

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 14.07.2025 14:18:37  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

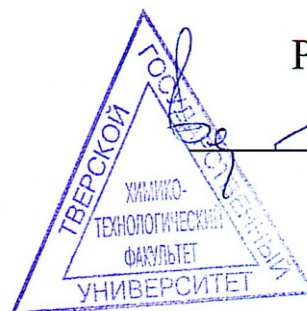
**ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

14 мая 2025г.



Рабочая программа дисциплины

## **Ионометрия**

Закреплена за **Неорганической и аналитической химии**  
кафедрой:

Направление **04.03.01 Химия**  
подготовки:

Направленность **Экспертная и медицинская химия**  
(профиль):

Квалификация: **Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

Семестр: **5,6**

Программу составил(и):

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

Тверь, 2025

## 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

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| <b>Общая трудоемкость</b> | 5 ЗЕТ |
| Часов по учебному плану   | 180   |
| <b>в том числе:</b>       |       |
| 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 технологии)

## 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. ИонOMETрия        |             |                |       |                |            |
| 2.1        | ИонOMETрия                  | Лек         | 5              | 33    | Л1.1Л2.1<br>Э1 |            |
| 2.2        | ИонOMETрия                  | Лаб         | 5              | 34    | Л1.2<br>Э1     |            |
| 2.3        | ИонOMETрия                  | Ср          | 5              | 4     | Э1             |            |
| 2.4        | ИонOMETрия                  | Лек         | 6              | 11    | Л1.1<br>Э1     |            |
| 2.5        | ИонOMETрия                  | Лаб         | 6              | 30    | Л1.2<br>Э1     |            |
|            | Раздел 3. Кондуктометрия    |             |                |       |                |            |
| 3.1        | Кондуктометрия              | Лек         | 6              | 7     | Л1.1Л2.1<br>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. ИонOMETрия:**

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,<br>URL: <a href="https://urait.ru/bcode/536376">https://urait.ru/bcode/536376</a>        |
| Л1.2 | Кузнецова, Григорьев, Техника лабораторного эксперимента в химии, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-14666-0,<br>URL: <a href="https://urait.ru/bcode/544429">https://urait.ru/bcode/544429</a> |

#### 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,<br>URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/322619">https://e.lanbook.com/book/322619</a> |

### 9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |                                                                                                                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Э1 | Сайт химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»: <a href="http://www.chem.msu.ru/">http://www.chem.msu.ru/</a> |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

## 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)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Содержание дисциплины.</li> <li>2. Методические материалы для работы на лабораторных занятиях.</li> <li>3. Методические материалы для подготовки к экзамену.</li> </ol> <p><b>1. Содержание дисциплины</b></p> <p>Тема 1. Введение.</p> <p>Классификация электрохимических методов анализа (ЭМА). Области применения ЭМА, анализ веществ высокой чистоты. Титрометрические варианты ЭМА.</p> <p>Тема 2. Ионметрия</p> <p>Основные понятия о ионметрии. Прямая ионметрия и потенциометрическое титрование. Используемая аппаратура.</p> <p>Электроды сравнения, назначение, основные требования к ним, конструкции.</p> <p>Потенциализирующие приборы, назначение, основные требования, устройство. рН-метр и иономер; особенности их устройств, основные характеристики. Марки отечественных иономеров и рН-метров, особенности их эксплуатации.</p> <p>Прямая ионметрия. Жидкостные диффузионные потенциалы. Определение активности ионов методом стандартных добавок и с использованием калибровочного графика.</p> <p>Применение прямой ионметрии. Потенциометрическое определение катионов с использованием металлических электродов. Конструкции металлических электродов. Электроды для определения рН (водородный, сурьмяный, стеклянный).</p> <p>Практическое измерение рН. Буферные растворы. Марки отечественных электродов для измерения рН и их основные характеристики. Настройка рН-метра (иономера).</p> <p>Ионселективные мембранные электроды, классификация. Жидкостные ионообменные электроды,</p> |

