

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лельчицкий Игорь Давыдович
Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности
Дата подписания: 10.07.2026 12:48:20
Уникальный программный ключ:
aa5b5ee17d97a2e4d94e98e995320af94f043ce2

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ООП
Феофанова М.А.

"28" мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

Ионометрия

Закреплена за кафедрой:	Неорганической и аналитической химии
Направление подготовки:	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль):	Экспертная и медицинская химия: теория и практика.
Квалификация:	Химик. Преподаватель химии
Форма обучения:	очная
Семестр:	5,6

Программу составил(и):

канд. хим. наук, доц., Минина Мария Владимировна

Тверь, 2026

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

Подготовка специалистов, владеющих теоретическими основами и практическими приемами ионометрии.

Задачи:

Подготовить студентов, умеющими реализовать возможности, заложенные в аппаратуру для проведения ионометрических измерений путем разработки новых методик и реализации описанных методов, а также владеющими свободной эксплуатацией основных приборов для выполнения этих анализов, обычно имеющихся в химических лабораториях (иономеры, рН-метры, и т.д.)

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Физическая химия

Аналитическая химия

Физика

Неорганическая химия

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе:	
аудиторные занятия	122
самостоятельная работа	31
часов на контроль	27

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-1.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

ПК-1.2: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

ПК-1.3: Готовит объекты исследования

ПК-2.1: Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)

ПК-2.2: Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической техно-логии)

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	6
зачеты	5

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Введение					
1.1	Введение	Лек	5	1	Э1	
	Раздел 2. Ионометрия					
2.1	Ионометрия	Лек	5	33	Л1.1Л2.1 Э1	
2.2	Ионометрия	Лаб	5	34	Л1.2 Э1	
2.3	Ионометрия	Ср	5	4	Э1	
2.4	Ионометрия	Лек	6	11	Л1.1 Э1	
2.5	Ионометрия	Лаб	6	30	Л1.2 Э1	
	Раздел 3. Кондуктометрия					
3.1	Кондуктометрия	Лек	6	7	Л2.1 Э1	
3.2	Кондуктометрия	Лаб	6	6	Э1	
3.3	Кондуктометрия	Ср	6	27	Э1	
	Раздел 4. Контроль					
4.1	Контроль	Экзамен	6	27		

Образовательные технологии**1. Введение:**

Проектная технология

Информационные (цифровые) технологии

2. Ионометрия:

Проектная технология

Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)

Информационные (цифровые) технологии

Технологии развития критического мышления

3. Кондуктометрия:

Проектная технология

Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)

Информационные (цифровые) технологии

Технологии развития критического мышления

Список образовательных технологий

1	Проектная технология
---	----------------------

2	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
3	Информационные (цифровые) технологии
4	Технологии развития критического мышления

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Оценочные средства для проведения текущей аттестации приведены в приложении 2.

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации приведены в приложении 2.

8.3. Требования к рейтинг-контролю

1 МОДУЛЬ

Лабораторная работа №1

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

Лабораторная работа №2

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

Лабораторная работа №3

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

Лабораторная работа №4

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

Выполнение индивидуального экспериментального задания - 10 баллов

Первая контрольная точка 50 баллов

Лабораторная работа №5

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

Лабораторная работа №6

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

работы – 1 балл

Лабораторная работа №7

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 1 балл

Лабораторная работа №8

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 1 балл

Выполнение индивидуального экспериментального задания - 10 баллов

Вторая контрольная точка 50

баллов

Зачет

Итого

за

семестр

100

баллов

2 МОДУЛЬ

Лабораторная работа №9

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 1 балл

Первая контрольная точка 30

баллов

Лабораторная работа №9

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 3 балла

Лабораторная работа №10

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 3 балла

Лабораторная работа №11

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 3 балла

Лабораторная работа №12

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 3 балла

Первая контрольная точка 30

баллов

Лабораторная работа №13

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов	
Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла	
Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл	
Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 3 балла	
Лабораторная работа №14	
Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов	
Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла	
Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл	
Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 3 балла	
Лабораторная работа №15	
Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов	
Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла	
Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл	
Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 3 балла	
Вторая контрольная точка	30
баллов	
Экзамен – итоговое тестирование по теме	40 баллов
Итого за семестр	100 баллов

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Александрова, Гайдукова, Физико-химические методы анализа, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-17720-6, URL: https://urait.ru/bcode/536376
Л1.2	Кузнецова, Григорьев, Техника лабораторного эксперимента в химии, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-14666-0, URL: https://urait.ru/bcode/544429

9.1.2. Дополнительная литература

Шифр	Литература
Л2.1	Егорова О. В., Физико-химические методы исследования и техника лабораторных работ. Основы микроскопии, Санкт-Петербург: Лань, 2023, ISBN: 978-5-507-46840-9, URL: https://e.lanbook.com/book/322619

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сайт химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»: http://www.chem.msu.ru/
----	---

9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome

4	WinDjView
5	OpenOffice
6	Foxit Reader

9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
3	ЭБС IPRbooks
4	ЭБС «Лань»
5	ЭБС BOOK.ru
6	ЭБС ТвГУ
7	ЭБС «ЮРАИТ»
8	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-406	комплект учебной мебели, весы, лабораторные ионометры, портативные рН-метры, потенциостат-гальваностат, сканер, шкафы, компьютеры, гиря

