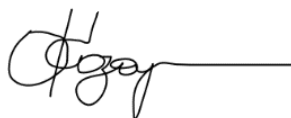


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий  
кафедрой  
физической  
химии



д.х.н., доц. О.А. Козадеров

12.04.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.10 Физическая химия**

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**  
04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия
  - 2. Профиль подготовки/специализация:** Фундаментальная химия в профессиональном образовании
  - 3. Квалификация выпускника:** Химик. Преподаватель химии.
  - 4. Форма обучения:** очная
  - 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** 1004 физической химии
  - 6. Составители программы:** Козадеров Олег Александрович, д.х.н., доц., Грушевская Светлана Николаевна, к.х.н., доц., Бобринская Елена Валерьевна, к.х.н., доц.
  - 7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета от 11.04.2024, протокол № 4.
  - 8. Учебный год:** 2025-2026                      **Семестр(ы):** 3, 4
-

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:*

- *формирование системы знаний о фундаментальных законах протекания физико-химических процессов и химических реакций;*
- *применение полученных знаний в научных и прикладных исследованиях.*

*Задачи учебной дисциплины:*

- *познакомить учащихся с основами химической и электрохимической термодинамики;*
- *сфокусировать внимание на учении о химическом и фазовом равновесии;*
- *дать основы учения о растворах, включая растворы электролитов;*
- *познакомить с основными понятиями и законами химической и электрохимической кинетики;*
- *познакомить с явлениями, протекающими на межфазных границах разных типов;*
- *вскрыть закономерности процессов массопереноса в физико-химических системах;*
- *показать возможности применения фундаментальных основ физической химии и электрохимии для решения практических задач в области физико-химического анализа, металлургии, энергетики, коррозионной защиты и синтеза новых функциональных материалов с заданными свойствами.*

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: обязательная часть блока 1.

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: уметь дифференцировать и интегрировать элементарные функции, знать специальные интегралы, основы линейной алгебры, квантовой механики, квантовой химии, молекулярной физики и классической термодинамики, применять знания о строении молекул.

Физическая химия является предшествующей для следующих дисциплин: «Теоретические основы электрохимических технологий», «Компьютерное моделирование электрохимических систем», «Методы неравновесной термодинамики в химии».

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

| Код   | Название компетенции                                                                                                                                                                              | Код(ы)                                | Индикатор(ы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1 | Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности                                                         | ОПК-1.1<br><br>ОПК-1.2<br><br>ОПК-1.3 | Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов.<br>Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.<br>Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности. | знать: основы физической химии и электрохимии;<br>уметь: применять теоретические основы термодинамики и кинетики при решении профессиональных задач;<br>иметь навыки: использования теоретических основ физической химии при решении экспериментальных задач.                             |
| ОПК-2 | Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности                                                                         | ОПК-2.1<br><br>ОПК-2.2<br><br>ОПК-2.3 | Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности<br><br>Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности<br><br>Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием современного научного оборудования                                                                                                                                                 | знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории<br>уметь: реализовать на практике основные методики физико-химического анализа; применять средства индивидуальной защиты<br>владеть: базовыми приемами предупреждения и ликвидации последствий аварийных ситуаций |
| ОПК-3 | Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения | ОПК-3.1<br><br>ОПК-3.2                | Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности<br><br>Использует стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач профессиональной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                  | знать: теоретические основы базовых методик физико-химического анализа<br>уметь: использовать теоретические основы физической химии и электрохимии при решении практических задач<br>владеть: базовыми методиками химической и электрохимической термодинамики и кинетики                 |

|       |                                                                                                                                                                                      |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-6 | Способен представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе             | ОПК-6.1<br><br>ОПК-6.2<br><br>ОПК-6.3<br><br>ОПК-6.4 | Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке<br><br>Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры<br><br>Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках<br>Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и английском языке | знать: современные требования библиографической культуры<br>уметь: представлять результаты работы в виде научной публикации и презентации на русском и английском языках<br>владеть: мультимедийной техникой, программным обеспечением                                                                                                                                                                                      |
| ПК-1  | Способен проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности  | ПК-1.1<br><br>ПК-1.2                                 | Обеспечивает сбор научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач<br><br>Составляет аналитический обзор собранной научной, технической и патентной информации по тематике исследовательского проекта                                                                                                                                                            | Знать: источники профессиональной информации.<br><br>Уметь: осуществлять поиск необходимой документации профессионального или производственного назначения.<br><br>Владеть: методиками сбора, систематизации и критического анализа научной, технической и патентной информации                                                                                                                                             |
| ПК-2  | Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии | ПК-2.1<br><br>ПК-2.2                                 | Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий<br><br>Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов                                                                                                                                                                                   | Знать: приоритетные направления исследований, проводимых в выбранной области.<br><br>Уметь: анализировать, интерпретировать и обобщать собственные результаты экспериментальной или расчетно-теоретической работы. Сопоставлять их с имеющимися в литературе.<br><br>Владеть: основными методами экспериментального и теоретического исследования в выбранной области. Навыками работы с современными средствами измерений. |

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 15 / 540.**

**Форма промежуточной аттестации – 3 семестр:** зачет, экзамен;

**4 семестр:** зачет, экзамен, курсовая работа

**13. Виды учебной работы**

| Вид учебной работы                                    |                        | Трудоемкость |              |     |     |
|-------------------------------------------------------|------------------------|--------------|--------------|-----|-----|
|                                                       |                        | Всего        | По семестрам |     |     |
|                                                       |                        |              | 3            | 4   | ... |
| Аудиторные занятия                                    |                        | 312          | 160          | 152 |     |
| в том числе:                                          | лекции                 | 104          | 50           | 54  |     |
|                                                       | практические           |              |              |     |     |
|                                                       | лабораторные           | 192          | 102          | 90  |     |
|                                                       | групповые консультации | 16           | 8            | 8   |     |
| Самостоятельная работа                                |                        | 156          | 92           | 64  |     |
| в том числе: курсовая работа                          |                        |              |              | +   |     |
| Форма промежуточной аттестации<br>(экзамен – 72 час.) |                        | 72           | 36           | 36  |     |
| Итого:                                                |                        | 540          | 288          | 252 |     |

## Содержание дисциплины

| п/п              | Наименование раздела дисциплины                                                        | Содержание раздела дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК* |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>1. Лекции</b> |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                             |
| 1.1              | Первый закон термодинамики. Термохимия.                                                | Предмет и задачи физической химии. Основные разделы. Термодинамический метод исследований. Химическая термодинамика. Термодинамические системы: определение, классификация. Термодинамические параметры состояния системы. Внутренние и внешние параметры. Экстенсивные и интенсивные параметры. Уравнение состояния. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Коэффициент сжимаемости. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическая температура. Принцип соответственных состояний. Вириальное уравнение состояния. Постулат о термодинамическом равновесии. Нулевой закон термодинамики. Термодинамический процесс. Самопроизвольные и несамопроизвольные, равновесные и неравновесные, обратимые (квазистатические) и необратимые процессы. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Теорема Эйлера. Функции состояния и функции процесса. Парциальные молярные величины. Постулат о существовании внутренней энергии. Теплота и работа. Первый закон термодинамики. Эквивалентность различных способов передачи энергии. Работа и теплота обратимого и необратимого процессов. Теплоемкость. Различные способы выражения теплоемкости. Применение первого закона к простейшим процессам с участием идеального газа. Энтальпия. Применение первого закона термодинамики к многокомпонентным закрытым системам. Калорические коэффициенты. Истинный и средний тепловой эффект химической реакции. Термохимия. Химическая переменная. Стандартные состояния. Закон Гесса и следствия из него. Стандартная теплота образования и сгорания веществ. Калориметрия. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа: приближенное и точное решение. Степенные ряды теплоемкости. | -                                                           |
| 1.2              | Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций | Направление самопроизвольных процессов. Постулат Томсона. Некомпенсированная теплота Клаузиуса. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Постулат о существовании энтропии – функции состояния и обобщенной силы в процессах теплообмена. Уравнение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Принцип возрастания энтропии. Статистическое толкование второго закона термодинамики. Термодинамическая вероятность. Уравнение Больцмана. Расчет изменения энтропии в различных процессах. Абсолютная энтропия вещества. Постулат Планка. Энтропия химической реакции. Обобщенное уравнение первого и второго законов термодинамики. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы. Критерии самопроизвольного протекания процессов и равновесия в закрытых системах. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Влияние температуры на термодинамические потенциалы. Термодинамические потенциалы идеального и реального газов. Летучесть, или фугитивность. Способы ее расчета и экспериментального определения. Термодинамические потенциалы в фазовых переходах. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Критерии самопроизвольного протекания процессов и равновесия в многокомпонентных системах. Химический потенциал. Расчет энергии Гиббса химической реакции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | -                                                           |

|     |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |
|-----|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1.3 | Термодинамика растворов и фазовых равновесий | <p>Термодинамическая классификация растворов. Идеальные растворы. Предельно разбавленные, атермальные, регулярные растворы. Химический потенциал компонента в растворе. Уравнение Гиббса-Дюгема. Законы Рауля и Генри. Активность. Коэффициент активности. Равновесие жидкость-пар. Законы Гиббса-Коновалова. Перегонка. Коллигативные свойства растворов. Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа. Законы растворимости. Уравнение Шредера. Закон Нернста. Экстракция. Основные понятия термодинамики фазовых равновесий. Составляющая и компонент. Фаза. Уравнение состояния фазы. Условие фазового равновесия. Вывод правила фаз Гиббса и вариантность системы. Графическое описание фазовых равновесий. Диаграмма состояния. Гетерогенные равновесия в однокомпонентных системах. Фазовые переходы первого и второго рода. Энергия Гиббса при фазовых превращениях в однокомпонентных системах. Термодинамический вывод диаграммы состояния однокомпонентной системы с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала. Термодинамика фазовых переходов индивидуальных веществ. Применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса для описания фазовых переходов и диаграмм состояния. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора. Полиморфные превращения в однокомпонентной системе. Гетерогенные равновесия в двухкомпонентных системах. Условия фазового равновесия. Двухфазное равновесие: двух-компонентные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов. Критическая температура растворимости. Двухкомпонентные системы с эвтектикой. Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах. Графическое представление состава тройных систем.</p> | - |
| 1.4 | Химическое равновесие                        | <p>Условия химического равновесия. Химическое сродство. Закон действующих масс. Константа равновесия. Изотерма химической реакции Вант-Гоффа. Энергии Гельмгольца и Гиббса химических реакций, их связь с константой равновесия. Равновесный выход продуктов химической реакции. Влияние давления на положение равновесия. Зависимость константы равновесия химической реакции от температуры. Уравнения изобары и изохоры химической реакции Вант-Гоффа. Третий закон термодинамики и следствия из него. Расчет константы равновесия реакции при заданной температуре. Метод Шварцмана-Темкина.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | - |
| 1.5 | Основы химической кинетики и катализа        | <p>Принципы химической кинетики. Феноменологическая кинетика. Скорость, порядок и молекулярность химической реакции. Кинетический закон действующих масс. Лимитирующая стадия. Кинетика простых и сложных химических реакций. Кинетические уравнения простых реакций нулевого, первого и второго порядка. Понятие о константе скорости. Способы ее расчета и экспериментального определения. Период полупревращения. Методы определения порядка реакции. Принцип квазистационарности Боденштейна-Семенова. Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Поверхность потенциальной энергии. Теория переходного состояния. Энтропия и энтальпия активации. Теория активных соударений. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям. Реакции в растворах. Катализ. Общие принципы катализа. Гомогенный катализ. Кислотно-основный и ферментативный катализ. Уравнение Бренстеда. Автокаталитические реакции. Гетерогенный катализ. Активность и селективность катализаторов. Энергия активации каталитических реакций. Теория мультиплетов Баландина. Теория активных ансамблей Кобозева.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | - |

|     |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                        |
|-----|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.6 | Равновесные процессы в растворах электролитов в     | <p>Предмет и задачи электрохимии. Химические и электрохимические процессы. Классическая теория электролитической диссоциации (Аррениус). Экспериментальные основы теории. Приложение закона действующих масс к процессу диссоциации в растворах. Недостатки теории Аррениуса.</p> <p>Механизмы образования растворов электролитов. Энергия кристаллической решетки. Энергия сольватации (гидратации) иона. Термодинамические функции образования ионов в растворах и их практическое определение.</p> <p>Межионные взаимодействия в растворах электролитов. Принципы термодинамического описания. Средний ионный коэффициент активности и средняя ионная активность. Выбор стандартного состояния. Правила Льюиса–Рендала. Правило Брэнстеда. Предпосылки и основные выводы теории растворов сильных электролитов Дебая–Хюккеля.</p> <p>Ионные равновесия в растворах электролитов. Состояние иона водорода в водных растворах. Основные положения теории кислот и оснований Брэнстеда–Лоури. Сопряженные кислотно-основные пары. Протолитическое и автопротолитическое равновесие. Константа кислотности и константа основности. Степень протолиза. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Кислотно-основные буферные растворы. Произведение растворимости и условие образования малорастворимых гидроксидов в растворах.</p> | <p>УЭМК<br/>«Физическая химия (2 семестр)»<br/><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084</a></p> |
| 1.7 | Ионный транспорт в растворах электролитов           | <p>Основные механизмы ионного транспорта (диффузия, миграция, конвекция). Поток. Плотность потока. Диффузионно-миграционный перенос. Электрохимический потенциал. Соотношение Нернста–Эйнштейна. Диффузия в растворах электролитов. Диффузионный потенциал.</p> <p>Электрическая проводимость растворов электролитов: удельная, молярная. Ионные подвижности. Предельные ионные подвижности. Закон Кольрауша и следствия из него. Правило Вальдена–Писаржевского. Аномальная электропроводность растворов. Влияние различных факторов на электропроводность растворов. Числа переноса ионов и методы их определения.</p> <p>Элементы теории электропроводности Дебая–Хюккеля–Онзагера. Электрофоретическое и релаксационное торможение. Эффекты Вина и Дебая–Фалькенгагена. Эффект Фарадея.</p> <p>Измерение электропроводности растворов с применением постоянного и переменного тока. Кондуктометрическое титрование.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>УЭМК<br/>«Физическая химия (2 семестр)»<br/><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084</a></p> |
| 1.8 | Термодинамика гетерогенных электрохимических систем | <p>Потенциалы, характеризующие электрическое состояние фазы: поверхностный, внешний, внутренний. Химический и электрохимический потенциалы частиц. Гальвани-потенциал. Вольт-потенциал. Условие электрохимического равновесия. Уравнение Нернста для равновесного гальвани-потенциала. Правильно разомкнутая цепь. Закон Вольты. Равновесие в электрохимической цепи. Основное уравнение электрохимической термодинамики. Правила записи электрохимической цепи. Уравнение Нернста для напряжения электрохимической цепи. Уравнение Гиббса–Гельмгольца для напряжения электрохимической цепи.</p> <p>Понятие электродного потенциала. Уравнение Нернста для равновесного электродного потенциала. Стандартный водородный электрод. Напряжение цепи, связь с потенциалами отдельных электродов. Анод и катод в электрохимической цепи и электролизере. Таблицы стандартных электродных потенциалов. Ряд напряжений металлов.</p> <p>Классификация электродов. Электроды I рода. Электроды II рода. Каломельный и хлоридсеребряный электроды. Окислительно-восстановительные электроды. Правило Лютера. Хингидронный электрод. Газовые электроды. Водородный электрод. Кислородный электрод. Диаграмма электрохимической устойчивости воды. Ионообменные</p>                                                                               | <p>УЭМК<br/>«Физическая химия (2 семестр)»<br/><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084</a></p> |