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<br>(на примере анализа модельных растворов)          | 1. Ознакомление с правилами работы на приборах для ионометрии (иономеры, рН-метры). Настройка, калибровка, подготовка электродов к работе.<br>2. Определение содержания нитрат-ионов в модельной смеси методом прямой ионометрии с использованием калибровочного графика.<br>3. Определение содержания $F^-$ в модельной смеси методом стандартных добавок<br>4. Определение железа (III) потенциометрическим титрованием по методу комплексообразования<br>5. Определение железа (III) потенциометрическим ОВ-титрованием<br>6. Анализ смеси иодидов и хлоридов потенциометрическим титрованием по методу осаждения<br>7. Определение содержания $HCl$ и $H_3BO_3$ при совместном присутствии<br>8. Определение содержания тетрациклина в модельной смеси с использованием экспериментального ионоселективного электрода |
| Ионометрия<br>(анализ технологических и биологических объектов) | 9. Определение содержания $NO_3^-$ в растительном сырье<br>10. Определение содержания железа в железоникелевом сплаве методом ОВ-потенциометрического титрования<br>11. Определение содержания серебра в серебряно-оловянном сплаве методом окислительного титрования<br>12. Определение содержания тетрациклина в готовой лекарственной форме                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Кондуктометрия                                                  | 13. Ознакомление с правилами работы на приборах для кондуктометрии. Настройка, калибровка, подготовка электродов к работе.<br>14. Анализ смеси сульфата меди и серной кислоты методом кондуктометрического титрования<br>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<br>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<br>1) $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$<br>2) $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$<br>3) $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$<br>4) $\text{Cl}^-$ , $\text{I}^-$ | 1 балл за правильный ответ  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2                                                                                                                                                                                        | В растворе, содержащем хлорид-ионы, серебряный электрод является электродом<br>1) первого рода<br>2) второго рода<br>3) третьего рода<br>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<br>1) метод градуировочного графика<br>2) метод градуировки электрода<br>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 |  |
| Задания открытого типа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                          |                            |  |
| 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 KMnO4. По полученным результатам рассчитать массовую долю железа в руде.<br>V, 2,5 2,6 2,7 2,8 2,85 2,9 3 3,1 3,2 мл<br>E, 585 570 550 530 410 180 165 155 145 мВ | 3 балла                                                                                  |                            |  |
| Правильный ответ (ключ):<br>1. Для того, чтобы найти массу железа в анализируемом растворе по данным титрования, используется закон эквивалентов: CxVx = CtVt<br>В протекающей при титровании реакции фактор эквивалентности Fe (II) 1/z = 1. Для нахождения Vt построим кривую титрования в координатах E – V. Найдем точку эквивалентности: Vt = 2,86 мл.<br>2. Рассчитаем концентрацию железа в титруемом растворе согласно закону эквивалентов<br>C(Fe) · 10 = 0,0500 · 2,9,<br>C(Fe) = 0,0145 (моль-экв/л).<br>Масса железа в исследуемом растворе:<br>m(Fe) = C(Fe) · Vp-ра · M(Fe).<br>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:<br>m(Fe) = 0,0145 · 0,2 · 55,845 = 0,1620 (г).<br>Содержание железа в руде:<br>ω(Fe) = (m(Fe) / mруды) · 100% ω(Fe) = (0,1620 / 0,3241) · 100% = 49,98%.<br>Ответ: ω(Fe) = 49,98%. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1 балл<br><br>1 балл<br><br>1 балл<br><br>Итого: 3 балла                                 |                            |  |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Титр раствора HCl 0,03647 г/см³. Чему равен его титр по KOH?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3 балла                                                                                  |                            |  |
| Правильный ответ (ключ):<br>1. Для определения TНCl/КОН воспользуемся формулой<br>T(НCl/КОН) = C(НCl)· M( fэкв(КОН) КОН) / 1000<br>Чтобы найти нужный титр, необходимо определить C(НCl).<br>Для этого воспользуемся формулой<br>C(НCl) = T(НCl)·1000 / M( fэкв(НCl)<br>M( fэкв(НCl)НCl) = M/1 = 36,5 г/моль<br>M( fэкв(КОН) КОН) = M/1 = 56 г/моль<br>2. C(НCl) = 0,003647·1000/36,5 = 0,9991 моль/дм³<br>3. T(НCl/КОН) = 0,9991·56/1000 = 0,0559 г/см³<br>Ответ: T(НCl/КОН) = 0,0559 г/см³.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1 балл<br><br>1 балл<br>1 балл<br>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:<br>C (K+ ), 1·10 <sup>-1</sup> 1·10 <sup>-2</sup> 1·10 <sup>-3</sup> 1·10 <sup>-4</sup> моль/л                   | 3 балла                                                                                  |                            |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | E, мВ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 100                                                                                                                                                                                                                       | 46,0 | -7,0 | -60,0                                                                                                                                                               |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