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические материалы и указания приведены в приложении 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине 1. Содержание дисциплины. 2. Методические материалы для работы на лабораторных занятиях. 3. Методические материалы для подготовки к экзамену. 1. Содержание дисциплины Тема 1. Введение. Классификация электрохимических методов анализа (ЭМА). Области применения ЭМА, анализ веществ высокой чистоты. Титрометрические варианты ЭМА. Тема 2. Ионметрия Основные понятия о ионметрии. Прямая ионметрия и потенциометрическое титрование. Используемая аппаратура. Электроды сравнения, назначение, основные требования к ним, конструкции. Потенциализирующие приборы, назначение, основные требования, устройство. рН-метр и иономер; особенности их устройств, основные характеристики. Марки отечественных иономеров и рН-метров, особенности их эксплуатации. Прямая ионметрия. Жидкостные диффузионные потенциалы. Определение активности ионов методом стандартных добавок и с использованием калибровочного графика. Применение прямой ионметрии. Потенциометрическое определение катионов с использованием металлических электродов. Конструкции металлических электродов. Электроды для определения рН (водородный, сурьмяный, стеклянный). Практическое измерение рН. Буферные растворы. Марки отечественных электродов для измерения рН и их основные характеристики. Настройка рН-метра (иономера). Ионселективные мембранные электроды, классификация. Жидкостные ионообменные электроды,

принципы их работы, конструкция. Твердые мембранные электроды, устройство и принцип работы. Гетерогенные мембранные электроды. Электроды с иммобилизованными ферментами и клетками. Электроды из инертного металла.

Тема 3. Потенциометрическое титрование

Потенциометрическое титрование. Техника потенциометрического титрования. Определение точки эквивалентности.

Применение потенциометрического титрования. Кислотно-основное потенциометрическое титрование; построение кривых титрования. Потенциометрическое титрование, использующее реакции осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления; построение соответствующих кривых титрования.

Тема 4. Методы анализа на основе удельной электропроводности.

Теоретические основы метода. Удельная и эквивалентная электропроводность. Кондуктометрические методы анализа: прямая кондуктометрия, кондуктометрическое титрование.(кислотно-основное, титрование, основанное на реакциях осаждения, комплексообразования) Аппаратура и техника выполнения анализа.

2. Методические материалы для работы на лабораторных занятиях

Перечень лабораторных работ

Наименование темы	Наименование работы
Ионометрия (на примере анализа модельных растворов)	1. Ознакомление с правилами работы на приборах для ионометрии (иономеры, рН-метры). Настройка, калибровка, подготовка электродов к работе. 2. Определение содержания нитрат-ионов в модельной смеси методом прямой ионометрии с использованием калибровочного графика. 3. Определение содержания F^- в модельной смеси методом стандартных добавок 4. Определение железа (III) потенциометрическим титрованием по методу комплексообразования 5. Определение железа (III) потенциометрическим ОВ-титрованием 6. Анализ смеси иодидов и хлоридов потенциометрическим титрованием по методу осаждения 7. Определение содержания HCl и H_3BO_3 при совместном присутствии 8. Определение содержания тетрациклина в модельной смеси с использованием экспериментального ионоселективного электрода
Ионометрия (анализ технологических и биологических объектов)	9. Определение содержания NO_3^- в растительном сырье 10. Определение содержания железа в железоникелевом сплаве методом ОВ-потенциометрического титрования 11. Определение содержания серебра в серебряно-оловянном сплаве методом окислительного титрования 12. Определение содержания тетрациклина в готовой лекарственной форме
Кондуктометрия	13. Ознакомление с правилами работы на приборах для кондуктометрии. Настройка, калибровка, подготовка электродов к работе. 14. Анализ смеси сульфата меди и серной кислоты методом кондуктометрического титрования 15. Определение содержания меди в гальванической ванне меднения.

3. Методические материалы для подготовки к экзамену.

Программа итогового экзамена

Классификация электрохимических методов анализа (ЭМА). Области применения ЭМА, анализ веществ высокой чистоты. Титрометрические варианты ЭМА.

Основные понятия о ионометрии. Прямая ионометрия и потенциометрическое титрование. Используемая аппаратура.

Электроды сравнения; назначение, основные требования к ним, конструкции.

Потенциализирующие приборы, назначение, основные требования, устройство. рН-метр и иономер; особенности их устройств, основные характеристики. Марки отечественных иономеров и рН-метров, особенности их эксплуатации.

Прямая ионометрия. Жидкостные диффузионные потенциалы. Определение активности ионов методом стандартных добавок и с использованием калибровочного графика.

Применение прямой ионометрии. Потенциометрическое определение катионов с использованием

металлических электродов. Конструкции металлических электродов. Электроды для определения pH (водородный, сурьмяный, стеклянный).

Практическое измерение pH. Буферные растворы. Марки отечественных электродов для измерения pH и их основные характеристики. Настройка pH-метра (иономера).

Ионселективные мембранные электроды, классификация. Жидкостные ионообменные электроды, принципы их работы, конструкция. Твердые мембранные электроды, устройство и принцип работы. Гетерогенные мембранные электроды. Электроды с иммобилизованными ферментами и клетками. Электроды из инертного металла.

Потенциометрическое титрование. Техника потенциометрического титрования. Определение точки эквивалентности.

Применение потенциометрического титрования. Кислотно-основное потенциометрическое титрование; построение кривых титрования. Потенциометрическое титрование, использующее реакции осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления; построение соответствующих кривых титрования.