|                                                                   |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                   |                                                                                        | <p>мембраны и равновесие Доннана. Потенциал Доннана. Ионселективные электроды. Мембранный потенциал. Стекланный электрод.</p> <p>Диффузионный потенциал и методы его элиминирования.</p> <p>Классификация электрохимических цепей. Физические цепи. Концентрационные цепи без переноса и с переносом (жидкостным соединением). Химические цепи без переноса и с переносом (жидкостным соединением). Химические источники тока.</p> <p>Потенциометрия и ее возможности: определение чисел переноса и коэффициентов активности ионов, стандартных электродных потенциалов, произведения растворимости малорастворимых электролитов. Потенциометрическое титрование.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                        |
| 1.9                                                               | Кинетика электродных процессов. Электрохимическая коррозия металлов                    | <p>Законы Фарадея. Отклонения от законов Фарадея. Выход по току. Плотность тока – мера скорости электродной реакции. Поляризация электрода. Многостадийность электродных процессов. Лимитирующая стадия электродного процесса. Понятие о перенапряжении.</p> <p>Теория замедленного перехода заряда. Влияние потенциала на скорость перехода заряда. Уравнение Батлера–Фольмера. Коэффициенты переноса. Ток обмена. Вольтамперные характеристики (поляризационные кривые) электрода в случае замедленного перехода заряда. Уравнения Тафеля.</p> <p>Двойной электрический слой на границе металла и раствора. Емкость двойного электрического слоя. Адсорбция и электрокапиллярные кривые. Потенциал нулевого заряда. Уравнение Липпмана. Модельные представления о строении двойного электрического слоя.</p> <p>Электрохимическая коррозия металлов. Сопряженные парциальные анодно-катодные реакции. Потенциал коррозии. Ток коррозии. Диаграммы Эванса и их значение. Коррозия с водородной и с кислородной деполяризацией. Активное, пассивное и транспассивное состояние металла. Анодная и катодная защита. Протекторы. Ингибиторы коррозии.</p> | <p>УЭМК<br/>«Физическая химия (2 семестр)»<br/><a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084</a></p> |
| <b>2. Практические занятия</b><br>не предусмотрены учебным планом |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                        |
| <b>3. Лабораторные работы</b>                                     |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                        |
| 3.1                                                               | Первый закон термодинамики. Термохимия.                                                | <p>Определение теплоты диссоциации слабой кислоты</p> <p>Определение теплоты гидратации гидратации соли</p> <p>Определение теплоты окисления щавелевой кислоты</p> <p>Определение теплоты образования твердого раствора</p> <p>Определение теплостойкости жидких и твердых веществ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |
| 3.2                                                               | Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций | Измерение температурного коэффициента ЭДС                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                        |
| 3.3                                                               | Термодинамика растворов и фазовых равновесий                                           | <p>Криоскопия. Определение молярной массы вещества</p> <p>Криоскопия. Определение степени электролитической диссоциации</p> <p>Определение коэффициента распределения йода между органическим и неорганическим растворителями</p> <p>Двухкомпонентные системы с ограниченной растворимостью в жидком состоянии (система фенол-вода)</p> <p>Трехкомпонентные системы с ограниченной растворимостью в жидком состоянии</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                        |
| 3.4                                                               | Химическое равновесие                                                                  | Химическое равновесие в системе йодид калия – хлорид железа (III)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                        |
| 3.5                                                               | Основы химической кинетики и катализа                                                  | <p>Гомогенно-каталитическое окисление йодида калия персульфатом аммония</p> <p>Каталитическое разложение пероксида водорода</p> <p>Кинетика гидролиза уксусного ангидрида</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                        |

|                                                                                                                                                                                                         |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                                                                                                                                         |                                                                     | Кинетика растворения сульфата кальция в воде<br>Кинетика омыления этилацетата                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |
| 3.6                                                                                                                                                                                                     | Равновесные процессы в растворах электролитов                       | Определение ионного произведения воды<br>Нахождение констант образований одноядерных комплексов металлов<br>Определение концентрационной константы диссоциации слабой кислоты<br>Определение концентрационной константы гидролиза соли<br>Определение произведения растворимости труднорастворимой соли серебра<br>Определение произведения растворимости труднорастворимого гидроксида                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| 3.7                                                                                                                                                                                                     | Ионный транспорт в растворах электролитов                           | Измерение собственной электрической проводимости воды или водно-органического растворителя<br>Определение предельной молярной электропроводности сильного электролита<br>Проверка закона разбавления Оствальда<br>Определение константы диссоциации уксусной кислоты в разных растворителях<br>Кондуктометрическое титрование<br>Определение чисел переноса ионов методом движущейся границы<br>Определение чисел переноса ионов методом Гитторфа                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| 3.8                                                                                                                                                                                                     | Термодинамика гетерогенных электрохимических систем                 | Реализация электрода I рода и определение стандартного потенциала<br>Реализация электрода II рода и определение его стандартного потенциала<br>Реализация окислительно-восстановительного электрода и определение его стандартного потенциала<br>Газовый водородный электрод<br>Ионоселективный стеклянный электрод<br>Определение pH водного раствора потенциометрическим методом<br>Потенциометрическое титрование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |
| 3.9                                                                                                                                                                                                     | Кинетика электродных процессов. Электрохимическая коррозия металлов | Электролиз водных растворов электролитов<br>Изучение закономерностей анодного растворения меди в хлоридных электролитах<br>Изучение кинетики восстановления кислорода на стационарном медном электроде в кислых хлоридных или сульфатных растворах<br>Изучение кинетики восстановления кислорода на вращающемся дисковом электроде<br>Исследование работы коррозионного элемента<br>Измерение емкости ДЭС на твердом электроде при помощи моста переменного тока<br>Получение гальваностатической кривой заряжения Pt(Pt)-электрода в серной кислоте<br>Исследование адсорбции атомарного водорода на платинированной платине методом циклической линейной вольтамперометрии<br>Исследование влияния ингибиторов на кинетику анодных и катодных процессов на железе в кислой среде |  |
| * заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки. |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины  | Виды занятий (часов) |                        |              |                        |       |
|-------|-----------------------------------------|----------------------|------------------------|--------------|------------------------|-------|
|       |                                         | Лекции               | Групповые консультации | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1     | Первый закон термодинамики. Термохимия. | 12                   | 1                      | 20           | 20                     | 52    |

|   |                                                                                        |     |   |     |     |     |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|-----|-----|-----|
| 2 | Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций | 12  | 2 | 12  | 19  | 39  |
| 3 | Термодинамика растворов и фазовых равновесий                                           | 12  | 2 | 24  | 20  | 56  |
| 4 | Химическое равновесие                                                                  | 8   | 1 | 20  | 19  | 43  |
| 5 | Основы химической кинетики и катализа                                                  | 10  | 2 | 24  | 22  | 56  |
| 6 | Равновесные процессы в растворах электролитов                                          | 14  | 2 | 20  | 16  | 52  |
| 7 | Ионный транспорт в растворах электролитов                                              | 12  | 2 | 22  | 16  | 52  |
| 8 | Термодинамика гетерогенных электрохимических систем                                    | 16  | 2 | 24  | 16  | 58  |
| 9 | Кинетика электродных процессов. Электрохимическая коррозия металлов                    | 12  | 2 | 24  | 16  | 54  |
|   | Итого:                                                                                 | 104 | 0 | 192 | 156 | 468 |

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При освоении лекционного материала необходимо работать не только с конспектами лекций, но и с рекомендованной учебной и методической литературой. Лабораторные занятия по изучаемой дисциплине проводятся для 1) ознакомления с теоретической основой работы, 2) основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами, 3) выполнения экспериментальной части работы, 4) обработки экспериментальных результатов и предоставления их для предварительной проверки преподавателю.

Защита лабораторной работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.

Контроль освоения теоретического материала проводится после прослушивания студентами лекционного материала по каждой теме в виде коллоквиума.

К экзамену допускаются только студенты, выполнившие и отчитавшиеся по всем лабораторным работам, предусмотренным учебным планом.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

##### а) основная литература:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Еремин В.В. Основы общей и физической химии : учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений, обуч. по направлению «Химия» / В.В. Еремин, А.Я. Борщевский. –Долгопрудный : Интеллект, 2018. – 848с.                                                                                                                              |
| 2     | Дамаскин Б.Б. Электрохимия : [учебное пособие для студ., обуч. по направлению подгот. "Химия"] / Б.Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. — 670 с.                                                                                                                |
| 3     | Фазовые равновесия в многокомпонентных системах : учебное пособие / Г.В. Булидорова [и др.] .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. — 93 с. — ISBN 978-5-7882-1550-1. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=427849&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=427849&amp;sr=1</a> >. |
| 4     | Варенцов, В.К. Электрохимические системы и процессы / В.К. Варенцов ; Рогожников Н. А. ; Уваров Н. Ф. — Новосибирск : НГТУ, 2011. — 102 с. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228776">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228776</a> >.                                              |

**б) дополнительная литература:**

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5     | Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики : учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов / Е.Н. Еремин .— М. : Высшая школа, 1974 .— 340 с.                                                                             |
| 6     | Полторак О.М. Термодинамика в физической химии : учебник для хим. и хим.-технол. спец. вузов / О.М. Полторак .— М. : Высш. шк., 1991 .— 318 с.                                                                           |
| 7     | Стромберг А.Г. Физическая химия : Учебник для химических специальностей вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. : под ред. А.Г. Стромберга. — 7-е изд., испр. — М. : Высш. шк., 2009 .— 527 с.                            |
| 8     | Физическая химия : в 2 кн. / К. С. Краснов [и др.]. - Кн. 1: Строение вещества. Термодинамика .— 3-е изд., испр. — 2001 .— 511 с.                                                                                        |
| 9     | Физическая химия : В 2 кн. / К. С. Краснов [и др.]. - Кн. 2: Электрохимия. Химическая кинетика и катализ .— 3-е изд., испр. — 2001 .— 318 с.                                                                             |
| 10    | Эткинс П. Физическая химия : в 3-х частях / П.Эткинс, Дж. Де Паула. – Часть 1. Равновесная термодинамика. – М. : Мир, 2007. – 494с.                                                                                      |
| 11    | Бажин Н.М. Термодинамика для химиков : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности «Химия» / Н.М. Бажин, В.А. Иванченко, В.Н. Пармон. – 2-е перераб. И доп. – М. : Химия : КолосС, 2004. – 415с.                     |
| 12    | Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа : учеб. пособие для студ. хим. фак. ун-тов, обуч. по спец. 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / В.М. Байрамов. — М. : Academia, 2003 .— 251 с.              |
| 13    | Романовский Б.В. Основы химической кинетики / Б.В. Романовский. – М. : Экзамен, 2006. – 415с.                                                                                                                            |
| 14    | Еремин Е.Н. Основы химической кинетики : учебное пособие для студ. хим. фак. ун-тов / Е.Н. Еремин .— 2-е изд., доп. — М. : Высшая школа, 1976 .— 373 с. : ил., табл.                                                     |
| 15    | Дамаскин Б.Б. Основы теоретической электрохимии : учеб. пособие для студ. химич. спец. вузов / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий .— М. : Высшая школа, 1978 .— 238 с.                                                           |
| 16    | Дамаскин Б.Б. Введение в электрохимическую кинетику : учеб. пособие для студ. хим. спец. ун-тов / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий .— М. : Высшая школа, 1983 .— 399 с.                                                        |
| 17    | Багоцкий В.С. Основы электрохимии / В.С. Багоцкий. — М. : Химия, 1988 .— 399 с.                                                                                                                                          |
| 18    | Ротинян А.Л. Теоретическая электрохимия / А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина. — Л. : Химия, 1981 .— 422 с.                                                                                                       |
| 19    | Измайлов Н.А. Электрохимия растворов / Н.А. Измайлов .— 3-е изд., исправ .— М. : Химия, 1976 .— 488с.                                                                                                                    |
| 20    | Никольский Б.П. Ионоселективные электроды / Б.П. Никольский, Е.А. Матерова .— Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1980 .— 239 с.                                                                                               |
| 21    | Практикум по физической химии. Термодинамика : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направлению «Химия» и специальности «Химия» / Е.П.Агеев [и др.] : под ред. Е.П.Агеева, В.В. Лунина. – М. : Academia, 2010.- 218с. |
| 22    | Практические работы по физической химии : учеб. пособие / Ю. П. Акулова [и др.] ; Под ред. К.П. Мищенко и др. — 5-е изд., перераб. — СПб. : Профессия, 2002 .— 384 с.                                                    |
| 23    | Шаталов А.Я. Практикум по физической химии : учеб. пособие для студ. химич. и химико-технол. спец. вузов / А.Я. Шаталов, И.К. Маршаков .— М. : Высшая школа, 1975 .— 284с.                                               |
| 24    | Практикум по электрохимии : учеб. пособие для химич. спец. вузов / Б.Б. Дамаскин [и др.]. — М. : Высш.шк., 1991 .— 287 с.                                                                                                |
| 25    | Потенциометрия. Ч.4: Практикум по специальности 011000- Химия / сост.: А.В. Введенский [и др.]. — 2003 .— 79 с. (№ 720).                                                                                                 |
| 26    | Еремин В.В. Задачник по физической химии / В.В. Еремин [и др.] — М. : Экзамен, 2003. – 318 с.                                                                                                                            |
| 27    | Лабовиц, Л. Задачи по физической химии с решениями / под ред. Ю. В. Филиппова .— М. : Мир, 1972 .— 442 с.                                                                                                                |
| 28    | Физическая химия в вопросах и ответах: Кинетика. Электрохимия : учеб. пособие для студ. хим. спец. ун-тов / Е.М. Кузнецова [и др.]. — М. : Изд-во МГУ, 1981 .— 264 с.                                                    |
| 29    | Сборник задач по теоретической электрохимии : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Технология электрохимических производств" / под ред. Ф.И. Кукоза .— М. : Высшая школа, 1982 .— 159 с.                       |
| 30    | Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А.А. Равделя, А.И. Пономаревой . — М. : Вербум-М, 2008 .— 230 с.                                                                                                 |
| 31    | Добош Д. Электрохимические константы : справ. для электрохимиков / Д. Добош. — М. : Мир, 1980 .— 364 с.                                                                                                                  |
| 32    | Справочник по электрохимии / под ред. А.М. Сухотина .— Л. : Химия . Ленингр. отд-ние, 1981 .— 486 с.                                                                                                                     |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

|    |                                                                                                                                |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 33 | <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ                                                                   |
| 34 | УЭМК «Физическая химия 2к» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899</a> |
| 35 | УЭМК «Электрохимия» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084</a>        |

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**  
(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Сборник примеров и задач по электрохимии : учебное пособие / [А.В. Введенский и др.] .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2018 .— 204, [1] с.                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2     | Физическая химия : Рабочая программа курса для студ. хим. фак. по специальности "Химия" / Воронеж. гос. ун-т. каф. физ. химии; Сост.: А. В. Введенский [и др.] — Воронеж : Б.и., 2002 .— 16 с. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03019.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03019.pdf</a> >.                                                          |
| 3     | Практикум по физической химии : для студ. хим. фак. всех форм обучения / И.К. Маршаков [и др.]. Ч. 1: Химическая термодинамика .— 2002 .— 88 с. — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03023.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03023.pdf</a> >.                                                                                                       |
| 4     | Кинетика химических и электрохимических процессов. Электропроводность : практикум по спец. 011000- Химия / Сост.: А.В. Введенский [и др.] — Воронеж : ЛОП ВГУ, 2003. - Ч. 2 . — 82 с.(№ 648). — URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04053.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04053.pdf</a> >.                                                          |
| 5     | Равновесные электродные системы. Граница раздела заряженных фаз : практикум по спец. 011000- Химия / сост.: А.В. Введенский [и др.] .— Воронеж, 2003-. Ч. 3 / Сост.: А.В. Введенский, Е.В. Бобринская, И.В. Протасова, Н.В. Соцкая. — 79 с. : (№ 719) — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04059.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04059.pdf</a> >. |
| 6     | Сборник примеров и задач по физической химии : для студ. химич. фак. всех форм обучения / сост.: Кравченко Т. А., Введенский А.В., Козадеров О. А. - Ч.1: Химическая термодинамика .— 2002 .— 63 с. — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03021.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03021.pdf</a> >.                                                   |
| 7     | Сборник примеров и задач по физической химии : для студ. химич. фак. всех форм обучения / сост.: Введенский А.В., Кравченко Т.А., Козадеров О. А. - Ч.2: Химическая термодинамика .— 2002 .— 67 с. — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03022.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03022.pdf</a> >.                                                    |
| 8     | Сборник примеров и задач по электрохимии : учеб. пособие / сост.: А.В. Введенский [и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010. - Ч. 1: Равновесные процессы в растворах электролитов .— 39 с. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-03.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-03.pdf</a> >.                                                                        |
| 9     | Сборник примеров и задач по электрохимии : учеб. пособие / сост.: А.В. Введенский, С.А. Калужина, Т.А. Кравченко [и др.] . — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010. - Ч. 2: Ионный транспорт. Кулонометрия .— 60 с. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-04.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-04.pdf</a> >.                                                       |
| 10    | Сборник примеров и задач по электрохимии : учебное пособие / сост.: А.В. Введенский [и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010. - Ч. 3: Равновесные электродные системы .— 66 с.                                                                                                                                                                                                                         |

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения и различные дистанционные образовательные технологии, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Проектор, ноутбук, экран, реактивы и химическая посуда, доска ученическая, шкаф вытяжной, водяная баня, термостат, комплексная лаборатория по физической химии (термодинамики и кинетика), весы аналитические, иономеры, сушильный шкаф, аквадистиллятор.