| <p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. По этим данным строится градуировочный график в координатах E – pC(K<sup>+</sup>).</p> <p>2. Из графика при потенциале 60 мВ определяется pC = 1,75. Откуда C<sub>M</sub>(K<sup>+</sup>)=1,78·10<sup>-2</sup> моль/л.</p> <p>3. Рассчитывается массовая доля калия в образце по формуле</p> $\omega = \frac{C_M \cdot M \cdot V \cdot 100}{1000 \cdot n} = \frac{1,78 \cdot 10^{-2} \cdot 39 \cdot 100 \cdot 100}{1000 \cdot 0,2000} = 35\%.$ <p>Ответ: ω = 35%</p>                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     | 1 балл         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     | 1 балл         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     | 1 балл         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     | Итого: 3 балла |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Определить концентрацию NaCl в растворе (г/л), если при потенциометрическом титровании 20,0 мл этого раствора 0,2 моль/л раствором AgNO<sub>3</sub> получили следующие результаты:</p> <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>(AgNO<sub>3</sub>), 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 <sub>3</sub> ), 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 <sub>3</sub> ), мл                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
| E, мВ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 307                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 328                                                                                                                                                                                                                       | 342  | 370  | 388                                                                                                                                                                 | 428            | 517  | 606  | 646  |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
| <p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Строим график потенциометрического титрования в координатах E (мВ) – V(AgNO<sub>3</sub>), мл. Из графика находится эквивалентный объем титранта нитрата серебра, затраченный на титрование хлорида натрия: V<sub>т.э</sub>(AgNO<sub>3</sub>)= 25,0 мл.</p> <p>2. Из закона эквивалентов рассчитываем молярную концентрация эквивалента хлорида натрия</p> $C_n(\text{NaCl}) = \frac{C_n(\text{AgNO}_3) \cdot V_{\text{т.э}}}{V_{\text{NaCl}}} = \frac{0,2 \cdot 25}{20} = 0,25 \text{ моль /л.}$ <p>3. Делаем пересчет на концентрацию в единицах измерения (г/л): C (NaCl)= C<sub>n</sub> (NaCl) • M<sub>э</sub> = 0,25 •58,5 = 14,61 г/л.</p> <p>Ответ: C (NaCl)= 14,61 г/л.</p>                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     | 1 балл         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     | 1 балл         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     | 1 балл         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     | Итого: 3 балла |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>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</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     | 3 балла        |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |
| <p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Потенциал хингидронного электрода равен</p> $E = E^0_{\text{х.г.э}} - 0,058\text{pH} - E_{\text{н.к.э}},$ <p>где E<sup>0</sup><sub>х.г.э</sub> – стандартный потенциал хингидронного электрода, равный 0,703 В; E<sub>н.к.э</sub> – потенциал каломельного электрода, равный 0,284 В (табличные данные при 20 °С).</p> <p>2. В точке эквивалентности pH ацетата натрия рассчитывается по формуле для соли, образованной слабой кислотой и сильным основанием:</p> $\text{pH} = 7 + 1/2\text{p}K_{\text{к}} + 1/2\lg C_{\text{с}} = 8,7 .$ <p>3. Концентрация соли принята с учетом разбавления 0,05 моль/л; значение pK = 4,76.</p> <p>Откуда</p> $E = 0,703 - 0,058 \cdot 8,7 - 0,284 = -0,085 \text{ В.}$ <p>Ответ: E = -0,085 В.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |      |      |                                                                                                                                                                     | 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 <sub>3</sub> COOH (K = 1,74*10 <sup>-5</sup> ) 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– |                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |         |  |