Теоретические основы метода. Удельная и эквивалентная электропроводность. Кондуктометрические методы анализа: прямая кондуктометрия, кондуктометрическое титрование (кислотно-основное, титрование, основанное на реакциях осаждения, комплексообразования). Аппаратура и техника выполнения анализа.

Построение кривых потенциометрического титрования всех типов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ			
5.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации			
Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации			
Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
<i>Задания закрытого типа</i>			
1	1	При потенциометрическом титровании можно определить отдельно в растворе при совместном присутствии следующие галогенид-ионы 1) Cl^- , Br^- , I^- 2) Cl^- , Br^- 3) Br^- , I^- 4) Cl^- , I^-	1 балл за правильный ответ
2	2	В растворе, содержащем хлорид-ионы, серебряный электрод является электродом 1) первого рода 2) второго рода 3) третьего рода 4) четвертого рода	1 балл за правильный ответ
3	4	Метод, основанный на измерении потенциала электрода в анализируемом растворе и после введения известного объема стандартного раствора, называется 1) метод градуировочного графика 2) метод градуировки электрода 3) метод стандартов	1 балл за правильный ответ
4	Метод основан на сравнении потенциала индикаторного электрода, измеренного в растворе определяемого иона, с потенциалами, измеренными в двух или более стандартных растворах с известной	В чем суть прямых потенциометрических измерений?	1 балл за правильный ответ

	концентрацией определяемого иона.			
5	В качестве индикаторных электродов используются инертные электроды из платины, золота, ртути, серебра.	Какие электроды можно использовать в качестве индикаторных для осадительного титрования?	1 балл за правильный ответ	
<i>Задания открытого типа</i>				
6	Навеску железосодержащей руды массой 0,3241 г растворили в кислоте без доступа воздуха, перенесли в мерную колбу вместимостью 200 мл и довели объем до метки. Отобрали аликвоту полученного раствора 10 мл, поместили в стакан для титрования и оттитровали железо (II) потенциометрически 0,0500 н раствором KMnO_4. По полученным результатам рассчитать массовую долю железа в руде. V, 2,5 2,6 2,7 2,8 2,85 2,9 3 3,1 3,2 мл E, 585 570 550 530 410 180 165 155 145 мВ	3 балла		
Правильный ответ (ключ): 1. Для того, чтобы найти массу железа в анализируемом растворе по данным титрования, используется закон эквивалентов: $C_x V_x = C_t V_t$ В протекающей при титровании реакции фактор эквивалентности Fe (II) $1/z = 1$. Для нахождения V_t построим кривую титрования в координатах E – V. Найдем точку эквивалентности: $V_t = 2,86$ мл. 2. Рассчитаем концентрацию железа в титруемом растворе согласно закону эквивалентов $C(\text{Fe}) \cdot 10 = 0,0500 \cdot 2,9,$ $C(\text{Fe}) = 0,0145 \text{ (моль-экв/л)}.$ Масса железа в исследуемом растворе: $m(\text{Fe}) = C(\text{Fe}) \cdot V_{\text{р-ра}} \cdot M(\text{Fe}).$ 3. С учетом исходного объема раствора и относительной атомной массы железа (55,845 г/моль) находим массу железа в растворе, и, соответственно, в навеске руды: $m(\text{Fe}) = 0,0145 \cdot 0,2 \cdot 55,845 = 0,1620 \text{ (г)}.$ Содержание железа в руде: $\omega(\text{Fe}) = (m(\text{Fe}) / m_{\text{руды}}) \cdot 100\% \quad \omega(\text{Fe}) = (0,1620 / 0,3241) \cdot 100\% = 49,98\%.$ Ответ: $\omega(\text{Fe}) = 49,98\%$.			1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла	
7	Титр раствора HCl 0,03647 г/см ³ . Чему равен его титр по KOH ?	3 балла		
Правильный ответ (ключ): 1. Для определения $T_{\text{HCl/KOH}}$ воспользуемся формулой $T(\text{HCl/KOH}) = C(\text{HCl}) \cdot M(\text{фэkv}(\text{KOH}) \text{ KOH}) / 1000$ Чтобы найти нужный титр, необходимо определить $C(\text{HCl})$. Для этого воспользуемся формулой $C(\text{HCl}) = T(\text{HCl}) \cdot 1000 / M(\text{фэkv}(\text{HCl}) \text{ HCl})$ $M(\text{фэkv}(\text{HCl}) \text{ HCl}) = M/1 = 36,5 \text{ г/моль}$ $M(\text{фэkv}(\text{KOH}) \text{ KOH}) = M/1 = 56 \text{ г/моль}$ 2. $C(\text{HCl}) = 0,003647 \cdot 1000 / 36,5 = 0,9991 \text{ моль/дм}^3$ 3. $T(\text{HCl/KOH}) = 0,9991 \cdot 56 / 1000 = 0,0559 \text{ г/см}^3$ Ответ: $T(\text{HCl/KOH}) = 0,0559 \text{ г/см}^3$.			1 балл 1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла	
8	Навеску образца массой 0,2000 г, содержащего калий, растворили в воде и объем довели до 100 мл. Затем измерили электродный потенциал калийселективного электрода в полученном растворе, равный 60 мВ. Вычислить массовую долю (%) калия в образце, если зависимость потенциала калийселективного электрода от концентрации стандартных растворов K^+ следующая: C (K^+), $1 \cdot 10^{-1}$ $1 \cdot 10^{-2}$ $1 \cdot 10^{-3}$ $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л	3 балла		

