

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

**Оценочные материалы по дисциплине**  
**«Б.1.3.1.1 Физико-химические методы анализа»**

направление подготовки  
18.03.01 «Химическая технология»

Профиль: «Технология химических и нефтегазовых производств»

## Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Физико-химические методы анализа» должна сформироваться компетенция ПК-3

Критерии определения сформированности компетенции на различных уровнях ее формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК-3	Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-4 <sub>ПК-3</sub> Способен использовать теоретические основы инструментальных методов анализа, химические и физические законы, термодинамические и физико-химические справочные данные, для решения профессиональных задач.	лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа	Письменный опрос, решение задач, вопросы для проведения зачета, тестовые задания, отчет по лабораторной работе

### Уровни освоения компетенции

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p><b>Знает:</b> содержание основных разделов, составляющих теоретические основы химии как системы знаний о веществах и химических процессах</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- учение о строении вещества, электронное строение атомов, основы теории химической связи и строения молекул, строение вещества в конденсированном состоянии</li> <li>- базовую терминологию, относящуюся к физико-химическим методам исследования,</li> <li>- классификацию методов</li> <li>- основные понятия и законы, лежащие в основе различных методов</li> </ul> <p><b>Умеет:</b> - проводить расчеты по уравнениям химических реакций на основе законов стехиометрии с использованием основных понятий и физических величин</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- свободно и правильно пользоваться химической терминологией</li> <li>- производить расчеты для приготовления растворов заданной концентрации,</li> <li>- продемонстрировать связь между различными физико-химическими методами исследования, структурой и свойствами веществ</li> </ul>

	<p><b>Владеет:</b> - обобщенными приемами исследовательской деятельности (постановка задачи в лабораторной работе или отдельном опыте, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементарными приемами работы в химической лаборатории и навыками обращения с веществом.</li> <li>- общими правилами техники безопасности при обращении с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими реактивами.</li> <li>- техникой химического эксперимента, техникой взвешивания на теххимических и аналитических весах, основными методами анализа, способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы).</li> </ul>
Повышенный (хорошо)	<p><b>Знает:</b> содержание основных разделов, составляющих теоретические основы химии как системы знаний о веществах и химических процессах базовую терминологию, относящуюся к физико-химическим методам исследования,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию методов</li> <li>- основные понятия и законы, лежащие в основе различных методов</li> </ul> <p><b>Умеет:</b> проводить расчеты по уравнениям химических реакций на основе законов стехиометрии с использованием основных понятий и физических величин</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- свободно и правильно пользоваться химической терминологией</li> <li>- демонстрировать связь между различными физико-химическими методами исследования, структурой и свойствами веществ</li> </ul> <p><b>Владеет:</b> - обобщенными приемами исследовательской деятельности (постановка задачи в лабораторной работе или отдельном опыте, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементарными приемами работы в химической лаборатории и навыками обращения с веществом.</li> <li>- общими правилами техники безопасности при обращении с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими реактивами.</li> </ul>
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p><b>Знает:</b> некоторое содержание основных разделов, составляющих теоретические основы химии как системы знаний о веществах и химических процессах</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приблизительно проводить расчеты по уравнениям химических реакций на основе законов стехиометрии с использованием основных понятий и физических величин. пользоваться химической терминологией</li> <li>- производить некоторые расчеты физико-химических величин</li> </ul> <p><b>Владеет:</b> некоторыми практическими навыками, обобщенными приемами исследовательской деятельности (постановка задачи в лабораторной работе или отдельном опыте, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементарными приемами работы в химической лаборатории и</li> </ul>

	<p>навыками обращения с веществом.  - общими правилами техники безопасности при обращении с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими реактивами.</p>
--	--

## **2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО**

### **2.1 Оценочные средства для текущего контроля Вопросы для письменного опроса**

**Тема 1. Методы исследования веществ - физические, химические и физико-химические. Общая характеристика и классификация методов.**

1. Общая характеристика инструментальных методов анализа (чувствительность, точность, достоинства, недостатки).
2. Классификация ФХМА.
3. Основные этапы любого анализа. Алгоритм пробоподготовки.
4. Понятие аналитического сигнала.
5. Основные законы химии, лежащие в основе физико-химического анализа.
6. Химические и физические методы анализа. Сравнительная характеристика.
7. Как проводят дробный и систематический анализ.
8. Прямые (метод градуировочного графика, метод стандартных добавок, метод сравнения со стандартом) и косвенные (титриметрические) способы измерения аналитических сигналов
9. Абсолютные (безэталонные) и относительные методы.
10. Виды аналитических сигналов, характеристики аналитических сигналов

**Тема 2. Оптические методы анализа. Рефрактометрия. Поляриметрия.**

1. Основы *спектроскопических методов* анализа.
2. Классификация спектроскопических методов.
3. Методы атомной спектроскопии. Качественный и количественный анализ по спектрам испускания.
4. Методы молекулярной спектроскопии. Классификация методов абсорбционной спектроскопии.
5. Методы количественного анализа в видимой области: метод градуировочного графика, метод добавок, метод сравнения со стандартом, метод молекулярного свойства, метод дифференциальной фотометрии.
6. Закон Бугера-Ламберта-Бера.