|                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                 |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |     |     |     |     |     |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                  | <p>объема. Укажите интервал pH скачка титрования. Предложите приборное обеспечение для этой методики.</p> <p>2.</p> <p>Определите концентрацию NaCl в растворе (г/л), если при потенциометрическом титровании 20 мл раствора 0,2 н. AgNO<sub>3</sub> получены следующие результаты</p> <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> <p>Предложите приборное обеспечение для этой методики.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 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 | <p>балла; • Имеется верное решение только части задания– 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»</p> |
| 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 | <p>1.</p> <p>Рассчитайте концентрацию NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub> в анализируемом растворе, если при потенциометрическом титровании 20,0 мл раствора NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub> 0,1 моль-экв/л раствором FeSO<sub>4</sub> были получены следующие данные:</p> <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>550</td><td>500</td><td>480</td><td>470</td></tr></table> <p>Предложите приборное обеспечение для этой методики. Объясните методику настойки предложенного оборудования.</p> <p>2.</p> <p>Рассчитайте pH раствора при титровании 100 мл 0,1 н. раствора CH<sub>3</sub>COOH (K = 1,74*10<sup>-5</sup>) 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.</p> | V(мл)                                                                                                           | 10,0 | 13,0 | 13,5 | 14,0 | 14,5 | 15,0 | 15,5 | 16,0 | E(мВ) | 730   | 700 | 680 | 650 | 550 | 500 | 480 | 470 | <p>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»</p> |     |                                                                                                               |
| V(мл)                                                                                                            | 10,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 13,0                                                                                                            | 13,5 | 14,0 | 14,5 | 15,0 | 15,5 | 16,0 |      |      |       |       |     |     |     |     |     |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                                                               |
| E(мВ)                                                                                                            | 730                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 700                                                                                                             | 680  | 650  | 550  | 500  | 480  | 470  |      |      |       |       |     |     |     |     |     |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                                                               |
| ПК-1.3 Готовит объекты исследования                                                                              | <p>1.</p> <p>Рассчитайте потенциал серебряного электрода в растворе с активностью иодид-ионов, равной единице, и насыщенном AgI.</p> <p>2.</p> <p>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?</p> <p>3.</p> <p>Вычислить потенциал платинового электрода, помещенного в раствор FeSO<sub>4</sub>, на 99% оттитрованного раствором KMnO<sub>4</sub>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Правильно выбран вариант ответа – 1 балл Тест из 3 заданий: 1 балл – «3» , 2 балла – «4» , 3 балла – «5»</p> |      |      |      |      |      |      |      |      |       |       |     |     |     |     |     |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                                                               |

