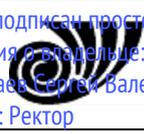


|   |   |        |
|---|---|--------|
| Документ подписан простой электронной подписью<br>Информация о владельце:<br>ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич<br>Должность: Ректор<br>Дата подписания: 17.06.2025 15:16:53<br>Уникальный идентификатор документа:<br>04c19ed8bf09815b6c077a486b9a6788b8522525 | <br>МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») | стр. 1 |
|---|---|--------|

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

Физическая химия

Направление подготовки (специальность)

04.03.01 Химия

Направленность (профиль)

Аналитическая химия и химическая экспертиза

Присваиваемая квалификация (степень)

Бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является усвоение студентами химического факультета основных разделов физической химии – химической термодинамики, химической кинетики и катализа, электрохимии, являющихся теоретической базой современной химической науки и технологии.

Задачами изучения дисциплины являются:

1. Овладение студентами химического факультета теоретическими основами и математическим аппаратом химической и электрохимической термодинамики и кинетики.

2. Ознакомление с техникой и методами современного физико-химического эксперимента.

3. Овладение принципами применения аппарата химической и электрохимической термодинамики и кинетики для экспериментального изучения и теоретического анализа химических реакций, физических процессов и явлений.

Результат освоения дисциплины являются индикаторы ОПК-1-2. Умеет использовать базовые знания в области химических наук в профессиональной деятельности; ОПК-2-2. Умеет решать профессиональные задачи из различных областей химии; ОПК-3-2. Умеет использовать расчетно-теоретические и компьютерные программы для решения профессиональных задач.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.08

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Физика

Неорганическая химия

Аналитическая химия

Химическая технология

Органическая химия

Научно-исследовательская работа

Кристаллохимия

Основы химического материаловедения

Лабораторный практикум по химии твердого тела

Лабораторный практикум по химии материалов

Лабораторный практикум по физической химии

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

Преддипломная практика

Семинар по физической химии

Семинар по химии материалов

Семинар по химии твердого тела

Спектральные методы анализа

Строение вещества

Физические методы исследования в химии

Квантовая химия

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-1: Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений**

#### **Знать:**

фундаментальные законы физической химии

#### **Уметь:**

решать конкретные задачи физической химии



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Физическая химия" по направлению подготовки (специальности) 04.03.01 "Химия" направленности (профилю) Аналитическая химия и химическая экспертиза ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

**Владеть:**

навыками количественного и качественного анализа

**ОПК-2: Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием**

**Знать:**

основные методы синтеза и анализа неорганических веществ

**Уметь:**

проводить основные химические расчеты, работать с веществами и химической посудой

**Владеть:**

основными методами и методиками анализа органических и неорганических веществ

**ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники**

**Знать:**

математический аппарат, необходимый для решения профессиональных задач в области химии и материаловедения

**Уметь:**

решать типовые учебные задачи по основным разделам математики и естественнонаучных дисциплин

**Владеть:**

навыками работы с учебной литературой, основной терминологией и понятийным аппаратом базовых математических и естественнонаучных дисциплин

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |   |
|------------|---|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>   |
| 3.1.1      | законы и фундаментальные положения физической химии, связь физических явлений и химических процессов    |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>   |
| 3.2.1      | выполнять расчеты, связанные с теплообменом, вычислением теплового эффекта, скорости химических реакций |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>   |
| 3.3.1      | навыками сопоставления задач, методов решения и имеющихся ресурсов                                      |

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Общая трудоемкость</b>     | <b>14 ЗЕТ</b>   |
| Часов по учебному плану : 504 | Виды контроля в семестрах:<br>экзамены 6, 7<br>зачеты 6 |
| в том числе :                 |   |
| аудиторные занятия : 348      |   |
| самостоятельная работа : 59,8 |   |
| часов на контроль : 54        |   |
| контактная работа: 390,2      |   |
| ИКР: 42,2                     |   |

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Литература                                  |
|-------------|--|----------------|-------|---|
|             | <b>Раздел 1. Введение. Предмет и значение физической химии. Краткий очерк развития физической химии.</b> |                |       |   |
| 1.1         | Введение /Лек/   | 6              | 2     | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |



|     |   |   |     |   |
|-----|---|---|-----|---|
| 1.2 | История развития физической химии /Ср/  | 6 | 2,2 | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
|     | <b>Раздел 2. Основные положения и постулаты термодинамики</b>   |   |     |   |
| 2.1 | Основные положения и постулаты термодинамики. Постулат о существовании температуры (нулевое начало термодинамики) /Лек/           | 6 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
|     | <b>Раздел 3. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы. Теплота и Работа. Термохимия</b>                             |   |     |   |
| 3.1 | Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа различного рода. Термохимия /Лек/                        | 6 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 3.2 | Первый закон термодинамики. Процессы с идеальными газами /Пр/   | 6 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 3.3 | Закон Гесса. Термохимические расчёты /Пр/   | 6 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 3.4 | Уравнение Кирхгоффа. Термодинамические таблицы /Пр/   | 6 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 3.5 | Контрольная работа № 1 /Пр/   | 6 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 3.6 | Вводное занятие. Инструкция по технике безопасности. Аналитические и графические методы обработки экспериментальных данных. /Лаб/ | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 3.7 | Определение теплот растворения хорошо растворимых солей /Лаб/   | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 3.8 | Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидрате /Лаб/   | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 3.9 | Коллоквиум № 1 /Лаб/  | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
|     | <b>Раздел 4. Второй закон термодинамики</b>   |   |     |   |
| 4.1 | Второй закон термодинамики /Лек/  | 6 | 5   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 4.2 | Второй закон термодинамики. Энтропия /Пр/   | 6 | 3   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 4.3 | Определение неизвестной теплоемкости /Лаб/  | 6 | 6   | Л1.1Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5      |
|     | <b>Раздел 5. Приложения второго закона термодинамики</b>  |   |     |   |
| 5.1 | Приложения второго закона термодинамики /Лек/   | 6 | 5   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 5.2 | Фазовые равновесия в однокомпонентных системах /Пр/   | 6 | 3   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 5.3 | Аксиоматика второго начала /Ср/   | 6 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |



| <b>Раздел 6. Термодинамика газовых смесей и конденсированных растворов</b> |   |   |     |   |
|--|---|---|-----|---|
| 6.1  | Термодинамика газовых смесей и конденсированных растворов /Лек/   | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 6.2  | Растворы. Парциальные мольные величины /Пр/   | 6 | 3   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 6.3  | Коллигативные свойства растворов /Пр/   | 6 | 3   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 6.4  | Летучесть. Активность /Пр/  | 6 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 6.5  | Контрольная работа № 2 /Пр/   | 6 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 6.6  | Распределение вещества между двумя несмешивающимися жидкостями /Лаб/  | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 6.7  | Парадокс Гиббса /Ср/  | 6 | 4,1 | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 7. Химические равновесия</b>                                     |   |   |     |   |
| 7.1  | Химические равновесия /Лек/   | 6 | 8   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 7.2  | Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах /Пр/   | 6 | 3   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 7.3  | Косвенный метод расчёта. Расчёт констант равновесия по термохимическим данным /Пр/                              | 6 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э4 Э5    |
| 7.4  | Зависимость константы равновесия от температуры /Пр/  | 6 | 3   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 7.5  | Изучение равновесия гомогенной химической реакции в растворе /Лаб/  | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 7.6  | Коллоквиум № 2 /Лаб/  | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 8. Фазовые равновесия. Диаграммы состояния различных систем</b>  |   |   |     |   |
| 8.1  | Фазовые равновесия. Диаграммы состояния различных систем. Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту /Лек/ | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 8.2  | Термический анализ. Фазовые равновесия в двухкомпонентной системе /Лаб/   | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 8.3  | Изучение растворимости в трёхкомпонентной системе /Лаб/   | 6 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 9. Термодинамика поверхностных явлений</b>                       |   |   |     |   |



|      |  |   |    |   |
|------|--|---|----|---|
| 9.1  | Термодинамика поверхностных явлений /Лек/  | 6 | 8  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 9.2  | Контрольная работа № 3 /Пр/  | 6 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 9.3  | Изучение адсорбции на твёрдой поверхности /Лаб/  | 6 | 6  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 9.4  | Коллоквиум № 3 /Лаб/   | 6 | 6  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 9.5  | Сдача зачёта по лабораторному практикуму /Лаб/   | 6 | 12 | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
|      | <b>Раздел 10. Основные понятия химической кинетики.<br/>Кинетический закон действия масс</b> |   |    |   |
| 10.1 | Основные понятия химической кинетики. Кинетический закон действия масс /Лек/                 | 7 | 2  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 10.2 | Вводное занятие. Инструкция по ТБ. Планирование лабораторного практикума /Лаб/               | 7 | 6  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 10.3 | Кинетический закон действия масс /Ср/  | 7 | 3  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
|      | <b>Раздел 11. Кинетика необратимых реакций I, II и n – ного порядков</b>                     |   |    |   |
| 11.1 | Кинетика необратимых реакций I, II и n-ого порядков /Лек/                                    | 7 | 4  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 11.2 | Кинетика гидролитического разложения сложного эфира /Лаб/                                    | 7 | 6  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 11.3 | Кинетика реакции иодирования ацетона в кислой среде /Лаб/                                    | 7 | 6  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 11.4 | Инверсия сахара /Лаб/  | 7 | 6  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
|      | <b>Раздел 12. Кинетика обратимых реакций I и II порядков</b>                                 |   |    |   |
| 12.1 | Кинетика обратимых реакций I и II порядков /Лек/   | 7 | 4  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 12.2 | Решение дифференциальных уравнений в кинетике обратимых химических реакций /Ср/              | 7 | 12 | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
|      | <b>Раздел 13. Кинетический анализ параллельных и последовательных реакций</b>                |   |    |   |
| 13.1 | Кинетический анализ параллельных и последовательных реакций /Лек/                            | 7 | 4  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
|      | <b>Раздел 14. Принцип стационарных концентраций М.<br/>Боденштейна</b>                       |   |    |   |