	E, мВ	100	46,0	-7,0	-60,0																															
Правильный ответ (ключ): 1. По этим данным строится градуировочный график в координатах E – pC(K⁺). 2. Из графика при потенциале 60 мВ определяется pC = 1,75. Откуда C_M(K⁺)=1,78·10⁻² моль/л. 3. Рассчитывается массовая доля калия в образце по формуле $\omega = \frac{C_M \cdot M \cdot V \cdot 100}{1000 \cdot n} = \frac{1,78 \cdot 10^{-2} \cdot 39 \cdot 100 \cdot 100}{1000 \cdot 0,2000} = 35\%.$ Ответ: ω = 35%						1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла																														
9	Определить концентрацию NaCl в растворе (г/л), если при потенциометрическом титровании 20,0 мл этого раствора 0,2 моль/л раствором AgNO₃ получили следующие результаты: <table><tr><td>V</td><td>15,0</td><td>20,0</td><td>22,0</td><td>24,0</td><td>24,5</td><td>24,9</td><td>25,0</td><td>25,1</td><td>25,5</td></tr><tr><td>(AgNO₃), мл</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>E, мВ</td><td>307</td><td>328</td><td>342</td><td>370</td><td>388</td><td>428</td><td>517</td><td>606</td><td>646</td></tr></table>					V	15,0	20,0	22,0	24,0	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5	(AgNO ₃), мл										E, мВ	307	328	342	370	388	428	517	606	646	3 балла
V	15,0	20,0	22,0	24,0	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5																											
(AgNO ₃), мл																																				
E, мВ	307	328	342	370	388	428	517	606	646																											
Правильный ответ (ключ): 1. Строим график потенциометрического титрования в координатах E (мВ) – V(AgNO₃), мл. Из графика находится эквивалентный объем титранта нитрата серебра, затраченный на титрование хлорида натрия: V_{т.э}(AgNO₃) = 25,0 мл. 2. Из закона эквивалентов рассчитываем молярную концентрация эквивалента хлорида натрия $C_n(\text{NaCl}) = \frac{C_n(\text{AgNO}_3) \cdot V_{\text{т.э}}}{V_{\text{NaCl}}} = \frac{0,2 \cdot 25}{20} = 0,25 \text{ моль /л.}$ 3. Делаем пересчет на концентрацию в единицах измерения (г/л): C (NaCl) = C_n (NaCl) • M_э = 0,25 • 58,5 = 14,61 г/л. Ответ: C (NaCl) = 14,61 г/л.						1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла																														
10	Определить потенциал хингидронного электрода при титровании 0,1 моль/л раствора уксусной кислоты 0,1 моль/л раствором NaOH в точке эквивалентности. В качестве электрода сравнения используется каломельный электрод с концентрацией 1 моль/л, температура 20 °С. Учесть разбавление раствора					3 балла																														
Правильный ответ (ключ): 1. Потенциал хингидронного электрода равен $E = E^0_{\text{х.г.э}} - 0,058\text{pH} - E_{\text{н.к.э}},$ где E⁰_{х.г.э} – стандартный потенциал хингидронного электрода, равный 0,703 В; E_{н.к.э} – потенциал каломельного электрода, равный 0,284 В (табличные данные при 20 °С). 2. В точке эквивалентности pH ацетата натрия рассчитывается по формуле для соли, образованной слабой кислотой и сильным основанием: $\text{pH} = 7 + 1/2\text{pK}_\text{к} + 1/2\lg C_\text{с} = 8,7.$ 3. Концентрация соли принята с учетом разбавления 0,05 моль/л; значение pK = 4,76. Откуда $E = 0,703 - 0,058 \cdot 8,7 - 0,284 = -0,085 \text{ В.}$ Ответ: E = -0,085 В.						1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла																														
Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина		Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)			Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания																															
ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР		1. Рассчитайте pH раствора при титровании 100 мл 0,1 н. раствора CH ₃ COOH (K = 1,74*10 ⁻⁵) 0,1 н. раствором NaOH для точек, когда прилито титранта объемом 0; 99,9; 100; 100,1% от эквивалентного			Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – балла; Дано верное решение, не допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла–																															