7. Показатель преломления и полное внутреннее отражение.
8. Молярная рефракция.
9. Мера поляризуемости молекул по Лоренц – Лорентцу.
10. Дифракционная дисперсия.
11. Приборы для измерений.
12. Основные рефрактометрические методики анализа.
13. Вращение плоскости поляризации. Удельное вращение, дисперсия оптического вращения.

### **Тема 3. Электрохимические методы анализа.**

1. Сущность электрохимических методов анализа. Основные понятия: электрохимическая ячейка, индикаторный электрод, электрод сравнения.
2. Электродный процесс, стадии электродного процесса.
3. Классификация *электрохимических методов* анализа.
4. Потенциометрические методы анализа: сущность метода, системы электродов. Требования к индикаторным электродам и электродам сравнения.
5. Потенциометрия с ионселективными электродами (ионометрия), потенциометрическое титрование.
6. Общая характеристика метода электрогравиметрии.
7. Вольтамперометрия. Сущность метода. Принципиальная схема установки. Электроды. Качественный и количественный полярографический анализ.
8. Амперометрия. Сущность метода, принципиальная схема установки. Выбор системы электродов, выбор потенциала индикаторного электрода.
9. Типы кривых титрования. Амперометрическое титрование с двумя индикаторными электродами. Метрологические характеристики метода.
10. Кулонометрия. Законы Фарадея. Варианты кулонометрии. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование.
11. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Высокочастотный вариант метода.

### **Задания для письменного опроса**

**Тема 1. Методы исследования веществ - физические, химические и физико-химические. Общая характеристика и классификация методов.**

Задание 1. Приведите классификацию физико-химических методов анализа.

Задание 2. Перечислите основные этапы качественного и количественного физико-химического анализа образца, содержащего органический компонент.

Задание 3. Какие существуют способы идентификации катионов и анионов с использованием инструментальных методов анализа.

Задание 4. На чем основаны химические методы анализа?

Задание 5. Приведите формулы основных законов лежащих в основе физико-химических методов анализа

Задание 6. Что такое аналитический сигнал? Каким образом его регистрируют в инструментальной области.

Задание 7. Опишите основные метрологические характеристики для приборов.

**Тема 2. Оптические методы анализа. Рефрактометрия. Поляриметрия.**

Задание 1. Опишите сущность спектроскопии.

Задание 2. Что такое электромагнитный спектр? Какие длины волн его составляют.

Задание 3. В чем различие между атомной спектроскопией и молекулярной адсорбционной спектроскопией?

Задание 4. Опишите поведение светового потока при УФ-облучении.

Задание 5. Опишите принцип работы простейшего спектрометра.

Задание 6. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Приведите графическую зависимость концентрации вещества от оптической плотности.

Задание 7. Оптическая плотность сульфосалицилата железа измеренная при  $\lambda=433$  нм в кювете с толщиной слоя 2 см, равно 0,15. Для реакции взято 4,0 мл  $5,82 \cdot 10^{-4}$  моль/л раствора железа и доведено до 50,0 мл. Вычислить значение молярного коэффициента поглощения полученного раствора при  $\lambda=433$  нм.

---

Задание 8. При определении марганца концентрации  $2,0 \cdot 10^{-5}$  моль/л в виде перманганата оптическая плотность равнялась 0,15. Измеряли её при  $\lambda=525$  нм в кювете с толщиной поглощающего слоя 3 см. Вычислить молярный коэффициент поглощения исследуемого раствора.

**Тема 3. Электрохимические методы анализа.**

Задание 1. Какие виды электродов используются при анализе тяжелых металлов.

Задание 2. Вычислить ЭДС гальванического элемента, построенного из следующих пар: 1)  $Zn | Zn^{2+} (0,001 \text{ моль/л}) || Cu^{2+} (0,1 \text{ моль/л}) | Cu$

2)  $Al | Al^{3+} (0,05 \text{ моль/л}) || Ag^{1+} (0,1 \text{ моль/л}) | Ag$

Задание 3. Кондуктометрические методы анализа. Сущность метода. Формулы.

Задание 4. Что такое активность сильного электролита и коэффициент активности? Каково его значение с точки зрения термодинамики? За счет чего можно увеличить коэффициент активности в растворе?

