольная работа	1
			Тестовые задания	
8	Потенциометрический метод анализа	ОПК-5 ПК-6	Лабораторные работы	1
			Контрольная работа	1
			Тестовые задания	
9	Кондуктометрический метод	ОПК-5	Лабораторные работы	1

	анализа	ПК-6	Собеседование работа	1
			Контрольная работа	1
10	Хроматографический анализ	ОПК-5 ПК-6	Лабораторные работы	1
			Собеседование работа	1
			Контрольная работа	1
11	Разделение элементов мет одом экстракции	ОПК-5 ПК-6	Лабораторные работы	1
			Собеседование работа	1
			Контрольная работа	1

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Компетенция, этапы освоения компетенции	Индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
			Ниже порогового уровня	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
2 семестр (ОФО) 3 семестр (ЗФО)		зачет	(Не зачтено)	(Зачтено)	(Зачтено)	(Зачтено)
ОПК-5 Способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.1. Проводит экспериментальные исследования в области производства и переработки сельскохозяйственной продукции. ОПК-5.2. Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области производства, переработки и хранения продукции растениеводства и животноводства. ОПК-5.3. Использует классические и современные методы исследования в	<b>знать:</b> - научные основы физических, химических и физико-химических методов для инструментальной оценки качества и безопасности потребительских товаров;	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
		<b>уметь:</b> - использовать физические, химические, физико-химические и биологические методы как инструмент в профессиональной деятельности	Не умеет использовать справочные материалы для разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур.	В целом успешное, но не системное умение использовать справочные материалы для разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении использовать справочные материалы для разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур.	Умеет использовать справочные материалы для разработки технологий возделывания сельскохозяйственных культур.
		<b>владеть:</b> - методологией оценки качества	Не владеет способностью реализовать	Владеет способностью реализовать	Успешно владеет способностью реализовать	Владеет способностью реализовать



	области производства, переработки и хранения продукции растениеводства и животноводства	товаров физическими, химическими и физико-химическими методами анализа; - методологией идентификации и выявления фальсификации товаров с помощью современных физических, химических, физико-химических методов исследования.	технологии производства продукции растениеводства	технологии производства продукции растениеводства	технологии производства продукции растениеводства	технологии производства продукции растениеводства
ПК-6 Способен осуществлять контроль качества и безопасность сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки	ПК-6.1. Осуществляет контроль качества и безопасность сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки	<b>Знать:</b> – <b>Знать:</b> – основные закономерности и способы их применения для решения теоретических и прикладных задач	Не знает материала по пройденной дисциплине	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	Обучающийся твердо знает материал, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос.	Знает материал, хорошо ориентируется, отвечает бегло на вопросы, может разработать технологию производства продукции растениеводства по любой культуре
		<b>Уметь:</b> – выбирать оптимальные	При решении стандартных задач не	Продемонстрированы основные умения, решены типовые		Продемонстрированы все основные умения, решены все

		пути и методы решения поставленных задач	продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все
		<b>Владеть:</b> – навыками проведения типовых вычислений, связанных с проведением физико-химического анализа	Не владеет материалом и не может реализовать технологии производства продукции растениеводства	Не полно владеет способностью реализовать технологии производства продукции растениеводства	Полно владеет способностью реализовать технологии производства продукции растениеводства.	Владеет способностью реализовать технологии производства продукции растениеводства

### **3.ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### **Вопросы входного контроля**

1. Роль физико-химических методов анализа потребительских товаров при установлении их безопасности и качества.
2. Нормативные документы, обуславливающие безопасность и качество потребительских товаров.
3. Значение «хорошей лабораторной практики» при установлении безопасности и качества потребительских товаров.

#### **Темы групповых заданий**

##### **по теме 2:**

1. Исторические аспекты спектроскопических методов исследования.
2. Атомная спектроскопия и её роль при исследовании безопасности продовольственных товаров.
3. Цвет как характеристика потребительских свойств товаров.
4. Электронная спектрофотометрия и закон Бугера-Ламберта-Бера.

##### **по теме 3:**

1. Проблемы идентификации органических компонентов потребительских товаров и молекулярная спектроскопия.
2. Инфракрасная спектроскопия в фундаментальной области и её использование для обнаружения фальсификации потребительских товаров
3. Инфракрасная спектроскопия в ближней области и её использование при анализе потребительских свойств продовольственных товаров.

##### **по теме 4:**

1. Исторические аспекты хроматографии и её современное состояние.
2. Газожидкостная хроматография и анализ продовольственных товаров.
3. Жидкостная хроматография и анализ продовольственных товаров.

##### **по теме 5:**

1. Принципы масс-спектрометрии и её аппаратная реализация.
2. Масс-спектрометрия в аналитической химии. Способы идентификация веществ по их масс-спектру.
3. Масс-спектрометр как хроматографический детектор

#### **Контрольные вопросы для самопроверки**

##### **по теме 1:**

1. Охарактеризуйте предмет и задачи учебной дисциплины.
2. Дайте определения: «аналит», «матрица», «метод анализа».
3. Объясните, чем принципиально отличается инструментальный физико-химический анализ от органолептического.
4. Какое место занимает инструментальный физико-химический анализ при контроле безопасности и качества продовольственных товаров?
5. Как должна быть организована аналитическая лаборатория, занимающаяся анализом продовольственных товаров?
6. Что является главным принципом при осуществлении пробоотбора?
7. Что такое пробоподготовка?

8. Какие факторы могут привести к получению неправильных результатов анализа?
9. Что такое холостой опыт?
10. Что такое градуировка и чем вызвана её необходимость?
11. Что такое градуировочная функция?
12. Почему при нахождении градуировочной функции мы должны использовать статистическую обработку результатов измерения?
13. Что такое распределение Стьюдента?

**по теме 2:**

1. Что такое атомная орбиталь?
2. Что такое молекулярная орбиталь?
3. В каких диапазонах длин волн регистрируют УФ- и видимые спектры?
4. Нарисуйте блок-схему спектрофотометра.
5. С чем связана необходимость двухлучевой схемы спектрофотометров?
6. Что такое оптическая плотность и как она связана с пропусканием?
7. Что такое хромофорные группы?
8. Какое явление описывает закон Бугера-Ламберта-Бера?
9. Каковы ограничения закона Бугера-Ламберта-Бера?
10. Что такое резонансное поглощение?
11. Что такое лампа с полым катодом?
12. Область применения атомно-абсорбционной спектрометрии.
13. Какие методы атомизации используют в атомно-абсорбционной спектрометрии?
14. Что такое флуоресценция?
15. Как связана флуоресценция с концентрацией флуоресцирующего вещества?

**по теме 3:**

1. Что изучает инфракрасная спектрофотометрия?
2. С какими структурными особенностями молекулы связано поглощение в инфракрасном диапазоне?
3. Будет ли азот поглощать в инфракрасном диапазоне и почему?
4. Будет ли диоксид углерода поглощать в инфракрасном диапазоне и почему?
5. Какие типы активных колебаний Вы знаете?
6. Что такое валентные колебания?
7. Что такое деформационные колебания?
8. Что такое характеристические частоты?
9. Что такое скелетные колебания?
10. Какую аналитическую информацию можно получить из инфракрасного спектра?
11. Что такое каталог ИК-спектров и зачем он нужен?
12. Что такое корреляционные таблицы и зачем они нужны?
13. Какие материалы используют для кювет в ИК-спектрофотометрии и почему?
14. Что такое инфракрасный спектрофотометр с Фурье-преобразованием и почему такие спектрофотометры получили наибольшее распространение?
15. Что такое инфракрасная спектрофотометрия в ближней области и для чего её используют?

**по теме 4:**

1. Что такое адсорбция и за счет чего она происходит?
2. Что такое изотерма адсорбции?
3. Что такое хроматография, как она возникла и как она связана с адсорбцией?
4. Что такое теоретическая тарелка и зачем она нужна?
5. Что такое коэффициент распределения и как он связан со скоростью передвижения вещества по хроматографической колонке?
6. Какие виды хроматографии Вы знаете?
7. Нарисуйте блок-схему газового хроматографа.
8. Нарисуйте блок-схему жидкостного хроматографа.
9. Что такое хроматографический детектор?
10. Какие детекторы для жидкостной хроматографии Вы знаете?

11. Что такое катарометр?
12. Что такое ПИД?
13. Что такое ионная жидкостная хроматография?
14. Какую хроматографию Вы будете использовать для анализа сахарозаменителей?
15. Какую хроматографию Вы будете использовать для анализа пестицидов?
16. Какую хроматографию Вы будете использовать, чтобы узнать, не использовали ли при выращивании овощей избыток удобрений?

**по теме 5:**

1. На каком физическом принципе основана масс-спектрометрия?
2. Какие виды масс-спектрометров Вы знаете?
3. Нарисуйте принципиальную блок-схему масс-спектрометра?
4. Почему масс-спектрометр вакуумируют?
5. Какие виды ионизации используют в масс-спектрометрии?
6. Что такое хромато-масс-спектрометрия и зачем она нужна?
7. Какой газ используют в варианте газовой хромато-масс-спектрометрии и почему?
8. Что такое молекулярный ион?
9. Что такое осколочный ион?
10. Как осуществляют идентификацию по масс-спектрам?

**по теме 6:**

1. Что такое электрофорез?
2. Что такое капиллярный электрофорез?
3. Как определяют содержание радиоактивных веществ в продовольственных товарах?
4. Что такое инверсная вольтамерометрия?
5. Как используют преломление и рассеяние света при анализе продовольственных товаров?
6. Что такое поляриметрия?

**Вопросы и задания для самостоятельной работы:**

по теме 1:

1. Последствия отсутствия входного аналитического химического контроля при производстве потребительских товаров.
2. Методы инструментального физико-химического анализа.
3. Основные понятия химического аналитического контроля.
4. «Кодекс Алиментариус» о проведении пробоотбора.
5. Понятие о пробоподготовке.
6. Понятие о градуировке в инструментальном анализе.
7. Освоение опции «Регрессия» в пакете «Анализ данных» в программе Excel. Построение модельной градуировочной функции.

**Вопросы и задание для самостоятельной работы.**

по теме 2:

1. Строение атомов и молекул. Положение электронов в атоме.
2. Связь структуры вещества с параметрами, измеряемыми инструментальными методами анализа.
3. Атомная и молекулярная орбитали.
4. Хромофорные группы.
5. Принципиальная схема спектрофотометра.
6. Причины использования двухлучевой схемы при аппаратурной реализации сканирующих спектрофотометров
7. Причины применения метода наименьших квадратов при построении градуировочной функции
8. Понятие о флюоресценции.
9. Абсорбционная и эмиссионная атомная спектроскопия.

по теме 3:

1. Электрический диполь молекулы.
2. Связь изменения дипольного момента с поглощением в ИК-области.
3. Типы колебаний в молекуле.
4. Характеристические колебания и корреляционные таблицы.
5. Скелетные колебания.
6. Что такое интерференция.
7. Как связана интерференция с Фурье-спектроскопией в ИК-области?
8. Что такое идентификация вещества и какими методами в настоящее время она осуществляется?
9. Из каких материалов делают кюветы для ИК-спектromетрии?
10. Сравнить чувствительность анализа в атомно-абсорбционной спектromетрии при использовании в качестве атомизатора пламени и графитовой кюветы. Объяснить разницу
11. Пламенная фотометрия. Область применения.

**по теме 4:**

1. История открытия метода хроматографического разделения веществ.
2. Отличие колоночной хроматографии от ВЭЖХ.
3. Отличие газо-твердофазная хроматография от газо-жидкосной.
4. Отличие абсорбция от адсорбции.
5. Принципиальная схема хроматографа
6. Детекторы для газовой хроматографии
7. Детекторы для жидкостной и ионной хроматографии
8. Проблема качественного анализа в хроматографии.

**по теме 5:**

1. Правило, определяющее поведение проводника в магнитном поле.
2. Магнитный масс-спектрометр
3. Квадрупольный масс-спектрометр
4. Времяпролетный масс-спектрометр
5. Способы ионизации в масс-спектрометрии.
2. Как осуществляется идентификация вещества по масс-спектру?
3. В чем преимущества масс-спектрологии как хроматографического детектора в сравнении с другими детекторами?

**по теме 6:**

1. Понятие об электрофорезе
2. Понятие об измерении радиоактивности. Единицы радиоактивности.
3. Понятие об инверсной вольтамперометрии
4. Понятие о поляриметрии

### Вопросы для текущего контроля **ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

1. Что понимается под «пропусканием раствора»?
2. Что такое оптическая плотность раствора?
3. Выведите математическое уравнение основного закона колориметрии.
4. Закон Бугера-Ламберта, его математическое выражение.
5. Объясните значение константы К в уравнении Бугера-Ламберта.
6. Закон Бера, его математическое выражение.
7. Объединенный закон Бугера-Ламберта-Бера, его математическое выражение.
8. Графическое выражение закона Бера.
9. Молярный коэффициент погашения, его физический смысл.
10. Зависимость оптической плотности от различных факторов.
11. Каковы объективные ошибки фотометрических измерений?

12. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера.
13. Зависимость оптической плотности окрашенных растворов от кислотности среды.
14. Фотоэффект и его законы.
15. Как проводится подбор светофильтров в фотокolorиметрии?
16. Зависимость оптической плотности от длины волны, ее графическое изображение.
17. Опишите схему фотоэлектроколориметра ФЭК-56М.
18. Принцип фотометрического титрования, его графическое выражение.
19. Каковы возможности определения смеси двух красителей?
20. Спектр поглощения.
21. Особенности дифференциальной колориметрии, ее практическое применение.
22. Применение фотокolorиметрических методов анализа.

#### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1** При определении никеля методом дифференциальной спектрофотометрии из навески стали ( $a_{ст}$ ) 0,2542 г после соответствующей обработки получили 100,0 мл окрашенного раствора. Относительная оптическая плотность этого раствора оказалась равной 0,55. Для построения градуировочного графика взяли пять стандартных растворов с содержанием никеля 6,0; 8,0; 10,0; 12,0; 14,0 мг в 100 мл. Оптическая плотность полученных растворов равна соответственно 0,16; 0,32; 0,48; 0,62; 0,78. Раствор сравнения содержал 4,0 мг никеля в 100 мл. Определить процентное содержание никеля в стали.

**РЕШЕНИЕ** Строят градуировочный график в координатах оптическая плотность – концентрация в мг/мл. Откладывают на графике значение  $A_x=0,55$  и находят соответствующую ему величину  $C_x=10,7$  мг ( $a_{Ni}$ ). Отсюда находят процентное содержание никеля в стали:

$$\frac{a_{Ni} \cdot 100\%}{a_{ст}} = \frac{10,7 \cdot 10^{-3} \cdot 100\%}{0,2542} = 4,20 \%$$

**Задача 2** При фотометрическом определении титана с хромотроповой кислотой в растворе, содержащем 0,45 мкг титана в 1 мл, в кювете с толщиной слоя 5 см получено отклонение по шкале гальванометра 90 мкА. Для падающего светового потока отклонение по шкале гальванометра было 155 мкА. Определить молярный коэффициент поглощения ( $\varepsilon$ ) окрашенного соединения.

**РЕШЕНИЕ** Для решения используем уравнения Бугера-Ламберта-Бера:

$$J = J_0 \cdot 10^{-\varepsilon Cl}, \text{ или } \lg J_0 - \lg J = \varepsilon Cl$$

Рассчитаем концентрацию титана в растворе:

$$M_r(\text{Ti}) = 47,9 \text{ моль}, \quad C = \frac{0,45 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3}{47,9} = 0,94 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

Из приведенного выше уравнения получаем:

$$\varepsilon = \frac{\lg J_0 - \lg J}{Cl} = \frac{\lg 155 - \lg 90}{5 \cdot 0,94 \cdot 10^{-5}} = 5 \cdot 10^3$$

**Задача 3** При фотометрическом определении ванадия по методу добавок навеску стали ( $a_{ст}$ ) 0,5036 г перевели в раствор и его объем довели до 50 мл. В две мерные колбы вместимостью 50 мл отбирают аликвотные части раствора по 20 мл, в одну из колб добавляют стандартный раствор ванадия ( $a_v=0,0030$  г); затем в обе колбы – перекись водорода. Растворы в колбах доводят до метки, определяют оптическую плотность анализируемого раствора  $A_x=0,20$  и раствора с добавкой  $A_{x+ст}=0,48$ . Рассчитать процентное

содержание ванадия в стали.