	объема. Укажите интервал pH скачка титрования. Предложите приборное обеспечение для этой методики. 2. Определите концентрацию NaCl в растворе (г/л), если при потенциометрическом титровании 20 мл раствора 0,2 н. AgNO₃ получены следующие результаты <table><tr><td>V, мл</td><td>15,0</td><td>20,0</td><td>22,0</td><td>24,0</td><td>24,5</td><td>24,9</td><td>25,0</td><td>25,1</td><td>25,5</td></tr><tr><td>E, мВ</td><td>307</td><td>328</td><td>342</td><td>370</td><td>388</td><td>428</td><td>517</td><td>606</td><td>646</td></tr></table> Предложите приборное обеспечение для этой методики.	V, мл	15,0	20,0	22,0	24,0	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5	E, мВ	307	328	342	370	388	428	517	606	646	балла; • Имеется верное решение только части задания– 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»
V, мл	15,0	20,0	22,0	24,0	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5													
E, мВ	307	328	342	370	388	428	517	606	646													
ПК-1.2 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	1. Рассчитайте концентрацию NH₄VO₃ в анализируемом растворе, если при потенциометрическом титровании 20,0 мл раствора NH₄VO₃ 0,1 моль-экв/л раствором FeSO₄ были получены следующие данные: <table><tr><td>V(мл)</td><td>10,0</td><td>13,0</td><td>13,5</td><td>14,0</td><td>14,5</td><td>15,0</td><td>15,5</td><td>16,0</td></tr><tr><td>E(мВ)</td><td>730</td><td>700</td><td>680</td><td>650</td><td>5</td><td>50</td><td>500</td><td>480</td><td>470</td></tr></table> Предложите приборное обеспечение для этой методики. Объясните методику настойки предложенного оборудования. 2. Рассчитайте pH раствора при титровании 100 мл 0,1 н. раствора CH₃COOH (K = 1,74*10⁻⁵) 0,1 н. раствором NaOH для точек, когда прилито титранта объемом 0; 99,9; 100; 100,1% от эквивалентного объема. Укажите интервал pH скачка титрования. Предложите приборное обеспечение для этой методики и его настройку.	V(мл)	10,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	E(мВ)	730	700	680	650	5	50	500	480	470	Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла– 2 балла; • Имеется верное решение только части задания– 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»	
V(мл)	10,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0														
E(мВ)	730	700	680	650	5	50	500	480	470													
ПК-1.3 Готовит объекты исследования	1. Рассчитайте потенциал серебряного электрода в растворе с активностью иодид-ионов, равной единице, и насыщенном AgI. 2. В 50.0 мл раствора содержащего Pb(II), погрузили свинец-селективный электрод, потенциал которого равен -0,471В (НКЭ).Добавили 5, 0 мл 0,0200 М раствора Pb(II) потенциал стал -0,449 В. Какова концентрация свинца в растворе? 3. Вычислить потенциал платинового электрода, помещенного в раствор FeSO₄, на 99% оттитрованного раствором КМп04.	Правильно выбран вариант ответа 1 балл Тест из 3 заданий: 1 балл – «3» , 2 балла – «4» , 3 балла – «5»																				

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-2

Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
<i>Задания закрытого типа</i>			
1	3	Ионометрия основана на измерении 1) сопротивления 2) проводимости 3) электродвижущих сил 4) количества электричества	1 балл за правильный ответ
2	1	Требования, предъявляемые к электроду сравнения 1) постоянный потенциал 2) механическая прочность 3) высокий мембранный потенциал 4) высокая восприимчивость к изменению pH	1 балл за правильный ответ
3	Стеклянный электрод селективен к ионам водорода.	К каким ионам селективен стеклянный электрод?	1 балл за правильный ответ
4	Серебряный электрод - электрод из металлического серебра (Ag); представляет собой электрод первого типа, используемый в потенциометрии в качестве индикаторного электрода.	К какому типу электродов относится серебряный электрод?	1 балл за правильный ответ
5	Стеклянные электроды — тип ионоселективных электродов. Стеклянный электрод представляет собой устройство из припаянного на конце толстостенной стеклянной трубки стеклянного шарика диаметром 15-20 мм с толщиной стенок 0.06-0.1 мм, изготовленного из специального стекла с большим содержанием щелочных металлов - лития или натрия. Шарик заполнен 0.1 м раствором HCl, насыщенным AgCl. В раствор погружена серебряная проволока, покрытая хлоридом серебра и являющаяся токоотводом.	К какому типу электродов относится стеклянный электрод? Опишите строение стеклянного электрода.	1 балл за правильный ответ
<i>Задания открытого типа</i>			
6	Для определения уксусной и соляной кислот в их смеси 5 мл анализируемого раствора поместили в стакан для титрования и		3 балла