Задание 5. Для определения постоянной ячейки ее заполнили при 20°C 0,1 М раствором хлорида калия. Сопротивление составило 324,2 Ом. После заполнения ячейки 0,050 н раствором серной кислоты оно оказалось 1305,5 Ом. Определить эквивалентную электропроводность раствора серной кислоты. (удельная электропроводность 0,1 М раствора хлорида калия равна  $1,29 \cdot 10^{-2}$  См·см<sup>-2</sup>)

Задание 6. Для определения содержания меди в латуни навеску последней 0,1200 г растворили и после соответствующей обработки довели объем раствора до 50,0 мл. При снятии полярограммы полученного раствора высота волны оказалась равной 23,0 мм. При полярографировании четырех стандартных растворов меди получили следующие результаты:

$C_{Cu} \cdot 10^{-3}$ , г/л	0,5	1,0	1,5	2,0
h, мм	5,0	15,0	25,0	35,0

Построить градуировочный график и определить процентное содержание меди в анализируемом образце.

Задание 7. На каком расстоянии друг от друга расположены параллельные платиновые электроды площадью 2,00 см<sup>2</sup>, погруженные в 0,1 н AgNO<sub>3</sub>, если сопротивление объема раствора между электродами 100 Ом и эквивалентная электропроводность при данной концентрации 120,4 См·см<sup>2</sup> г-экв<sup>-1</sup>.

Задание 8. Типы электролитических ячеек и принципы их работы.

Задание 9. Для определения кадмия в сточной воде в сточной воде методом добавок 12,5 мл ее после соответствующей обработки разбавили до 250,0 мл. Для снятия полярограммы взяли 18,0 мл этого раствора. Высота волны оказалась равной 19,5. После добавки 3 мл 0,0430 н CdSO<sub>4</sub> высота волны увеличилась до 24,0 мм. Определить процентное содержание кадмия в сточной воде.

10. От каких факторов зависит значение окислительно-восстановительного потенциала? Напишите уравнение Нернста.

### Задания для выполнения лабораторных работ

Тема 2. Оптические методы анализа. Рефрактометрия.

**Лабораторная работа № 1. «Определение ионов меди, железа, никеля в различных средах».**

Задание 1. Основной закон светопоглощения. Физический смысл молярного коэффициента светопоглощения.

Задание 2. Какая графическая зависимость существует между поглощением раствора и длиной волны светового потока. Как она называется? Каким законом описывается эта зависимость?

Задание 3. На чем основан качественный и количественный фотометрический анализ?

Задание 4. Назовите основные достоинства и недостатки метода спектроскопии

Задание 5. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода.

### **Лабораторная работа № 2. «Определение рК двухцветного индикатора».**

Задание 1. Рассчитать кажущуюся константу диссоциации реактива НR, если при  $\text{pH} = 7,33$  суммарная величина оптической плотности  $A_{\text{см}}$  равна 0,44. В кислой среде при  $\text{pH} < 2$  оптическая плотность  $A_{\text{HR}}$  равна 0,02; в щелочной среде при  $\text{pH} > 11$  оптическая плотность  $A_{\text{R}}$  равна 0,70.

Задание 2. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера.

Задание 3. Зависимость оптической плотности окрашенных растворов от кислотности среды.

Задание 4. Фотоэффект и его законы.

Задание 5. Как проводится подбор светофильтров в фотоколориметрии?

Задание 6. Зависимость оптической плотности от длины волны, ее графическое изображение.

### **Лабораторная работа № 3. «Определение содержания Fe (III) в белых винах».**

Задание 1. Опишите схему пробоподготовки при анализе пищевых продуктов.

Задание 2. Опишите схему фотоэлектроколориметра КФК-3.

Задание 3. Принцип фотометрического титрования, его графическое выражение

Задание 4. Каковы возможности определения смеси двух красителей? Спектр поглощения.

Задание 5. Особенности дифференциальной колориметрии, ее практическое применение.

### **Лабораторная работа № 4. Определение содержания глюкозы в фармпрепаратах**

Задание 1. Принцип работы на рефрактометре. Устройство прибора.

Задание 2. Показатель преломления, его физический смысл.

Задание 3. От чего зависит показатель преломления?

Задание 4. Вычислить молярную экстракцию четыреххлористого углерода, если показатель преломления  $n_D^{20} = 1,4603$ , а плотность  $d_4^{20} = 1,6040$ . Сравнить най-



денную рефракцию с вычисленной по таблицам атомных рефракций и рефракций связей.

Задание 5. Что понимается под абсолютным и относительным показателем преломления света?

**Лабораторная работа № 5, 6 Идентификация органических веществ методом рефрактометрии», «Рефрактометрическое определение водорастворимых органических веществ»**

Задание 1. Перечислите способы идентификации органических веществ оптическими методами.

Задание 2. По какой константе проводят идентификацию углеводов?

Задание 3. Дайте понятие дисперсии вещества, Что служит мерой дисперсии? Молекулярная рефракция и ее математическое выражение.

Задание 4. Что такое удельная рефракция? Как она связана с молекулярной рефракцией?

Задание 5. Математическое выражение удельной рефракции вещества.

Задание 6. Что понимается под аддитивностью молекулярной рефракции? Ее практическое использование.

Задание 7. Как графически выражается зависимость показателя преломления от концентрации вещества?

Задание 8. Практическое применение рефрактометрического анализа, его особенности по сравнению с другими методами инструментального анализа.