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля)                                               | Компетенция(и)                          | Индикатор(ы) достижения компетенции                                                                                                        | Оценочные средства                                              |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1.    | Первый закон термодинамики. Термохимия.                                                | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-3                 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-3.3, ОПК-3.1, ОПК- 3.2                                                                    | Контрольная работа №1<br>Лабораторные работы                    |
| 2.    | Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-3                 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК- 3.2                                                                    | Комплект тестов №1 Контрольная работа №1<br>Лабораторные работы |
| 3     | Термодинамика растворов и фазовых равновесий                                           | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-3                 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК- 3.2                                                                    | Комплект тестов №1 Контрольная работа №1<br>Лабораторные работы |
| 4     | Химическое равновесие                                                                  | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-3                 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК- 3.2                                                                    | Комплект тестов №1 Контрольная работа №1<br>Лабораторные работы |
| 5     | Основы химической кинетики и катализа                                                  | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-3                 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК- 3.2                                                                    | Комплект тестов №2 Контрольная работа №2<br>Лабораторные работы |
| 6     | Равновесные процессы в растворах электролитов                                          | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-3                 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК- 3.2                                                                    | Комплект тестов №2 Контрольная работа №2<br>Лабораторные работы |
| 7     | Ионный транспорт в растворах электролитов                                              | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-3                 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК- 3.2                                                                    | Комплект тестов №2 Контрольная работа №2<br>Лабораторные работы |
| 8     | Термодинамика гетерогенных электрохимических систем                                    | ОПК-1<br>ОПК-2<br>ОПК-3<br>ПК-1<br>ПК-2 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4; ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2 | Комплект тестов №2 Контрольная работа №2<br>Курсовая работа     |

|                                                             |                                                                        |                        |                        |                                                                                                                                              |                                                                                |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 9                                                           | Кинетика электродных процессов.<br>Электрохимическая коррозия металлов | ОПК-1<br>ОПК-3<br>ПК-1 | ОПК-2<br>ОПК-6<br>ПК-2 | ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК-6.4<br>ПК-1.1; ПК-1.2; ПК-2.1; ПК-2.2 | Контрольная работа №2<br>Курсовая работа                                       |
| Промежуточная аттестация<br>форма контроля – зачет, экзамен |                                                                        |                        |                        |                                                                                                                                              | Комплект тестов №1<br>Комплект тестов №2<br>Комплект КИМ №1<br>Комплект КИМ №2 |

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа, доклады); письменных работ (контрольные, лабораторные работы); тестирования; оценки результатов практической деятельности (курсовая работа). Критерии оценивания приведены ниже. Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

*Перечень тем коллоквиумов или тестовых заданий:*

**3 семестр:** «Первое начало термодинамики. Термохимия»; «Второе начало термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций»; «Термодинамика растворов»; «Химическое и фазовое равновесие»

**4 семестр:** «Равновесные процессы в растворах электролитов»; «Ионный транспорт в растворах электролитов»; «Термодинамика гетерогенных электродных систем»; «Кинетика электродных процессов. Электрохимическая коррозия металлов»

Если коллоквиум по теме проходит в устной форме, то преподаватель, проводящий лабораторные занятия, предупреждает о проведении коллоквиума минимум за неделю до его прохождения. Коллоквиум проводится после того, как по данной теме прочитан лекционный материал. По выбору преподавателя коллоквиум может быть оценен как: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно», или как «зачтено» / «незачтено». Оценка за коллоквиум, наряду с баллами, полученными студентом при выполнении, оформлении и отчете по лабораторным работам учитываются при выставлении результирующей оценки при проведении промежуточной аттестации (экзамена).

#### Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при текущем контроле успеваемости

| Критерии оценивания текущей успеваемости                                                                                                                                                                                                     | Шкала оценок                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами по данному разделу физической химии или электрохимии, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, применять теоретические знания для решения практических задач.             | Отлично<br>(Зачтено)                |
| Обучающийся владеет теоретическими основами по данному разделу физической химии или электрохимии, но при ответе допускает ошибки, которые способен исправить.                                                                                | Хорошо<br>(Зачтено)                 |
| Обучающийся владеет частично теоретическими основами по данному разделу физической химии или электрохимии, знает основные понятия и определения, но испытывает трудности при применении теоретических знаний для решения практических задач. | Удовлетворительно<br>(Зачтено)      |
| Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания теоретических основ по данному разделу физической химии или электрохимии, допускает грубые ошибки при применении теоретических знаний для решения практических задач.             | Неудовлетворительно<br>(Не зачтено) |

Если контроль текущей успеваемости проходит в форме тестов, то «зачтено» ставится, если студент дает > 80 % правильных ответов на вопросы теста.

## Комплект тестов № 1

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии

д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Дисциплина Физическая химия

Форма обучения очная

Вид контроля тест

Вид аттестации текущая

### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Аналитическое выражение первого начала термодинамики в дифференциальной форме может быть записано следующим образом:

$$\delta Q = dU + \delta W .$$

Объясните, почему для элементарных приращений  $Q, U, W$  используются разные символы.

2. Докажите, что теплота и работа являются функциями процесса. В каком из процессов работа расширения идеального газа будет больше:
- а) в изотермическом;
  - б) в адиабатическом.
3. Почему существует различие между тепловыми эффектами химических реакций при постоянном давлении и постоянном объеме?
4. Энтальпия химической реакции равна ее теплоте при постоянстве:
- а)  $V, T$ ;
  - б)  $P, T$ ;
  - в) иные параметры и их сочетания;
  - г) никогда не равна.
5. Отношение  $C_p/C_v$  всегда:
- а) больше единицы;
  - б) меньше единицы;
  - в) равно единице.
6. Тепловой эффект химической реакции с ростом температуры:
- а) всегда повышается;
  - б) всегда убывает;
  - в) не изменяется;
  - г) может как повышаться, так и убывать.
7. Для какой-то соли энергия разрушения кристаллической решетки больше, чем суммарная теплота сольватации катиона и аниона (по модулю). Процесс растворения соли:
- а) экзотермичен;
  - б) эндотермичен;
  - в) тепловой эффект отсутствует.
8. Почему теплота нейтрализации сильных кислот одинакова, но отличается от теплоты нейтрализации слабых кислот?
9. Докажите, что для моля идеального газа  $C_p - C_v = R$ .

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля тест  
Вид аттестации текущая

### Контрольно-измерительный материал № 2

1. Энтропия самопроизвольного процесса в изолированной системе:  
а) повышается;  
б) убывает;  
в) не изменяется.
2. При изотермическом смешении газов энтропия:  
а) повышается;  
б) убывает;  
в) не изменяется.
3. Что больше энтропия 1 моль кристаллического вещества или энтропия 1 моль его паров при той же температуре?
4. При изотермическом расширении идеального газа внутренняя энергия, как известно, остается постоянной. Тогда, согласно 1 началу термодинамики,  $Q = W$ , т.е. вся теплота, подводимая к газу, переходит в работу. Не противоречит ли этот вывод 2 началу термодинамики, утверждающему невозможность полного превращения теплоты в работу?
5. О возможности протекания химической реакции в закрытой системе при  $P; T = \text{Const}$  следует судить по знаку изменения:  
а) энтропии;  
б) энтальпии;  
в) энергии Гиббса.
6. Покажите общий вид зависимости энергии Гиббса от естественных переменных.
7. Энергия Гиббса в ходе самопроизвольной химической реакции при  $P; T = \text{Const}$ :  
а) повышается;  
б) убывает;  
в) не изменяется.
8. При постоянстве каких параметров убыль энтальпии химической реакции равна ее максимальной полезной работе:  
а)  $V, S$ ;  
б)  $P, S$ ;  
в) иные параметры и их сочетания.
9. В чем сходство и различия понятий: функция состояния, характеристическая функция, термодинамический потенциал?

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля тест  
Вид аттестации текущая

### Контрольно-измерительный материал № 3

1. Стандартный химический потенциал компонента определяется:  
а) температурой  $T$ ;  
б) давлением  $P$ ;  
в) активностью (концентрацией);  
г) сочетанием этих параметров.
2. Справедливо ли уравнение Гиббса-Дюгема для химических потенциалов?
3. В процессе осмоса через полупроницаемую мембрану проникает:  
а) растворенное вещество;

- б) растворитель;  
в) раствор.
4. Как изменяется химический потенциал компонента в процессе самопроизвольного перехода из одной фазы в другую в гетерогенной системе:  
а) повышается;  
б) убывает;  
в) не изменяется.
5. В каком случае растворимость газа в жидкости больше:  
а) в идеальном растворе;  
б) при положительных отклонениях от идеальности;  
в) при отрицательных отклонениях от идеальности.
6. Для раствора вещества А в растворителе В верен закон Генри. Как связаны между собой стандартные химические потенциалы вещества А в паровой и жидкой фазах?
7. На диаграмме состояния температура-состав двухкомпонентной системы имеются точки, для которых степень свободы равна двум. Какому числу равновесных фаз она отвечает:  
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
8. Почему кривая сублимации на Р-Т диаграмме однокомпонентной системы всегда круче, чем кривая испарения?
9. Почему наблюдается криоскопический эффект?

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля тест  
Вид аттестации текущая

#### Контрольно-измерительный материал № 4

1. Как энергия Гиббса химической реакции изменяется с ростом активности (концентрации) исходных веществ:  
а) повышается;  
б) убывает;  
в) не изменяется.
2. Как энергия Гиббса химической реакции изменяется с ростом температуры:  
а) повышается;  
б) убывает;  
в) не изменяется;  
г) может меняться сложным образом.
3. Константа равновесия химической реакции с ростом термодинамической активности исходных веществ:  
а) повышается;  
б) убывает;  
в) не изменяется.
4. Константа равновесия химической реакции изменяется с ростом температуры:  
а) повышается;  
б) убывает;  
в) не изменяется;  
г) ответ зависит от знака теплового эффекта.
5. С ростом концентрации реагентов равновесный выход продуктов химической реакции:  
а) повышается;  
б) убывает;  
в) не изменяется.
6. С увеличением давления равновесный выход продуктов химической реакции:  
а) повышается;  
б) снижается;  
в) не меняется;  
г) меняется более сложным образом.
7. Как и в каких реакциях давление может повлиять на выход продуктов?
8. Всегда ли существует различие между константами равновесия  $K_p$  и  $K_c$ ?
9. Напишите выражения для закона действия масс.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Е.В. Бобринская

Направление подготовки / специальность 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля тест  
Вид аттестации текущая

### Контрольно-измерительный материал № 5

1. Для самопроизвольного течения химической реакции необходимо, чтобы произведение химического сродства  $A$  и скорости реакции  $V$  было:
  - а) равно нулю;
  - б) больше нуля;
  - в) меньше нуля.
- 2.. Для характеристики равновесия химической реакции необходимо выполнение условия  $A \cdot V = 0$ , где  $A$  - химическое сродство,  $V$  - скорость химической реакции. Каким требованиям это условие соответствует:
  - а)  $A > 0, V = 0$ ;
  - б)  $A = 0, V > 0$ ;
  - в)  $A = 0, V = 0$ .
3. Энергия активации химической реакции с ростом температуры:
  - а) всегда повышается;
  - б) всегда убывает;
  - в) не изменяется;
  - г) может меняться более сложным образом.
4. Скорость химической реакции при увеличении ее энергии активации:
  - а) повышается;
  - б) убывает;
  - в) не изменяется.
5. Химическая реакция протекает через последовательные стадии. Скорость реакции в целом определяется параметрами:
  - а) самой быстрой стадии;
  - б) самой медленной стадии;
  - в) не зависит от параметров отдельных стадий.
6. Какая стадия считается лимитирующей в системах параллельных и последовательных реакций?
7. Может ли порядок реакции быть нулевым, дробным, отрицательным?
8. Обсудите правильность утверждения; поскольку катализатор не записывается как реагент в суммарном стехиометрическом уравнении химической реакции, концентрация катализатора не может входить в кинетическое уравнение.
9. Какова роль макрокинетических процессов в гетерогенном катализе?

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Е.В. Бобринская

## Комплект тестов № 2

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Дисциплина Физическая химия

Форма обучения очная

Вид контроля тест

Вид аттестации текущая

### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Какое из утверждений неверно:  
а) внутренний потенциал фазы суммируется из внешнего и поверхностного;  
б) внешний потенциал фазы суммируется из внутреннего и Гальвани-потенциала на границе фаз;  
в) Гальвани-потенциал на границе фаз суммируется из Вольта-потенциала и скачка двух поверхностных потенциалов.
2. Какая из ячеек для определения чисел переноса ионов методом Гитторфа обязательно требует определения пропущенного электрического заряда:  
а) с Cu-анодом и Pt-катодом;  
б) с Pt-анодом и Pt-катодом;  
в) обе;  
г) ни одна не требует.
3. В сольватной оболочке какого из двух ионов с  $z_1 = z_2$  содержится большее число молекул растворителя:  
а) у иона с большим кристаллохимическим радиусом;  
б) у иона с меньшим кристаллохимическим радиусом;  
в) не зависит от размера иона.
4. Какое из утверждений верно:  
а) двойной электрический слой возникает из-за появления Гальвани-потенциала на границе фаз;  
б) Гальвани-потенциал возникает в ходе пространственного разделения электрических зарядов на границе фаз;  
в) оба верны.
5. Процесс электролитической диссоциации соли описывается уравнением:  $KA = \nu_+ K^{z_+} + \nu_- A^{z_-}$  Какая термодинамическая активность может быть оценена экспериментально:  
а) соли ( $a_s$ );  
б) средне-ионная ( $a_{\pm}$ );  
в) катиона ( $a_+$ ) или аниона ( $a_-$ ).
6. Какая из систем представляет равновесный окислительно-восстановительный электрод:  
а) Cu | Cu<sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup>;  
б) Pt | Cu<sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup>;  
в) Pt | Ag<sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup>.
7. В теории Дебая-Хюккеля средне-ионного коэффициента активности размер "ионной атмосферы" (дебаевский радиус экранирования) с ростом концентрации ионов:  
а) падает;  
б) растёт;  
в) не изменяется.
8. Напряжение цепи  $M_1 | L_1 || L_2 | M_2$  больше нуля, а цепи  $M_2 | L_2 || L_1 | M_1$  меньше нуля. Какая из цепей записана верно:  
а) первая;  
б) вторая;  
в) ни одна.
9. При 298 К ионные произведения воды и этилового спирта  $K_w(H_2O) = 10^{-14}$  и  $K_w(C_2H_5OH) = 10^{-20}$ . В нейтральном водном и этанольном растворах одинаковой концентрации какой-либо сильной соли:  
а)  $pH(H_2O) > pH(C_2H_5OH)$ ;  
б)  $pH(H_2O) < pH(C_2H_5OH)$ ;  
в)  $pH(H_2O) = pH(C_2H_5OH)$ ;
10. Какое из следующих выражений не является уравнением Гиббса-Гельмгольца:

а)  $\Delta H = \Delta G - T\Delta S$ ;      б)  $\Delta H = -zFE + zFT \left( \frac{dE}{dT} \right)_P$ ;      в) оба.