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<br>1) сопротивления<br>2) проводимости<br>3) электродвижущих сил<br>4) количества электричества                                                        | 1 балл за правильный ответ  |
| 2                             | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Требования, предъявляемые к электроду сравнения<br>1) постоянный потенциал<br>2) механическая прочность<br>3) высокий мембранный потенциал<br>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                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                 |                    |                    |                    |                    |                    |       |      |     |     |     |      |         |      |      |     |      |     |      |      |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|------|-----|-----|-----|------|---------|------|------|-----|------|-----|------|------|--|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <div>оттитровали потенциометрически 0,0500 н раствором КОН. Используя полученные данные определить концентрации кислот (моль/л) в исследуемом растворе</div> <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 |     |     |     |      |         |      |      |     |      |     |      |      |  |  |
| <div>Правильный ответ (ключ):</div> <div>1. Для нахождения концентраций кислот в анализируемом растворе по данным титрования используем закон эквивалентов. В протекающих при титровании реакциях<br/>HCl + KOH = KCl + H<sub>2</sub>O<br/>CH<sub>3</sub>COOH + KOH = CH<sub>3</sub>COOK + H<sub>2</sub>O<br/>факторы эквивалентности кислот и КОН равны 1.</div> <div>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 CH<sub>3</sub>COOH.<br/>Найдем объемы титранта в точках эквивалентности: V<sub>1</sub> = 1,39 мл, V<sub>2</sub> = (2,2 – 1,39) = 0,81 мл.</div> <div>3. Рассчитаем концентрации кислот в титруемом растворе согласно закону эквивалентов: C<sub>1</sub>V<sub>1</sub> = C<sub>2</sub>V<sub>2</sub>,<br/>C(HCl) · 5 = 0,0500 · 1,39,<br/>C(HCl) = 0,0500 · 1,39 / 5 = 0,0139 (моль/л).<br/>C(CH<sub>3</sub>COOH) · 5 = 0,0500 · 0,81,<br/>C(CH<sub>3</sub>COOH) = 0,0500 · 0,81 / 5 = 0,0081 (моль/л).<br/>Ответ: C(HCl) = 0,0139 (моль/л), C(CH<sub>3</sub>COOH) = (моль/л).</div> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <div>1 балл</div> <div>1 балл</div> <div>1 балл</div> <div>Итого: 3 балла</div> |                    |                    |                    |                    |                    |       |      |     |     |     |      |         |      |      |     |      |     |      |      |  |  |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <div>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.</div> <table><tr><td>C<sub>F<sup>-</sup></sub>, М</td><td>1·10<sup>-5</sup></td><td>1·10<sup>-4</sup></td><td>1·10<sup>-3</sup></td><td>1·10<sup>-2</sup></td><td>1·10<sup>-1</sup></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 <sub>F<sup>-</sup></sub> , М                                                  | 1·10 <sup>-5</sup> | 1·10 <sup>-4</sup> | 1·10 <sup>-3</sup> | 1·10 <sup>-2</sup> | 1·10 <sup>-1</sup> | E, мВ | 330  | 275 | 225 | 170 | 120  | 3 балла |      |      |     |      |     |      |      |  |  |
| C <sub>F<sup>-</sup></sub> , М                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1·10 <sup>-5</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1·10 <sup>-4</sup>                                                              | 1·10 <sup>-3</sup> | 1·10 <sup>-2</sup> | 1·10 <sup>-1</sup> |                    |                    |       |      |     |     |     |      |         |      |      |     |      |     |      |      |  |  |
| E, мВ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 330                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 275                                                                             | 225                | 170                | 120                |                    |                    |       |      |     |     |     |      |         |      |      |     |      |     |      |      |  |  |
| <div>Правильный ответ (ключ):</div> <div>1. По исходным данным строим график в координатах E – (-lgC)<br/>По графику находим концентрацию фторид-ионов в растворе, соответствующую значению потенциала 195 мВ:<br/>-lgC<sub>x</sub> = 2,43<br/>C<sub>x</sub> = 10-2,43 = 3,72·10-3 (моль/л).</div> <div>2.Так как исходный анализируемый раствор перед измерением был разбавлен, то с учетом разбавления: C<sub>1</sub>V<sub>1</sub> = C<sub>2</sub>V<sub>2</sub><br/>C<sub>x</sub> · 15 = 3,72·10<sup>-3</sup> · 100<br/>C<sub>x</sub> = 0,0248 (моль/л).</div> <div>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).<br/>Ответ: C(F) = 0,4712 г/л</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <div>1 балл</div> <div>1 балл</div> <div>1 балл</div> <div>Итого: 3 балла</div> |                    |                    |                    |                    |                    |       |      |     |     |     |      |         |      |      |     |      |     |      |      |  |  |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Какой объем концентрированной азотной кислоты (ρ=1,310 г/мл, массовая доля HNO <sub>3</sub> 50,0 %) требуется для приготовления 3,0 л 0,2 моль/л раствора?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3 балла                                                                         |                    |                    |                    |                    |                    |       |      |     |     |     |      |         |      |      |     |      |     |      |      |  |  |