*Тема 3. Электрохимические методы анализа.*

**Лабораторная работа № 7. «Определение рNa в водном растворе соли»**

Задание 1. Что такое показатель рNa? Приведите зависимости этого показателя от среды раствора.

Задание 2. Вычислить ЭДС гальванического элемента  
 $\text{Ni} | \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \text{ } 0,2\text{M}, \text{NH}_3 \text{ } 2\text{M} || \text{Hg}_2\text{Cl}_2 (\text{k}), \text{KCl } 0,1\text{M} | \text{Hg}$

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

Задание 4. Дайте понятие равновесного электродного потенциала, нормального и реального окислительного-восстановительного потенциала.

Задание 5. Математическое выражение зависимости равновесного потенциала электрода от концентрации ионов металла в растворе, от температуры.

**Лабораторная работа № 8. «Потенциометрическое титрование кислот»**

Задание 1. В чем сущность потенциометрического метода анализа?

Задание 2. Какие требования предъявляются к химическим (электрохимическим) реакциям?

Задание 3. Понятие о прямой потенциометрии, ее методах: рН-метрии, ионометрии.

Задание 4. Какие требования предъявляются к индикаторным электродам в потенциометрии

Задание 5. Опишите способ определения точки эквивалентности при потенциометрическом титровании фосфорной кислоты.

### **Лабораторная работа № 9. Определение содержания железа (II) в присутствии железа(III)».**

Задание 1. Опишите алгоритм действий при определении катионов металлов при совместном присутствии.

Задание 2. Как классифицируются электроды в потенциометрии? Приведите примеры.

Задание 3. Хлорсеребряный электрод, его характеристика, использование.

Задание 4. Привести принципиальную электрическую схему установки для потенциометрического титрования.

Задание 5. Уравнение Нернста и его значение для потенциометрии.

### **Лабораторная работа № 10. «Определение содержания ацетата цинка»**

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

Задание 2. Определить величину предельного диффузионного тока цинка, если

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

Задание 3. Электродвижущая сила Элемента Якоби - Даниеля, в котором концентрации ионов меди и цинка одинаковы, при  $18^\circ\text{C}$  равна  $1,100 \text{ В}$ . Вычислить ЭДС цепи, в которой концентрация  $\text{Cu}^{2+}$  равна  $0,5000 \text{ н}$ , а  $\text{Zn}^{2+} = 0,5000 \text{ н}$ .

Задание 4. Вычислить потенциал алюминиевого электрода в растворе, содержащем  $13,85 \text{ г}$  хлорида алюминия в  $500 \text{ мл}$  раствора, относительно водородного и насыщенного каломельного электрода при  $30^\circ\text{C}$ .

Задание 5. Два электрода площадью по  $4,00 \text{ см}^2$  опущены в  $20\%$  раствор хлорида кальция на расстоянии  $0,65 \text{ см}$  друг от друга. К ним приложена разность потенциалов  $0,565 \text{ В}$ . Определить силу тока в цепи.

## 2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

### Вопросы для зачета

1. Классификация физико-химических методов анализа
2. Эмиссионный спектральный анализ. Происхождение эмиссионных спектров.
3. Абсорбционный спектральный анализ. Происхождение спектров поглощения.
4. Основной закон светопоглощения Оптическая плотность раствора. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
5. Основы качественного и количественного абсорбционного анализа в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной области спектра.
6. Принципиальная схема установки для адсорбционного спектрального анализа. Источник света, монохроматоры, приемники света. Условия определения.
7. Основные приемы фотометрических определений: метод градуировочного графика и построение калибровочной кривой.
8. Метод молярного коэффициента поглощения, метод добавок.
9. Метод дифференциальной фотометрии.
10. Анализ смеси светопоглощающих веществ.
11. Фотометрическое титрование.
12. Определение константы диссоциации двухцветного индикатора.
13. Рефрактометрия.
14. Поляриметрия.
15. Люминесценция.
16. Рентгеноспектральные методы анализа.
17. Потенциометрия. Теоретические основы потенциометрического метода анализа.
18. Индикаторные электроды и электроды сравнения.
19. Электроды первого и второго рода.
20. Стандартный, равновесный и реальный электродный потенциал.
21. Насыщенный каломельный электрод. Хлорсеребряный электрод.
22. Индикаторные электроды, применяемые в различных типах химических реакций: нейтрализации, окисления-восстановления, осаждения и комплексообразования.
23. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование.
24. Кривые потенциометрического титрования. Способы нахождения точки эквивалентности.
25. Стекланный электрод. Уравнение Нернста для рН – метрии.
26. Ионоселективные электроды. Уравнение Никольского.
27. Примеры потенциометрических определений: определение рNa в водном растворе соли.
28. Определение константы диссоциации уксусной кислоты.
29. Потенциометрическое титрование кислот (виды кривых титрования).
30. Примеры определений с использованием методов окисления восстановления и осаждения.
31. Оборудование и приборы, применяемые в потенциометрическом анализе.