11. Молярная электропроводность раствора электролита увеличивается с ростом температуры. Это обусловлено главным образом:

- а) изменением механизма переноса ионов;  
б) снижением кинематической вязкости;  
в) изменением диэлектрической проницаемости.

12. Ток обмена электрохимической  $Ox, Red$ -реакции:

- а) не зависит от активностей реагентов;  
б) зависит от активности обоих реагентов;  
в) зависит от активности лишь одного из реагентов.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

Направление подготовки / специальность 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля тест  
Вид аттестации текущая

### Контрольно-измерительный материал № 2

1. Константа и степень диссоциации электролитической диссоциации слабого электролита связаны соотношением:  $K = \alpha^2 C / (1 - \alpha)$ . По мере роста концентрации раствора  $C$  что произойдет с  $K$ :  
а) увеличится;                      б) уменьшится;                      в) не изменится.
2. При диффузии катиона и аниона в водном растворе сильного электролита скорости движения ионов очень быстро выравниваются. Это связано:  
а) с выравниванием коэффициентов диффузии ионов;  
б) с выравниванием их коэффициентов трения;  
в) с наложением миграционного потока, вызванного градиентом диффузионного потенциала, на диффузионный поток;  
г) с образованием ионных двойников.
3. В каких растворителях ионы  $H_3O^+$  и  $OH^-$  не обладают аномально высокой электропроводностью:  
а) протофильных;                      б) протогенных;                      в) апротонных.
4. Возникает ли двойной электрический слой на границе платины с абсолютно чистой водой:  
а) да;                      б) нет;                      в) возникает, но быстро исчезает.
5. Какой из параметров гидратации отдельного иона может быть определен экспериментально:  
а) реальная теплота гидратации;  
б) химическая теплота гидратации;  
в) ни один.
6. Потенциал какого из электродов не зависит от pH среды:  
а) водородного;  
б) хингидронного;  
в) каломельного;  
г) стеклянного.
7. Какое из условий выбора стандартного состояния для компонентов раствора электролита является верным:  
а)  $a_{\pm}^0 \neq a_+^0 = a_-^0$ ;                      б)  $a_{\pm}^0 = a_+^0 \neq a_-^0$ ;  
в)  $a_{\pm}^0 = a_+^0 = a_-^0$ ;                      г)  $a_{\pm}^0 \neq a_+^0 \neq a_-^0$ .
8. На основе какого соединения может быть изготовлен электрод II рода, обратимый по ионам  $Br^-$ :  
а)  $LiBr$ ;                      б)  $KBr$ ;                      в)  $AgBr$ .
9. Для раствора 1 моль/л  $Na_2SO_4$  + 1 моль/л  $H_2SO_4$  ионная сила равна:  
а) 4 моль/л;                      б) 5 моль/л;                      в) 6 моль/л.
10. Какое из выражений дает величину Гальвани-потенциала на границе фаз, если на ней идет электрохимическая реакция:  
$$а) g_{\alpha/\beta} = -\frac{1}{zF} \left[ \sum_i (\tilde{\mu}_i v_i)^\beta - \sum_i (\tilde{\mu}_i v_i)^\alpha \right] \qquad б) g_{\alpha/\beta} = -\frac{1}{zF} \left[ \sum_i (\mu_i v_i)^\beta - \sum_i (\mu_i v_i)^\alpha \right]$$
$$в) g_{\alpha/\beta} = -\frac{1}{zF} \left[ \sum_i (\tilde{\mu}_i)^\beta - \sum_i (\tilde{\mu}_i)^\alpha \right]$$
11. Стандартный электродный потенциал водородного электрода полагают равным нулю при:  
а)  $T=0\text{ К}$                       б)  $T=298\text{ К}$                       в) любых  $T$ .
12. Удельная электропроводность водного раствора сильного электролита с ростом его концентрации вначале растет, а затем снижается. Появление участка снижения обусловлено:  
а) изменением механизма миграционного переноса;  
б) изменением числа носителей заряда;  
в) нарастающим влиянием межионных взаимодействий.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

Направление подготовки / специальность 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля тест  
Вид аттестации текущая

### Контрольно-измерительный материал № 3

1. Энергия какого из межчастичных взаимодействий в растворе электролита наиболее резко зависит от расстояния между частицами:  
а) диполь-дипольного;  
б) ион-дипольного;  
в) ион-ионного.
2. Ион-ионное взаимодействие при диффузии ионов в растворе электролита:  
а) проявляется сильнее, чем при миграции;  
б) проявляется слабее, чем при миграции;  
в) вообще не играет роли.
3. Различаются ли напряжения электрохимических цепей:  
(-) Pt | M<sub>1</sub> | L | M<sub>2</sub>, Pt (+) и (-) Pt | M<sub>2</sub> | M<sub>1</sub> | L | M<sub>2</sub>, Pt (+)  
а) да;  
б) нет;  
в) различаются по знаку, но не по величине;  
г) различаются как по знаку, так и по величине.
4. Различие между химическим и электрохимическим потенциалами ионов i-го сорта обязательно нужно учитывать при описании равновесных процессов:  
а) в объеме раствора электролита;  
б) на границе раздела проводящих фаз;  
в) в обоих случаях.
5. Электродом I рода является:  
а) Ag | AgCl | Cl<sup>-</sup>; б) H<sup>+</sup> | H<sub>2</sub>; в) Ag<sup>+</sup> | Ag; г) Cu<sup>2+</sup> | Cu<sup>+</sup>.
6. Коэффициент активности иона с ростом его концентрации в растворе:  
а) всегда повышается;  
б) всегда убывает;  
в) не изменяется;  
г) снижается, а затем возрастает.
7. Средняя энергия каких взаимодействий является объектом расчета в теории Дебая-Хюккеля:  
а) ион-ионных; б) ион-дипольных; в) диполь-дипольных.
8. Буферным действием обладает смесь оксалата калия с :  
а) соляной кислотой; б) лимонной кислотой;  
в) щавелевой кислотой; г) уксусной кислотой.
9. В реакции протолитического равновесия CH<sub>3</sub>COOH + H<sub>2</sub>F<sub>2</sub> = CH<sub>3</sub>COOH<sub>2</sub><sup>+</sup> + HF<sub>2</sub><sup>-</sup> роль кислот играют:  
а) CH<sub>3</sub>COOH и H<sub>2</sub>F<sub>2</sub>;  
б) CH<sub>3</sub>COOH<sub>2</sub><sup>+</sup> и CH<sub>3</sub>COOH;  
в) H<sub>2</sub>F<sub>2</sub> и CH<sub>3</sub>COOH<sub>2</sub><sup>+</sup>;  
г) H<sub>2</sub>F<sub>2</sub> и HF<sub>2</sub><sup>-</sup>.
10. В основном уравнении электрохимической термодинамики для напряжения гальванической цепи величина ΔG представляет:  
а) свободную энергию Гиббса анодной реакции;  
б) свободную энергию Гиббса катодной реакции;  
в) свободную энергию Гиббса брутто-химической реакции.
11. Сильно разбавленные водные растворы слабых кислот (константы диссоциации K<sub>1</sub> и K<sub>2</sub>) имеют одну и ту же молярную концентрацию. Если K<sub>1</sub> > K<sub>2</sub>, то:  
а) pH<sub>1</sub> > pH<sub>2</sub>; б) pH<sub>1</sub> < pH<sub>2</sub>; в) pH<sub>1</sub> = pH<sub>2</sub>;
12. Напряжение цепи Cu / Cu<sup>2+</sup> / Hg(Cu), Cu:  
а) положительно; б) отрицательно; в) равно нулю.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

Направление подготовки / специальность 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Дисциплина Физическая химия

Форма обучения очная

Вид контроля тест

Вид аттестации текущая

### Контрольно-измерительный материал № 4

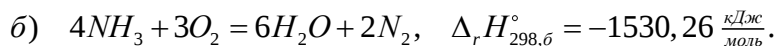
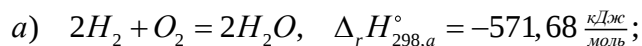
- Константа гидролиза соли слабой кислоты и сильного основания описывается соотношением:
  - $K_f = K_w / K_{\text{дисс}}$ ;
  - $K_f = K_w \cdot K_{\text{дисс}}$ ;
  - $K_f = K_{\text{дисс}} / K_w$ ;
- При помощи какого электрода нельзя потенциометрически определить концентрацию раствора HCl :
  - стеклянного;
  - хингидронного;
  - ртутносulfатного.
- Стандартная плотность тока обмена  $\bar{i}_0$  двух разных ионно-металлических электродов равна  $10^{-3}$  А/см<sup>2</sup> и  $10^3$  А/см<sup>2</sup>. Какой из этих электродов характеризуется повышенным поляризационным сопротивлением стадии перехода заряда:
  - с низким  $\bar{i}_0$ ;
  - с высоким  $\bar{i}_0$ ;
  - не зависит от  $\bar{i}_0$ .
- Появление двойного электрического слоя на границе раздела металл- водный раствор электролита обусловлено:
  - растворением металла;
  - адсорбцией ионных компонентов раствора;
  - адсорбцией молекул воды;
  - всеми этими причинами.
- Чем принципиально отличаются химические цепи от концентрационных:
  - наличием или отсутствием скачка потенциала на границе раздела растворов;
  - характером температурной зависимости напряжения цепи;
  - различием металлов анода и катода;
  - порядком записи элементов цепи.
- К какому типу потенциалов относится потенциал Доннана:
  - Вольта-потенциал;
  - Гальвани-потенциал;
  - электродный потенциал;
  - реальный потенциал.
- Эффекты электрофоретического и релаксационного торможения при миграции ионов в растворе электролита с ростом его концентрации:
  - нарастают;
  - снижаются;
  - компенсируют друг друга.
- На катодной поляризационной кривой неподвижного электрода обнаружена область относительной независимости плотности тока от перенапряжения, причем вращение электрода приводит к росту плотности тока. Кинетика катодной реакции:
  - диффузионная;
  - электрохимическая;
  - химическая;
  - кристаллизационная.
- По мере насыщения водного раствора KCl кислородом скорость коррозии меди:
  - не меняется;
  - растет;
  - падает.
- Правило Кольрауша  $\Lambda_0 = \nu_+ \Lambda_+ + \nu_- \Lambda_-$  применяется к растворам сильных электролитов:
  - любых концентраций;
  - разбавленным;
  - концентрированным.
- К какому типу физических цепей относится цепь (–)Pt, Cu<sub>(111)</sub> | Cu<sup>+</sup> | Cu<sub>(100)</sub>, Pt (+):
  - гравитационная;
  - аллотропная;
  - кристаллографическая.
- Эффект Фарадея в слабых электролитах обусловлен:
  - изменением подвижности ионов с напряженностью электрического поля;
  - изменением степени диссоциации с напряженностью поля;
  - изменением подвижности ионов с частотой переменного тока;
  - изменением степени диссоциации с частотой тока.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

## Типовые задания для контрольных работ

### Контрольная работа № 1

1. Найти стандартную молярную энтальпию образования аммиака на основании данных о реакциях в газовой фазе:



2. Оксид ртути диссоциирует по реакции  $2HgO(\text{тв.}) \rightleftharpoons 2Hg(\text{г.}) + O_2(\text{г.})$ . При 693 К давление диссоциации равно 51596 Па, а при 723 К – 107991 Па. Рассчитать: 1) константы равновесия при этих температурах; 2) энтальпию диссоциации 1 моль HgO.

### Контрольная работа № 2

1. Предельная молярная электропроводность раствора  $KClO_4$  при 18°C составляет  $122,7 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ . Число переноса иона  $ClO_4^-$  равно 0,479. Найти предельные электрические подвижности ионов в растворе.

2. Вычислить  $E_{O_2, H_2O_2 | Pt}^0$  для реакции  $O_2 + 2H_3O^+ + 2e^- = H_2O_2 + 2H_2O$ , если для реакций  $O_2 + 4H_3O^+ + 4e^- = 6H_2O$   $E_{O_2, H_2O | Pt}^0 = 1,229 \text{ В}$ ;  $H_2O_2 + 2H_3O^+ + 2e^- = 4H_2O$   $E_{H_2O_2, H_2O | Pt}^0 = 1,776 \text{ В}$ .

### Варианты тем курсовых работ

1. Электроокисление органического вещества на металлическом или сплавленном электроде
2. Электрохимические свойства водных растворов органических кислот
3. Электрохимические свойства водно-органических растворов органических кислот
4. Электрохимические свойства водных растворов неорганических кислот
5. Константы равновесия электрохимических процессов
6. Коррозионное поведение металлов и сплавов в водных растворах
7. Коррозионное поведение металлов и сплавов в водно-органических растворах
8. Диффузионная кинетика катодного осаждения металла
9. Анодное растворение сплава в водном растворе
10. Определение коэффициента диффузии ионов металла в водных растворах электрохимическими методами
11. Гальванические элементы

### Критерии оценивания курсовой работы

| Критерии оценивания компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Обучающийся самостоятельно подбирает методику проведения эксперимента, проводит эксперимент с соблюдением норм техники безопасности, применяет стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных, а также теоретические модели и полуэмпирические методы при обработке результатов, грамотно интерпретирует результаты эксперимента, опираясь на базовые знания в области физической химии и электрохимии, формулирует выводы. Оформляет отчет по результатам работы по стандартной форме с учетом требований библиографической культуры, представляет презентацию по теме работы. | Повышенный уровень                   | Отлично             |
| Обучающийся с помощью преподавателя подбирает методику проведения эксперимента, проводит эксперимент с соблюдением норм техники безопасности, неуверенно применяет стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных, а также теоретические модели и полуэмпирические методы при обработке результатов, допускает незначительные ошибки в интерпретации результатов эксперимента. В оформлении отчета по результатам работы имеются незначительные отклонения от требований стандартов. Презентация по теме работы представлена с замечаниями.                                     | Базовый уровень                      | Хорошо              |
| Обучающийся затрудняется подобрать даже с помощью преподавателя методику проведения эксперимента, проводит эксперимент с соблюдением норм техники безопасности, не способен применять стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных, а также теоретические модели и полуэмпирические методы при обработке результатов, допускает серьезные ошибки в интерпретации результатов эксперимента. В оформлении отчета по результатам работы имеются значительные отклонения от требований стандартов. Презентация по теме работы представлена с замечаниями.                         | Пороговый уровень                    | Удовлетворительно   |
| Обучающийся не способен выбрать методику проведения эксперимента, не соблюдает нормы техники безопасности, не может применять стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных, а также теоретические модели и полуэмпирические методы при обработке результатов, не владеет базовыми знаниями в области физической химии и электрохимии для интерпретации результатов эксперимента.                                                                                                                                                                                              | –                                    | Неудовлетворительно |

### Варианты темы рефератов

#### Реферат № 1

1. Принципы химической кинетики.
2. Феноменологическая кинетика.
3. Кинетический закон действующих масс.
4. Лимитирующая стадия.
5. Кинетика простых химических реакций.
6. Кинетика сложных химических реакций.
7. Принцип квазистационарности Боденштейна-Семенова.
8. Зависимость константы скорости от температуры.
9. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.
10. Поверхность потенциальной энергии.
11. Теория переходного состояния.
12. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям.