| <div>Правильный ответ (ключ):</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1 балл                                                                          |                    |                    |                    |                    |                    |       |      |     |     |     |      |         |      |      |     |      |     |      |      |  |  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                 |  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--|
|    | <p>1. Вычисляем массу безводной азотной кислоты, необходимую для приготовления 3,0 л 0,2 моль/л раствора. Молярная масса эквивалента <math>\text{HNO}_3</math> равна 63,0 г/моль. Для приготовления 3,0 л 0,2 моль/л раствора <math>\text{HNO}_3</math> требуется:<br/> <math>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}</math>.</p> <p>2. Рассчитываем массу раствора азотной кислоты с массовой долей 50,0 %, содержащего 37,8 г <math>\text{HNO}_3</math>. Составляем пропорцию:<br/> в 100 г раствора содержится 50,0 г <math>\text{HNO}_3</math>,<br/> в x г раствора - 37,8 г <math>\text{HNO}_3</math>;<br/> <math>x = 100 \cdot 37,8 / 50,0 = 75,6 \text{ г}</math>.</p> <p>3. От найденной массы навески раствора азотной кислоты переходят к ее объему:<br/> <math>V(\text{HNO}_3) = m(\text{р-ра}) / \rho = 75,6 / 1,310 = 57,71 \text{ мл}</math><br/> Ответ: <math>V(\text{HNO}_3) = 57,71 \text{ мл}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p>               |  |
| 9  | <p>Титруют 25 мл 0,1 М раствора <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> раствором <math>\text{NaOH}</math> той же концентрации. Рассчитать pH раствора при прибавлении 20 мл щелочи.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3 балла                                                         |  |
|    | <p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Уравнение реакции имеет вид:<br/> <math>\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}</math><br/> При добавлении к 25 мл 0,1 М раствора <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> 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:<br/> <math>\text{pH} = \text{pK}_{\text{кисл}} - \lg C_{\text{кисл}} / C_{\text{соли}}</math>.</p> <p>2. Концентрация оставшейся уксусной кислоты в растворе вычисляется по формуле:<br/> <math>C_{\text{кисл}} = [C_{\text{н(кисл)}} \cdot V_{\text{(кисл)}} - C_{\text{н(осн)}} \cdot V_{\text{(осн)}}] / [V_{\text{(кисл)}} + V_{\text{(осн)}}]</math>.<br/> Тогда<br/> <math>C(\text{CH}_3\text{COOH}) = [C_{\text{н(CH}_3\text{COOH)}} \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH}) - C_{\text{н(NaOH)}} \cdot V(\text{NaOH})] / [V(\text{CH}_3\text{COOH}) + V(\text{NaOH})] =</math><br/> <math>= [(0,1 \cdot 25) - (0,1 \cdot 20)] / (25 + 20) = (2,5 - 0,2) / 45 = 0,011 \text{ моль/л}</math>.<br/> Концентрация ацетата натрия – по формуле:<br/> <math>C_{\text{(соли)}} = [C_{\text{н(осн)}} \cdot V_{\text{(осн)}}] / [V_{\text{(кисл)}} + V_{\text{(осн)}}]</math>.<br/> Тогда<br/> <math>C(\text{CH}_3\text{COONa}) = [C_{\text{н(NaOH)}} \cdot V(\text{NaOH})] / [V(\text{CH}_3\text{COOH}) + V(\text{NaOH})] =</math><br/> <math>= (0,1 \cdot 20) / (25 + 20) = 2 / 45 = 0,044 \text{ моль/л}</math>.<br/> Отсюда<br/> 3. <math>\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</math>.<br/> Ответ: <math>\text{pH} = 5,36</math>.</p> | <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p> |  |
| 10 | <p>Рассчитать pH раствора, полученного при титровании, когда к 20 мл 0,2 М раствора <math>\text{HCl}</math> прилит 0,2 М раствор <math>\text{NaOH}</math> в таких объемах: а) 17 мл; б) 20 мл; в) 21 мл.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 3 балла                                                         |  |
|    | <p>Правильный ответ (ключ):</p> <p>1. Запишем уравнение реакции:<br/> <math>\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}</math><br/> Из уравнения реакции вытекает, что 1 моль <math>\text{HCl}</math> реагирует с 1 моль <math>\text{NaOH}</math>, т.е. <math>n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH})</math>.</p> <p>а) Рассчитаем pH при добавлении 17 мл <math>\text{NaOH}</math>, получим:<br/> <math>[\text{H}^+] = [C_{\text{н(HCl)}} \cdot V(\text{HCl}) - C_{\text{н(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}</math>;<br/> <math>\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 0,0162 = 2 - 0,21 = 1,79</math>.<br/> <math>\text{pH} = 1,79</math>.</p> <p>б) Рассчитаем pH при добавлении 20 мл <math>\text{NaOH}</math>, получим:<br/> При добавлении к 20 мл 0,2 М раствора <math>\text{HCl}</math> 20 мл 0,2 М раствора <math>\text{NaOH}</math> образуется нейтральный раствор, наблюдается полная нейтрализация <math>\text{HCl}</math>. В точке эквивалентности раствора сильной кислоты раствором сильного основания реакция среды нейтральная. Тогда pH нейтрального раствора равен 7.</p> <p>в) Рассчитаем pH при добавлении 21 мл <math>\text{NaOH}</math>, получим:<br/> При добавлении 21 мл 0,2 М <math>\text{NaOH}</math> к 20 мл 0,2 М раствора <math>\text{HCl}</math> в смеси будет наблюдаться избыток <math>\text{NaOH}</math>, поэтому необходимо рассчитать концентрацию гидроксид-ионов, получим;</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>1 балл</p> <p>Итого: 3 балла</p> |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |      |      |      |      |      |      |      |      |                |                |     |                |     |     |     |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |     |     |                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|----------------|-----|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $[\text{OH}^-]_{\text{изб}} = [\text{C}_\text{H}(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) - \text{C}_\text{H}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})] / [V(\text{HCl}) + V(\text{NaOH})] = [(0,2 \cdot 21) - (0,2 \cdot 20)] / (20 + 21) = 0,00488 \text{ моль/л.}$ <p>Тогда</p> $\text{pH} = 14 + \lg[\text{OH}^-]_{\text{изб}} = 14 + \lg(4,88 \cdot 10^{-3}) = 14 + (-3 + 0,69) = 11,69.$ <p>Ответ: а) pH = 1,79, б) pH = 7, в) pH = 11,69.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                |      |      |      |      |      |      |      |      |                |                |     |                |     |     |     |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |     |     |                                                                                                                 |