### задания к зачету по разделу «Вольтамперометрия»

1. Для восходящей части обратимой полярографической волны ( $c = 1,0 \cdot 10^{-3}$  М) при  $25^\circ\text{C}$  получены следующие данные:

$E, \text{ В}$	-0,395	-0,406	-0,422	-0,445
----------------	--------	--------	--------	--------

$I, \text{ мкА}$	0,56	1,13	2,20	3,40
------------------	------	------	------	------

Предельный диффузионный ток  $3,78 \text{ мкА}$ ,  $m = 1 \text{ мг/с}$ ,  $t = 1 \text{ с}$ . Какую информацию можно получить из этих данных?

2. На фоне  $0,1 \text{ М KNO}_3$   $\text{Pb(II)}$  образует на РКЭ волну с  $E_{1/2} = -0,405 \text{ В}$  (НКЭ). В присутствии органического лиганда  $\text{A}^-$  получены следующие данные

$c_{\text{A}}, \text{ М}$	0,020	0,060	0,1000	0,300
---------------------------	-------	-------	--------	-------

$E_{1/2}, \text{ В}$	-0,473	-0,507	-0,516	-0,547
----------------------	--------	--------	--------	--------

Каково соотношение металл : лиганд в комплексе, какова константа его устойчивости?

3. Диффузионный ток, измеренный при  $t = 5 \text{ с}$ , равен  $6,0 \text{ мкА}$ . Какова будет его величина при  $t = 3 \text{ с}$ ?

4. Диффузионный ток в  $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ М}$  растворе  $\text{M(II)}$  равен  $6,20 \text{ мкА}$ . Характеристики капилляра:  $m = 2 \text{ мг/с}$ ,  $t = 5 \text{ с}$ . Рассчитайте коэффициент диффузии  $\text{M(II)}$ .

5. На фоне  $1 \text{ М HCl}$   $\text{Cd(II)}$  образует волну с  $E_{1/2} = -0,64 \text{ В}$  (НКЭ). В  $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ М}$  растворе предельный диффузионный ток равен  $3,96 \text{ мкА}$  ( $m = 2,5 \text{ мг/с}$ ,  $t = 3,02 \text{ с}$ ). Рассчитайте константу диффузионного тока ( $K_d$ ) и коэффициент диффузии.

6. Полярограммы  $50,00 \text{ мл } 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ М}$  раствора  $\text{Cd(II)}$  снимали одну за другой в течение  $30 \text{ мин}$ . Предельный диффузионный ток равен  $4,0 \text{ мкА}$ . Рассчитайте долю  $\text{Cd(II)}$ , восстановившегося за это время до  $\text{Cd(0)}$ .

7. Ожидается, что в процессе восстановления кетона может участвовать один или два электрона. Для  $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ М}$  раствора кетона предельный диффузионный ток равен  $6,80 \text{ мкА}$  ( $D = 5 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ ,  $m = 2 \text{ мг/с}$ ,  $t = 5 \text{ с}$ ). Рассчитайте число электронов.

8. Каково соотношение высот: а) волн на классической подпрограмме; б) пиков на переменнo-токовой полярограмме восстановления  $\text{A(III)} \rightarrow \text{A(0)}$  и  $\text{B(II)} \rightarrow \text{B(0)}$  в смеси при равных концентрациях и  $D_{\text{A}} \approx D_{\text{B}}$ .

9. На фоне  $0,1 \text{ М NaClO}_4$  деполаризаторы  $\text{A(III)}$  и  $\text{B(II)}$  образуют обратимые волны с  $E_{1/2} = -0,05 \text{ В}$  и  $-0,30 \text{ В}$ . При добавлении  $\text{HCl}$  до конечной концентрации  $1 \text{ М}$  образуются хлоридные комплексы  $\text{A}$  ( $\lg \beta_1 = 3,05$ ;  $\lg \beta_2 = 5,8$ ;  $\lg \beta_3 = 7,85$ ;  $\lg \beta_4 = 9,05$ ). Какой из этих фонов пригоден для определения  $\text{A}$  и  $\text{B}$  в смеси 1:1: а) методом классической полярографии, б) методом переменнo-токовой полярографии?

10. На фоне  $0,1 \text{ М KNO}_3$  с  $\text{pH } 5,00$   $E_{1/2}$  для  $\text{Tl(I)}$  и  $\text{Pb(II)}$  равны  $-0,50 \text{ В}$  и  $-0,46 \text{ В}$ . Возможно ли их одновременное определение методом классической поляро-

графии: а) в этом фоне, б) после прибавления ЭДТА до концентрации 0,05 М (рН 5,00)?  $\lg\beta\text{PbY}_2^- = 18,0$ ;  $\alpha\text{Y}^{4-} = 3,5 \cdot 10^{-7}$  при рН 5,00.