	оттитровали потенциометрически 0,0500 н раствором КОН. Используя полученные данные определить концентрации кислот (моль/л) в исследуемом растворе <table><tr><td>V, мл</td><td>0,2</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>0,8</td><td>1,0</td><td>1,2</td><td>1,4</td><td>1,6</td><td>1,8</td></tr><tr><td>pH</td><td>2,35</td><td>2,4</td><td>2,45</td><td>2,55</td><td>2,9</td><td>3,55</td><td>4,8</td><td>4,95</td><td>5,45</td></tr></table>	V, мл	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	pH	2,35	2,4	2,45	2,55	2,9	3,55	4,8	4,95	5,45		
V, мл	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8														
pH	2,35	2,4	2,45	2,55	2,9	3,55	4,8	4,95	5,45														
Правильный ответ (ключ): 1. Для нахождения концентраций кислот в анализируемом растворе по данным титрования используем закон эквивалентов. В протекающих при титровании реакциях $\text{HCl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} = \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$ факторы эквивалентности кислот и КОН равны 1. 2. Для нахождения объема титранта в точке эквивалентности построим кривую титрования в координатах pH – V. Так как в анализируемом растворе присутствуют две кислоты, на кривой титрования наблюдаются два скачка: первый соответствует сильной кислоте HCl, второй – слабой кислоте CH₃COOH. Найдем объемы титранта в точках эквивалентности: V₁ = 1,39 мл, V₂ = (2,2 – 1,39) = 0,81 мл. 3. Рассчитаем концентрации кислот в титруемом растворе согласно закону эквивалентов: C₁V₁ = C₂V₂, C(HCl) · 5 = 0,0500 · 1,39, C(HCl) = 0,0500 · 1,39 / 5 = 0,0139 (моль/л). C(CH₃COOH) · 5 = 0,0500 · 0,81, C(CH₃COOH) = 0,0500 · 0,81 / 5 = 0,0081 (моль/л). Ответ: C(HCl) = 0,0139 (моль/л), C(CH₃COOH) = (моль/л).		1 балл																					
		1 балл																					
		1 балл																					
		Итого: 3 балла																					
7	Для определения фторид-ионов методом калибровочного графика приготовили серию стандартных растворов и измерили потенциалы фторид-селективного электрода относительно хлорсеребряного электрода сравнения. По калибровочному графику определить концентрацию фторид-ионов (г/л) в исследуемом образце, если 15 мл исследуемого раствора поместили в колбу вместимостью 100 мл и довели объем до метки фоновым раствором. Потенциал фторид-селективного электрода в полученном растворе составил 195 мВ. <table><tr><td>C_{F⁻}, М</td><td>1·10⁻⁵</td><td>1·10⁻⁴</td><td>1·10⁻³</td><td>1·10⁻²</td><td>1·10⁻¹</td></tr><tr><td>E, мВ</td><td>330</td><td>275</td><td>225</td><td>170</td><td>120</td></tr></table>	C _{F⁻} , М	1·10 ⁻⁵	1·10 ⁻⁴	1·10 ⁻³	1·10 ⁻²	1·10 ⁻¹	E, мВ	330	275	225	170	120	3 балла									
C _{F⁻} , М	1·10 ⁻⁵	1·10 ⁻⁴	1·10 ⁻³	1·10 ⁻²	1·10 ⁻¹																		
E, мВ	330	275	225	170	120																		
Правильный ответ (ключ): 1. По исходным данным строим график в координатах E – (-lgC) По графику находим концентрацию фторид-ионов в растворе, соответствующую значению потенциала 195 мВ: -lgC_x = 2,43 C_x = 10-2,43 = 3,72·10-3 (моль/л). 2.Так как исходный анализируемый раствор перед измерением был разбавлен, то с учетом разбавления: C₁V₁ = C₂V₂ C_x · 15 = 3,72·10⁻³ · 100 C_x = 0,0248 (моль/л). 3. Для перевода молярной концентрации в массовую используем значение относительной молярной массы фторид-иона – 18,9984 г/моль: C(F) = 0,0248 · 18,9984 = 0,4712 (г/л). Ответ: C(F) = 0,4712 г/л		1 балл																					
		1 балл																					
		1 балл																					
		Итого: 3 балла																					
8	Какой объем концентрированной азотной кислоты (ρ=1,310 г/мл, массовая доля HNO ₃ 50,0 %) требуется для приготовления 3,0 л. 0,2 моль/л раствора?	3 балла																					
Правильный ответ (ключ): 1. Вычисляем массу безводной азотной кислоты, необходимую для приготовления 3,0 л. 0,2 моль/л раствора. Молярная масса эквивалента HNO₃ равна 63,0 г/моль. Для приготовления 3,0 л 0,2 моль/л раствора HNO₃ требуется:		1 балл																					