**РЕШЕНИЕ** 1. Находят концентрацию стандартного раствора ванадия  $C_{ст}$  с учетом разбавления:

$$C_{ст} = \frac{a_V}{V} = \frac{0,0030}{50,0} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ г/мл}$$

2. Вычисляют концентрацию ванадия в растворе ( $C_x$ ):

$$C_x = C_{ст} \frac{A_x}{A_{x+ст} - A_x} = 6 \cdot 10^{-5} \frac{0,20}{0,48 - 0,20} = 4,28 \cdot 10^{-5} \text{ г/мл}$$

3. Определяют количество ванадия во взятой навеске с учетом разбавления растворов:

$$a_V = C_x \frac{50,0 \cdot 50,0}{20,0} = 4,28 \cdot 10^{-5} \frac{50,0 \cdot 50,0}{20,0} = 5,35 \cdot 10^{-3} \text{ г}$$

4. Рассчитывают процентное содержание ванадия в стали:

$$\frac{a_V \cdot 100\%}{a_{ст}} = \frac{5,35 \cdot 10^{-3} \cdot 100\%}{0,5036} = 1,06 \%$$

**Задача 4** Рассчитать кажущуюся константу диссоциации реактива HR, если при  $pH = 7,33$  суммарная величина оптической плотности  $A_{см}$  равна 0,44. В кислой среде при  $pH < 2$  оптическая плотность  $A_{HR}$  равна 0,02; в щелочной среде при  $pH > 11$  оптическая плотность  $A_R$  равна 0,70.

**РЕШЕНИЕ** Воспользуемся уравнением:

$$K_{дис} = \frac{A_{см} - A_{HR}}{A_R - A_{см}} \cdot [H^+]$$

Подставляя приведенные величины, находим:

$$[H^+] = 10^{-7,33} = 4,67 \cdot 10^{-8} \text{ моль/л}$$

$$K_{дис} = \frac{0,44 - 0,02}{0,70 - 0,44} \cdot 4,67 \cdot 10^{-8} = 7,52 \cdot 10^{-8}$$

## ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Вопросы для самопроверки

1. В чем сущность потенциометрического метода анализа?
2. Дайте понятие равновесного электродного потенциала, нормального и реального окислительного-восстановительного потенциала.
3. Какие требования предъявляются к химическим (электрохимическим) реакциям?
4. В чем сущность потенциометрического титрования?
5. Методы определения скачка потенциала.
6. Понятие о прямой потенциометрии, ее методах: pH-метрии, ионометрии.
7. Как классифицируются электроды в потенциометрии? Приведите примеры.
8. Какие электроды относятся к электродам I рода? Приведите примеры.
9. Электроды II рода. Каломельный электрод, его применение.
10. Охарактеризуйте индикаторные электроды для метода нейтрализации. Хингидронный электрод.

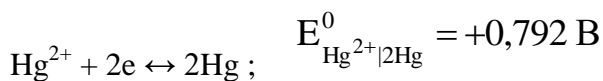


11. Какие требования предъявляются к индикаторным электродам в потенциометрии?
12. Стекланный электрод. Уравнение Никольского для стекланный электрода.
13. Охарактеризуйте индикаторные электроды для метода осаждения и комплексообразования.
14. Математическое выражение зависимости равновесного потенциала электрода от концентрации ионов металла в растворе, от температуры.
15. Хлорсеребряный электрод, его характеристика, использование.
16. Методы измерения ЭДС в потенциометрии.
17. Что называется буферным раствором, буферной емкостью?
18. Дайте понятие константы диссоциации кислот.
19. Что называется электродом сравнения? Приведите примеры.
20. Что понимается под ионной силой раствора?
21. Потенциометрическое титрование по методу нейтрализации. Титрование сильной кислоты сильным основанием.
22. Выведите уравнение Нернста для рН -метрии.
23. Ионоселективные электроды, их характеристика. Уравнение Никольского.
24. Охарактеризуйте способы обнаружения конечной точки титрования.
25. Уравнение Нернста и его значение для потенциометрии.
26. Кривые титрования в потенциометрическом методе анализа.
27. Как рассчитывается равновесный потенциал в точке эквивалентности в методе окисления-восстановления?
28. Требования, предъявляемые к электродам в потенциометрии.
29. Привести принципиальную электрическую схему установки для потенциометрического титрования.
30. Титрование слабой кислоты сильным основанием. Расчет ЭДС в точке эквивалентности.
31. Дайте понятие двойного электрического слоя на границе раздела металл - раствор.
32. Вывести термодинамическую константу диссоциации кислот.

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Вычислить ЭДС гальванического элемента  
 $\text{Ni} \mid \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \text{ } 0,2\text{M}, \text{NH}_3 \text{ } 2\text{M} \parallel \text{Hg}_2\text{Cl}_2 \text{ (к)}, \text{KCl } 0,1\text{M} \mid \text{Hg}$

**Решение.** В гальваническом элементе на электродах протекают следующие реакции:



Окислительно-восстановительные потенциалы этих электродов вычисляем по уравнениям:

$$E_{\text{Ni}^{2+}|\text{Ni}} = E_{\text{Ni}^{2+}|\text{Ni}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg[\text{Ni}^{2+}];$$

$$E_{\text{Hg}^{2+}|\text{Hg}} = E_{\text{Hg}^{2+}|2\text{Hg}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg[\text{Hg}^{2+}]$$

Для расчета необходимо знать равновесные концентрации ионов  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Hg}^{2+}$ . Равновесная концентрация ионов никеля определяется процессом комплексообразования, протекающим в избытке  $\text{NH}_3$ /

$$[\text{Ni}^{2+}] = \frac{C_{\text{Ni}}^0}{\beta_{\text{Ni}(\text{NH}_3)_4} \cdot (C_{\text{NH}_3}^0 - 4C_{\text{Ni}}^0)^4} = \frac{0,2}{2,95 \cdot 10^7 \cdot (2 - 4 \cdot 0,2)^4} = 3,27 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$$

Следовательно,

$$E_{\text{Ni}^{2+}|\text{Ni}} = -0,230 + \frac{0,059}{2} \lg(3,27 \cdot 10^{-7}) = -0,480 \text{ В}$$

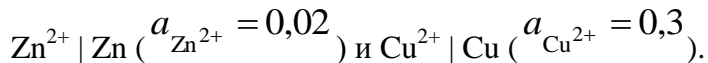
Равновесная концентрация ионов ртути (II) определяется как растворимость  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  в 0,1М КСl

$$[\text{Hg}_2^{2+}] = \frac{\text{ПР}_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2}}{[\text{Cl}^-]^2} = \frac{1,3 \cdot 10^{-18}}{0,1^2} = 1,3 \cdot 10^{-16} \text{ моль/л}$$

Отсюда

$$E_{\text{Hg}^{2+}|\text{Hg}} = 0,792 + \frac{0,059}{2} \lg(1,3 \cdot 10^{-16}) = 0,323 \text{ В}$$

Задача 2. По данным о стандартных электродных потенциалах меди и цинка рассчитать ЭДС элемента, составленного из полуэлементов:



Решение. ЭДС элемента вычисляется по формуле  $\text{ЭДС} = E_2 - E_1$ ,

где  $E_1$  и  $E_2$  – потенциалы электродов полуэлементов.

Согласно уравнению Нернста имеем

$$E_{1,2} = E_{1,2}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{a_{\text{ОК}}}{a_{\text{ВОС}}}$$

Значения стандартных электродных потенциалов соответственно равны (см. приложение, табл. 1)

$$E_{\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}}^0 = +0,340 \text{ В}; \quad E_{\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}}^0 = -0,760 \text{ В}$$

Так как медный полуэлемент более положителен, то

$$\text{ЭДС} = E_{\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}}^0 - E_{\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{a_{\text{Cu}^{2+}}}{a_{\text{Zn}^{2+}}} = 1,135 \text{ В}$$

Задача 3. Для электрода  $\text{Cl}^- | \text{CuCl}, \text{Cu}$  стандартный потенциал  $E_2^0 = 0,137 \text{ В}$ . Вычислить произведение растворимости  $\text{ПР}_{\text{CuCl}}$  при 298 К.

Решение. Согласно уравнению

$$E_2 = E_1^0 + 0,059 \lg \text{ПР}$$

где  $E_1^0$  – нормальный потенциал медного электрода, обратимого по катиону  $\text{Cu}^+ | \text{Cu}$ , равный 0,521 В, получаем

$$\text{ПР} = \frac{0,137 - 0,521}{0,059} = -6,486; \quad \text{ПР} = 3,19 \cdot 10^{-7}$$

Задача 4. Вычислить константу равновесия реакции  $\text{ZnSO}_4 + \text{Cd} = \text{CdSO}_4 + \text{Zn}$  при температуре  $T=298 \text{ К}$ , если нормальные электродные потенциалы равны:

$$E_{\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}}^0 = -0,762 \text{ В}; \quad E_{\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}}^0 = -0,402 \text{ В}; \quad E_{\text{цепи}} = E_{\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}}^0 - E_{\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}}^0$$

Решение. Такая реакция протекает в гальваническом элементе  $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} || \text{Cd}^{2+} | \text{Cd}$ .

В момент равновесия

$$E_{\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}} - E_{\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}} = 0 = \left( E_{\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}}^0 + \frac{RT}{nF} \lg a_{\text{Cd}^{2+}} \right) - \left( E_{\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}}^0 + \frac{RT}{nF} \lg a_{\text{Zn}^{2+}} \right),$$

откуда

$$E_{\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}}^0 - E_{\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}}^0 = \frac{RT}{nF} \lg \frac{a_{\text{Cd}^{2+}}}{a_{\text{Zn}^{2+}}} = \frac{0,059}{2} \lg K_a = -0,402 + 0,762 = 0,360 \text{ В}$$

$$K_a = 1,597 \cdot 10^{12}$$

Задача 5. Рассчитать потенциал серебряного электрода в растворе, насыщенном хлоридом серебра, с активностью хлорид ионов, равной 1,00.

Решение. Стандартный потенциал серебряного электрода равен 0,799 В (приложение, табл. 1). Согласно уравнению Нернста

$$E = 0,799 - 0,059 \lg \frac{1}{a_{\text{Ag}^+}} \quad a_{\text{Ag}^+} = \frac{\text{ПР}}{a_{\text{Cl}^-}}$$

Подставляем в уравнение Нернста

$$E = 0,799 - 0,059 \lg \frac{a_{\text{Cl}^-}}{\text{ПР}}$$

Зная, что  $a_{\text{Cl}^-} = 1,00$  (из условия задачи), и что  $\text{ПР} = 1,75 \cdot 10^{-10}$ , находим  $E = 0,222 \text{ В}$ .

Задача 6. Определить pH раствора, если при 298 К ЭДС элемента  $\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2 (\text{т}) \text{KCl} (0,1 \text{ н}) || \text{H}^+ (\text{pH}=\text{x}) \text{хингидрон} | \text{Pt}$  равна 0,15 В. Стандартный потенциал хингидронного электрода 0,699 В, каломельного 0,337 В.

Решение.

$\text{ЭДС}_{\text{цепи}} = E_{\text{хг}} - E_{\text{к}} = \left( E_{\text{хг}}^0 + \frac{RT}{nF} \cdot 2,3 \lg a_{\text{H}^+} \right) - E_{\text{к}}$   
Отсюда

$$\text{pH} = \frac{E_{\text{хг}}^0 - E_{\text{к}} - E_{\text{цепи}}}{0,059} = \frac{0,699 - 0,150 - 0,337}{0,059} = 3,60$$

## КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА

Вопросы для самопроверки

- ✓ В чем сущность кондуктометрического метода анализа?
- ✓ Что называется электропроводностью раствора? Какова ее размерность?
- ✓ Как влияет на электропроводность:
  - а) природа электролита и растворителя; б) концентрация электролита (сильного, слабого); в) температура?
- ✓ Что называется удельной и эквивалентной электропроводностью раствора? От чего они зависят?
- ✓ Эквивалентная электропроводность, ее физический смысл.
- ✓ Связь между удельной и эквивалентной электропроводностью. Предельная электропроводность.

- ✓ Что понимается под подвижностью ионов?
- ✓ Назовите области применения метода прямой кондуктометрии.
- ✓ Метод кондуктометрического титрования и его особенности.
- ✓ Какой вид кривой получается при титровании раствора сульфата натрия раствором ацетата бария? Почему?
- ✓ Как находится точка эквивалентности при кондуктометрическом титровании?
- ✓ Какой вид кривой получается при титровании ацетата кальция раствором оксалата натрия и почему?
- ✓ Какой вид имеют кривые кондуктометрического титрования для реакции: а) сильной кислоты с сильным основанием; б) слабой кислоты с сильным основанием; в) слабой кислоты со слабым основанием?
- ✓ Как ведется кондуктометрическое титрование смеси веществ?
- ✓ Каковы области применения кондуктометрического титрования?
- ✓ Приведите схему прибора Кольрауша, опишите принцип его действия.
- ✓ Как проводится кондуктометрическое титрование?
- ✓ В чем сущность высокочастотного титрования.
- ✓ Каковы его особенности по сравнению с кондуктометрическим титрованием?
- ✓ Охарактеризуйте типы ячеек, применяемых в высокочастотном титровании.

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

Задача 1. Сопротивление 5 %-ного раствора  $K_2SO_4$  в ячейке с электродами площадью  $2,54 \text{ см}^2$  и расстоянием между ними  $0,65 \text{ см}$  равно  $5,61 \text{ Ом}$ . Плотность раствора принимается равной единице. Определить эквивалентную электропроводность раствора  $K_2SO_4$ .

РЕШЕНИЕ. Определяем электропроводность раствора:

$$W = \frac{1}{R} = \frac{1}{5,61} = 0,178 \text{ Ом}$$

Определяем удельную электропроводность раствора  $K_2SO_4$ :

$$W = \chi \frac{S}{l}; \quad \chi = \frac{Wl}{S} = \frac{0,178 \cdot 0,65}{2,54} = 458 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{см}^{-1}$$

Рассчитываем число г-эквивалентов  $K_2SO_4$  в  $1 \text{ см}^3$  исследуемого раствора:

$$\eta = \frac{5}{95 \cdot 87,13} = 6,04 \cdot 10^{-4} \text{ г - экв}$$

где  $87,13 \text{ г/моль}$  – эквивалентная масса  $K_2SO_4$ .

Рассчитываем эквивалентную электропроводность:

$$\lambda = \frac{458 \cdot 10^{-4}}{6,04 \cdot 10^{-4}} = 75,8 \text{ Ом} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{г - экв}^{-1}$$

Задача 2. При кондуктометрическом титровании  $25,0 \text{ мл}$  соляной кислоты  $5,0 \text{ н}$  раствором КОН были получены следующие результаты:

объем $5,0 \text{ н}$ КОН, мл	0,32	0,60	0,92	1,56	2,00	2,35
удельная электропроводность $\chi$ , $\text{Ом} \cdot \text{м}^{-1}$	3,20	2,56	1,86	1,64	2,38	2,96

Определить нормальность соляной кислоты.

РЕШЕНИЕ. Строим градуировочный график в координатах: удельная электропроводность  $\chi$  – объем раствора КОН. Проектируем точку излома (минимум электропроводности) на ось объемов и находим объем КОН, израсходованный на нейтрализацию соляной кислоты, содержащейся в  $0,25 \text{ мл}$  раствора.