11. Полярографически необходимо определять: а) содержание  $\text{CH}_2\text{O}$  и  $\text{CH}_3\text{CHO}$  в вине (50 проб ежедневно); б) содержание 2,4,4-тринитротолуола в образцах цемента (3-5 проб в месяц); в) содержание токсичного кетона в антибиотике (анализ проводят в лаборатории контроля качества на производственной линии). В каких случаях (и почему?) нужно использовать метод добавок, а в каких пригоден метод градуировочного графика?

12. Волна восстановления  $\text{CrO}_4^{2-}$  до  $\text{Cr(III)}$  имеет  $E_{1/2} = -0,30$  В, а волна восстановления  $\text{Cr(III)}$  до  $\text{Cr(0)}$  - 1,40 В. На полярограмме сточной воды предельный ток при - 0,70 В равен 10,5 мкА, а при - 1,80 В, 42,0 мкА. Рассчитайте соотношение концентраций  $\text{CrO}_4^{2-}$  и  $\text{Cr(III)}$  в анализируемой воде, приняв коэффициенты диффузии равными. Нарисуйте полярограмму.

### Задания к зачету по теме «Потенциометрия»

1. Вычислить потенциал медного электрода, помещенного в раствор нитрата меди, относительно насыщенного хлорсеребряного электрода, если в 150 мл раствора содержится 24,2 г  $\text{Cu(NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ .

2. Потенциал хингидронного электрода по отношению к нормальному каломельному электроду равен 0,170 В при 20°C. Вычислить рН раствора.

3. Вычислить потенциал водородного электрода, опущенного в раствор 0,5М  $\text{HCOOH}$ , на 50% оттитрованный  $\text{KOH}$ .

4. Вычислить потенциал платинового электрода, помещенного в раствор  $\text{FeSO}_4$ , на 99% оттитрованного раствором  $\text{KMnO}_4$ .

5. Э.д.с. гальванического элемента из платинового электрода в растворе, содержащем  $\text{Fe(III)}$  и  $\text{Fe(II)}$ , и насыщенного каломельного электрода (НКЭ) равна 0,558В. Каково соотношение  $\text{Fe(III)/Fe(II)}$ ?

6. Потенциал серебряного электрода в растворе соли серебра равен 0,434 В (относительно стандартного водородного электрода). Какова равновесная концентрация ионов серебра, если  $E^\circ_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}$  равен 0,799В?

7. Навеску массой 0,5000 г  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (молекулярная масса 278,05) растворили в 100 мл 1М  $\text{HCl}$ . Потенциал платинового электрода, погруженного в этот раствор равен 0,320 В (относительно насыщенного каломельного электрода). Рассчитать массовую долю (%)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  в препарате. Молекулярная масса  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  равна 399,88;  $E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}$  в 1М  $\text{HCl}$  равен 0,457 В.

8. Для измерения рН кислого раствора использовали ячейку: НКЭ ||  $\text{H}^+$  (хМ); хингидрон (нас.) Pt. В условиях эксперимента (25°C) э.д.с. ячейки равна 0,313 В. Каков рН анализируемого раствора, если  $E_{\text{НКЭ}} = 0,246$ В,  $E^\circ_{\text{Q,2H}^+/\text{H}_2\text{Q}} = 0,699$  В? (Q-хинон,  $\text{H}_2\text{Q}$ - гидрохинон).

9. Рассчитать потенциал стеклянного электрода в растворе при рН 5,0 по отношению к хлорсеребряному электроду.  $E^\circ$  стеклянного электрода при 20°C равен 0,358 В,  $E^\circ_{\text{хлорсеребр.}} = 0,201$ В.

10. Рассчитать концентрацию  $\text{Cl}^-$  в растворе, если хлорсеребряный электрод, погруженный в раствор, имеет потенциал (по отношению к

насыщенному каломельному электроду) равный 0,208 В. Для хлорсеребряного электрода  $E^\circ$  равен 0,290В.

11. Рассчитать потенциал платинового электрода (по насыщенному каломельному) в растворе  $\text{FeSO}_4$ , оттитрованном раствором  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  на 50%, на 90%, на 99% и на 101%; концентрация  $\text{HCl}$  - 1н.

12. Рассчитать потенциал серебряного электрода в растворе с активностью иодид-ионов, равной 1, и насыщенном  $\text{AgI}$ .