13. Реакции в растворах.
14. Общие принципы катализа.
15. Гомогенный катализ.
16. Кислотно-основный катализ.
17. Автокатализ.
18. Гетерогенный катализ.
19. Активность и селективность катализаторов.
20. Энергия активации каталитических реакций.
21. Теория мультиплетов Баландина.
22. Теория активных ансамблей Кобозева.

### Реферат № 2

1. Понятие кислоты и основания в современной химии.
- 2\*. Диссоциация кислот и оснований в разбавленных водных растворах.
3. Сольватация (гидратация) и сольватная (гидратная) оболочка иона.
- 4\*. Математический аппарат теории растворов сильных электролитов Дебая–Хюккеля.
5. Буферные растворы: классификация, стабилизируемое значение pH, буферная емкость, применение.
6. Ступенчатая диссоциация кислот в растворах.
7. Ступенчатая диссоциация комплексных соединений в растворах.
8. Гидролиз солей: причины, термодинамическое описание, влияние различных факторов.
9. Экспериментальное определение констант ионных равновесий в растворах.
10. Теория кислот и оснований Брёнстеда-Лоури и современная синтетическая неорганическая химия.
11. Протонные и апротонные растворители в современной химии.
12. Строение двойного электрического слоя по Штерну и по Грэму.
13. Получение и трактовка электрокапиллярных кривых.
14. Основное уравнение электрохимической термодинамики и примеры его практического использования.
15. Механизмы и кинетические закономерности выделения водорода на разных металлах. Коррозия с водородной деполяризацией.
16. Механизмы восстановления молекулярного кислорода в кислых и щелочных средах. Коррозия с кислородной деполяризацией.
17. Основные положения и выводы теории замедленного перехода заряда. Водородное перенапряжение на ртутном электроде.
18. Основные положения и выводы теории диффузионного перенапряжения. Кинетика восстановления молекулярного кислорода на инертных металлах.
- 19\*. Классическая и современная формулировки принципа независимого протекания электродных процессов на сложных электродах.
20. Простые и сложные электроды в электрохимии. Электрохимический механизм коррозии металлов.
21. Современные представления о пассивном состоянии металлов.
22. Коррозия металлов в контакте.

*Примечание. Звездочкой (\*) отмечены темы повышенной трудности.*

### 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и степень сформированности умений и навыков в области физической химии. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью комплектов КИМ. Экзамен проводится в устной форме (собеседование), если лекционный курс читается в очном формате. Дату проведения экзамена определяет деканат. КИМ по предмету содержит 2 вопроса по различным темам курса. На подготовку ответа студенту дается 35 минут. Ответ оформляется на

отдельном листе, в рукописном виде и после собеседования остается у экзаменатора. Во время подготовки ответа на вопросы КИМ студент не может использовать конспекты лекций, учебники и пользоваться интернет-ресурсами. Ответ должен содержать основные математические уравнения и уравнения реакций, графический материал. Определения студент может формулировать в устной форме. По окончании ответа студента экзаменатор может задать ему несколько дополнительных вопросов по материалу курса.

Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

| Критерии оценивания компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Уровень сформированности компетенций | Шкала оценок                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами физической химии и электрохимии, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики | Повышенный уровень                   | Отлично (Зачтено)                |
| Обучающийся владеет теоретическими основами физической химии и электрохимии, способен иллюстрировать ответ примерами, допускает ошибки при применении теоретических знаний для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики                                | Базовый уровень                      | Хорошо (Зачтено)                 |
| Обучающийся владеет частично теоретическими основами физической химии и электрохимии, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фрагментарно умеет применять теоретические знания для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики             | Пороговый уровень                    | Удовлетворительно (Зачтено)      |
| Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания теоретических основ физической химии и электрохимии, допускает грубые ошибки при применении теоретических знаний для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики                               | –                                    | Неудовлетворительно (Не зачтено) |

При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий оценки за экзамен/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре.

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков при проведении промежуточной аттестации.**

### Комплект КИМ № 1

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Построение диаграммы кипения двух взаимно растворимых жидкостей. Смысл областей и линий. Расчет степени свободы в характерных точках по правилу фаз Гиббса. Первый закон Коновалова.
2. Химическое сродство. Химическое равновесие. Условия химического равновесия. Связь химического сродства с константой равновесия химической реакции.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 2

1. Функции процесса. Внутренняя энергия. Энтальпия. Первое начало термодинамики для обратимых процессов, протекающих в различных условиях (изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический).
2. Применение закона действующих масс к гомогенным и гетерогенным химическим реакциям. Различные формы выражения константы равновесия.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 3

1. Термохимия. Закон постоянства сумм теплот Гесса и его следствия. Стандартная энтальпия. Теплоты (энтальпии) образования и сгорания веществ. Калориметрия.

2. Изотерма химической реакции Вант Гоффа. Энергии Гельмгольца и Гиббса химической реакции. Стандартные энергии Гельмгольца и Гиббса и их связь с константой равновесия.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

#### Контрольно-измерительный материал № 4

1. Калорические коэффициенты. Теплоемкость. Различные виды теплоемкостей. Влияние температуры на тепловой эффект химической реакции. Уравнение Кирхгофа. Приближенное и точное решение.
2. Расчет равновесного выхода продуктов химической реакции.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 5

1. Второе начало термодинамики. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Введение понятия энтропии. Энтропия обратимых и необратимых процессов. Некомпенсированная теплота Клаузиуса.
2. Влияние давления на равновесный выход продуктов химической реакции.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 6

1. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Принцип возрастания энтропии. Вычисление энтропии отдельных веществ и химической реакции. Связь энтропии реакции с химической переменной. Стандартная энтропия.
2. Зависимость константы равновесия химической реакции от температуры. Уравнения изохоры и изобары Вант Гоффа.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 7

1. Построение диаграммы двух взаимно растворимых жидкостей с азеотропной смесью. Смысл областей и линий. Расчет степени свободы в характерных точках по правилу фаз Гиббса. Второй закон Коновалова.
2. Третье начало термодинамики. Постоянная интегрирования в уравнении изобары. Расчет константы равновесия химической реакции при заданной температуре.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 8

1. Термодинамические потенциалы. Их связь с максимальной полезной работой. Критерии самопроизвольного протекания процесса и равновесия. Термодинамические потенциалы химической реакции. Их связь с энтальпией и энтропией химической реакции. Стандартные потенциалы.
2. Кинетика простых химических реакций первого порядка. Время полупревращения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 9

1. Влияние температуры на энергию Гиббса химической реакции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Связь энергии Гиббса (максимальной полезной работы) с энтальпией и энтропией химической реакции.
2. Химическая кинетика. Скорость, молекулярность и порядок химических реакций. Принципы химической кинетики. Понятие и лимитирующей стадии.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 10

1. Термодинамический процесс (равновесный и неравновесный, обратимый и необратимый, самопроизвольный и не самопроизвольный). Функции процесса. Теплота, работа для различных процессов (изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический).
2. Получение кинетического уравнения простых химических реакций второго порядка. Графическое представление. Константа скорости. Расчет периода полупревращения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия

Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 11

1. Термодинамика фазовых превращений индивидуальных веществ. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Приближенное и точное решение. Истинная химическая постоянная.
2. Получение кинетического уравнения простых химических реакций первого порядка. Графическое представление. Константа скорости. Расчет периода полупревращения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 12

1. Термодинамика растворов. Парциальные молярные величины. Зависимость их от состава раствора. Уравнение Гиббса-Дюгема. Его роль в термодинамике растворов.
2. Экспериментальные и расчетные методы определения порядка химической реакции.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная

Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 13

1. Химический потенциал. Связь химического потенциала с концентрацией вещества в растворе. Стандартный химический потенциал. Условие химического равновесия и самопроизвольности процессов.
2. Получение кинетического уравнения для обратимых реакций. Графическое представление.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 14

1. Термодинамика жидких растворов. Зависимость давления насыщенного пара от состава жидкого раствора. Законы Рауля и Генри.
2. Получение кинетического уравнения для последовательных химических реакций. Графическое представление. Метод квазистационарных концентраций Боденштейна – Семенова.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 15

1. Термодинамика реальных жидких растворов. Термодинамическая активность вещества. Коэффициенты активности. Методы определения активности.
2. Получение кинетического уравнения для сопряженных химических реакций. Химическое сродство и скорость сопряженных химических реакций.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 16

1. Построение диаграммы состояния двух ограниченно растворимых жидкостей с верхней (или нижней) критической температурой. Пояснение областей и линий. Расчет степени свободы в характерных точках по правилу фаз Гиббса.
2. Теории химической кинетики. Теория активных столкновений Аррениуса. Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Энергия активации.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия

Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 17

1. Расчет растворимости веществ в жидкости. Термодинамика растворения газа в жидкости.
2. Теории химической кинетики. Теория бинарных столкновений в химической кинетике. Константа скорости. Вероятностный (стерический) фактор.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 18

1. Расчет растворимости веществ в жидкости. Термодинамика растворения твердых тел в жидкости. Уравнение Шредера.
2. Теории химической кинетики. Теория активированного комплекса (переходного состояния) в химической кинетике. Энтропия и энтальпия активации.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 19

1. Построение диаграммы состояния для двух несмешивающихся жидкостей. Распределение третьего вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Уравнение Нернста.
2. Кинетика гетерогенных химических реакций с учетом стадии диффузии вещества. Энергия активации диффузии и химической реакции.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 20

1. Коллигативные свойства растворов. Криоскопическое понижение температуры замерзания растворов. Криоскопия. Термометр Бекмана.
2. Катализ. Каталитическая активность, селективность и избирательность катализатора. Связь скорости каталитической химической реакции с концентрацией катализатора

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 21

1. Коллигативные свойства растворов. Эбулиоскопическое повышение температуры кипения растворов. Эбулиоскопия. Термометр Бекмана.
2. Энергия активации гомогенного и гетерогенного катализа. Стадии адсорбции и десорбции.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 22

1. Коллигативные свойства растворов. Термодинамика осмотического давления. Уравнение Вант-Гоффа.
2. Получение кинетического уравнения для параллельных реакций. Графическое представление.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии

д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 23

1. Термодинамика фазовых равновесий. Термодинамический вывод правила фаз Гиббса.
2. Механизм химических реакций. Стадия активации. Вероятностный и энтропийный факторы.  
Трансмиссионный коэффициент.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 24

1. Термодинамика фазовых равновесий. Энергия Гиббса при фазовых превращениях.
2. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц.Е.В. Бобринская

## Комплект КИМ № 2

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии

д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Потенциалы, характеризующие электрическое состояние фазы: поверхностный, внешний, внутренний. Вольта-потенциал. Гальвани-потенциал.
2. Электрохимическая коррозия металлов. Потенциал коррозии. Ток коррозии. Диаграммы Эванса и их значение..

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии

д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 2

1. Механизмы образования растворов электролитов. Роль ион-дипольных взаимодействий в растворах. Сольватация (гидратация) иона.
2. Активное, пассивное и транспассивное состояние металла.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 3

1. Классическая теория электролитической диссоциации (Аррениус). Экспериментальные основы теории.
2. Электрохимическая коррозия металлов. Коррозия с водородной и с кислородной деполяризацией.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал №4

1. Кислотно-основные буферные растворы.
2. Вольтамперные характеристики (поляризационные кривые) электрода в случае замедленного перехода заряда. Уравнение Тафеля.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 5

1. Приложение закона действующих масс к процессу диссоциации в растворах. Недостатки теории Аррениуса.
2. Уравнение Батлера-Фольмера. Коэффициенты переноса  $\alpha$  и  $\beta$ . Ток обмена.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 6

1. Термодинамические функции образования ионов в растворах и их практическое определение.
2. Теория диффузионного перенапряжения. Диффузионный слой Нернста.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 7

1. Основные положения теории кислот и оснований Брёнстеда–Лоури. Протолитическое и автопротолитическое равновесия. Ионное произведение воды. Водородный показатель.
2. Вольтамперные характеристики (поляризационные кривые) электрода в случае замедленного перехода заряда.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал №8

1. Сила кислот и оснований в разных растворителях. Константа кислотности и константа основности. Степень протолиза.
2. Поляризация электрода. Многостадийность электродных процессов. Перенапряжение стадий перехода заряда, диффузии, химической реакции, кристаллизации. Понятие о лимитирующей стадии электродного процесса.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_. \_\_\_. 2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 9

1. Понятие электродного потенциала. Уравнение Нернста для равновесного гальванического потенциала и равновесного электродного потенциала.
2. Потенциометрия и ее возможности. Определение чисел переноса потенциометрическим методом.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_. \_\_\_. 2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 10

1. Межионные взаимодействия в растворах. Понятие термодинамической активности иона и выбор стандартного состояния. Средний ионный коэффициент активности средняя ионная активность.
2. Потенциометрия и ее возможности. Определение стандартных электродных потенциалов потенциометрическим методом.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 11

1. Предпосылки и выводы теории растворов сильных электролитов Дебая-Хюккеля.
2. Потенциометрия и ее возможности. Определение коэффициентов активности ионов потенциометрическим методом.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 12

1. Кислотно-основные буферные растворы.
2. Классификация электрохимических цепей. Физические цепи.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 13

1. Производство растворимости и условие образования малорастворимых гидроксидов в растворах.
2. Классификация электрохимических цепей. Концентрационные цепи без переноса и с переносом (жидкостным соединением.).

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 14

1. Основные механизмы ионного транспорта. Термодинамические условия возникновения диффузии, миграции, конвекции.
2. Классификация электрохимических цепей. Химические цепи.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 15

- 1 Соотношение Нернста-Эйнштейна. Диффузия в растворах электролитов. Понятие о диффузионном потенциале.
2. Стандартный водородный электрод.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 16

1. Химические источники тока.
2. Числа переноса ионов и методы их определения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 17

1. Элементы теории электропроводности Дебая-Хюккеля-Онзагера. Электрофоретическое и релаксационные торможения. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена. Эффект Фарадея.
2. Потенциал коррозии. Ток коррозии. Ингибиторы коррозии.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 18

1. Электрическая проводимость растворов электролитов: удельная молярная. Электрическая подвижность ионов. Закон Кольрауша и следствия из него.
2. Классификация электрохимических цепей. Химические цепи.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 19

1. Химические источники тока.
2. Двойной электрический слой на границе металла и раствора. Емкость двойного электрического слоя.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 20

1. Потенциометрия и ее возможности. Определение произведения растворимости малорастворимых электролитов.
2. Модельные представления о строении двойного электрического слоя.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 21

1. Влияние различных факторов на электропроводность растворов.
2. Классификация электродов. Электроды первого рода. Электроды второго рода. Окислительно-восстановительные электроды. Газовые электроды.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 22

1. Предельная электрическая подвижность (предельная электропроводность) ионов. Закон Кольрауша. Правило Вальдена-Писаржевского.
2. Адсорбция и электрокапиллярные кривые. Потенциал нулевого заряда. Уравнение Липпмана.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 23

1. Равновесная электрохимическая цепь. Правила записи. Напряжение электрохимической цепи, связь с потенциалами отдельных электродов. Анод и катод в электрохимической цепи.
2. Плотность тока и скорость электрохимической реакции. Поляризационная кривая. Поляризация и перенапряжение.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 24

1. Основное уравнение электрохимической термодинамики. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для напряжения электрохимической цепи.
2. Потенциал коррозии. Ток коррозии. Диаграммы Эванса и их значение.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 25

1. Классификация электродов. Электроды первого рода. Электроды второго рода. Окислительно-восстановительные электроды. Газовые электроды.
2. Модельные представления о строении двойного электрического слоя.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 26

1. Водородный электрод. Кислородный электрод. Диаграмма электрохимической устойчивости воды.
2. Вольтамперные характеристики (поляризационные кривые) электрода в случае замедленной диффузии. Предельный диффузионный ток.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии

д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 27

1. Окислительно-восстановительные электроды. Правило Лютера. Хингидронный электрод.
2. Диффузионный потенциал и методы его устранения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., доц. \_\_\_\_\_ О.А. Козадеров  
\_\_\_\_\_.2024

Направление подготовки / специальность: 04.05.01-Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 28

1. Потенциал Доннана. Мембранный потенциал. Ионселективные электроды. Стекланный электрод.
2. Химические источники тока.