$m(\text{HNO}_3) = C(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) \cdot V(\text{HNO}_3) = 0,2000 \cdot 63,0 \cdot 3,0 = 37,8 \text{ г.}$ 2. Рассчитываем массу раствора азотной кислоты с массовой долей 50,0 %, содержащего 37,8 г HNO_3 . Составляем пропорцию: в 100 г раствора содержится 50,0 г HNO_3 , в x г раствора - 37,8 г HNO_3 ; $x = 100 \cdot 37,8 / 50,0 = 75,6 \text{ г.}$ 3. От найденной массы навески раствора азотной кислоты переходят к ее объему: $V(\text{HNO}_3) = m(\text{р-ра}) / \rho = 75,6 / 1,310 = 57,71 \text{ мл}$ Ответ: $V(\text{HNO}_3) = 57,71 \text{ мл}$		1 балл	
		1 балл	
		Итого: 3 балла	
9	Титруют 25 мл 0,1 М раствора CH_3COOH раствором NaOH той же концентрации. Рассчитать pH раствора при прибавлении 20 мл щелочи.	3 балла	
Правильный ответ (ключ): 1. Уравнение реакции имеет вид: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ При добавлении к 25 мл 0,1 М раствора CH_3COOH 20 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия в результате реакции появится эквивалентное количество ацетат-иона, который в смеси с уксусной кислотой образует ацетатный буферный раствор. Поэтому до точки эквивалентности pH раствора можно рассчитать по формуле, использующейся для расчета pH буферных растворов, образованных слабой кислотой и ее хорошо растворимой солью: $\text{pH} = \text{pK}_{\text{кисл}} - \lg C_{\text{кисл}} / C_{\text{соли}}$ 2. Концентрация оставшейся уксусной кислоты в растворе вычисляется по формуле: $C_{\text{(кисл)}} = [C_{\text{H(кисл)}} \cdot V_{\text{(кисл)}} - C_{\text{H(осн)}} \cdot V_{\text{(осн)}}] / [V_{\text{(кисл)}} + V_{\text{(осн)}}]$. Тогда $C(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{[C_{\text{H}}(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH}) - C_{\text{H}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})] / [V(\text{CH}_3\text{COOH}) + V(\text{NaOH})]}{=}$ $= [(0,1 \cdot 25) - (0,1 \cdot 20)] / (25 + 20) = (2,5 - 0,2) / 45 = 0,011 \text{ моль/л.}$ Концентрация ацетата натрия – по формуле: $C_{\text{(соли)}} = [C_{\text{H(осн)}} \cdot V_{\text{(осн)}}] / [V_{\text{(кисл)}} + V_{\text{(осн)}}]$. Тогда $C(\text{CH}_3\text{COONa}) = [C_{\text{H}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})] / [V(\text{CH}_3\text{COOH}) + V(\text{NaOH})]$ $= (0,1 \cdot 20) / (25 + 20) = 2 / 45 = 0,044 \text{ моль/л.}$ Отсюда 3. $\text{pH} = \text{pK}(\text{CH}_3\text{COOH}) - \lg C(\text{CH}_3\text{COOH}) / C(\text{CH}_3\text{COONa}) = 4,76 - \lg 0,011 / 0,044 = 5,36$. Ответ: $\text{pH} = 5,36$.		1 балл	
		1 балл	
		Итого: 3 балла	
10	Рассчитать pH раствора, полученного при титровании, когда к 20 мл 0,2 М раствора HCl прилит 0,2 М раствор NaOH в таких объемах: а) 17 мл; б) 20 мл; в) 21 мл.	3 балла	
Правильный ответ (ключ): 1. Запишем уравнение реакции: $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ Из уравнения реакции вытекает, что 1 моль HCl реагирует с 1 моль NaOH , т.е. $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH})$. а) Рассчитаем pH при добавлении 17 мл NaOH , получим: $[\text{H}^+] = [C_{\text{H}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) - C_{\text{H}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})] / [V(\text{HCl}) + V(\text{NaOH})] = [(0,2 \cdot 20) - (0,2 \cdot 17)] / (20 + 17) = 0,0162 \text{ моль/л;}$ $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 0,0162 = 2 - 0,21 = 1,79$. $\text{pH} = 1,79$. б) Рассчитаем pH при добавлении 20 мл NaOH , получим: При добавлении к 20 мл 0,2 М раствора HCl 20 мл 0,2 М раствора NaOH образуется нейтральный раствор, наблюдается полная нейтрализация HCl . В точке эквивалентности раствора сильной кислоты раствором сильного основания реакция среды нейтральная. Тогда pH нейтрального раствора равен 7. в) Рассчитаем pH при добавлении 21 мл NaOH , получим: При добавлении 21 мл 0,2 М NaOH к 20 мл 0,2 М раствора HCl в смеси будет наблюдаться избыток NaOH , поэтому необходимо рассчитать концентрацию гидроксид-ионов, получим: $[\text{OH}^-]_{\text{изб}} = [C_{\text{H}}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) - C_{\text{H}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})] / [V(\text{HCl}) + V(\text{NaOH})] = [(0,2 \cdot 21) - (0,2 \cdot 20)] / (20 + 21) = 0,00488 \text{ моль/л.}$ Тогда $\text{pH} = 14 + \lg[\text{OH}^-]_{\text{изб}} = 14 + \lg(4,88 \cdot 10^{-3}) = 14 + (-3 + 0,69) = 11,69$.		1 балл	
		1 балл	
		1 балл	

Ответ:а) рН = 1,79, б) рН = 7, в) рН = 11,69.		Итого: 3 балла																								
Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания																								
ПК-2.1 Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)	Рассчитайте концентрацию NH_4VO_3 в анализируемом растворе, если при потенциометрическом титровании 20,0 мл раствора NH_4VO_3 0,1 моль-экв/л раствором FeSO_4 были получены следующие данные: <table><tr><td>$V(\text{мл})$</td><td>10,0</td><td>13,0</td><td>13,5</td><td>14,0</td><td>14,5</td><td>15,0</td><td>15,5</td><td>16,0</td></tr><tr><td>$E(\text{мВ})$</td><td>730</td><td>700</td><td>680</td><td>650</td><td>550</td><td>500</td><td>480</td><td>470</td></tr></table> Предложите приборное обеспечение для этой методики. Объясните методику настойки предложенного оборудования. 2. Рассчитайте рН раствора при титровании 100 мл 0,1 н. раствора CH_3COOH ($K = 1,74 \cdot 10^{-5}$) 0,1 н. раствором NaOH для точек, когда прилито титранта объемом 0; 99,9; 100; 100,1% от эквивалентного объема. Укажите интервал рН скачка титрования. Предложите приборное обеспечение для этой методики и его настройку.	$V(\text{мл})$	10,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	$E(\text{мВ})$	730	700	680	650	550	500	480	470	Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены незначительные фактические ошибки, не искажающие общего смысла– 2 балла; • Имеется верное решение только части задания– 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»						
$V(\text{мл})$	10,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0																		
$E(\text{мВ})$	730	700	680	650	550	500	480	470																		
ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)	1. Определите концентрацию NaCl в растворе (г/л), если при потенциометрическом титровании 20 мл раствора 0,2 н с металлическим серебряным электродом AgNO_3 получены следующие результаты. <table><tr><td>$V, \text{мл}$</td><td>15,0</td><td>20,0</td><td>22,0</td><td>24,0</td><td>24,5</td><td>24,9</td><td>25,0</td><td>25,1</td><td>25,5</td></tr><tr><td>$E, \text{мВ}$</td><td>307</td><td>328</td><td>342</td><td>370</td><td>388</td><td>428</td><td>517</td><td>606</td><td>646</td></tr></table> По данным титрования постройте кривую потенциометрического титрования в Excel в координатах E-V и $\Delta E/\Delta V - V$ и найдите точку эквивалентности. Предложите прибор для проведения потенциометрического титрования данной системы.	$V, \text{мл}$	15,0	20,0	22,0	24,0	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5	$E, \text{мВ}$	307	328	342	370	388	428	517	606	646	Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены незначительные фактические ошибки, не искажающие общего смысла– 2 балла; • Имеется верное решение только части задания– 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»				
$V, \text{мл}$	15,0	20,0	22,0	24,0	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5																	
$E, \text{мВ}$	307	328	342	370	388	428	517	606	646																	
	2. В навеске 2,5 г стали хром окислили до $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ и оттитровали 0,1030 М раствором FeSO_4. Вычислить массовую долю Cr в стали по результатам потенциометрического титрования <table><tr><td>$V \text{ FeSO}_4 \text{ мл}$</td><td>0</td><td>5</td><td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>35</td><td>37</td><td>38</td><td>39</td><td>43</td><td>45</td></tr><tr><td>$E, \text{мВ}$</td><td>650</td><td>700</td><td>800</td><td>820</td><td>860</td><td>879</td><td>887</td><td>885</td><td>495</td><td>480</td><td>470</td></tr></table> Предложите прибор для проведения потенциометрического титрования данной системы и электродную систему. 3. Вычислить потенциал цинкового электрода относительно 0,1 н. каломельного электрода, если 0,025 моль ZnSO_4 растворено в 500 мл раствора. Как повлияет на потенциал цинкового электрода, добавление к исходному раствору – раствора аммиака? 4. Электродвижущая сила гальванической цепи $\text{Ag}^0 \text{AgNO}_3 \text{KCl} (0,1 \text{ н.}) \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}^0$ равна 0,38 В. Определить концентрацию AgNO_3 в растворе (моль/л). Возможно ли определить содержание серебра этим методов в растворе для гальванического нанесения серебра из цианидных растворов?	$V \text{ FeSO}_4 \text{ мл}$	0	5	10	20	30	35	37	38	39	43	45	$E, \text{мВ}$	650	700	800	820	860	879	887	885	495	480	470	Правильно вычислен результат – 1 балл Тест из 3 заданий: 1 балл – «3», 2 балла – «4», 3 балла – «5»
$V \text{ FeSO}_4 \text{ мл}$	0	5	10	20	30	35	37	38	39	43	45															
$E, \text{мВ}$	650	700	800	820	860	879	887	885	495	480	470															