### **Задания к зачету по теме «Оптические методы анализа»**

1. Что служит критерием соблюдения основного закона светопоглощения? Какие причины вызывают отклонения от этого закона?
2. Какая разница между истинным и средним молярными коэффициентами поглощения?
3. Представьте графически зависимости: а)  $A=f(C)$ ;  $T=f(C)$ ;  $\epsilon=f(C)$ ;  $A=f(l)$ ;  $T=f(l)$ ;  $\epsilon=f(l)$ .
4. Показать, что любая линейная комбинация оптических плотностей при нескольких длинах волн, при которых вещество подчиняется основному закону светопоглощения, пропорциональна концентрации вещества в растворе.
5. Какую величину используют для сравнительной оценки чувствительности фотометрической реакции?
6. Какие фотометрические реакции используются для определения кремния, титана, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, меди? Укажите формулы фотометрируемых соединений.
7. В каких случаях следует измерять оптические плотности анализируемых растворов относительно растворителя, а в каких случаях – относительно растворов контрольного опыта?
8. В спектре  $\text{MnO}_4^-$  наблюдаются три полосы поглощения: 225 ( $\epsilon=3 \cdot 10^3$ ), 310 ( $\epsilon=1.5 \cdot 10^3$ ) и 528нм ( $\epsilon=2.9 \cdot 10^3$ ). Оцените возможность определения марганца в стали при указанных длинах волн, если растворение стали и окисление марганца проводят в азотной кислоте.
9. При фотометрическом определении железа и кобальта в виде тиоцианатных комплексов используют водно-ацетоновые или водно-этанольные среды. Почему прибавление ацетона (этанола) улучшает метрологические характеристики анализа?
10. Расчет относительной погрешности фотометрических измерений основан на формуле Туаймена-Латиана  $\Delta A/A=0.4343\Delta T/AT$ . При каких допущениях и как была получена эта формула?
11. Каковы оптимальные интервалы измерения величин пропускания и оптической плотности? Чем они определяются? При каком значении  $A$  относительная погрешность измерения оптической плотности минимальна?
12. В каких случаях применяется дифференциальный спектрофотометрический метод?
13. На использование каких законов основан спектрофотометрический метод определения констант равновесия?

Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме зачета:

а) оценка «зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на базовом уровне;

б) оценка «не зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценки «Не зачтено» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

- списывание;
- плагиат;
- фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Двухбалльная шкала	Зачтено	Обучающийся ответил на теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала. Выполнил лабораторные задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала
	Не зачтено	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении лабораторных заданий продемонстрировали недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

## 2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

### ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ПРАКТИКЕ

Компетенции<sup>1</sup>:

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.	<p>По цели - качественный и количественный анализ;                      По определяемому компоненту - изотопный, элементный, молекулярный, функциональный, фазовый;                      По природе метода – химический, физико-химический, физический;                      По физическим основам метода - гравиметрия, титриметрия, оптические, электрохимические, хроматографические, спектральные, магнитные, электронные.</p>	<p>Приведите общую классификацию методов анализа: по цели...., по определяемому компоненту..., по природе метода....., по физическим основам метода.</p>	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub> Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, основываясь на знании основных законов физической химии (химической термодинамики, химической кинетики, фазовых равновесий, электрохимии).