| 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)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Рассчитайте концентрацию <math>\text{NH}_4\text{VO}_3</math> в анализируемом растворе, если при потенциометрическом титровании 20,0 мл раствора <math>\text{NH}_4\text{VO}_3</math> 0,1 моль-экв/л раствором <math>\text{FeSO}_4</math> были получены следующие данные:</p> <table><tr><td><math>V(\text{мл})</math></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><math>E(\text{мВ})</math></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> <p>Предложите приборное обеспечение для этой методики. Объясните методику настойки предложенного оборудования.</p> <p>2.</p> <p>Рассчитайте pH раствора при титровании 100 мл 0,1 н. раствора <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> (<math>K = 1,74 \cdot 10^{-5}</math>) 0,1 н. раствором <math>\text{NaOH}</math> 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.</p>                                                                                                                                                                      | $V(\text{мл})$                                                 | 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 | <p>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»</p> |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |     |     |                                                                                                                 |
| $V(\text{мл})$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 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)                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>1.</p> <p>Определите концентрацию <math>\text{NaCl}</math> в растворе (г/л), если при потенциометрическом титровании 20 мл раствора 0,2 н с металлическим серебряным электродом <math>\text{AgNO}_3</math> получены следующие результаты.</p> <table><tr><td><math>V, \text{мл}</math></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><math>E, \text{мВ}</math></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> <p>По данным титрования постройте кривую потенциометрического титрования в Excel в координатах E-V и <math>\Delta E/\Delta V - V</math> и найдите точку эквивалентности. Предложите прибор для проведения потенциометрического титрования данной системы.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $V, \text{мл}$                                                 | 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 | <p>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»</p> |     |     |     |                                                                                                                 |
| $V, \text{мл}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 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  |      |                |                |     |                |     |     |     |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |     |     |                                                                                                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>2.</p> <p>В навеске 2,5 г стали хром окислили до <math>\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}</math> и оттитровали 0,1030 М раствором <math>\text{FeSO}_4</math>. Вычислить массовую долю Cr в стали по результатам потенциометрического титрования</p> <table><tr><td><math>V \text{ FeSO}_4 \text{ мл}</math></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><math>E, \text{мВ}</math></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> <p>Предложите прибор для проведения потенциометрического титрования данной системы и электродную систему.</p> <p>3.</p> <p>Вычислить потенциал цинкового электрода относительно 0,1 н. каломельного электрода, если 0,025 моль <math>\text{ZnSO}_4</math> растворено в 500 мл раствора. Как повлияет на потенциал цинкового электрода, добавление к исходному раствору – раствора аммиака?</p> <p>4.</p> <p>Электродвижущая сила гальванической цепи <math>\text{Ag}^0   \text{AgNO}_3    \text{KCl} (0,1 \text{ н.})   \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}^0</math> равна 0,38 В. Определить концентрацию <math>\text{AgNO}_3</math> в растворе (моль/л).</p> | $V \text{ FeSO}_4 \text{ мл}$                                  | 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 | <p>Правильно вычислен результат – 1 балл<br/>Тест из 3 заданий: 1 балл – «3», 2 балла – «4» , 3 балла – «5»</p> |
| $V \text{ FeSO}_4 \text{ мл}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 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            |                |     |                |     |     |     |     |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |     |     |                                                                                                                 |