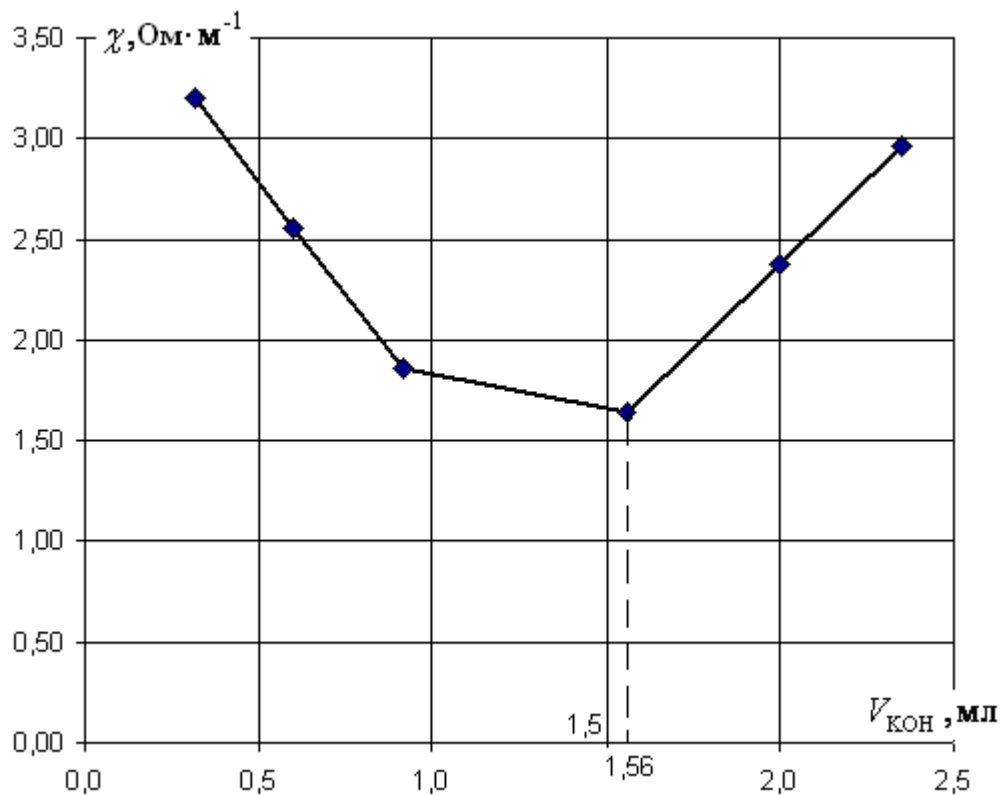


Рис. 1. Градуировочная характеристика к задаче 2.

По графику (рис. 1)  $V_{\text{кон}} = 1,56$  мл. Вычисляем нормальность соляной кислоты  $N_{\text{кон}}$ :

$$N_{\text{HCl}} = \frac{V_{\text{кон}} \cdot N_{\text{кон}}}{V_{\text{HCl}}} = \frac{1,56 \cdot 5,0}{25,0} = 0,312 \text{ н}$$

Задача 3. Удельная электропроводность  $0,0109$  н раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  равна  $1,02 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{см}^{-1}$ . Определить константу диссоциации  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

РЕШЕНИЕ. Определим эквивалентную электропроводность раствора по формуле:

$$\lambda = \frac{\chi \cdot 1000}{\eta}$$

где  $\eta$  – число г-эквивалентов  $\text{NH}_4\text{OH}$  в 1 мл раствора.

$$\lambda = \frac{1,02 \cdot 10^{-4} \cdot 1000}{0,0109} = 9,38 \text{ Ом} \cdot \text{г} - \text{эква}^{-1} \cdot \text{см}^2$$

По значениям подвижностей ионов  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{OH}^-$  (приложение, табл. 4) рассчитываем эквивалентную электропроводность при бесконечном разбавлении:

$$\lambda_{\infty} = 76 + 205 = 281 \text{ Ом} \cdot \text{г} - \text{эква}^{-1} \cdot \text{см}^2$$

Рассчитываем степень диссоциации:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}} = \frac{9,38}{281} = 0,0334$$

Отсюда константа диссоциации  $\text{NH}_4\text{OH}$  равна

$$K = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha} = \frac{0,0334^2 \cdot 0,0109}{1 - 0,0334} = 1,26 \cdot 10^{-5}$$

## ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА

### Вопросы для самопроверки

1. В чем сущность полярографического метода анализа? Его преимущества?
2. Что называется поляризацией электрода?
3. Что является причиной поляризации?
4. Какие вы знаете виды поляризации?
5. Стадии электродных процессов.
6. Что подразумевается под понятием «диффузионный слой»?
7. Что называется предельным диффузионным током? Какова его размерность?
8. Выведите уравнение концентрационной поляризации. При каких условиях не наблюдается поляризация?
9. Графическое выражение поляризационной кривой.
10. Принципиальная схема полярографической установки, ее основные узлы.
11. Что представляют собой электролитические ячейки в полярографическом методе?
12. Каковы условия проведения в полярографическом методе?
13. Что понимается под средним диффузионным током? Для чего вводится это понятие?
14. Уравнение Ильковича. Размерность входящих в него величин.
15. Выведите математическое уравнение катодной полярограммы. Объясните физический смысл его.
16. Что такое потенциал полуволны? От каких факторов он зависит?
17. Качественный полярографический анализ, его преимущества и недостатки.
18. Каковы методы количественного полярографического анализа?
19. С чем связано появление максимумов на полярограммах?
20. Максимумы I и II рода, меры их предотвращения.
21. Каково влияние растворителя на величину предельного тока?
22. Метод калибровочных кривых в полярографии и его значение.
23. Каковы преимущества метода стандартных растворов?
24. Охарактеризуйте метод добавок в полярографии. Как определяется концентрация по этому методу?
25. Что понимается под амперометрическим титрованием?
26. Типы кривых амперометрического титрования.
27. Каковы преимущества амперометрического титрования перед другими электрохимическими методами?
28. Применение полярографического метода анализа.

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

Задача 1. Определить величину предельного диффузионного тока цинка, если

$$C = 3 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}, D = 0,72 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}, m = 3 \text{ мг/с}, \tau = 4 \text{ с}.$$

РЕШЕНИЕ. Согласно уравнению Ильковича

$$i_d = a \cdot n \cdot F \cdot D^{1/2} \cdot m^{2/3} \cdot \tau^{1/6} \cdot C,$$

где  $a$  – некоторый численный коэффициент;

$n$  – число электронов, участвующих в процессе;

$F$  – число Фарадея, А·с/кг-экв;

$D$  – коэффициент диффузии,  $\text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ ;

$m$  – скорость вытекания ртути, кг/с;

$\tau$  – время жизни капли, с;

$C$  – концентрация вещества, кмоль/м<sup>3</sup>,

получаем

$$i_d = 605 \cdot 2 \cdot (3 \cdot 10^{-6})^{2/3} \cdot 4^{1/6} \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot (0,72 \cdot 10^{-5})^{1/2} = 25,4 \text{ мкА}.$$

Задача 2. Навеску 0,2 г стали, содержащей медь, растворили в азотной кислоте, и объем полученного раствора довели дистиллированной водой до 50,0 мл. При полярографировании 5,0 мл раствора в 20,0 мл фона высота волны меди составила 37 делений шкалы.

Вычислить содержание меди (в %) в стали, если при полярографировании раствора 0,00003 г меди в 25,0 мл высота волны составляет 30 делений.

РЕШЕНИЕ. Высоте волны меди 37 делений шкалы самописца полярографа будет соответствовать следующее количество меди:

$$3 \cdot 10^{-5} \text{ г} - 30 \text{ делений шкалы}$$

$$X \text{ г} - 37 \text{ делений шкалы}$$

$$X = \frac{37 \cdot 3 \cdot 10^{-5}}{30} = 3,7 \cdot 10^{-5} \text{ г}$$

Так как для полярографирования берут 5,0 мл раствора от 50,0 мл, то содержание меди в стали составляет:

$$3,7 \cdot 10^{-5} \cdot 10 = 3,7 \cdot 10^{-4} \text{ г}$$

или

$$\frac{3,7 \cdot 10^{-4} \cdot 100}{0,2} = 0,18 \%$$

Задача 3. Вычислить концентрацию кадмия в растворе, если при анализе 15,0 мл раствора, содержащего  $\text{Cd}^{2+}$ , методом добавок, высота полярографической волны кадмия составила 20,5 мм, а после добавления 2,0 мл стандартного раствора – 0,053 н раствора хлорида кадмия – высота волны увеличилась до 24,3 мм.

РЕШЕНИЕ. Воспользуемся уравнением

$$C_x = \frac{C_{\text{ст}}}{\frac{i'}{i_x} \cdot \frac{V_{\text{ст}} + V_x}{V_{\text{ст}}}} = \frac{0,053}{\frac{24,8}{20,5} \cdot \frac{2 + 15}{2}} = 0,02 \text{ н}$$

Задача 4. По полярографическим данным для таллия на фоне комплексона III определить потенциал полуволны и число электронов, участвующих в реакции:

Потенциал, В	0,500	0,650	0,675	0,700	0,750	0,800	0,900
Ток, мкА	0	1,1	3,6	6,9	26,8	41,0	45,0

РЕШЕНИЕ. По приведенным данным определяем  $\lg[i/(i_d - i)]$  и строим график в координатах  $E - \lg[i/(i_d - i)]$ , считая  $i_d = 45$ .

E, В	0,650	0,675	0,700	0,750	0,800
$\lg[i/(i_d - i)]$	-1,60	-1,16	-0,74	0,16	1,02

По графику (см. рис. 2) определяем  $E_{1/2} = 0,74$  В и котангенс угла наклона по предельным отсчетам:

$$\frac{0,800 - 0,650}{1,02 - (-1,60)} = 0,057$$

Следовательно, электронный процесс происходит с участием одного электрона

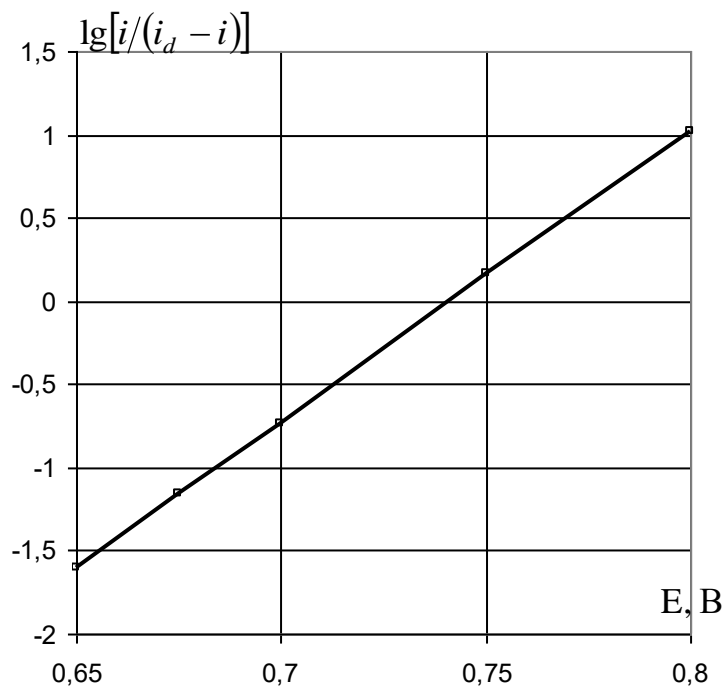


Рис. 2. График к задаче 4.

## ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА

Вопросы для самопроверки

1. На чем основан поляриметрический метод анализа?
2. Что понимается под вращением плоскости поляризации?
3. Опишите способы получения поляризованного света.
4. Что такое оптическая активность веществ?
5. Удельное вращение плоскости поляризации.
6. Какова зависимость удельного вращения плоскости поляризации от температуры?
7. Опишите схему расположения поляризатора при поляриметрическом анализе.
8. Какие виды поляриметров вы знаете?
9. Что понимается под явлением «мутаротации»?
10. Как изменяется удельное вращение плоскости поляризации во времени?
11. Как проводится поляриметрический анализ оптически активных веществ?
12. Применение поляриметрического метода анализа, его особенности и недостатки.

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

Задача 1. Определить удельное вращение плоскости поляризации раффинозы  $C_{18}H_{32}O_{16} \cdot 5H_2O$ , если раствор, содержащий 5 г раффинозы в 1000 мл, при длине трубки 25 см, вращает плоскость поляризации вправо на  $1,3^\circ$ .

РЕШЕНИЕ. Подставляя приведенные данные в уравнение

$$\beta = \frac{\alpha \cdot l \cdot C}{1000}$$

получаем

$$1,3 = \frac{\alpha \cdot 2,5 \cdot 5}{1000}; \quad \alpha = \frac{1,3 \cdot 1000 \cdot 10}{2,5 \cdot 5} = 104^\circ = 1,8 \text{ рад}$$

Задача 2. Удельное вращение плоскости поляризации никотина  $C_{10}H_{14}N_2$  для желтой



линии натрия равно  $162^\circ$ . Определить концентрацию раствора никотина (моль/л), который в трубке длиной 10 см вращает плоскость поляризации влево на  $0,52^\circ$ .

**РЕШЕНИЕ.** Подставляем данные задачи в уравнение

$$\beta = \frac{\alpha \cdot l \cdot C}{1000}; \quad 0,52 = \frac{162 \cdot 10 \cdot C}{1000}; \quad C = \frac{0,52 \cdot 1000}{162 \cdot 10} = 0,32 \text{ г/100 мл}$$

откуда

$$M = \frac{0,32 \cdot 10}{162} = 0,020 \text{ моль/л}$$

где 162 – мольная доля никотина.

**Задача 3.** При построении градуировочного графика для винной кислоты были получены следующие данные на клиновом поляриметре:

Концентрация растворов винной кислоты, %	10	20	30	40
Показания поляриметра, мм	9,9	19,1	27,3	34,9

Сколько г винной кислоты надо растворить в 250 мл воды, чтобы отсчет по шкале поляриметра был 23,5 мм.

**РЕШЕНИЕ.** Строим график зависимости концентрации винной кислоты (в %) от отсчета показаний поляриметра (рис. 3).

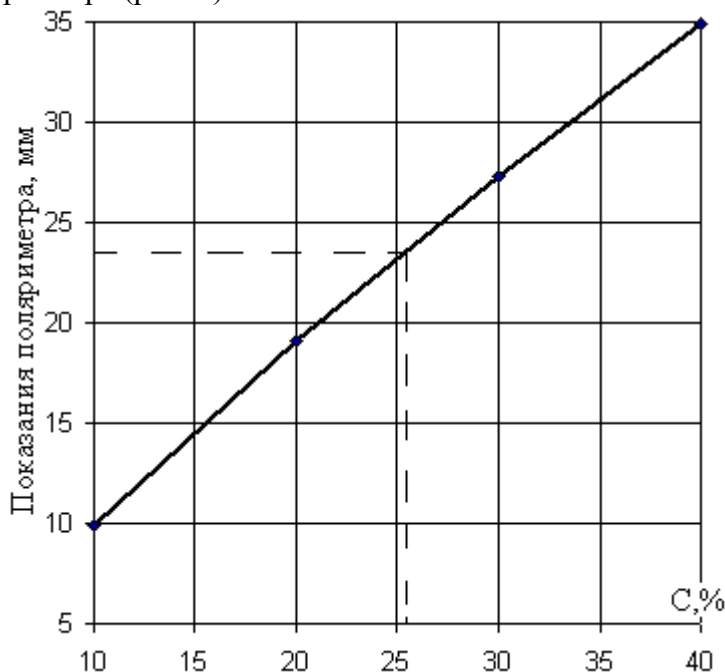


Рис. 3. График к задаче 3.