<sup>1</sup> Перечислить все компетенции, формируемые учебной дисциплиной



Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
2.	1. Методы разделения и концентрирования (экстракция, упаривание, маскирование, осаждение и др.); 2. Методы определения (методы качественного и количественного анализа) 3. Гибридные методы (хроматография, масс-спектрометрия)	Классификация по назначению методов анализа.	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
3.	а) Макрометод (> 0,1 г вещества) б) Полумикрометод (0,1-0,01 г вещества) в) Микрометод (0,01-0,001 г вещества) г) Ультрамикрометод ( $10^{-3}$ - $10^{-6}$ г)	Классификация по пределу обнаружения определяемого вещества	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
4.	1. Отбор пробы (представительная проба) 2. Пробоподготовка	Основные стадии выполнения анализа	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	(измельчение, растворение, сушка, определение мешающих примесей, разделение, концентрирование и др.) 3. Выбор метода и выполнение анализа 4. Математическая обработка результатов 5. Оценка достоверности результата			
5.	на способности вещества поглощать электромагнитные излучения оптического диапазона. В основе фотометрического анализа лежит избирательное поглощение света частицами (молекулами и ионами) вещества в растворе. При некоторых длинах волн свет поглощается интенсивно, а при некоторых	На чем основана фотометрия- молекулярная абсорбционная спектроскопия? Дайте развернутый ответ	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	– не поглощается совсем.			
6.	на сравнении интенсивности окраски исследуемого раствора с окраской раствора, концентрация которого неизвестна. Раствор с известной концентрацией называется стандартным или образцовым раствором. Этим методом можно анализировать лишь окрашенные растворы. Если раствор бесцветный, то в него добавляют реагент, образующий окрашенное соединение с исследуемым веществом (фотометрическая реакция)	На чем основан фотоколориметрический метод анализа? Какие у него ограничения?	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
7.	Хлор, бром, йод	Какие галогенид-ионы, можно определить при потенциометрическом титровании	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
		отдельно в растворе при совместном присутствии?		
8.	внутреннюю энергию	Сумма энергии теплового движения, внутри- и межмолекулярных взаимодействий, ядерной энергии представляет собой....	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
9.	в 2-4 раза	При повышении температуры на 10 <sup>0</sup> С по правилу Вант-Гоффа, скорость реакции увеличивается в...	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
10	Электрохимическим эквивалентом	Масса вещества, выделившегося на электроде в процессе электролиза при протекании единицы количества электричества является ....	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
11	1. числом Фарадея 2. кулоном	1. Количество электричества, которое нужно затратить на выделение 1 моля вещества в процессе электролиза называется... 2. Количество электричества, переносимое в 1 секунду при постоянной силе тока в 1 ампер, называется...	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
12	1. <b>длина волны (λ)</b> – расстояние между двумя максимумами волны, м, нм, мкм.  2. <b>частота (ν)</b> – число колебаний в 1 секунду,	Какими параметрами может быть охарактеризовано электромагнитное излучение?	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	<p>с<sup>-1</sup> или Гц.</p> <p>3. <b>волновое число</b> (<math>\bar{\nu}</math>) – число длин волн, приходящихся на 1 см пути излучения в вакууме, см<sup>-1</sup>.</p> <p>4. <b>энергия излучения</b> (E), Дж или эВ.</p>			
13	<p>важная характеристика раствора, называется оптической плотностью D:</p> $D = \lg \frac{I_0}{I} = -\lg T$	<p>Что является важной характеристикой раствора при прохождении через него электромагнитного излучения? Напишите формулу.</p>	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
14	<p>1. изменение степени диссоциации при разбавлении;</p> <p>2. изменение степени гидратации ионов;</p>	<p>Причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера....</p>	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	3. присутствие посторонних электролитов			
15	<p>1. <i>Метод калибровочного (градуировочного) графика.</i> Готовят серию из 5-8 стандартных растворов разных концентраций, измеряют их оптическую плотность, строят график в координатах <math>D-C</math>. Затем измеряют поглощение анализируемого раствора и по графику определяют его концентрацию.</p> <p>2. <i>Метод добавок.</i> К анализируемому раствору добавляют точную навеску вещества. Измерив оптическую плотность раствора с добавкой (<math>D</math>) и без добавки (<math>D_0</math>), рассчитывают концентрацию анализируемого раствора (<math>C_0</math>):</p>	<p>Опишите основные методы фотоколориметрического определения вещества в растворе.</p>	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	$C_0 = \frac{C \cdot D_0}{D}$ <p>3. Метод стандартных растворов. Оптическую плотность исследуемого раствора (<math>D_x</math>) сравнивают с оптической плотностью стандартного раствора (<math>D_{ст.}</math>) этого же вещества. Неизвестную концентрацию исследуемого раствора (<math>C_x</math>) рассчитывают по формуле:</p> $C_x = \frac{C_{ст.} \cdot D_x}{D_{ст.}}$			
16	<p>1. гальванический элемент, в котором энергия химических реакций преобразуется в энергию электрического тока</p> <p>2. электролитическая</p>	Типы электрохимических ячеек	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	ячейка, в которой химическая реакция протекает под воздействием внешнего электрического поля (работает как электролизёр).			
17	1. Редоксиметрия; 2. рН-метрия; 3. потенциометрическое титрование; 4. катионометрия; 5. анионометрия	Развитие современных методов потенциометрического анализа идёт по нескольким направлениям:.... (перечислите эти направления)	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
18	2) кулонометр	Электролитическая ячейка, в которой при замыкании цепи со 100%-ным выходом по току протекает электрохимическая реакция известной стехиометрии, называется... 1) кондуктометр 2) кулонометр 3) гальванометр 4) потенциостат	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
19	4) электроактивных веществ.	Прямая кулонометрия используется для определения... 1) электрогенерируемых веществ 2) электронеактивных веществ 3) поляризуемых веществ 4) электроактивных веществ	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
20	3), 4).	В потенциометрии аналитическим сигналом служат...	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>



Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции																
		1) количество электричества (Q), протекающего через электрохимическую ячейку 2) сила фарадеевского тока окисления (восстановления) вещества (I) 3) потенциала индикаторного электрода ( φ) 4) ЭДС гальванического элемента, состоящего из индикаторного электрода и электрода сравнения (E)																		
21	1), 2).	Ионоселективным называется электрод - 1) обратимый по иону, сорбируемому его твердой или жидкой мембраной 2) потенциал, которого линейно зависит от логарифма активности определяемого иона в растворе 3) обратимый по катиону, общему с материалом электрода (электрод I рода) 4) обратимый по аниону (электрод II рода)	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>																
22	4 мл.	При ориентировочном титровании с потенциометрической индикацией точки эквивалентности были получены следующие результаты <table border="1" data-bbox="568 1010 1671 1106"> <thead> <tr> <th>Объем титранта, мл</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ЭДС, мВ</td> <td>550</td> <td>520</td> <td>490</td> <td>390</td> <td>290</td> <td>260</td> <td>230</td> </tr> </tbody> </table> укажите с точностью до 1 мл объем титранта, соответствующий точке эквивалентности.	Объем титранта, мл	1	2	3	4	5	6	7	ЭДС, мВ	550	520	490	390	290	260	230	ПК-3	ИД-4 <sub>ПК-3</sub>
Объем титранта, мл	1	2	3	4	5	6	7													
ЭДС, мВ	550	520	490	390	290	260	230													