Преподаватель \_\_\_\_\_ д.х.н., доц. Козадеров О.А.

### 20.3. Оценочные средства для диагностической работы

#### ОПК-1

1. Какая форма записи первого начала термодинамики является правильной:

- а)  $dU = \delta Q - \delta A$ ;                      б)  $\delta Q = dU + \delta A$                       в)  $\delta A = dU + \delta Q$   
г) верны а) и б)                      д) не верен ни один вариант

2. Истинной молярной теплоемкостью называется:

- а) количество теплоты, необходимое для нагревания системы на градус;  
б) количество теплоты, необходимое для нагревания 1 моль вещества на градус;  
в) количество теплоты, необходимое для нагревания 1 моль вещества на градус при постоянном давлении;  
г) количество теплоты, необходимое для нагревания 1 моль вещества на градус при постоянном объеме;  
д) верного ответа нет.

3. Если теплоемкости реагентов постоянны в данном температурном интервале, то тепловой эффект химической реакции с уменьшением температуры может:

- а) только уменьшаться;                      б) только расти;  
в) сначала увеличиваться, затем уменьшаться;  
г) зависит от знака изменения теплоемкости;  
д) не изменяется при изменении температуры.

4. Теплоемкость идеального газа в изотермической системе:

- а) равна нулю;                      б) стремится к бесконечности;  
в) зависит от строения молекулы  
г) для изотермической системы такого понятия не существует;  
д) верного ответа нет.

5. Работа расширения 1 моль идеального газа больше:

- а) в изотермическом процессе  
б) в адиабатическом процессе;  
в) в изохорном процессе;  
г) в изобарном процессе;  
д) во всех процессах одинакова.

6. Для необратимого процесса уравнение второго закона термодинамики выглядит следующим образом:

- а)  $dS = \frac{\delta Q_{\text{необр}}}{T}$                       1б)  $dS \geq \frac{\delta Q_{\text{необр}}}{T}$   
в)  $dS \leq \frac{\delta Q_{\text{необр}}}{T}$ ;                      г)  $dS > \frac{\delta Q_{\text{необр}}}{T}$                       д) верного ответа нет.

7. Процесс кристаллизации воды сопровождается уменьшением энтропии. Следовательно данный процесс:

- а) самопроизвольный;                      б) несамопроизвольный;                      в) равновесный;  
г) в данном случае изменение энтропии процесса не является критерием самопроизвольности;  
д) верного ответа нет.

8. Процесс расширения идеального газа проводят сначала обратимо, а затем необратимо. Изменение какой из термодинамических функций будет от этого зависеть: а) работы;

- б) энтропии;  
в) свободной энергии Гиббса;                      г) внутренней энергии;  
д) любой из перечисленных.

9. 1 моль аргона и 1 моль азота нагрели на 40 о в изохорных условиях. Изменение энтропии для какого газа больше:

- а) аргона;                      б) азота;  
в) в этих условиях энтропия не изменяется;

- г) одинаково для обоих газов;  
 д) величина изменения энтропии зависит от начального давления газа.

10. Условия химического равновесия в системе имеет вид:

- а)  $\Delta\mu_i > 0$                       б)  $\sum \mu_i \nu_i = 0$   
 в)  $\sum \mu_i \nu_i < 0$                 г)  $\sum \mu_i \nu_i > 0$   
 д) верного ответа нет.

11. Константа равновесия реакции  $2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$  должна быть записана так:

- а)  $K_p = \frac{P^2(\text{CO}_2)}{P(\text{CO}) \cdot P^2(\text{O}_2)}$                       б)  $K_p = \frac{P^2(\text{CO}_2)}{P^2(\text{CO}) \cdot P(\text{O}_2)}$   
 в)  $K_p = \frac{P^2(\text{CO}_2)P(\text{CO})}{P^2(\text{O}_2)}$                       г)  $K_p = \frac{P^2(\text{CO}) \cdot P(\text{O}_2)}{P^2(\text{CO}_2)}$

12. Равновесный выход продуктов реакции  $\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH}$ , протекающей в идеальной газовой смеси при введении инертного газа:

- а) увеличится                      б) уменьшится  
 в) не изменится                    г) сначала увеличится, потом уменьшится.

13. Различие между значениями констант  $K_c$  и  $K_x$  существует:

- а) всегда;                              б) различия нет;  
 в) только для гетерогенных систем;  
 г) если  $\Delta \nu_{\text{газа}} \neq 0$ ;                д) если  $\Delta \nu_{\text{газа}} = 0$ .

14. Как рассчитать константу равновесия реакции, если для нее можно определить  $\Delta G^\circ_{P,T}$ : а)

- а)  $\ln(\Delta G^\circ_{P,T}) = -RTK_p$ ;                      б)  $\Delta G^\circ_{P,T} = -RT \exp(K_p)$ ;  
 в)  $\Delta G^\circ_{P,T} = -RT \ln K_p$ ;                      г) расчет невозможен.

15. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса имеет следующий вид:

- а)  $\frac{dP}{dT} = \frac{\Delta S}{\Delta T}$ ;                              б)  $\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$ ;  
 в)  $\frac{d \ln K_p}{dT} = -\frac{\Delta H}{\Delta TV}$ ;                              г) все перечисленные не верны.

## Открытые

Критерии оценивания: 2 балла – указан верный ответ; 0 баллов – указан неверный ответ.

16. Водный раствор хлорида натрия объемом 1 дм<sup>3</sup> с концентрацией 0,10 моль/дм<sup>3</sup> разлили в две мерные колбы емкостью 500 см<sup>3</sup>. Чему равна концентрация раствора в каждой колбе? Ответ представьте в моль/дм<sup>3</sup> с точностью до сотых.

17. Имеются водные растворы мочевины и глюкозы одинаковой концентрации 0,005 моль/кг. Будет ли температура замерзания этих растворов одинакова? (В ответе приведите одно слово)

18. Сколько фаз, составных частей и компонентов содержит система:  $2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ ;  
 Ответ представьте в виде последовательности трех цифр без пробелов и разделяющих знаков.

19. При \_\_\_\_\_ атмосферного давления температура кипения воды может быть выше 100 °C (вставьте пропущенное слово) .

20. Теплоты сгорания графита и алмаза при стандартных условиях составляют -393,5 кДж/моль и -395,4 кДж/моль соответственно. Чему равен тепловой эффект перехода 120 г графита в алмаз? Ответ представьте в кДж с точностью до целых.

Ключи для ОПК-1

|         |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |    |    |    |      |                      |     |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|------|----------------------|-----|
| Вопросы | 1                                                                                                                                                                                                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3  | 4  | 5  | 6  | 7    | 8                    | 9   |
| Ответы  | Г                                                                                                                                                                                                                    | Д                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Г  | Б  | Г  | Г  | Г    | А                    | Б   |
| Вопросы | 10                                                                                                                                                                                                                   | 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 12 | 13 | 14 | 15 | 16   | 17                   | 18  |
| Ответы  | Б                                                                                                                                                                                                                    | Г                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | А  | Г  | В  | Г  | 0,10 | Равны<br>(одинаковы) | 131 |
| Вопросы | 19                                                                                                                                                                                                                   | 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |    |    |    |      |                      |     |
| Ответы  | <p>Повышении</p> <p>Примечание:<br/>Согласно диаграмме состояния воды температура фазовых переходов зависит от внешнего давления. Если повысить внешнее давление, то температура кипения воды будет выше 100 °С.</p> | <p>19</p> <p>Примечание:<br/>Согласно следствию из закона Гесса тепловой эффект реакции может быть найден как разность между теплотами сгорания исходных веществ и продуктов. Для расчета теплового эффекта следует из теплоты сгорания графита вычесть теплоту сгорания алмаза:<br/>-393,5+395,4<br/>= 1,9<br/>кДж/моль.<br/>120 г графита - это 10 моль вещества, поэтому искомая величина составляет 19 кДж.</p> |    |    |    |    |      |                      |     |

**ОПК-2**

1. Для некоторой соли КА энергия разрушения кристаллической решетки оказалась больше (по модулю), чем суммарная теплота гидратации ионов  $K^{z+}$  и  $A^{z-}$ . Тепловой эффект процесса растворения этой соли:

- а) экзотермичен;
- б) эндотермичен;
- в) отсутствует;
- г) может быть любым.

2. Тепловой эффект реакции:  $C + \frac{1}{2} O_2 + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$  можно считать:

- а) теплотой образования метанола;
- б) теплотой сгорания углерода;
- в) теплотой сгорания водорода;
- г) подходит любое из перечисленных.

3. Термодинамические законы могут быть применимы к системам, состоящим из:

- а) нескольких частиц;
- б) нескольких сотен частиц;
- в) числа частиц, сравнимого с числом Авогадро;
- г) к любому числу частиц.

4. Для некоторой реакции теплоемкость продуктов меньше теплоемкости исходных веществ. Тепловой эффект этой реакции с ростом температуры:

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) может как увеличиваться, так и уменьшаться;
- г) не зависит от температуры.

5. 1 моль аргона и 10 моль водорода изохорически нагревают на  $100^\circ$ . В каком случае работа, совершенная газом, будет больше:

- а) для аргона;
- б) для водорода;
- в) одинакова;
- г) это зависит от начальной температуры и давления.

6. Теплота нейтрализации раствора кислоты НА оказалась равна теплоте нейтрализации раствора соляной кислоты в тех же условиях, следовательно, кислота НА это:

- а) слабый электролит;
- б) сильный электролит;
- в) теплоты нейтрализации кислот всегда различаются, и о силе электролита ничего сказать нельзя;
- г) теплоты нейтрализации любых кислот всегда совпадают

7. Какие параметры необходимо поддерживать постоянными, чтобы по знаку изменения энтропии можно было судить о направлении самопроизвольного процесса?

- а)  $P, T$ ;
- б)  $U, V$ ;
- в)  $V, T$ ;
- г)  $U, P$ .

8. Жидкость превращается в пар при определенном давлении и температуре. Каково соотношение между  $\Delta G$  и  $\Delta F$  для этого процесса ?

- а)  $\Delta G > \Delta F$ ;
- б)  $\Delta F > \Delta G$  ;
- в)  $\Delta G = \Delta F$ ;
- г)  $0 \Delta G = \Delta A = 0$ ;
- д) верного ответа нет.

9. В каком из перечисленных ниже обратимых процессов с 1 моль идеального газа изменение энтропии будет максимальным?

- а) нагревание от 300 К до 400 К при постоянном давлении;
- б) нагревание от 300 К до 400 К при постоянном объеме;
- в) изотермическое расширение от  $300 \text{ м}^3$  до  $400 \text{ м}^3$ ;
- г) адиабатическое расширение от  $300 \text{ м}^3$  до  $400 \text{ м}^3$ .

10. Может ли константа равновесия химической реакции не меняться с температурой:

- а) да, если  $\Delta H \neq \text{const}$ ;
- б) да, если  $\Delta H = 0$ ;
- в) константа всегда зависит от температуры;
- г) да, если  $\Delta P = \text{const}$ .

11. Процесс взаимодействия основания с кислотой является экзотермической реакцией. Что произойдет с положением равновесия и величиной  $K_c$  если увеличить температуру: а) ничего не изменится;

- б) константа не изменится, равновесие сместится в сторону образования продуктов;
- в) константа уменьшится, равновесие сместится в сторону образования исходных веществ;
- г) константа увеличится, равновесие не сместится.

12. Степень диссоциации газообразного хлорида водорода по реакции  $2\text{HCl} = \text{Cl}_2 + \text{H}_2$  ( $\Delta H > 0$ ) с ростом температуры:

- а) растет
- б) уменьшается
- в) не меняется
- г) такая реакция не возможна.

13. При 26 °С и константа равновесия процесса  $\text{FeO} + \text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$  больше, чем в этих же условиях, но при 20 °С. Что можно сказать о знаке теплового эффекта этого процесса:

- а)  $\Delta H > 0$
- б)  $\Delta H < 0$
- в) может быть как  $<$ , так и  $> 0$
- г)  $\Delta H = 0$ .

14. Сколько составных частей и сколько компонентов содержит система  $\text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{тв})$ :

- а) 3 и 3
- б) 3 и 2
- в) 2 и 2
- г) 2 и 3

15. Можно ли превратить жидкую фазу в пар без нагревания:

- а) да, нужно увеличить давление;
- б) да, нужно уменьшить давление;
- в) это зависит от природы вещества;
- г) такое не возможно.

16. Над какой жидкостью – вода или водный раствор мочевины – давление насыщенного водяного пара выше:

- а) над раствором;
- б) над водой;
- в) одинаково над обеими;
- г) зависит от концентрации мочевины.

17. Наличие катализатора:

- а) увеличивает скорость как прямой, так и обратной реакции;
- б) увеличивает скорость прямой реакции и уменьшает скорость обратной реакции;
- в) позволяет протекать термодинамически запрещенному процессу;
- г) увеличивает время достижения равновесия

## Открытые

Критерии оценивания: 2 балла – указан верный ответ; 0 баллов – указан неверный ответ.

18. В дистиллированной воде массой 180 г растворили 5,85 г хлорида натрия. Вычислите молярную долю хлорида натрия в этом растворе. Ответ приведите с точностью до двух значащих цифр.

19. Сколько льда (кг) растает, если лед массой 5 кг и температурой 0°C опустить в воду массой 10 кг и температурой 0°C? Ответ приведите с точностью до целых.

20. Для некоторой реакции константа скорости при температуре 300 К составляет  $0,3 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ , а температурный коэффициент реакции равен 3. Рассчитайте значение константы скорости реакции при температуре 320 К. Ответ приведите в  $\text{л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ , с точностью до двух значащих цифр, разделитель - запятая.

21. Ацетатный буферный раствор, содержащий по 0,10 моль кислоты и соли разбавили водой в 10 раз. Что произошло с величиной pH? Что произошло с буферной емкостью этой смеси? Приведите два ответа как два отдельных предложения.

22. Сопоставьте растворимость хлорида серебра в растворе хлорида калия и в воде: Растворимость хлорида серебра в растворе хлорида калия \_\_\_\_\_, чем в воде. (вставьте пропущенное слово)

#### Ключи для ОПК-2

|        |    |     |                                                                                                      |        |    |    |    |    |        |
|--------|----|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|----|----|----|--------|
| Вопрос | 1  | 2   | 3                                                                                                    | 4      | 5  | 6  | 7  | 8  | 9      |
| Ответы | Б  | А   | В                                                                                                    | Б      | В  | Б  | Б  | А  | Б      |
| Вопрос | 10 | 11  | 12                                                                                                   | 13     | 14 | 15 | 16 | 17 | 18     |
| Ответы | В  | А   | А                                                                                                    | Б      | В  | Б  | Б  | А  | 0,0099 |
| Вопрос | 19 | 20  | 21                                                                                                   | 22     |    |    |    |    |        |
| Ответы | 0  | 2,7 | Не изменилась.<br>Уменьшилась.<br>Или:<br>Величина pH не изменилась.<br>Буферная емкость уменьшилась | меньше |    |    |    |    |        |

#### ОПК-3

1. При постоянстве каких параметров энтальпия химической реакции равна ее теплоте: а) V, T; б) P, T; в) S; P г) U; V д) иные параметры и их сочетания.