Для 23,5 мм по графику находим  $C = 25,5\%$  и рассчитываем навеску винной кислоты:

$$25,5 = \frac{m \cdot 100}{250 + m}; \quad m = \frac{250 \cdot 25,5}{100 - 25,5} = 85,6 \text{ г}$$

## РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА

Вопросы для самопроверки

1. Что такое рефракция?

2. Как оценивается преломление (рефракция) света? От чего зависит показатель преломления?
3. Что понимается под абсолютным и относительным показателем преломления света?
4. Влияние температуры и концентрации раствора на величину показателя преломления света.
5. Дайте понятие дисперсии вещества. Что служит мерой дисперсии?
6. Молекулярная рефракция и ее математическое выражение.
7. Что такое удельная рефракция? Как она связана с молекулярной рефракцией?
8. Математическое выражение удельной рефракции вещества.
9. Что понимается под аддитивностью молекулярной рефракции? Ее практическое использование.
10. Как графически выражается зависимость показателя преломления от концентрации вещества?
11. Как идентифицируют вещества с помощью показателя преломления?
12. Какие приборы называют рефрактометрами?
13. Принцип работы на рефрактометре ИРФ-22.
14. Практическое применение рефрактометрического анализа, его особенности по сравнению с другими методами инструментального анализа.

#### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

Задача 1 Вычислить молярную экстракцию четыреххлористого углерода, если показатель преломления  $n_D^{20} = 1,4603$ , а плотность  $d_4^{20} = 1,6040$ . Сравнить найденную рефракцию с вычисленной по таблицам атомных рефракций и рефракций связей.

РЕШЕНИЕ. Вычисляем мольную рефракцию:

$$R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{M}{d}$$

Подставляем приведенные в задаче величины:

$$R = \frac{1,4603^2 - 1}{1,4603^2 + 2} \cdot \frac{154}{1,6040} = 26,28$$

По таблицам атомных рефракций (см. Справочник химика, Т. I. – 2е изд. перераб. и доп. – М.-Л: Госхимиздат, 1965) находим рефракции для углерода  $R_C = 2,418$  и для хлора  $R_{Cl} = 5,967$ . Следовательно,

$$R_{CCl_4} = R_C + 4R_{Cl} = 2,418 + 4 \cdot 5,967 = 26,29$$

По таблицам рефракций связи находим рефракцию связи C–Cl, которая равна 6,51, и вычисляем

$$R_{CCl_4} = 4R_{C-Cl} = 4 \cdot 6,51 = 26,04$$

Сходимость результатов вполне удовлетворительная.

Задача 2. Для определения состава водно-ацетоновых растворов были определены показатели преломления стандартных растворов:

Содержание ацетона, %	10	20	30	40	50
Показатель преломления	1,3340	1,3410	1,3485	1,3550	1,3610

Построить градуировочный график для определения ацетона, вывести уравнение зависимости показателя преломления от концентрации и определить по графику и уравнению содержание ацетона в растворе, показатель преломления которого 1,3500.

РЕШЕНИЕ. Строим график зависимости показателя преломления от концентрации (см. рис. 4).

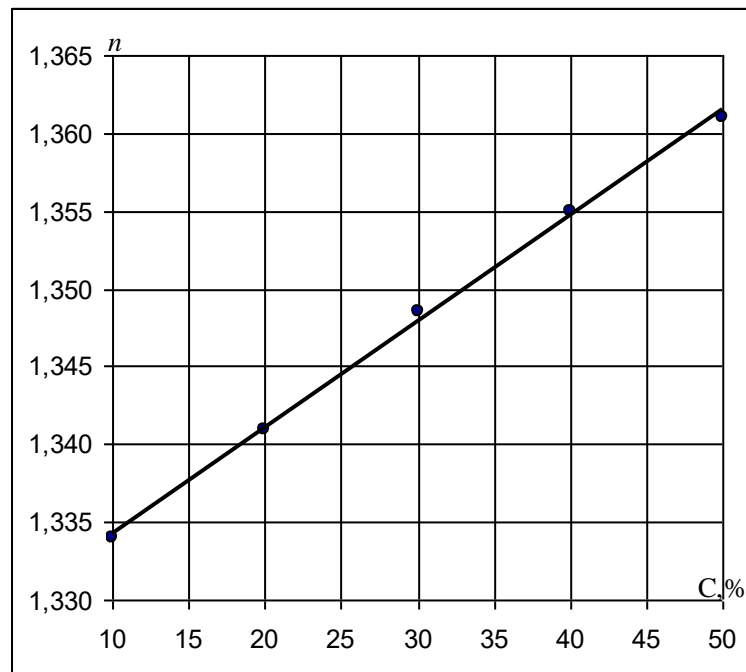


Рис. 4. Градуировочная характеристика к задаче 2.

Уравнение калибровочного графика определяем методом избранных точек. Для этого выбираем на прямой точки: для концентрации 15%  $n=1,3379$  и для концентрации 45%  $n=1,3580$ . Составляем два уравнения:

$$1,3580 = A + B \cdot 45$$

$$1,3379 = A + B \cdot 15$$

Решаем эти уравнения и получаем  $A=1,3279$ ;  $B=6,7 \cdot 10^{-4}$ . Следовательно, искомое уравнение имеет вид:

$$n = 1,3279 + 6,7 \cdot 10^{-4} \cdot C.$$

По градуировочному графику находим, что показателю преломления 1,3500 соответствует концентрация 33%. Подставив значение показателя преломления в уравнение, получаем:

$$1,3500 = 1,3279 + 6,7 \cdot 10^{-4} \cdot C,$$

откуда

$$C = \frac{1,3500 - 1,3279}{6,7 \cdot 10^{-4}} = 33 \%$$

## ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА

Вопросы для самопроверки

1. Сущность метода хроматографического анализа и его преимущества.
2. Как классифицируются методы хроматографии по агрегатному состоянию фаз и по методике проведения эксперимента?
3. В чем сущность метода ионообменной хроматографии?
4. Что называется ионитами? Назовите основные типы ионитов.
5. Что понимается под обменной емкостью ионита?
6. Чем определяется химическая стойкость сорбента в хроматографии?
7. Как происходит процесс регенерации ионитов? Основные реакции, протекающие при регенерации ионитов?
8. Поясните сущность метода осадочной хроматографии.
9. На чем основан качественный анализ методами осадочной и распределительной хроматографии на бумаге?

10. Выходная кривая сорбции, ее графическое изображение. Применение для количественного определения емкости поглощения.
11. Коэффициент разделения и коэффициент распределения.
12. Ионообменные равновесия и константа ионного обмена.
13. Газовая и газо-жидкостная хроматография, их преимущества и недостатки.
14. Что называется хроматограммой?
15. Как происходит расшифровка пиков на хроматограмме?
16. Какие методы количественного определения компонентов газовой смеси вы знаете?
17. На чем основан метод внутренней нормализации?
18. Каковы области применения хроматографических методов анализа?

#### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

Задача 1. Определить процентный состав компонентов газовой смеси по следующим данным:

Компоненты смеси	$S, \text{мм}^2$	$k$
Пропан	175	0,68
Бутан	203	0,68
Пентан	182	0,69
Циклогексан	35	0,85

РЕШЕНИЕ Расчеты проводят по методу внутренней нормализации, согласно которому

$$P_i = \frac{S_i \cdot k_i}{\sum_{j=1}^n S_j \cdot k_j} \cdot 100$$

где  $P_i$  – весовой %  $i$ -того компонента в смеси,

$S_i$  – площадь пика  $i$ -того компонента;

$k_i$  – поправочный коэффициент, определяемый чувствительностью детектора хроматографа к  $i$ -тому компоненту.

Найдем приведенную суммарную площадь пиков:

$$\sum_{j=1}^4 S_j \cdot k_j = 175 \cdot 0,68 + 203 \cdot 0,68 + 182 \cdot 0,69 + 35 \cdot 0,85 = 412,9.$$

Отсюда процентное содержание пропана:

$$P_{\text{пропана}} = \frac{175 \cdot 0,68}{412,9} \cdot 100 = 28,8 \%$$

Аналогично находят содержание остальных компонентов.

Задача 2. К 100,0 мл 0,1 н раствора соляной кислоты добавили 5 г катионита в  $\text{Na}^+$ -форме. После установления равновесия концентрация водородных ионов уменьшилась до 0,015 н. Определить статическую обменную емкость катионита по ионам водорода.

РЕШЕНИЕ. Определяем число мэкв  $\text{H}^+$ , адсорбированных катионитом:

$$n = \frac{(C_{\text{исх}} - C_{\text{равн}}) \cdot V}{1000} = \frac{(0,1 - 0,015) \cdot 100}{1000} = 8,5 \text{ мэкв}$$

Статическая обменная емкость равна

$$S_m = \frac{n}{P} = \frac{8,5}{5} = 1,7 \text{ мэкв/г}$$

Задача 3. Для определения динамической емкости катионита через колонку, содержащую 5 г катионита, пропустили 500 мл 0,05 н раствора кальция. При определении

кальция в фильтрата в порциях по 50 мл были получены следующие значения концентраций: 0,003; 0,008; 0,015; 0,025; 0,040; 0,050 и 0,050. Определить динамическую емкость катионита по ионам кальция.

**РЕШЕНИЕ.** Определяем число мэкв кальция, поглощенных из каждой порции фильтрата по формуле:

$$n = \frac{(C_{\text{исх}} - C_{\text{равн}}) \cdot V}{1000};$$

1. 
$$\frac{(0,050 - 0,003) \cdot 50}{1000} = 2,35 \text{ мэкв}$$

2. 
$$\frac{(0,050 - 0,008) \cdot 50}{1000} = 2,10 \text{ мэкв}$$

3. 
$$\frac{(0,050 - 0,015) \cdot 50}{1000} = 1,75 \text{ мэкв}$$

4. 
$$\frac{(0,050 - 0,025) \cdot 50}{1000} = 1,25 \text{ мэкв}$$

5. 
$$\frac{(0,050 - 0,040) \cdot 50}{1000} = 0,50 \text{ мэкв}$$

6. 
$$\frac{(0,050 - 0,050) \cdot 50}{1000} = 0,00 \text{ мэкв}$$

Всего поглощено катионитом:

$$n = 2,35 + 2,10 + 1,75 + 1,25 + 0,50 + 0,00 = 7,95 \text{ мэкв.}$$

Определяем динамическую емкость:

$$S_m = \frac{n}{P} = \frac{7,95}{5} = 1,59 \text{ мэкв/г}$$

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Для определения марганца в стали из навески 0,0602 г после соответствующей обработки получили 50,0 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ . Относительная оптическая плотность этого раствора, измеренная по отношению к раствору сравнения (10,0 мл раствора  $\text{KMnO}_4$  в 50,0 мл воды с  $T_{\text{KMnO}_4} = 0,00126 \text{ г/мл}$ ) оказалась равной 0,60. Относительные оптические плотности четырех стандартных растворов, содержащих в 50,0 мл 5,0, 7,0, 8,0 и 9,0 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ , измеренные по отношению к тому же раствору сравнения, оказались соответственно равными: 1,019, 0,72, 0,49, 0,25. Построить градуировочный график в координатах оптическая плотность – концентрация марганца и определить содержание марганца в стали. Ответ: 5,46%

2. Для построения градуировочного графика при определении никеля отобрали 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0 мл 0,0125 н раствора  $\text{NiCl}_2$  и разбавили водой до 100,0 мл. Отклонение по шкале гальванометра на однолучевом фотоэлектроколориметре для нулевого раствора составило 80 делений, а для указанных растворов 72,5; 64,5; 59,0; 62,5; 47,0; 42,5 деления соответственно. Навеску стали 0,5000 г растворили и после разбавили водой до 50,0 мл. Отклонение по шкале гальванометра для полученного окрашенного раствора при тех же условиях составило 55,5 деления. Определить содержание никеля в стали (в%)

3. Для определения железа в сточной воде из 100,0 мл воды после упаривания и обработки о-фенатролином было получено 25,0 мл окрашенного раствора. Оптическая плотность этого раствора при толщине поглощающего слоя 1 см равна 0,45. Определить содержание железа в сточной воде (мг/л), если молярный коэффициент поглощения этого окрашенного соединения равен 1100. Ответ: 23,52 мг/л.

4. Навеску стали 0,0532 г растворили в кислоте, обработали диэтилдитиокарбаматом и

довели объем раствора до 100,0мл. Раствор фотоколориметрировали при длинах волн 328 нм и 368 нм в кювете с толщиной поглощающего слоя 2 см. при этом получили следующие результаты:  $\lambda=328$  нм  $A=0,67$ ; Определить содержание никеля и кобальта в стали (в%), если при 328 нм молярный коэффициент никеля ( $\epsilon_{Ni}$ ) равен 35210; молярный коэффициент кобальта ( $\epsilon_{Co}$ ) равен 3910; а при  $\lambda=368$  нм  $\epsilon_{Ni} = 21820$   $\epsilon_{Co}=14340$ . Ответ:  $C_{Ni}=0,10\%$ ;  $C_{Co}=0,85\%$ .

5. Рассчитать концентрацию раствора (мг/мл), содержащего  $Fe^{+3}$  по следующим данным и условиям фотометрирования. К 1,0 мл раствора добавлен ацетон, раствор роданида аммония и вода до 100,0 мл. Фотометрирование проводилось в кювете с толщиной поглощающего слоя 2 см. Оптическая плотность окрашенного раствора равнялась 0,75 (при  $\lambda=480$  нм). Молярный коэффициент поглощения составляет 14000. Ответ: 0,15мг/мл.

6. Молярный коэффициент поглощения комплекса индия с пирокатахиновым фиолетовым равен 35900 при длине волны 630 нм. Определить содержание индия в растворе (г/л), если относительная оптическая плотность исследуемого раствора, измеренная в кювете 1 см по отношению к раствору сравнения, оказалась равной 0,45 Ответ:  $5,45 \cdot 10^{-3}$  г/л.

7. Определить молярный коэффициент поглощения хромата калия, если относительная оптическая плотность  $2,65 \cdot 10^{-3}$  моль/л раствора  $K_2CrO_4$  измеренная при  $\lambda= 372,5$  нм в кювете 2,3 мм по отношению к раствору сравнения, содержащему  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л  $K_2CrO_4$  оказалась равной 1,38. Ответ: 3637.

8. Найти оптимальную толщину поглощающего слоя для фотометрирования окрашенного раствора соли железа с молярным коэффициентом поглощения  $\epsilon_{max}$ , равным 4000 при концентрации железа 2 мг в 50 мл. Оптимальное значение оптической плотности равно 0,43.

9. При определении марганца концентрации  $2,0 \cdot 10^{-5}$  моль/л в виде перманганата оптическая плотность равнялась 0,15. Измеряли ее при  $\lambda=525$  нм в кювете с толщиной поглощающего слоя 3 см. Вычислить молярный коэффициент поглощения исследуемого раствора.

10. Оптическая плотность сульфосалицилата железа измеренная при  $\lambda=433$  нм в кювете с толщиной слоя 2см, равна 0,15. Для реакции взято 4,0 мл  $5,82 \cdot 10^{-4}$  моль/л раствора железа и доведено до 50,0 мл. Вычислить значение молярного коэффициента поглощения полученного раствора при  $\lambda=433$  нм. Ответ: 1560.

11. Определить константу диссоциации фотометрического реагента HR, если при pH 6,35 оптическая плотность его раствора равна 0,36; а при pH оптические плотности равны соответственно 0,89 и 0,03.

12. Вычислить молярный коэффициент поглощения меди, если оптическая плотность раствора, содержащего 0,24 мг меди в 250мл, при толщине поглощающего слоя 2 см равна 0,14. Ответ: 4650.