|  |                                                                                                                                 |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | Возможно ли определить содержание серебра этим методом в растворе для гальванического нанесения серебра из цианидных растворов? |  |
|  | 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. pH-метр и иономер; особенности их устройств, основные характеристики. Марки отечественных иономеров и pH-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 pH (водородный, сурьмяный, стеклянный).
7. Практическое измерение pH. Буферные растворы. Марки отечественных электродов для измерения pH и их основные характеристики. Настройка pH-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**

[illegible]

|                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Премия баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 3 балла                                                                                               |
| <b>Вторая контрольная точка</b> ..... <b>30 баллов</b>                                                                                                                                  |
| <b>Экзамен</b> – итоговое тестирование по теме ..... <b>40 баллов</b>                                                                                                                   |
| <b>Итого за семестр</b> ..... <b>100 баллов</b>                                                                                                                                         |
| <b>Примечание:</b> если не выполнена экспериментальная часть лабораторной работы, то лабораторная работа не может быть зачтена и зачет по данной дисциплине за триместр не выставляется |

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

| <b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>6.1. Рекомендуемая литература</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>Основная литература:</p> <p>1. Тягливый, А. С. Электрохимические методы анализа : учебное пособие / А. С. Тягливый. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. — 88 с. — ISBN 978-5-9275-3870-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/121893.html">https://www.iprbookshop.ru/121893.html</a></p> <p>Дополнительная литература:</p> <p>1. Потенциометрические и вольтамперометрические методы исследования и анализа : учебно-методическое пособие / Н. А. Малахова, А. В. Ивойлова, Н. Н. Малышева [и др.] ; под общ. ред. С. Ю. Сараевой ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. — 163 с. : схем., табл., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=697456">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=697456</a></p> |

### ПРИЛОЖЕНИЕ 4

| <b>9. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины (или модуля)</b> |                                                          |                              |                                             |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------|
| №п.п.                                                                      | Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (модуля) | Описание внесенных изменений | Реквизиты документа, утвердившего изменения |
| 1.                                                                         |                                                          |                              |                                             |
| 2.                                                                         |                                                          |                              |                                             |