2. Определите правильный ряд расположения теплоемкостей газообразных веществ при одинаковой температуре:

- а)  $C_p(\text{H}_2\text{O}(\text{лед})) > C_p(\text{H}_2\text{O}(\text{пар}))$ ;
- б)  $C_p(\text{Ar}) > C_p(\text{N}_2) > C_p(\text{H}_2\text{O}(\text{пар}))$
- в)  $C_p(\text{Ar}) = C_p(\text{N}_2) = C_p(\text{H}_2\text{O}(\text{пар}))$
- г)  $C_p(\text{Ar}) < C_p(\text{N}_2) < C_p(\text{H}_2\text{O}(\text{пар}))$ .

3. Различаются ли теплоты нейтрализации 0,1 М растворов HCOOH и HNO<sub>3</sub> раствором щелочи одинаковой концентрации:

- а) будут;
- б) нет;

- в) это зависит от внешнего давления;  
г) по приведенным данным однозначный вывод невозможен.

4. При  $P = \text{const}$  на  $20^\circ$  нагревают азот и аргон. Количество теплоты, затраченное на нагревание:

- а) больше для азота;  
б) больше для аргона;  
в) одинакова для обоих газов;  
г) зависит от начальной температуры газов.

5. Значение  $K_p$  реакции  $2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{H}_2$  в газовой фазе при уменьшении общего давления в 2 раза:

- а) уменьшится  
б) не изменится  
в) увеличится  
г) может как увеличиться, так и уменьшиться.

6. Может ли константа равновесия химической реакции уменьшаться с ростом температуры:

- а) да, если  $\Delta H \neq \text{const}$ ;  
б) да, если  $\Delta H < 0$ ;  
в) константа не зависит от температуры;  
г) да, если  $\Delta H = 0$ .

7. Что нужно для увеличения полноты протекания процесса:  $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{тв})}$  ( $\Delta H < 0$ )

- а) увеличить общее давление и температуру;  
б) уменьшить общее давление и температуру;  
в) увеличить общее давление и уменьшить температуру;  
г) давление и температура не влияют на выход продукта.

8. Укажите условие, при котором для расчета температурной зависимости константы равновесия

можно пользоваться уравнением  $\ln \frac{K_{T_2}}{K_{T_1}} = \frac{\Delta H}{R} \left( \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ :

- а)  $\Delta H = 0$ ;  
б)  $\Delta H = \text{const}$ ;  
в)  $\Delta H \neq 0$ ;  
г) такого условия нет.

9. Имеются два раствора одинаковой концентрации. В одном растворенный компонент летучий, в другом – нелетучий. Значения давления насыщенного пара над этими растворами:

- а) одинаково;  
б) для первого – выше;  
в) над вторым выше;  
г) по имеющимся данным ответить невозможно.

10. Имеются водные растворы хлорида натрия и хлорида калия одинаковой концентрации. Температура кристаллизации этих растворов будет:

- а) одинакова;  
б) у первого раствора выше;  
в) у второго раствора выше;  
г) по имеющимся данным ответить невозможно.

11. Криоскопическая постоянная не зависит:

- а) от природы растворителя;  
б) от природы растворенного вещества;  
в) от внешнего давления;  
г) верного ответа нет.

12. Растворимость твердого вещества в жидкости больше:

- а) в идеальном растворе;
- б) в растворе с положительными отклонениями от закона Рауля;
- в) в растворе с отрицательными отклонениями от закона Рауля;
- г) растворимость зависит только от температуры.

13. Согласно закону Коновалова состав жидкости по сравнению с составом равновесного с ней пара:

- а) такой же;
- б) обогащен менее летучим компонентом;
- в) обогащен более летучим компонентом;
- г) верного ответа нет.

14. При определении порядка химической реакции графическим методом получили линейную зависимость в координатах « $\ln c - t$ ». Какой порядок имеет данная реакция:

- а) нулевой;
- б) первый;
- в) второй;
- г) третий.

15. При уменьшении начальной концентрации исходных веществ ( $c_A^0 = c_B^0$ ) в два раза время полупревращения в реакции второго порядка:

- а) увеличится в два раза;
- б) уменьшится в два раза;
- в) увеличится в четыре раза;
- г) не изменится

16. Для реакции первого порядка  $A \rightarrow B$  при начальной концентрации исходного вещества  $c_A = 1$  моль·л<sup>-1</sup> время полупревращения составило 1250 секунд. Каково значение времени полупревращения при  $c_A = 2,5$  моль·л<sup>-1</sup>

- а) 6250 с;
- б) 1250 с;
- в) 2500 с;
- г) 5000 с.

17. Константа скорости химической реакции зависит от следующих факторов:

- а) время, температура, концентрация участников реакции;
- б) концентрация участников реакции, температура;
- в) время, механизм реакции, температура;
- г) механизм реакции, температура.

18. Потенциал какого из электродов не зависит от pH среды:

- а) водородного;
- б) хингидронного;
- в) каломельного;
- г) стеклянного.

19. Буферным действием обладает смесь оксалата калия с:

- а) уксусной кислотой;
- б) лимонной кислотой;
- в) щавелевой кислотой;
- г) ортофосфорной кислотой.

20. Для раствора 1 моль/л  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  + 1 моль/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ионная сила равна:

- а) 4 моль/л;
- б) 5 моль/л;
- в) 6 моль/л;
- г) 2 моль/л.

### Открытые

Критерии оценивания: 2 балла –верный ответ; 0 баллов –неверный ответ.

21. Йод распределяется между толуолом и водой. Концентрация йода в толуоле гораздо больше концентрации йода в воде. Как соотносятся между собой химические потенциалы йода в обеих фазах в состоянии равновесия? Ответ - одно слово.

22. Константа и степень электролитической диссоциации слабого электролита связаны соотношением:  $K = \alpha^2 c / (1 - \alpha)$ . Что произойдет с константой диссоциации по мере роста концентрации раствора? Ответ - одно слово.

23. На диаграмме состояния температура-состав двухкомпонентной системы ( $P = \text{const}$ ) имеются точка, в которой степень свободы равна двум. Какому числу равновесных фаз она отвечает? Ответ - одно число.

24. В насыщенный водный раствор бромида серебра добавлен бромид натрия. Как изменилась растворимость и произведение растворимости бромида серебра? Ответ представьте в виде двух отдельных предложений.

### Ключи для ОПК-3

|        |           |           |           |              |           |                                                                    |           |           |           |
|--------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Вопрос | <b>1</b>  | <b>2</b>  | <b>3</b>  | <b>4</b>     | <b>5</b>  | <b>6</b>                                                           | <b>7</b>  | <b>8</b>  | <b>9</b>  |
| Ответы | Б         | Г         | А         | А            | Б         | Б                                                                  | В         | Б         | Б         |
| Вопрос | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>12</b> | <b>13</b>    | <b>14</b> | <b>15</b>                                                          | <b>16</b> | <b>17</b> | <b>18</b> |
| Ответы | А         | Б         | В         | Б            | Б         | Б                                                                  | Б         | Г         | В         |
| Вопрос | <b>19</b> | <b>20</b> | <b>21</b> | <b>22</b>    | <b>23</b> | <b>24</b>                                                          |           |           |           |
| Ответы | В         | В         | Равны     | Не изменится | 1         | Растворимость уменьшится. Произведение растворимости не изменится. |           |           |           |

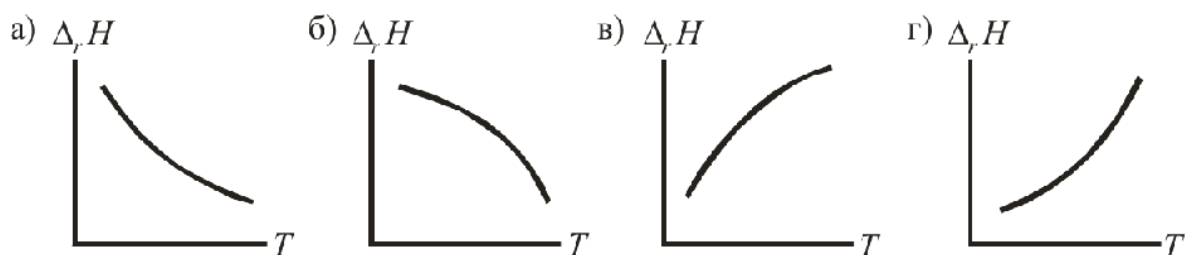
### ОПК-6

1. При 298 К ионные произведения воды и этилового спирта  $K_w(\text{H}_2\text{O}) = 10^{-14}$  и  $K_w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 10^{-20}$ . В нейтральном водном и этанольном растворах: а)  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) > \text{pH}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$ ; б)  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) < \text{pH}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$ ; в)  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = \text{pH}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$ ; г) верного ответа нет

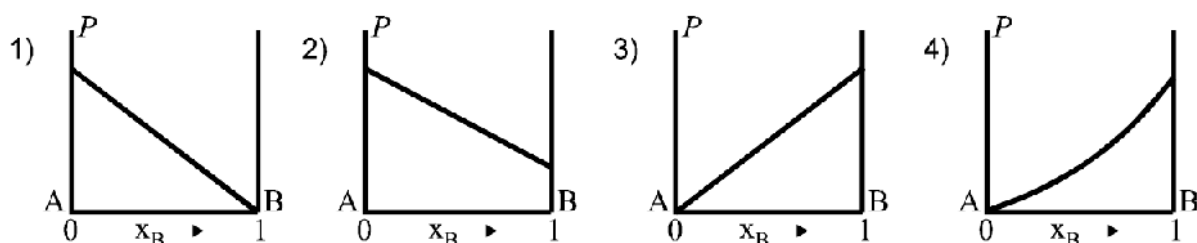
2. Удельная электропроводность водного раствора сильного электролита с ростом его концентрации с вначале растет, а затем снижается. Появление участка снижения электропроводности на зависимости обусловлено: а) изменением механизма миграционного переноса; б) изменением числа носителей заряда; в) нарастающим влиянием межйонных взаимодействий; г) изменением молярной электропроводности.

3. Скорость химической реакции при увеличении ее энергии активации: а) повышается; б) убывает; в) не изменяется; г) может изменяться по разному; д) это зависит от температуры.
4. В соответствии с принципом лимитирующей стадии химической реакции: а) скорость любой сложной химической реакции определяется скоростью самой медленной ее стадии; б) скорость любой сложной химической реакции определяется скоростью самой быстрой ее стадии; в) скоростью самой медленной стадии определяется скорость сложной химической реакции, если она состоит из ряда параллельных реакций; г) скоростью самой быстрой стадии определяется скорость сложной химической реакции, если она состоит из ряда параллельных реакций.
5. Выберите уравнение реакции, соответствующее стандартной энтальпии образования  $\Delta_f H_{298}^\circ$  соединения  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ : а)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2(\text{кр}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{кр})$ ; б)  $\text{Ca}(\text{тв}) + 6\text{H}(\text{г}) + 2\text{P}(\text{красный}) + 9\text{O}(\text{г}) = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{кр})$ ; в)  $\text{Ca}(\text{тв}) + 2\text{P}(\text{белый}) + 4,5\text{O}_2(\text{г}) = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{кр})$ ; г) верного ответа нет.
6. Какие состояния различных газов или жидкостей называют соответственными: а) состояния при одинаковых температурах и давлениях; б) состояния при одинаковых объемах и температурах; в) состояния разных веществ, имеющие одинаковые значения приведенных переменных; г) состояния различных веществ, имеющие одинаковые критические объемы.
7. Идеальный газ расширяется от объема  $V_1$  до объема  $V_2$ . Работа расширения будет максимальной, если газ расширяется а) обратимо и изотермически; б) обратимо и адиабатически; в) необратимо изотермически; г) обратимо и изобарически.
8. В каких случаях можно пренебречь разностью между изменением энтальпии и изменением внутренней энергии реакции: а) если в реакции участвуют только вещества в конденсированном состоянии; б) если все участники реакции – газообразные вещества; в) если в ходе реакции давление не изменяется; г) если реакция протекает при постоянной температуре.
9. Переход газа из состояния А в состояние В можно осуществить тремя способами (см.рис). В каком случае работа над газом минимальна?
- а) по пути 1 б) по пути 2 в) по пути 3 г) одинакова во всех случаях; д) одинакова и минимальна для пути 1 и 3.

10. Для некоторой реакции изменение теплоемкости как функция от температуры представлена уравнением  $\Delta C_p = \Delta a + \Delta bT + \Delta cT^2$ , где  $\Delta a$ ;  $\Delta b$  и  $\Delta c$ - коэффициенты, которые больше нуля. Как схематически зависит  $\Delta_r H$  от температуры:
11. При давлении  $26,6 \cdot 10^3$  Па циклогексан (ц) и этилацетат (э) кипят при одинаковой температуре.



- Чем можно объяснить, что при нормальном давлении  $T_{\text{кип}}$  циклогексана выше  $T_{\text{кип}}$  этилацетата на  $3,6^\circ\text{C}$ : а)  $\Delta V_{\text{пар}}(\text{ц}) > \Delta V_{\text{пар}}(\text{э})$ ; б)  $\Delta V_{\text{пар}}(\text{ц}) < \Delta V_{\text{пар}}(\text{э})$ ; в)  $\Delta H_{\text{исп}}(\text{ц}) > \Delta H_{\text{исп}}(\text{э})$ ; г)  $\Delta H_{\text{исп}}(\text{ц}) < \Delta H_{\text{исп}}(\text{э})$ .
12. Чему равно  $\Delta G_{\text{исп}}$  и  $\Delta F_{\text{исп}}$  при равновесном испарении 1 моль жидкости при температуре  $T$ , если пар считать идеальным газом: а)  $\Delta G = -RT$ ,  $\Delta F = 0$ ; б)  $\Delta G = 0$ ,  $\Delta F = -RT$ ; в)  $\Delta G = \Delta F = RT$ ; г)  $\Delta G = \Delta F = 0$ .
13. Имеется идеальный раствор из летучего (А) и нелетучего (В) компонентов. Как меняется общее давление насыщенного пара над раствором с изменением состава:
14. По закону Генри растворимость газов: а) увеличивается с уменьшением его давления; б) не зависит от давления газа; в) увеличивается с возрастанием давления газа; г) определяется



только константой Генри.

15. Согласно I закону Коновалова в паре над раствором больше по сравнению с раствором: а) растворителя; б) растворенного вещества; в) растворителя и растворенного вещества поровну; г) легколетучего компонента.

### Открытые

#### Критерии оценивания:

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

16. Какие данные необходимы для графического определения значения энергии активации простой реакции?

Согласно уравнению Аррениуса нужно определить константы скорости реакции при разных температурах и построить график в координатах  $\ln k = f(1/T)$ . Тангенс угла наклона этой зависимости позволит рассчитать значение энергии активации с точностью до газовой постоянной.

17. Чему равно согласно теории Аррениуса значение  $pH$  и  $pOH$  водного раствора гидроксида калия с концентрацией 0,01 М.

Гидроксид калия сильный электролит, поэтому концентрация гидроксид-ионов равна концентрации электролита. Для расчета  $pH$  и  $pOH$  воспользуемся уравнением:

$$\begin{aligned} pH &= -\lg c_{H^+} & pOH &= -\lg c_{OH^-} \\ pOH &= -\lg(0,01) = 2. & pH + pOH &= 14, \text{ тогда} \\ pH &= 14 - 2 = 12. \end{aligned}$$

18. Имеются водные растворы глюкозы и хлорида натрия одинаковой концентрации. Будут ли эти растворы изотоническими?