13. Рассчитать кажущуюся константу диссоциации фотометрического реагента HR и молярный коэффициент поглощения его солевой формы в условиях, когда молекулярная форма не поглощает. Концентрация реагента  $2,00 \cdot 10^{-4}$  моль/л. Значения оптической плотности растворов, измеренные в кювете с толщиной слоя 1 см, при pH 7,32 ( $C_{H^+}=4,76 \cdot 10^{-8}$  моль/л) и pH 7,75 ( $C_{H^+}=1,78 \cdot 10^{-8}$  моль/л) равны соответственно 0,76 и 0,99. Ответ:  $K_{дисс} = 9,38 \cdot 10^{-8}$ ,  $\epsilon=5960$ .

14. Рассчитать кажущую константу диссоциации водорода оксидной групп нитрозо - R-соли по следующим данным. Оптическая плотность раствора реагента при pH 7,2 равна 0,44. Оптические плотности раствора реагента, находящегося полностью в молекулярной и солевой формах, равны соответственно 0,02 и 0,70.

15. Основной краситель малахитовый зеленый в буферном растворе с pH 7,5 показал оптическую плотность  $A=0,08$ . При pH 5,3  $A=0,43$ . Рассчитать условную константу диссоциации красителя. Ответ:  $K_{дисс} = 6,9 \cdot 10^{-9}$ .

16. Вычислить потенциал хингидронного электрода в растворе с pH 5,7 относительно каломельного электрода (0,1 н НКЭ) при 18° С.

17. Электродвижущая сила элемента

$Ag|AgCl(0.1 \text{ у } HCl) || \text{нас. Раствор } Ni(OH)_2|Ni$

При 20 С равна 0,659 В. Определить произведение растворимости (ПР) гидроксида никеля. Ответ:  $5,2 \cdot 10^{-17}$

18. Разность потенциалов между водородным электродом и насыщенным каломельным электродом, погруженным в кислый раствор, составляет 0,435 В при 25° С. Определить рН раствора. Ответ: 3,3.

19. Из навески 0,6000 г сплава титан перевели в  $TiO^{2+}$  и оттитровали 0,1 н  $CrCl_2$   $TiO^{2+} + Cr^{2+} + 2H^+ \leftrightarrow Ti^{3+} + Cr^{3+} + H_2O$  Вычислить процентное содержание титана в сплаве по следующим результатам потенциометрического титрования:

$V_{CrCl_2}$ , мл	2,0	10,0	18,0	19,8	20,0	20,2	22,0
E, В	0,159	0,100	0,041	-0,018	-0,155	-0,292	-0,351

Ответ: 15,97%

Составлен гальванический элемент из водородного и нормального каломельного электродов. ЭДС гальванического элемента при 30° С равна 0,506 В. вычислить рН, рОН,  $a_{H^+}$  и  $a_{OH^-}$  раствора в водородном электроде.

Рассчитать потенциал стеклянного электрода в растворе при рН 5,0 по отношению к хлорсеребряному электроду.  $E^{\circ}$  стеклянного электрода при 20° С равен +0,358 В;  $E^{\circ}$  хлорсеребряного электрода при 20° С равен +0,201В. Ответ: -0,133 В.

Определить активность ионов меди, если ЭДС цепи

$Cu | Cu^{2+} (a_1=x) || Cu^{2+} (a_2=1) | Cu$  при  $T=298$  К равна 0,088 В.

Ответ 0,0013.

Определить ЭДС гальванического элемента

$Ni | NiSO_4 || CuSO_4 | Cu$

$C=0.025M \quad 0.05 M$

При  $T=298$  К, если нормальные электродные потенциалы при заданной температуре равны:  $E^{\circ}_{Cu/Cu^{2+}} = 0,768$  В;  $E^{\circ}_{Ni/Ni^{2+}} = -0,230$  В.

Напишите уравнения реакций, протекающих в гальваническом элементе  $Zn|ZnSO_4||AgNO_3|Ag$ , и определите константу равновесия  $K_a$  при температуре 298 К. Нормальные потенциалы при данной температуре:  $E^{\circ}_{Zn/Zn^{2+}} = -0,760$  В;  $E^{\circ}_{Ag/Ag^+} = 0,799$  В. Ответ:  $K_a = 1,202 \cdot 10^{53}$ .

Вычислить ЭДС гальванического элемента, построенного из следующих пар:

1)  $Zn|Zn^{2+} (0.001 \text{ моль/л}) || Cu^{2+} (0.1 \text{ моль/л}) | Cu$

2)  $Al|Al^{3+} (0.05 \text{ моль/л}) || Ag^+ (0.1 \text{ моль/л}) | Ag$

Ответ: 1) 1,158 В, 2) 2,396 В.

Рассчитать стандартный электродный потенциал полуэлемента  $Ag, AgI (тв) | KI a_{I^-} = 1$  по данным о произведении растворимости  $AgI$  и нормальном электродном потенциале  $Ag|Ag^+$

По данным ЭДС элемента  $Cd|CdI_2||AgI (тв) | Ag |$  при 298 К определить активность иодида кадмия в растворе ( $E = 0,286$  В) Ответ:  $6 \cdot 10^{-2}$ .

28. Рассчитать константу равновесия следующих реакций (при  $[H^+] = 0,1$  г-экв/л):

а)  $2MnO_4^- + 10HNO_2 + 2H_2O \leftrightarrow 2Mn^{2+} + 10NO_3^- + 4H^+$

б)  $2Ti^{2+} + Sn^{4+} \leftrightarrow 2Ti^{3+} + Sn^{2+}$

Ответ: а)  $1 \cdot 10^{96}$  б)  $5.4 \cdot 10^{17}$

29. Электродвижущая сила элемента Якоби - Даниеля, в котором концентрации ионов меди и цинка одинаковы, при 18° С равна 1,100 В. Вычислить ЭДС цепи, в которой концентрация  $Cu^{2+}$  равна 0,0005 н, а  $Zn^{2+}$  - 0,5000н.

30. Вычислить потенциал алюминиевого электрода а растворе, содержащем 13,85 г хлорида алюминия в 500 мл раствора, относительно водородного и насыщенного каломельного электрода при 30°С. Ответ: -1,674 В; 1,914 В.

31. Сопротивление 0,1 н раствора хлорида натрия в ячейке с электродами площадью 1,500  $см^2$  и расстоянием между ними 0,75 см равно 46,8 Ом. Определить удельную и эквивалентную электропроводность хлорида натрия.

32. Два электрода площадью по 4,00  $см^2$  опущены в 20% раствор хлорида кальция на расстоянии 0,65 см друг от друга. К ним приложена разность потенциалов 0,565 В. Определить силу тока в цепи. Ответ:  $1,59 \cdot 10^{-2}$  А.

33. При титровании 25,0мл смеси соляной и уксусной кислот 0,105 н раствором едкого натра получены следующие показания по шкале высокочастотного прибора:

Объем	2	4	5	6	7	8	9	11	13	15	16	17	18	19
-------	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----

0,105н NaOH см <sup>3</sup>														
Показания прибора	62	51	37	32	28	21	23	26	31	37	37	44	56	68

Определить концентрацию этих кислот (в г/л). Ответ  $C_{HCl} = 1,13$  г/л;  $C_{CH_3COOH} = 2,22$  г/л.

34. При титровании раствора  $BaCl_2$  0,2000 н  $H_2SO_4$  получили следующие данные по шкале высокочастотного прибора:

Объем 0,2000 н $H_2SO_4$ мл	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Показания прибора	71,4	55,1	39,2	31,2	24,6

Построить график титрования и определить содержание (в г) в исследуемом растворе. Ответ: 0,1323 г.

35. Эквивалентная электропроводность хлорида бария равна 123,94 См см<sup>2</sup> г-экв<sup>-1</sup>. Определить сопротивление в ячейке, заполненной 0,010 н раствором хлорида бария, если площадь электродов 0,86 см<sup>2</sup>, расстояние между ними 0,26 см. Ответ: 231,3 Ом.

36. Для определения постоянной ячейки ее заполнили при 20° С 0,1000 М раствором хлорида калия. Сопротивление стало 324,2 Ом. После заполнения ячейки 0,050 н раствором серной кислоты оно оказалось 1305,5 Ом. Определить эквивалентную электропроводность раствора серной кислоты. Ответ 63,9 Ом см<sup>2</sup> г-экв<sup>-1</sup>.

37. На каком расстоянии друг от друга расположены параллельные платиновые электроды площадью 2,00 см<sup>2</sup>, погруженные в 0,01 н  $AgNO_3$  если сопротивление объема раствора между электродами 100 Ом и эквивалентная электропроводность при данной концентрации 120,4 См см<sup>2</sup> г-экв<sup>-1</sup>. Ответ: 2,408 см.

38. Эквивалентная электропроводность 1,03 10<sup>-3</sup> н раствора  $CH_3COOH$  при 25° С равна 48,15 См см<sup>2</sup> г-экв<sup>-1</sup>. Определить константу диссоциации уксусной кислоты, если электропроводность ее при бесконечном разбавлении равна 390,6 См см<sup>2</sup> г-экв<sup>-1</sup>. Ответ: 1,7 10<sup>-5</sup>

39. Растворы едкого натра различной концентрации в данной ячейке имеют следующую электропроводность:

$C_{NaOH}$ , вес. %	4	6	8	10	15
Электропроводность, Ом	1628	2242	2729	3093	3490

Смешали 200,0 мл раствора с электропроводностью 1850 Ом и 300,0 мл раствора с электропроводностью 3200 Ом. Определить электропроводность полученного раствора в этой ячейке и его нормальность. Ответ: 2860 Ом см<sup>2</sup> г-экв<sup>-1</sup>; 2,35 н.

41. Для определения содержания марганца в стали методом добавок навеску стали 1,2500 г растворили и после соответствующей обработки объем раствора довели до 200,0 мл. Для снятия полярограммы взяли 13,5 мл этого раствора. Высота волны оказалась 20,5 мм. После добавки 0,0500 н  $MnSO_4$  (3,5мл) высота волны увеличилась до 27,5 мм. Определить процентное содержание марганца в стали

42. Для определения кадмия в сточной воде методом добавок 12,5 мл ее после соответствующей обработки разбавили до 250,0 мл. Для снятия полярограммы взяли 18,0 мл этого раствора. Высота волны оказалась равной 19,5 мм. После добавки 3,0 мл 0,0430 н  $CdSO_4$  высота волны увеличилась до 24,0мм. Определить процентное содержание кадмия в сточной воде.

43. Для определения содержания меди в латуни навеску последней 0,1200 г растворили и после соответствующей обработки довели объем раствора до 50,0 мл. При снятии полярограммы полученного раствора высота волны оказалась равной 23,0 мм. При полярографировании четырех стандартных растворов меди получили следующие результаты:

$C_{Cu}$ 10 <sup>-3</sup> , г/л	0,5	1,0	1,5	2,0
---------------------------------	-----	-----	-----	-----



h, мм	5,0	15,0	25,0	35,0
-------	-----	------	------	------

Построить градуировочный график и определить процентное содержание меди в анализируемом образце. Ответ: 58,25%

44. Вычислить концентрацию меди (в моль/л) в растворе, если при анализе V мл исследуемого раствора методом добавок была получена волна h мм, а после добавления W мл стандартного раствора концентрации C высота волны увеличилась до H мм:

Вариант	V, мл	h, мм	W, мл	C,	H, мм
I	10	20,5	2	0,05 моль/л	24,0
II	25	22,0	4	$2 \cdot 10^{-4}$ г/л	26,0
III	25	30,0	3	0,08 моль/л	35,0
IV	50	28,0	2,5	0,07 н	35,0
V	10	26,5	0,5	$1 \cdot 10^{-5}$ г/л	36,0
VI	25	18,0	3	0,12 н	24,0
VII	10	20,0	0,1	$1,5 \cdot 10^{-4}$ г/л	22,0

45. Определить концентрацию кадмия в растворе, если  $D=0,72 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$ ,  $m=2,0 \text{ мг/с}$ ,  $\tau=4,4 \text{ с}$ ; сила тока 10 мкА. Ответ: 0,0015 моль/л.

46. Определить силу тока, проходящего через полярографическую ячейку при потенциале -1,0 В относительно донной ртути, если характеристика капилляра 1,92, концентрация кадмия в растворе  $2 \cdot 10^{-3}$  моль/л, а  $D=0,72 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$ . Ответ: 12,5 мкА.

47. При потенциале -0,8 В относительно насыщенного каломельного электрода раствору  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/л по хлориду кадмия и 0,1 моль/л по хлориду калия соответствует диффузионный ток 50 мкА. Ртуть вытекает со скоростью 18 капель в 1 мин., масса 10 капель ртути равна 0,0382 г. Рассчитать коэффициент диффузии. Ответ:  $3,6 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$

48. При полярографическом определении на ртутном капельном электроде с  $m=2,14 \text{ мг/с}$ ,  $\tau=4 \text{ с}$  и  $D=1,3 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$ , на фоне нитрата аммония в смеси бензола и метанола для циклогексилпероксидикарбоната (ЦПК) были получены следующие значения диффузионного тока при разных концентрациях:

C, моль/л	0,176	0,348	0,509	0,667	0,819
I, мкА	1,44	2,78	4,11	5,45	6,56

Определить число электронов, участвующих в реакциях восстановления, и концентрацию ЦПК в растворе, с капилляром, для которого  $m=1,84 \text{ мг/с}$ ,  $\tau=4,3 \text{ с}$  с величина диффузионного тока равна 3,58 мкА. Ответ:  $C=0,42 \text{ ммоль/л}$ ;  $n = 2$ .

49. Определить характеристику капилляра при потенциале -0,6 В относительно донной ртути, если 20 капель весят 0,1760 г, а время их образования 88 с. Ответ: 2,03

50. Определить удельное вращение плоскости поляризации l-морфина, если раствор, содержащий 0,45 г l-морфина в 30,0 мл метилового спирта, при длине трубки 25 см вращает плоскость поляризации влево на  $4,92^\circ$

51. Определить недостающий параметр уравнения  $\beta = \alpha C l / 1000$

Вариант	Вещество	$\alpha^\circ$	l, см	C	$\beta$
I	$\alpha$ -аспарагиновая кислота	-25.5	20	X г/100мл	-0,45
II	бромантарная кислота	+41.9	10	X моль/л	+2,3
III	стрихнин в спирте	X	25	0,45 г/100мл	-1,17
IV	D-винная кислота	+11,98	15	0,55 моль/л	X
V	хинин	X	20	0,017 моль/л	-1,90
VI	$\alpha$ -аланин	+2	X	1,55 г/100мл	2,8 мин

52. Определить чистоту D-винной кислоты, если раствор ее, приготовленный растворением 2,57 г кислоты в 25,0 мл воды, при длине трубки 25 см вращает плоскость поляризации вправо на  $2,98^\circ$ . Ответ: 90%.

53. Определить концентрацию раствора сахарозы, пользуясь графиком зависимости  $\alpha$  от концентрации сахарозы, приведенным на рис. 5, если в трубке длиной 25 см угол вращения плоскости поляризации равен  $61,53^\circ$ .