	5. Предложите методику потенциометрического определения хлоридов и иодидов при совместном присутствии.	
--	---	--

5.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Перечень тем и вопросов для экзамена

1. Классификация электрохимических методов анализа (ЭМА). Области применения ЭМА, анализ веществ высокой чистоты. Титрометрические варианты ЭМА.
2. Основные понятия о ионометрии. Прямая ионометрия и потенциометрическое титрование. Используемая аппаратура.
3. Электроды сравнения; назначение, основные требования к ним, конструкции.
4. Потенциализирующие приборы, назначение, основные требования, устройство. рН-метр и иономер; особенности их устройств, основные характеристики. Марки отечественных иономеров и рН-метров, особенности их эксплуатации.
5. Прямая ионометрия. Жидкостные диффузионные потенциалы. Определение активности ионов методом стандартных добавок и с использованием калибровочного графика.
6. Применение прямой ионометрии. Потенциометрическое определение катионов с использованием металлических электродов. Конструкции металлических электродов. Электроды для определения рН (водородный, сурьмяный, стеклянный).
7. Практическое измерение рН. Буферные растворы. Марки отечественных электродов для измерения рН и их основные характеристики. Настройка рН-метра (иономера).
8. Ионселективные мембранные электроды, классификация. Жидкостные ионообменные электроды, принципы их работы, конструкция. Твердые мембранные электроды, устройство и принцип работы. Гетерогенные мембранные электроды. Электроды с иммобилизованными ферментами и клетками. Электроды из инертного металла.
9. Потенциометрическое титрование. Техника потенциометрического титрования. Определение точки эквивалентности.
10. Применение потенциометрического титрования. Кислотно-основное потенциометрическое титрование; построение кривых титрования. Потенциометрическое титрование, использующее реакции осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления; построение соответствующих кривых титрования.
11. Теоретические основы метода. Удельная и эквивалентная электропроводность. Кондуктометрические методы анализа: прямая кондуктометрия, кондуктометрическое титрование (кислотно-основное, титрование, основанное на реакциях осаждения, комплексообразования). Аппаратура и техника выполнения анализа.
12. Построение кривых потенциометрического титрования всех типов.

Требования к рейтинг-контролю

1 МОДУЛЬ

Лабораторная работа №1

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **5 баллов**

Объяснение теоретических основ данной работы – **2 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы – **2 балла**

Премияльные баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – **1 балл**

Лабораторная работа №2

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **5 баллов**

Объяснение теоретических основ данной работы – **2 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы – **2 балла**

Премияльные баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – **1 балл**

Лабораторная работа №3

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **5 баллов**

Объяснение теоретических основ данной работы – **2 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы – **2 балла**

Премияльные баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – **1 балл**

Лабораторная работа №4

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – **5 баллов**

Объяснение теоретических основ данной работы – **2 балла**

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы – **2 балла**

Премияльные баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – **1 балл**

Выполнение индивидуального экспериментального задания – **10 баллов**

Первая контрольная точка 50 баллов

Лабораторная работа №5

[illegible]

Экзамен – итоговое тестирование по теме 40 баллов

Итого за семестр

100 баллов

Примечание: если не выполнена экспериментальная часть лабораторной работы, то лабораторная работа не может быть зачтена и зачет по данной дисциплине за триместр не выставляется