Нет. Хлорид натрия в водном растворе диссоциирует на ионы, а потому число частиц в его растворе будет выше, чем в растворе глюкозы, как и величина осмотического давления.

19. Что больше: энтропия водяного пара, жидкой воды или льда (1 моль вещества)?

Согласно второму закону термодинамики энтропия характеризует степень разупорядоченности в системе. Следовательно энтропия газа выше, чем жидкой воды. У жидкой воды энтропия выше, чем у льда.

20. В элементарной реакции типа  $2A \rightarrow B$  начальная концентрация вещества А равна 1 моль·л<sup>-1</sup>. Через 10 мин от начала реакции концентрация вещества В составила 0,9 моль·л<sup>-1</sup>. Вычислите константу скорости этой реакции.

Воспользуемся уравнением для реакции II порядка (бимолекулярной):

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c^0} + kt$$

Выражая отсюда константу скорости получим 0,9 л/моль·мин.

#### Ключи для ОПК-6

|         |        |                |    |    |    |    |    |      |    |
|---------|--------|----------------|----|----|----|----|----|------|----|
| Вопросы | 1      | 2              | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8    | 9  |
| Ответы  | Б      | В              | Б  | Г  | Б  | В  | Г  | А    | В  |
| Вопросы | 10     | 11             | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17   | 18 |
| Ответы  | Г      | В              | Б  | А  | В  | Г  | 1  | 12;2 | 1  |
| Вопросы | 19     | 20             |    |    |    |    |    |      |    |
| Ответы  | У пара | 0,9 л/моль*мин |    |    |    |    |    |      |    |

## ПК-1

1. Фракционной перегонкой смесь двух компонентов можно разделить на чистые вещества, если:  
а) на диаграмме жидкость-пар имеется азеотропная точка ; б) на диаграмме жидкость-пар нет азеотропной точки ; в) если компоненты не смешиваются г) если компоненты смешиваются ограниченно; д) в любом случае можно разделить
2. Диаграмма состояния вода-анилин имеет верхнюю критическую температуру. При этом с ростом температуры взаимная растворимость двух жидкостей: а) уменьшается б) не меняется; в) увеличивается; г) характер изменения зависит от концентрации компонентов.
3. Энергия активации простой реакции с ростом температуры: а) растет; б) не меняется; в) уменьшается; г) может меняться по-разному.
4. Температурный коэффициент Вант-Гоффа равен 3. Температура при протекании реакции типа  $A=B$  увеличилась на 30 градусов. Скорость реакции при этом увеличилась: а) в 27 раз; б) в 9 раз; в) в 6 раз; г) в 81 раз; д) кратность определяется внешним давлением
5. Реакции, одна из которых возможна только при одновременном протекании второй, называются: а) сопряженными б) обратимыми в) последовательными г) параллельными д) каталитическими.
6. Какое агрегатное состояние – лед или жидкая вода будет более устойчивым при 273,15 К и 1 атм: а) лед; б) жидкость; в) одинаково устойчивы оба; г) не устойчивы оба.
7. Можно ли превратить жидкую фазу в пар без нагревания: а) да, нужно увеличить давление; б) да, нужно уменьшить давление; в) это зависит от природы вещества; г) такое не возможно.
8. Над какой жидкостью – вода или водный раствор мочевины– давление насыщенного водяного пара выше: а) над раствором; б) над водой; в) одинаково над обеими; г) это зависит от концентрации мочевины.
9. Одно и то же количество глюкозы растворено в одинаковом (по массе) количестве разных растворителей  $L_1$  и  $L_2$ , Давление насыщенного пара над чистыми растворителями одинаково. Понижение давления насыщенного пара над этими растворами будет: а) одинаково; б) различаться; в) это зависит от природы растворителей; г) может быть любым.
10. Наличие катализатора: а) увеличивает скорость как прямой, так и обратной реакции; б) увеличивает скорость прямой реакции и уменьшает скорость обратной реакции; в) позволяет протекать термодинамически запрещенному процессу; г) увеличивает время достижения равновесия.
11. Для реакции первого порядка  $A \rightarrow B$  при начальной концентрации исходного вещества  $c_A = 1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$  время полупревращения составило 2500 секунд. Каково значение времени полупревращения при  $c_A = 2,5 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$  а) 6250 с; б) 1250 с; в) 2500 с; г) 5000 с.
12. Константа скорости химической реакции зависит от следующих факторов: а) время, температура, концентрация участников реакции; б) концентрация участников реакции, температура; в) время, механизм реакции, температура; г) механизм реакции, температура.
13. Потенциал какого из электродов не зависит от pH среды:  
а) водородного; б) хингидронного; в) каломельного; г) стеклянного.
14. Буферным действием обладает смесь оксалата калия с :  
а) уксусной кислотой; б) лимонной кислотой; в) щавелевой кислотой; г) ортофосфорной кислотой.
15. Для раствора 1 моль/л  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  + 1 моль/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ионная сила равна:  
а) 4 моль/л; б) 5 моль/л; в) 6 моль/л г) 2 моль/л; д) верного ответа нет

## Открытые

### Критерии оценивания:

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

16. Чем принципиально отличаются химические цепи от концентрационных?

Различием материалов анода и катода; протеканием химической реакции.

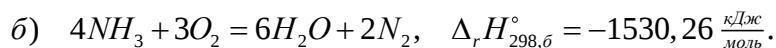
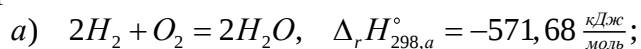
17. На катодной поляризационной кривой неподвижного электрода обнаружена область независимости плотности тока от перенапряжения, причем вращение электрода приводит к росту плотности тока. Какая стадия является скоростьюопределяющей в электрохимическом процессе, протекающем в данной системе?

Диффузионная.

18. Всегда ли существует различие между константами равновесия, выраженными через парциальные давления и молярные концентрации?

Различий нет, если в реакции нет изменения объема.

19. Найти стандартную молярную энтальпию образования аммиака на основании данных о реакциях в газовой фазе:



Ответ приведите в кДж/моль с точностью до целых.

Стандартную молярную энтальпию образования аммиака можно найти, пользуясь законом Гесса и комбинируя реакции:  $\frac{1}{4} * [(a)*3-(б)] = -571,68*3 - (-1530,26) = -46$  (кДж/моль).

20. Константа равновесия  $K_p$  реакции  $H_2 + I_2 = 2HI$  при 717 К и исходных количествах водорода и иода по 1 моль равна 46,7. Чему равна константа равновесия этой реакции, если исходные количества газов равны 2 моль?

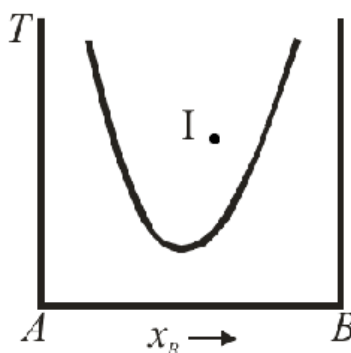
Константа равновесия не зависит от исходных количеств реагентов. Ответ: 46,7

Ключи для ПК-1

|         |     |      |    |    |    |    |                                                                     |              |                                                   |
|---------|-----|------|----|----|----|----|---------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------|
| Вопросы | 1   | 2    | 3  | 4  | 5  | 6  | 7                                                                   | 8            | 9                                                 |
| Ответы  | Б   | В    | Б  | А  | А  | В  | Б                                                                   | Б            | Б                                                 |
| Вопросы | 10  | 11   | 12 | 13 | 14 | 15 | 16                                                                  | 17           | 18                                                |
| Ответы  | А   | Б    | Г  | В  | В  | В  | различием материалов анода и катода; протеканием химической реакции | диффузионная | Различий нет, если в реакции нет изменения объема |
| Вопросы | 19  | 20   |    |    |    |    |                                                                     |              |                                                   |
| Ответы  | -46 | 46,7 |    |    |    |    |                                                                     |              |                                                   |

ПК-2

- Если две жидкости имеют такую диаграмму растворимости, как представлено на рисунке, то в точке I находится: а) компонент А; б) компонент В; в) гомогенный раствор; г) два раствора разного состава.



- Разложение карбоната магния начнется на воздухе при температуре, когда  
а)  $\Delta G^\circ > 0$  ; б)  $K_p < 1$  ; в)  $P(CO_2) = 1$  [атм]; г)  $K_p = 0$  ; где  $P(CO_2)$  – относительное давление диссоциации карбоната магния.
- Могут ли порядок реакции и молекулярность быть дробными величинами: а) нет; б) да; в) порядок – да, молекулярность – нет; г) молекулярность – да, порядок – нет.
- Если температура, константы скорости и начальные концентрации исходных веществ одинаковы, то реакция какого порядка завершится раньше: а) второго б) нулевого; в) первого; г) третьего

5. Для определения константы скорости реакции второго порядка графическим методом следует построить график в координатах: а)  $\ln c - t$ ; б)  $1/c - t$ ; в)  $1/c - 1/t$ ; г)  $c - 1/t$  д) верного ответа нет.
6. Какая из систем представляет равновесный окислительно-восстановительный электрод:
  - а)  $\text{Fe} | \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ ;
  - б)  $\text{Pt} | \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ ;
  - в)  $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+}$ ;
  - г)  $\text{Pt}, \text{H}_2 | \text{H}_3\text{O}^+$ .
7. Согласно закону разбавления константа диссоциации бинарного слабого электролита равна  $K_{\text{дисс}} = \alpha^2 C / (1 - \alpha)$ . При увеличении концентрации электролита
  - а) константа и степень диссоциации увеличатся;
  - б) константа и степень диссоциации не изменятся;
  - в) константа диссоциации не изменится, степень диссоциации уменьшится;
  - г) константа диссоциации не изменится, степень диссоциации увеличится.
8. Потенциал какого из электродов зависит от pH среды:
  - а) кислородного;
  - б) хлоридсеребряного;
  - в) медного;
  - г) хлорного.
9. На основе какого соединения может быть изготовлен электрод II рода, обратимый по ионам  $\text{Cl}^-$ :
  - а)  $\text{KCl}$ ;
  - б)  $\text{NaCl}$ ;
  - в)  $\text{AgCl}$ ;
  - г)  $\text{AgNO}_3$ .
10. Стандартный электродный потенциал какого электрода полагают равным нулю при любых температурах?
  - а) водородного;
  - б) хлоридсеребряного;
  - в) медного;
  - г) хлорного.
11. Электродом II рода является:
 

|                                              |                                |                                |                                     |
|----------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| а) $\text{Ag}   \text{AgCl}   \text{Cl}^-$ ; | б) $\text{H}^+   \text{H}_2$ ; | в) $\text{Ag}^+   \text{Ag}$ ; | г) $\text{Cu}^{2+}   \text{Cu}^+$ . |
|----------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
12. Газовым электродом является:
 

|                                              |                                |                                |                                     |
|----------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| а) $\text{Ag}   \text{AgCl}   \text{Cl}^-$ ; | б) $\text{H}^+   \text{H}_2$ ; | в) $\text{Ag}^+   \text{Ag}$ ; | г) $\text{Cu}^{2+}   \text{Cu}^+$ . |
|----------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
13. Буферным действием обладает смесь формиата натрия с :
 

|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| а) соляной кислотой;    | б) лимонной кислотой; |
| в) муравьиной кислотой; | г) уксусной кислотой. |
14. При помощи какого электрода можно потенциометрически определить концентрацию раствора  $\text{HCl}$  :
  - а) стеклянного;
  - б) медного;
  - в) ртутносulfатного;
  - г) хлоридсеребряного.
15. Чем принципиально отличаются химические цепи от концентрационных:
  - а) наличием или отсутствием скачка потенциала на границе раздела растворов;
  - б) характером температурной зависимости напряжения цепи;
  - в) различием металлов анода и катода;
  - г) порядком записи элементов цепи.

Открытые

#### Критерии оценивания:

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

16. Табличное значение предельной молярной электропроводности раствора  $\text{KClO}_4$  при  $18^\circ\text{C}$  составляет  $122,7 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{дм}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$ . Число переноса иона  $\text{ClO}_4^-$  равно 0,479. Найти предельную электрическую подвижность этого иона в растворе. Ответ приведите с точностью до целых в  $\text{Ом}^{-1} \cdot \text{дм}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$  (без указания единиц измерения).

Подвижность равна произведению числа переноса иона на молярную электропроводность:  
 $0,479 \cdot 122,7 = 59 \text{ (Ом}^{-1} \cdot \text{дм}^2 \cdot \text{моль}^{-1}\text{)}$

17. Вычислить  $E_{\text{O}_2, \text{H}_2\text{O}_2 | \text{Pt}}^0$  для реакции (1)  $\text{O}_2 + 2\text{H}_3\text{O}^+ + 2e^- = \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,

если стандартные электродные потенциалы для реакций (2)  $\text{O}_2 + 4\text{H}_3\text{O}^+ + 4e^- = 6\text{H}_2\text{O}$

и (3)  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_3\text{O}^+ + 2e^- = 4\text{H}_2\text{O}$  составляют соответственно:  $E_{\text{O}_2, \text{H}_2\text{O} | \text{Pt}}^0 = 1,229 \text{ В}$ ;

$E_{\text{H}_2\text{O}_2, \text{H}_2\text{O} | \text{Pt}}^0 = 1,776 \text{ В}$ .

Ответ приведите в милливольтгах с точностью до целых (не указывая единицы измерений).

Стандартный потенциал можно рассчитать, комбинируя вначале энергии Гиббса реакций для получения искомой: (1) = (2)-(3). Учитывая основное уравнение электрохимической термодинамики, запишем:  $-2FE(1) = -4FE(2) - (-2FE(3))$ , где F – число Фарадея. Отсюда  $E(1) = 2E(2) - E(3) = 2 \cdot 1,229 - 1,776 = 0,682 \text{ (В)} = 682 \text{ мВ}$ .

18. Стандартный потенциал кадмиевого электрода равен -403 мВ. Какое значение потенциал кадмиевого электрода принимает в растворе с активностью ионов кадмия  $a(\text{Cd}^{2+}) = 1$  ? Ответ приведите в милливольтгах с точностью до целых (не указывая единицы измерений).

-403 мВ, так как стандартный потенциал – это потенциал при единичной активности потенциалопределяющих ионов, в данном случае – ионов кадмия.

19. Стандартный потенциал медного электрода равен 0,34 В. Стандартный потенциал хлоридсеребряного электрода равен 0,2 В. Какой электрод является катодом в электрохимической цепи, составленной из медного и хлоридсеребряного электродов в стандартных условиях?

Медный, так как катодом является электрод с более положительным (менее отрицательным) потенциалом.

20. Стандартный потенциал цинкового электрода равен -0,66 В. Стандартный потенциал хлоридсеребряного электрода равен 0,2 В. Укажите полуреакцию, которая будет самопроизвольно протекать на аноде электрохимической цепи, составленной из цинкового и хлоридсеребряного электродов, в стандартных условиях

В данной цепи анодом является цинковый электрод, так как его потенциал отрицательнее. Учитывая, что на аноде протекает реакция окисления полуреакцию следует записать так:  $\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2e^-$

|         |        |                                     |    |    |    |    |    |     |      |
|---------|--------|-------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|------|
| Вопросы | 1      | 2                                   | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8   | 9    |
| Ответы  | Г      | В                                   | В  | Г  | В  | Б  | В  | А   | В    |
| Вопросы | 10     | 11                                  | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17  | 18   |
| Ответы  | А      | А                                   | Б  | В  | А  | В  | 59 | 682 | -403 |
| Вопросы | 19     | 20                                  |    |    |    |    |    |     |      |
| Ответы  | медный | $\text{Zn} = \text{Zn}^{2+} + 2e^-$ |    |    |    |    |    |     |      |