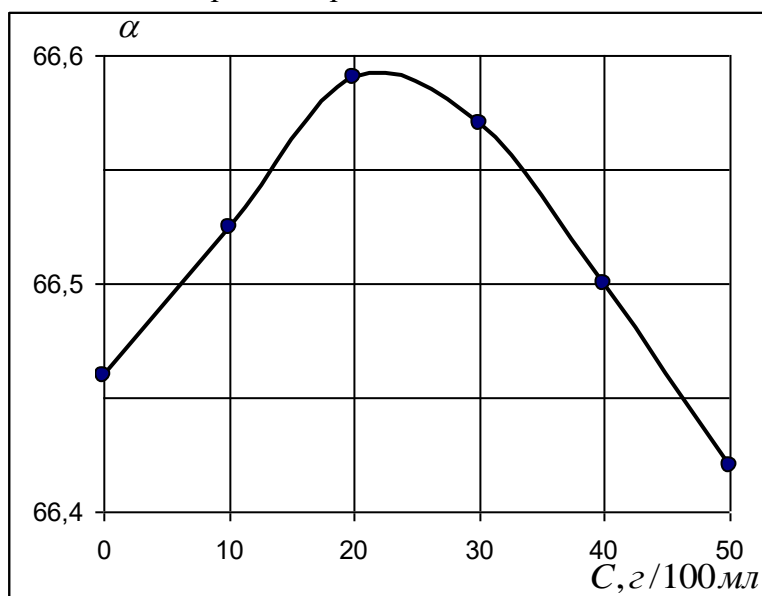


Рис.5

54. Удельное вращение плоскости поляризации раствора стрихнина в спирте при концентрации 2,25 г/100мл равно  $-139,3^\circ$ , а при концентрации 0,254 г/100 мл  $104,3^\circ$ . Определить концентрацию раствора стрихнина, для которого угол вращения плоскости поляризации равен  $4,85^\circ$  при длине трубки 25 см.

55. Углеводород  $C_{10}H_{16}$  имеет показатель преломления 1,4635 и плотность 0,8594. Сравнить полученную рефракцию с рассчитанной по формуле этого соединения. Ответ:  $R=43,6$ ; соответствует структура  $CH_3-CH_2-C \equiv C-CH_2-CH-CH_2-CH_2-CH_3$  где  $R=46,6$ .

56. По данным таблицы рассчитать мольную рефракцию приведенных соединений.

Вариант	Вещество	$n_d^{20}$	$d_4^{20}$
I	пентан	1,3577	0,6262
II	иодистый метил	1,5257	2,2790
III	бромбензол	1,5197	1,4950
IV	уксусная кислота	1,3698	1,0493
V	пиридин	1,5056	0,9831
VI	сероуглерод	1,6182	1,2631
VII	пропиловый спирт	1,3832	0,8036
VIII	нитробензол	1,5455	1,2034

57. Показатель преломления 19,25 %-ного раствора уксусной кислоты равен 1,3468. Определить нормальность раствора уксусной кислоты, показатель преломления которого равен 1,3385, принимая, что между концентрацией уксусной кислоты и показателем преломления в этом интервале концентраций существует линейная зависимость.

58. По таблицам атомных реакций и рефракций связей рассчитать рефракцию иодистого метилена  $CH_2I_2$  и определить показатель преломления этого вещества, если плотность  $CH_2I_2$  при  $20^\circ C$  равен 3,32.

59. При определении жира в порошке какао для обработки навески 1,5000 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 0,9260.

60. Для определения состава водных растворов пропилового спирта были определены показатели преломления стандартных растворов:

Содержание пропилового спирта %	0	10	20	30	40
Показатель преломления	1,3333	1,3431	1,3523	1,3591	1,3652

Построить калибровочный график и определить содержание пропилового спирта в растворах, показатель преломления, которых 1,3470 и 1,3615. Вывести уравнение зависимости показателя преломления от концентрации и проверить по нему полученный результат.

61. вычислить мольную рефракцию бромформа  $\text{C}\text{HBr}_3$ , если показатель преломления его 1,5924, а плотность 1,5977. Сравнить полученную величину с вычисленной по таблице атомных рефракций.

62. Рассчитать содержание (в%) этана, пропана, бутана и пентана по следующим данным, полученным при газовой хроматографии смеси:

Газ	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{C}_5\text{H}_{12}$
Площадь пика $S$ , мм <sup>2</sup>	5	7	5	4
K	0,60	0,77	1,00	1,11

Здесь K – коэффициент чувствительности – отношение площади пика данного компонента к площади пик бутана при равных количествах газов.

63. Навеску 1,095 г бериллиевой бронзы, содержащей Be и Cu, растворили и разбавили раствор водой до 50,0 мл. Раствор пропустили через колонку с 5 г катионита, обменная емкость которого 3,2 мэкв/г. В выходящем растворе обнаружили 3 мг меди. Определить степень разделения бериллия и меди на катионите (бериллий катионитом не задерживается).

64. Рассчитать степень извлечения меди из 500 мл 8,002 н раствора  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  пермутитом, если титрование меди, извлеченной из окрашенной зоны 50 мл 5 %-ного раствора соляной кислоты, было израсходовано при иодометрическом определении меди 7,5 мл 0,06 н раствора тиосульфата натрия.

65. Для определения обменной емкости эспатита, находящегося в  $\text{Ca}^{2+}$ -форме, к 2 г эспатита добавили 25 мл 0,1 н раствора NaOH. После установления равновесия раствор оттитровали 0,08 н HCl. На титрование израсходовано 15,7 мл кислоты. Определить обменную емкость эспатита.

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

67. Через колонку, заполненную 5 г катионита, было пропущено 500 мл раствора меди. Выходящие порции раствора по 50,0 мл титровали иодометрически. Первые две порции не содержали меди. На титрование с 3 по 10 порции израсходовано соответственно 5,0; 12,0; 17,6; 20,0; 25,2; 30,5; 39,2 и 39,22 мл 0,02 н раствора тиосульфата натрия.

Построить график зависимости концентрации меди от объема фильтрата. Рассчитать полную динамическую емкость катионита по ионам меди.

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Номер варианта	Номера задач, относящихся к данному заданию						
1	4	7	23	34	49	54	62
2	2	16	26	40	48	59	67
3	7	10	20	33	47	52	63

4	11	19	29	38	46	60	65
5	6	15	24	32	39	45	51
6	1	12	18	31	44	61	67
7	2	22	28	37	43	55	64
8	5	12	25	36	42	56	65
9	8	14	27	35	41	50	66
10	9	13	21	32	40	53	57

**Тестовые задания для текущего контроля усвоения знаний, соответствующих следующим формируемым компетенциям:**

ОПК-3 способность осуществлять технологический контроль соответствия качества производимой продукции и услуг установленным нормам

**Примерные тесты**

**Знать**

? Кондуктометрия основана на...  
 = измерении потенциала индикаторного электрода;  
 + измерении электропроводности раствора;  
 = измерении количества электричества;  
 + измерении сопротивления раствора.  
 ? Кондуктометрическое титрование применяют...  
 + при анализе смесей веществ-электролитов;  
 = при анализе неэлектролитов;  
 + при титровании мутных и тёмноокрашенных растворов;  
 + для фиксирования точки эквивалентности.  
 ? Потенциометрия основана на...  
 = измерении удельной электропроводности раствора;  
 + измерении ЭДС гальванического элемента, состоящего из индикаторного и стандартного электродов;  
 + использовании формулы Нернста;  
 = измерении потенциала индикаторного электрода.  
 ? Потенциометрическое титрование применяют...  
 + для анализа смесей веществ;  
 + для определения точки эквивалентности;  
 = для анализа неэлектролитов;  
 + при анализе мутных и тёмноокрашенных растворов.  
 ? Ионселективные электроды...  
 + бывают твёрдые;  
 + бывают мембранные;  
 = используют в кондуктометрии;  
 = используют в кулонометрии.

? Вольтамперометрия основана на...  
 + изучении поляризационных кривых;  
 + исследовании силы тока в зависимости от внешнего напряжения;  
 = определении качественного и количественного состава веществ, не способных окисляться и восстанавливаться;  
 = определении точки эквивалентности при исследовании мутных и тёмноокрашенных растворов.  
 ? Хроматография...  
 = метод анализа веществ по показателю преломления;  
 + метод разделения и анализа смесей веществ по их сорбционной способности;  
 = метод анализа веществ по их способности отклонять поляризованный луч;  
 = метод анализа, основанный на поглощении веществами электромагнитного излучения.  
 ? С помощью ионно-обменной хроматографии можно...  
 = разделять неэлектролиты;  
 + умягчать жёсткую воду;  
 = определять концентрацию этилового спирта;  
 + разделять электролиты.  
 ? Спектральные методы анализа...  
 + основаны на измерении интенсивности электромагнитного излучения, которое поглощается или испускается анализируемым веществом;  
 = основаны на измерении поглощения веществом электромагнитного излучения в видимой и ближней ультрафиолетовой области спектра;

= основаны на исследовании спектров отражения веществ;  
+ основаны на изучении взаимодействия веществ с электромагнитным излучением.  
? Атомно-абсорбционный анализ...  
+ основан на исследовании спектров поглощения;  
= основан на исследовании спектров испускания;  
+ требует применения специальных ламп, катод которых сделан из металла, концентрацию которого определяют;  
= не требует перевода вещества в атомарное состояние с помощью пламени.  
? Атомно-абсорбционный анализ используют для анализа...  
+ лёгких металлов;  
+ тяжёлых металлов;  
= активных неметаллов;  
= неактивных неметаллов.  
? Атомно-эмиссионный анализ...  
= основан на исследовании спектров поглощения;  
+ основан на исследовании спектров испускания;  
= применяется для анализа органических веществ;  
= применяется для разделения и анализа смесей веществ.  
? Фотометрия пламени...  
+ разновидность атомно-эмиссионного анализа;  
= разновидность атомно-абсорбционного анализа;  
+ применяется для анализа активных металлов;  
= применяется для анализа неметаллов.  
? Молекулярная спектроскопия основана...  
+ на получении и анализе спектров поглощения молекул;  
= на получении и анализе спектров испускания молекул;  
= на анализе спектров поглощения молекулами радио - и микроволнового излучения;  
= на анализе спектров эмиссии молекул.  
? Фотометрический анализ основан...  
= на анализе сорбционной способности различных веществ при прохождении

через поглотитель;  
+ на измерении поглощения излучения оптического диапазона;  
= на исследовании способности молекул деформироваться под действием ультрафиолетового излучения.  
? Фотозлектроколориметрический анализ...  
+ требует применения монохроматического излучения;  
= основан на способности веществ окисляться или восстанавливаться под воздействием видимого излучения;  
+ требует получения окрашенных форм анализируемых соединений;  
= позволяет определять концентрации мутных и тёмноокрашенных растворов.  
? Нефелометрия позволяет...  
+ анализировать мутные растворы;  
= анализировать прозрачные окрашенные растворы;  
+ определять размер частиц в коллоидных растворах;  
= определять концентрацию растворённых веществ по показателю преломления.  
? Турбидиметрия...  
+ основана на измерении интенсивности отражённого света анализируемым раствором;  
+ позволяет анализировать растворы, содержащие мелкие частицы;  
= позволяет анализировать оптически активные вещества;  
= является разновидностью атомной спектроскопии.  
? Спектрофотометрия...  
= использует монохроматическое излучение;  
= основана на исследовании поглощения анализируемым раствором излучения оптического диапазона;  
+ основана на измерении интенсивности рассеивания света анализируемым раствором;  
+ применяется для анализа прозрачных неокрашенных растворов.  
**Уметь**  
? УФ - спектроскопия...  
+ исследует переходы валентных электронов;  
+ основана на поглощении молекулами

УФ – излучения;  
= основана на испускании молекулами  
УФ – излучения;  
= основана на взаимодействии атомов с  
УФ – излучением.  
? ИК – спектроскопия...  
+ основана на поглощении молекулами  
ИК – излучения;  
+ предполагает исследования  
молекулярных колебаний;  
= позволяет исследовать O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>;  
= использует электромагнитные  
излучения видимого диапазона.  
? Рефрактометрия основана...  
= на измерении угла вращения  
поляризованного света;  
+ на определении показателя  
преломления;  
= на измерении отклонения частиц в  
магнитном поле;  
= на взаимодействии ядер атомов с  
магнитным полем.  
? Метод ЯМР...  
+ используют для анализа веществ,  
атомы которых имеют ядра с нечётным  
количеством протонов;  
= основан на взаимодействии ядер атомов  
с постоянным магнитным полем;  
= позволяет измерять оптическую  
активность веществ;  
= основан на анализе спектров  
люминесценции веществ в процессе  
ЯМР.  
? ЭПР – спектроскопия...  
+ позволяет определять структуры  
молекул и концентрации веществ,  
имеющих неспаренные электроны;  
= основана на взаимодействии внешних  
электронов с переменным магнитным  
полем;  
+ использует магнитный резонанс  
атомов, помещённых в поток  
рентгеновских лучей;  
= основана на явлении резонанса ядер  
атомов.  
? Люминесценция...  
= разновидность фосфоресценции;  
+ используется для анализа веществ,  
способных светиться под действием УФ –  
лучей;  
= используется для определения  
интенсивности поглощения излучения

анализируемым веществом;  
= явление, позволяющее определять  
концентрацию веществ, помещённых в  
высокочастотное магнитное поле.  
? К физико-химическим методам анализа  
относятся:  
= нейтрализация  
= комплексонометрия  
= рефрактометрия  
+ эмиссионный спектральный анализ  
+ потенциометрический анализ  
+ поляриметрический анализ  
? Рефрактометрический анализ  
относится к методам:  
+ оптическим  
= электрохимическим  
= хроматографическим  
? В основе рефрактометрического метода  
лежит:  
= способность растворов проводить  
электрический ток;  
= способность атомов и молекул поглощать  
электромагнитное излучение;  
+ способность различных веществ по-разному  
преломлять проходящий свет.  
? На рефрактометре определяют:  
= оптическую плотность;  
+ показатель преломления;  
= pH раствора  
? В основе абсорбционного спектрального  
анализа лежит:  
+ закон светопоглощения;  
+ закон Бугера – Ламберта - Бера;  
= закон эквивалентов.  
? В абсорбционном спектральном анализе  
применяют приборы:  
+ фотоэлектроколориметр  
= пламенный фотометр  
+ спектрофотометр  
? На ФЭКе определяют:  
+ оптическую плотность;  
= показатель преломления;  
= pH раствора  
  
? На ФЭКе можно провести анализ веществ:  
+ окрашенных;  
= неокрашенных;  
= органических:  
+ неокрашенных веществ, если их можно  
окрасить с помощью химической реакции.  
? Стандартные растворы – это:  
+ растворы, с точно известной

концентрацией;  
+ рабочие растворы;  
= растворы, содержащие все компоненты, кроме определяемого вещества.  
? Растворы сравнения это:  
= растворы, с точно известной концентрацией;  
= рабочие растворы;  
+ растворы, содержащие все компоненты, кроме определяемого вещества.  
? В основе поляриметрического метода анализа лежит:  
= способность атомов и молекул поглощать электромагнитное излучение;  
+ изучение поляризованного света;  
= способность различных веществ по-разному преломлять проходящий свет  
? Поляризованным лучом называют:  
+ луч, колебания которого совершаются в одной плоскости;  
= луч, колебания которого совершаются в перпендикулярной плоскости;  
= луч, колебания которого совершаются в параллельной плоскости  
? Оптически-активными веществами называются:  
= неорганические;  
+ способные вращать плоскость поляризации;  
= неспособные вращать плоскость поляризации  
? На поляриметре определяют:  
= pH раствора;  
= оптическую плотность;  
= показатель преломления;  
+ угол вращения  
? К оптически-активным веществам относятся:  
+ сахар  
+ глюкоза  
= хлорид натрия  
+ пенициллин  
? В основе эмиссионного спектрального анализа лежит:  
+ способность атомов в возбуждённом состоянии излучать энергию;  
= способность атомов и молекул поглощать электромагнитное излучение;  
= способность многих веществ реагировать с бромом.  
? На пламенном фотометре можно определить:

+ металлы;  
= неметаллы;  
= кислоты;  
= щёлочи  
? Горючей смесью для пламенного фотометра является:  
= водород – кислород;  
= углерод – азот;  
+ пропан – бутан.  
? Сколько элементов можно определить на пламенном фотометре:  
= меньше 10;  
= 18 элементов;  
+ свыше 30.  
? Светофильтры в приборах предназначены для:  
+ выбора узкой полосы волн из широкого спектра излучения;  
= выбора широкой полосы волн из широкого спектра излучения.  
? Фотоэлементы необходимы:  
= для преобразования света в электромагнитное излучение;  
+ для преобразования световой энергии в электрическую.  
? В основе потенциметрического метода анализа лежит:  
+ измерение потенциала электродов погружённых в раствор;  
= зависимость между составом вещества и его свойствами;  
= измерение длины волны.  
? Для измерения потенциала электродов необходима система:  
+ из 3 электродов;  
+ из 2 электродов;  
= из 4 электродов  
? Система для измерения электродного потенциала состоит из:  
+ индикаторный электрод;  
+ температурный электрод;  
+ электрод сравнения;  
= ртутный электрод  
? Индикаторный электрод должен быть:  
= не чувствителен к ионам, находящимся в растворе;  
+ чувствителен к ионам, находящимся в растворе.  
? В качестве электрода сравнения используют:  
= стеклянный;  
= ртутный;

= водородный;  
+ каломельный.  
? В электрод сравнения для контакта с ионами, добавляют:  
= NaOH;  
= HgCl;  
+ KCl  
? Потенциометрический метод относится:  
= оптическим методам;  
= хроматографическим методам;  
+ электрохимическим методам.  
? Объекты анализа в методе фотоэлектроколориметрия.  
=Окрашенные коллоидные растворы  
=Безводные истинные растворы  
+Истинные окрашенные растворы  
=Бесцветные истинные растворы  
? В спектральных методах анализа величиной, пропорциональной количеству определяемого вещества, является...  
=Сила тока  
+Оптическая плотность  
=Напряженность поля  
=Электродный потенциал  
? Угол вращения плоскополяризованного света при увеличении толщины слоя раствора  
=Не изменяется  
=Сначала увеличивается, затем уменьшается  
+Увеличивается  
=Уменьшается  
? Устройства приборов для монохроматизации света  
=Диафрагма  
+Призма  
+Светофильтр  
=Фотоэлемент  
=Рефлектор  
=Линза  
? Дисперсия света – это зависимость показателя преломления от .....  
=Температуры  
=Концентрации раствора  
=Диэлектрической проницаемости раствора  
+Длины волны света  
? Объекты потенциометрического анализа  
=Этиловый спирт  
=Сахароза

+Уксусная кислота  
=Толуол  
+Хлорид натрия  
? При определении ионов  $H^+$  потенциометрическим методом в качестве индикаторного электрода используют  
+pH – стеклянный  
=хлорид – серебряный  
=серебряный  
=платиновый  
? Метод определения веществ, основанный на их различной способности адсорбироваться, называется  
=Топографией  
+Хроматографией  
=Спектрографией  
=Полярографией  
? Анионит – это ионообменник, на поверхности которого происходит обмен...  
=Катионами и анионами  
=Катионами  
+Анионами  
=Сначала анионами, затем катионами  
? Устройство в фотоэлектроколориметре для монохроматизации света  
=Дифракционная решетка  
=Монохроматор  
+Светофильтр  
=Диафрагма  
? Физическое явление, на котором основана работа рефрактометра  
=Поглощение света  
+Полное внутреннее отражение  
=Рефракция света  
=Дисперсия света  
? На величину показателя преломления раствора оказывают влияние  
=Объем раствора  
+Длина волны падающего света  
+Температура  
**Владеть**  
? Методы анализа, основанные на способности вещества поглощать свет определенной длины волны, называются  
+Спектрофотометрическими  
=Радиометрическими  
=Потенциометрическими  
=Фотоэмиссионными  
? Индикаторный электрод в



окислительно-восстановительных  
реакциях  
=Стекланный  
+Платиновый  
=Хлорид — серебряный  
=Ионоселективный  
? Для получения деионизированной (не  
содержащей ионов) воды чаще других  
используется метод.....  
=Сублимации  
=Экстракции  
=Перекристаллизации  
+Ионообменной хроматографии  
? Координаты кривой  
амперометрического титрования  
=I = f(E)  
+I = f(V)  
=E = f(V)  
=E = f(I)  
? Параметр, по которому  
идентифицируют вещества в газовой  
хроматографии  
=Температура кипения  
=Площадь хроматографического пика  
+Время удерживания  
=Высота хроматографического пика  
? Назначение компенсатора в  
рефрактометре  
=Выделение узкого пучка света  
+Устранение дисперсии света  
=Отражение света  
=Раздвоение светового потока  
? Перевод вещества в атомарное  
состояние чаще всего осуществляется с  
использованием  
=Радиочастоты  
=Ультразвука  
=Высокого давления  
+Пламени  
? Индикаторным параметром для  
установления качественного состава  
веществ спектральными методами  
является  
=Оптическая плотность  
=Интенсивность линии  
=Сила тока  
+Длина волны  
? Объекты анализа в методе прямой  
потенциометрии  
=Смесь спиртов  
+HCL  
=Сахароза

=Ацетон  
? Координаты градуировочного графика в  
вольтамперометрии  
=I = f(V)  
+I = f(E)  
=I = f(C)  
=E =f(C)  
? Спектральные методы анализа  
=Хроматографический  
=Потенциометрический  
+Фотометрический  
+Полярографический  
+Пламенно – эмиссионный  
? Источник возбуждения атомов в  
пламенной фотометрии  
=Искра  
=Дуга  
+Пламя  
=Плазмотрон  
? В основе потенциометрического метода  
анализа находится уравнение  
=Бугера-Ламберта – Бера  
=Фарадея  
=Гиббса  
+Нернста  
  
? Химические соединения с ионной  
связью называют ионными или:  
=ковалентными  
= электролитами  
+ электростатическими  
= гетерополярными  
? Кристаллические вещества,  
содержащие молекулы воды, называют:  
+ кристаллогидратами  
= гидратами  
= гидрированными  
= сольватами  
? Суспензия представляет собой:  
+ смесь твердого и жидкого  
веществ  
= раствор твердого вещества в жидком  
растворителе  
= лекарственное  
средство  
= коллоидный раствор  
? Эмульсия представляет собой:  
=жидкий раствор  
+смесь нерастворимых друг в друге  
жидких веществ  
= раствор яичного  
белка

= средство для стирки  
? Коллоидный раствор отличается от истинного раствора:  
= концентрацией  
= плотностью  
+ размерами частиц растворенного вещества  
= способами приготовления  
? Ареометр – это прибор, с помощью которого:  
= определяют состав воздуха  
= устанавливают направление ветра  
= контролируют содержание вредных веществ в растворах  
+ измеряют плотность жидкостей  
? В лаборатории растворитель может быть отделен от растворенного вещества:  
= электролизом  
= декантацией  
= фильтрованием  
+ перегонкой  
? Какова среда водного раствора хлорида натрия?  
+ нейтральная  
= соленая  
= кислая  
= щелочная  
? Какова среда водного раствора силиката натрия?  
= кислая  
= соленая  
= нейтральная  
+ щелочная  
? Какой цвет приобретает лакмус в водной среде карбоната калия?  
= красный  
= зеленый  
+ синий  
= бесцветный  
? Примером окислительно-восстановительной реакции является:  
= разложение известняка  
+ разложение азотной кислоты  
= нейтрализация азотной кислоты  
= взаимодействие известняка с азотной кислотой  
? Раствор нитрата калия в воде, в присутствии фенолфталеина присутствует:  
= синим

= малиновым  
+ бесцветным  
= розовым  
? Раствор сульфата аммония в воде, окрасится лакмусом в:  
= синий цвет  
+ красный цвет  
= фиолетовый цвет  
= останется бесцветным  
? Фтор – это самый:  
+ активный неметалл  
= прочный элемент  
= сильный окислитель  
= электроотрицательный элемент  
? Число изотопов водорода известных науке равно:  
= 5  
= 2  
= 4  
+ 3  
? Мельчайшей химически неделимой частицей вещества является:  
= молекула  
= ион  
+ атом  
= химический элемент  
? Количество вещества – это:  
+ порция вещества, измеренная в молях  
= число структурных частиц, равное  $6 \cdot 10^{23}$   
= масса вещества  
= навеска вещества  
? Физический смысл порядкового номера химического элемента в том, что он определяет:  
= положение элемента в периодической системе  
+ число протонов в ядре атома  
= число энергетических уровней  
= число нейтронов в атоме  
? Физический смысл номера периода в периодической системе состоит в том, что:  
= он определяет сходные физико-химические свойства элементов данного периода  
= металлические свойства слева направо ослабевают  
+ число электронных уровней в атомах равно номеру периода

= свойства элементов периодически повторяются  
? Металлические свойства химических элементов с точки зрения химии обусловлены:  
+ способностью атома отдавать электроны  
= способностью реагировать с неметаллами  
= величиной электроотрицательности

= строением кристаллической решетки  
? Амфотерными свойствами не обладает:  
= ZnO  
= Zn(OH)<sub>2</sub>  
= Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
+ Cu<sub>2</sub>O  
? У химических элементов главных

подгрупп с увеличением атомного номера усиливаются:  
+ металлические свойства  
= неметаллические свойства  
= химическая активность  
= растворимость в воде  
? У химических элементов в пределах периода слева направо усиливаются:  
= металлический блеск  
= электропроводность  
+ окислительные свойства  
= относительная плотность  
? У химических элементов главных подгрупп одинаковы:  
+ строение внешнего энергетического уровня  
= валентность  
= химические свойства  
= степень окисления в оксидах

### Вопросы для коллоквиумов

**Тема «Классификация важнейших методов количественного анализа. Принцип, метод, методика анализа. Элементный и компонентный анализы. Методика разделения и концентрирования»**

- 1 Дать понятие процентной, молярной и нормальной концентрации вещества и объяснить схему приготовления 5%, 5М и 5Н раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
- 2 Что такое фиксанал, и для каких целей он используется в анализе?

**Тема «Физические методы анализа. Спектроскопия. Электромагнитный спектр. Инфракрасные спектры наиболее распространенных растворителей»**

- 1 Какие растворители применяются для исследования ИК-спектров;
- 2 Охарактеризовать материалы, используемые для приготовления таблеток и паст;

**Тема 3 «Электронные спектры поглощения и испускания. Ультрафиолетовая и видимая области. Спектральные данные для органических соединений и для свободных ионов»**

- 1 В чем заключается сущность спектрального анализа?
- 2 Сформулируйте закон Мозли.

**Тема «Масс-спектрометрия. Потенциалы ионизации. Ионные нейтральные фрагменты»**

- 1 Пики в масс-спектрах перфторкеросина, используемые для калибровки масс;
- 2 Метастабильные переходы и ионы;

**Тема «Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Протонный магнитный резонанс. Корреляционная таблица химических сдвигов протонного магнитного резонанса. Спектры первого и второго порядка. Парамагнитный сдвиг в спектрах**

**ядерного магнитного резонанса»**

- 1 Общие данные о диапазонах химических сдвигов  $F^{19}$ ,  $P^{31}$ ;
- 2 Магнитный резонанс на ядрах азота;

**Тема «Хроматография. Адсорбционная, распределительная, ионообменная, электрообменная хроматография. Электрофорез, гель-фильтрация и гель-проникающая хроматография»**

- 1 Относительная сила растворителей;
- 2 Основные типы ионообменных смол;

**Тема «Адсорбционная хроматография. Тонкослойная хроматография. Колоночная и ионообменная хроматография. Гель-фильтрация и гель-проникающая хроматография. Типы и свойства фильтрующих, ионообменных, проницаемых гелей. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Газовая хроматография. Неподвижные фазы и приготовление колонок»**

- 1 Основные носители и типы разделяемых соединений;
- 2 Твердые носители;

**Тема «Химические методы анализа. Гравиметрия. Титриметрия. Индексация конечной точки титрования. Полярографические методы. Электрохимическая, оптическая, термометрическая, радиометрическая**

**и другие методы индексации точки стехиометричности»**

- 1 Что такое вытяжка и в чем суть ее приготовления?
- 2 По каким причинам в анализе возникают ошибки и как их выявляют?

**Тема «Простые химические методы определения некоторых газов»**

- 1 Растворители, используемые для кристаллизации;
- 3 Растворители, используемые для экстракции из водных растворов.

**Вопросы для собеседования**

**Тема «Классификация важнейших методов количественного анализа. Принцип, метод, методика анализа. Элементный и компонентный анализы. Методика разделения и концентрирования»**

- 1 В чем сущность солевого эффекта?
- 2 В чем сущность явления соосаждения?
- 3 Какие операции включает подготовка пробы к анализу?
- 4 При определении содержания компонента, какова сущность градуировочной характеристики?

**Тема «Физические методы анализа. Спектроскопия. Электромагнитный спектр. Инфракрасные спектры наиболее распространенных растворителей»**

- 1 Суть определения содержания макроэлементов и тяжелых металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
- 2 Изобразить и описать принципиальную схему работы фотоколориметра КФК-2.

3 Изобразить и описать принципиальную схему работы атомно-абсорбционного спектрофотометра С-114М.

4 Можно ли провести анализ смеси веществ методом рефрактометрии?

**Тема «Масс-спектрометрия. Потенциалы ионизации. Ионные нейтральные фрагменты»**

1 Определение элементного состава иона по изотопным пикам в масс-спектре

2 Сущность метода хромато-масс-спектрометрии.

3 Поясните особенности масс-спектрометрии высокого разрешения.

**Тема «Хроматография. Адсорбционная, распределительная, ионообменная, электрообменная хроматография. Электрофорез, гель-фильтрация и гель-проникающая хроматография»**

1 Теоретическая сущность хроматографии.

2 Основные носители и типы разделяемых соединений.

3 Хроматография на бумаге.

**Тема «Адсорбционная хроматография. Тонкослойная хроматография. Колоночная и ионообменная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Газовая хроматография. Неподвижные фазы и приготовление колонок»**

1 Типы и свойства фильтрующих гелей

2 Типы и свойства проницаемых гелей.

3 Иммуноэлектрофорез.

4 Охарактеризуйте понятие «время (объем) удерживания».

**Тема «Простые химические методы определения некоторых газов»**

1 Для разрушения эмульсий какие рекомендуются основные методы?

2 Каков наиболее эффективный высушивающий агент?

**Комплект тестов для контрольной работы**

*Данная контрольная работа проводится с обучающимися, пропустившими более 30% занятий по дисциплине после окончания всего курса.*

Вопрос	Варианты ответов	Количество правильных ответов
1. К физико-химическим методам анализа относятся:	а) нейтрализация б) комплексонометрия в) рефрактометрия г) эмиссионный спектральный анализ д) потенциометрический анализ е) поляриметрический анализ	5

2. Рефрактометрический анализ относится к методам:	а) оптическим б) электрохимическим в) хроматографическим	1
3. В основе рефрактометрического метода лежит:	а) способность растворов проводить электрический ток; б) способность атомов и молекул поглощать электромагнитное излучение; в) способность различных веществ по-разному преломлять проходящий свет.	1
4. На рефрактометре определяют:	а) оптическую плотность; б) показатель преломления; в) pH раствора	1
5. В основе абсорбционного спектрального анализа лежит:	а) закон светопоглощения; б) закон Бугера - Ламберта - Бера; в) закон эквивалентов.	2
6. В абсорбционном спектральном анализе применяют приборы:	а) фотоэлектроколориметр б) пламенный фотометр в) спектрофотометр	2
7. На ФЭКе определяют:	а) оптическую плотность; б) показатель преломления; в) pH раствора	1
8. На ФЭКе можно провести анализ веществ:	а) окрашенных; б) неокрашенных; в) органических; г) неокрашенных веществ, если их можно окрасить с помощью химической реакции.	2
9. Стандартные растворы - это:	а) растворы, с точно известной концентрацией; б) рабочие растворы; в) растворы, содержащие все компоненты, кроме определяемого вещества.	2
10. Растворы сравнения это:	а) растворы, с точно известной концентрацией; б) рабочие растворы; в) растворы, содержащие все компоненты, кроме определяемого вещества	1
11. В основе поляриметрического метода анализа лежит:	а) способность атомов и молекул поглощать электромагнитное излучение; б) изучение поляризованного света; в) способность различных веществ по-разному преломлять проходящий свет	1

12. Поляризованным лучом называют:	а) луч, колебания которого совершаются в одной плоскости; б) луч, колебания которого совершаются в перпендикулярной плоскости; в) луч, колебания которого совершаются в параллельной плоскости	1
13. Оптически-активными веществами называются:	а) неорганические; б) способные вращать плоскость поляризации; в) неспособные вращать плоскость поляризации	1
14. На поляриметре определяют:	а) рН раствора; б) оптическую плотность; в) показатель преломления; г) угол вращения	1
15. К оптически-активным веществам относятся:	а) сахар б) глюкоза в) хлорид натрия г) пенициллин	3
16. В основе эмиссионного спектрального анализа лежит:	а) способность атомов в возбуждённом состоянии излучать энергию; б) способность атомов и молекул поглощать электромагнитное излучение; в) способность многих веществ реагировать с бромом.	1
17. На пламенном фотометре можно определить:	а) металлы; б) неметаллы; в) кислоты; г) щёлочи	1
18. Горючей смесью для пламенного фотометра является:	а) водород - кислород; б) углерод - азот; в) пропан - бутан.	1
19. Сколько элементов можно определить на пламенном фотометре:	а) меньше 10; б) 18 элементов; в) свыше 30.	1
20. Светофильтры в приборах предназначены для:	а) выбора узкой полосы волн из широкого спектра излучения; б) выбора широкой полосы волн из широкого спектра излучения.	1
21. Фотоэлементы необходимы:	а) для преобразования света в электромагнитное излучение; б) для преобразования световой энергии в электрическую.	1

22. В основе потенциометрического метода анализа лежит:	а) измерение потенциала электродов погружённых в раствор; б) зависимость между составом вещества и его свойствами; в) измерение длины волны.	1
23. Для измерения потенциала электродов необходима система:	а) из 3 электродов; б) из 2 электродов; в) из 4 электродов.	2
24. Система для измерения электродного потенциала состоит из:	а) индикаторный электрод; б) температурный электрод; в) электрод сравнения; г) ртутный электрод.	3
25. Индикаторный электрод должен быть:	а) не чувствителен к ионам, находящимся в растворе; б) чувствителен к ионам, находящимся в растворе.	1
26. В качестве электрода сравнения используют:	а) стеклянный; б) ртутный; б) водородный; в) каломельный.	1
27. В электрод сравнения для контакта с ионами, добавляют:	а) NaOH; б) HgCl; в) KCl	1
28. Потенциометрический метод относится:	а) оптическим методам; б) хроматографическим методам; в) электрохимическим методам.	1

### Примерный перечень вопросов к зачету

1. Краткая история развития анализа химического состава вещества.
2. Понятие об аналитическом сигнале и его происхождении.
3. Классификация методов анализа.
4. Понятие о предмете и его задачах.
5. Характеристика методов анализа.
6. Понятие о стадиях физико-химического анализа.
7. Подготовка образца к анализу.
8. Взвешивание аналитической пробы.
9. Приготовление вытяжки из пробы.
10. Разделение и концентрирование вещества.
11. Завершение анализа физико-химическим методом.
12. Основные методы разделения и концентрирования вещества.
13. Понятие об электромагнитном излучении, его волновой природе корпускулярности.
14. Понятие об атомно-спектроскопических методах анализа.
15. Пламенные фотометры (устройство и принцип работы).



16. Понятие об атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС).
25. Источники резонансного излучения и принципы работы.
26. Законы светопоглощения.
27. Молекулярно-абсорбционная спектрофотометрия.
28. Ошибки в измерении светопоглощения.
29. Способы определения концентрации вещества в МАС;
30. Области инфракрасного спектра и применение инфракрасной МАС.
31. Применение инфракрасной спектроскопии в агрохимическом анализе.
32. Происхождение и законы люминесценции;
33. Понятие о люминесцентных методах анализа (ЛМА).
34. Применение ЛМА в агрохимии.
35. Применение поляриметрии в агрохимии.
36. Понятие об электрохимических методах анализа и их классификация;
37. Понятие о потенциометрических методах анализа.
55. Потенциометрическое титрование.
56. Понятие о кулонометрии.
57. Понятие и классификация вольтамперометрии.
58. Полярографический анализ.
59. Понятие о кондуктометрии и ее применение в агрохимии.
60. Понятие о хроматографическом анализе и его классификация.
61. Теоретическая сущность хроматографии.
62. Высокоэффективная газо-жидкостная хроматография.
63. Понятие и классификация ядерно-спектроскопических методов анализа;
64. Методы регистрации ядерных излучений.

#### **4.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

**Оценивание качества знаний студентов при проведении входного контроля**

**Ожидаемый результат:**

**Демонстрация знаний** в области физиологии растений;

**Демонстрация умения** определять жизнеспособность растительных тканей, исходя из возможности осуществления в них хода физиолого-биохимических процессов;

**Демонстрация владения** навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками;

**Критерии оценки при проведении тестирования студентов:**

- «зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов находится в пределах 61 – 100 %

- «не зачтено» выставляется студенту, если количество правильных ответов находится в пределах менее 60 %

### Критерии рейтинговых оценок по курсу «Растениеводство»

Зачётная оценка	Рейтинговая оценка успеваемости
Отлично	80-100 баллов
Хорошо	60-79 баллов
Удовлетворительно	45-59
Не удовлетворительно	менее 45%

### Распределение баллов рейтинговой оценки между видами контроля

Форма промежуточной аттестации	Количество баллов, не более				
	Текущий контроль	Рубежный контроль	Итоговый контроль	Сумма баллов	Поощрительные баллы
Зачёт	50	30	20	100	10
Экзамен	40	30	30	100	10

Если студент набирает не менее 45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, преподаватель имеет право с согласия студента выставить ему оценку «удовлетворительно» без его участия в процедуре экзамена. В случаях несогласия студента с оценкой, он сдает экзамен по дисциплине на общих основаниях.

Если студент набирает не менее 60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, преподаватель имеет право с согласия студента выставить ему оценку «хорошо» без его участия в процедуре экзамена. В случаях несогласия студента с оценкой, он сдает экзамен по дисциплине на общих основаниях.

Если студент набирает не менее 80 баллов по итогам текущего и рубежного контроля (при условии проставления преподавателем 10 поощрительных баллов), преподаватель имеет право с согласия студента выставить ему оценку «отлично» без его участия в процедуре экзамена.

Студент, набравший по итогам текущего и рубежного контроля менее 35 возможных баллов или пропустивший более 50 % практических (семинарских, лабораторных) занятий, до экзамена по данной дисциплине не допускается. В этом случае по разрешению декана он изучает не освоенные им темы, выполняет соответствующие задания в сроки, установленные деканатом для ликвидации задолженностей. Баллы, полученные таким образом, прибавляются к количеству баллов, набранных студентом в семестре.

### Оценивание качества устного ответа при промежуточной аттестации обучающегося

#### Ожидаемый результат:

**Демонстрация знания и** принципы формирования величины и качества урожая основных сельскохозяйственных культур, воздействие на растения факторов антропогенного происхождения; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; анатомо-морфологическую локализацию физиолого-биохимических процессов в растениях, их ход и механизмы регуляции на всех структурных уровнях организации растительного организма; изменение химического элементарного и биохимического состава урожая в процессе хранения и последующей переработки сельскохозяйственной продукции.

**Демонстрация умения** определять степень насыщенности водой продуктивной части растений, содержание пигментов и веществ белковой, углеводной, липидной природы и витаминов в урожае основных сельскохозяйственных культур; пользоваться органолептическими и биохимическими показателями в процессе прогнозирования качества урожая; определять жизнеспособность растительных тканей, исходя из возможности осуществления в них хода физиолого-биохимических процессов.

**Демонстрация владения** современными методами исследования и получения информации о ходе формирования биохимического качества урожая; приёмами поиска новых сведений в области физиологии и биохимии растений, связанных с получением урожая сельскохозяйственных культур высокого качества; современными методами исследования и получения информации о ходе физиологических процессов в растительном организме; навыками обработки и анализа получаемых экспериментальных данных..

*Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при устном ответе во время промежуточной аттестации* определяется оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно» по следующим **критериям:**

зачтено (46-100 баллов) ставится, если:

- содержание материала раскрыто полностью;
- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;
- продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала;
- точно используется терминология;
- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
- продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
- ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
- продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;
- продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;
- допущены одна - две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Не зачтено (менее 45 баллов) ставится, если:

- не раскрыто основное содержание учебного материала;
- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.
- не сформированы компетенции, умения и навыки.

### **Оценка контрольной работы**

#### **Ожидаемый результат:**

**Демонстрация знания и** принципы формирования величины и качества урожая основных сельскохозяйственных культур, воздействие на растения факторов антропогенного происхождения; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; анатомо-морфологическую локализацию физиолого-биохимических процессов в растениях, их ход и механизмы регуляции на всех структурных уровнях организации растительного организма; изменение химического элементарного и биохимического состава урожая в процессе хранения и последующей переработки сельскохозяйственной продукции.

**Демонстрация умения** определять степень насыщенности водой продуктивной части растений, содержание пигментов и веществ белковой, углеводной, липидной природы и витаминов в урожае основных сельскохозяйственных культур; пользоваться органолептическими и биохимическими показателями в процессе прогнозирования качества урожая; определять жизнеспособность растительных тканей, исходя из возможности осуществления в них хода физиолого-биохимических процессов.

**Демонстрация владения** современными методами исследования и получения информации о ходе формирования биохимического качества урожая; приёмами поиска новых сведений в области физиологии и биохимии растений, связанных с получением урожая сельскохозяйственных культур высокого качества; современными методами

исследования и получения информации о ходе физиологических процессов в растительном организме; навыками обработки и анализа получаемых экспериментальных данных..

**Оценка контрольной работы осуществляется по следующим критериям:**

Зачтено (максимальный балл, согласно разработанному плану-рейтингу) ставится, если:

- полные и правильные ответы на все поставленные теоретические вопросы, успешное решение задач с необходимыми пояснениями, корректная формулировка понятий и категорий или недостаточно полные и правильные ответы, несущественные ошибки в формулировке категорий и понятий, небольшие шероховатости в аргументации.

Не зачтено (0 баллов, согласно разработанному плану-рейтингу) ставится, если:

- неправильные ответы на 3 и более вопросов, большое количество существенных ошибок.

**Оценивание качества практической работы**

**Ожидаемый результат:**

**Демонстрация знания и** принципы формирования величины и качества урожая основных сельскохозяйственных культур, воздействие на растения факторов антропогенного происхождения; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; анатомо-морфологическую локализацию физиолого-биохимических процессов в растениях, их ход и механизмы регуляции на всех структурных уровнях организации растительного организма; изменение химического элементарного и биохимического состава урожая в процессе хранения и последующей переработки сельскохозяйственной продукции.

**Демонстрация умения** определять степень насыщенности водой продуктивной части растений, содержание пигментов и веществ белковой, углеводной, липидной природы и витаминов в урожае основных сельскохозяйственных культур; пользоваться органолептическими и биохимическими показателями в процессе прогнозирования качества урожая; определять жизнеспособность растительных тканей, исходя из возможности осуществления в них хода физиолого-биохимических процессов.

**Демонстрация владения** современными методами исследования и получения информации о ходе формирования биохимического качества урожая; приёмами поиска новых сведений в области физиологии и биохимии растений, связанных с получением урожая сельскохозяйственных культур высокого качества; современными методами исследования и получения информации о ходе физиологических процессов в растительном организме; навыками обработки и анализа получаемых экспериментальных данных..

**Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при устной защите лабораторной работы** определяется оценками «зачтено» или «не зачтено» по следующим **критериям:**

Зачтено (максимальный балл, согласно разработанного плана рейтинга) ставится, если:

- задание выполнено правильно и полностью;
- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;
- точно используется терминология;
- продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
- защита прошла самостоятельно, без наводящих вопросов;
- продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; допущены одна - две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Не зачтено (0 баллов) ставится, если:

- задание выполнено с ошибками и не полностью; не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.

**Оценка работы студента на семинарских занятиях**

### **Ожидаемый результат:**

**Демонстрация знания и принципы** формирования величины и качества урожая основных сельскохозяйственных культур, воздействие на растения факторов антропогенного происхождения; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; анатомо-морфологическую локализацию физиолого-биохимических процессов в растениях, их ход и механизмы регуляции на всех структурных уровнях организации растительного организма; изменение химического элементарного и биохимического состава урожая в процессе хранения и последующей переработки сельскохозяйственной продукции.

**Демонстрация умения** определять степень насыщенности водой продуктивной части растений, содержание пигментов и веществ белковой, углеводной, липидной природы и витаминов в урожае основных сельскохозяйственных культур; пользоваться органолептическими и биохимическими показателями в процессе прогнозирования качества урожая; определять жизнеспособность растительных тканей, исходя из возможности осуществления в них хода физиолого-биохимических процессов.

**Демонстрация владения** современными методами исследования и получения информации о ходе формирования биохимического качества урожая; приёмами поиска новых сведений в области физиологии и биохимии растений, связанных с получением урожая сельскохозяйственных культур высокого качества; современными методами исследования и получения информации о ходе физиологических процессов в растительном организме; навыками обработки и анализа получаемых экспериментальных данных..

**Оценка работы студента на семинарских занятиях осуществляется по следующим критериям:**

Зачтено (максимальный балл, согласно разработанного плана рейтинга) ставится, если:

- активное участие в обсуждении вопросов семинара, самостоятельность ответов, свободное владение материалом, полные и аргументированные ответы на вопросы семинара, твёрдое знание лекционного материала, обязательной и рекомендованной дополнительной литературы.

Не зачтено (0 баллов) ставится, если:

- недостаточно полное раскрытие некоторых вопросов темы, незначительные ошибки в формулировке категорий и понятий, меньшая активность на семинаре, неполное знание дополнительной литературы.

- пассивность на семинаре, частая неготовность при ответах на вопросы, отсутствие качеств, указанных выше для получения более высоких оценок.

### **Оценка при проведении тестирования студентов**

#### **Ожидаемый результат:**

**Демонстрация знания и принципы** формирования величины и качества урожая основных сельскохозяйственных культур, воздействие на растения факторов антропогенного происхождения; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; зависимость хода физиологических процессов от внутренних и внешних факторов среды; анатомо-морфологическую локализацию физиолого-биохимических процессов в растениях, их ход и механизмы регуляции на всех структурных уровнях организации растительного организма; изменение химического элементарного и биохимического состава урожая в процессе хранения и последующей переработки сельскохозяйственной продукции.

**Демонстрация умения** определять степень насыщенности водой продуктивной части растений, содержание пигментов и веществ белковой, углеводной, липидной природы и витаминов в урожае основных сельскохозяйственных культур; пользоваться органолептическими и биохимическими показателями в процессе прогнозирования качества

урожая; определять жизнеспособность растительных тканей, исходя из возможности осуществления в них хода физиолого-биохимических процессов.

**Демонстрация владения** современными методами исследования и получения информации о ходе формирования биохимического качества урожая; приёмами поиска новых сведений в области физиологии и биохимии растений, связанных с получением урожая сельскохозяйственных культур высокого качества; современными методами исследования и получения информации о ходе физиологических процессов в растительном организме; навыками обработки и анализа получаемых экспериментальных данных..

**Критерии оценки при проведении тестирования студентов:**

Зачтено (максимальный балл, согласно разработанному плану-рейтингу) ставится, если:

- количество правильных ответов находится в пределах 61 – 100<sup>0</sup>/<sub>0</sub>

Не зачтено (0 баллов, согласно разработанному плану-рейтингу) ставится, если:

- количество правильных ответов находится в пределах менее 60 %.

Преподаватель



Ю.Р. Гирфанова