|  |  |   |     |   |
|--|--|---|-----|---|
| 14.1   | Принцип стационарных концентраций<br>М. Боденштейна<br>/Лек/     | 7 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 15. Основные методы определения кинетического порядка химических реакций</b> |  |   |     |   |
| 15.1   | Основные методы определения порядка химической реакции /Лек/     | 7 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 15.2   | Метод Оствальда – Нойеса и его разновидности /Ср/                | 7 | 10  | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 16. Влияние температуры на скорость. Энергия активации.</b>                  |  |   |     |   |
| 16.1   | Влияние температуры на скорость реакции. Энергия активации /Лек/ | 7 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 16.2   | Кинетика разложения муравьиной кислоты /Лаб/                     | 7 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 16.3   | Влияние температуры на скорость реакции /Ср/                     | 7 | 8,5 | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 17. Понятие о кинетике реакций в потоке</b>                                  |  |   |     |   |
| 17.1   | Понятие о кинетике реакций в потоке /Лек/                        | 7 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 17.2   | Реактор идеального вытеснения /Ср/                               | 7 | 8   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 18. Цепные реакции</b>   |  |   |     |   |
| 18.1   | Цепные реакции /Лек/   | 7 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 19. Фотохимические реакции</b>   |  |   |     |   |
| 19.1   | Фотохимические реакции /Лек/                                     | 7 | 2   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 19.2   | Кинетика реакции фотоизомеризации ретинала /Ср/                  | 7 | 8   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 20. Теория активных столкновений в химической кинетике</b>                   |  |   |     |   |
| 20.1   | Теория активных столкновений в химической кинетике /Лек/         | 7 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 21. Теория переходного состояния (активного комплекса)</b>                   |  |   |     |   |
| 21.1   | Теория переходного состояния (активированного комплекса) /Лек/   | 7 | 4   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 22. Катализ</b>  |  |   |     |   |
| 22.1   | Катализ /Лек/  | 7 | 6   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |



|  |  |   |      |   |
|--|--|---|------|---|
| 22.2   | Изучение скорости реакции малахитового зелёного с ионами гидроксила в присутствии солей /Лаб/  | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 22.3   | Коллоквиум № 4 /Лаб/   | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 23. Электрохимия</b>               |  |   |      |   |
| 23.1   | Электрохимия /Лек/   | 7 | 20   | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 23.2   | Измерение электропроводности слабого электролита и определение константы электролитической диссоциации /Лаб/                                 | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 23.3   | Определение температурного коэффициента электропроводности раствора электролита и теплоты диссоциации уксусной кислоты /Лаб/                 | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 23.4   | Числа переноса /Лаб/   | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 23.5   | Определение ЭДС электрохимических цепей /Лаб/  | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 23.6   | Определение нормального окислительно – восстановительного потенциала и константы равновесия между окисленной и восстановленной формами /Лаб/ | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 23.7   | Температурная зависимость ЭДС и термодинамические функции электрохимической реакции /Лаб/  | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 23.8   | Определение константы нестойкости комплексного иона /Лаб/  | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 23.9   | Коллоквиум №5 /Лаб/  | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 23.10  | Практическое использование электрохимии /Ср/   | 7 | 2    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 24. Электрохимическая кинетика</b> |  |   |      |   |
| 24.1   | Электрохимическая кинетика /Лек/   | 7 | 10   | Л1.1 Л1.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5             |
| 24.2   | Изучение кинетики электрохимического растворения железа температурно-кинетическим методом /Лаб/  | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э2 Э3 Э4 Э5    |
| 24.3   | Коллоквиум №6 /Лаб/  | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| 24.4   | Сдача зачёта по лабораторному практикуму /Лаб/   | 7 | 6    | Л1.1 Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 |
| <b>Раздел 25. Иная контактная работа</b>     |  |   |      |   |
| 25.1   | Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/  | 6 | 21,7 |   |
| 25.2   | Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/  | 7 | 20,5 |   |

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств



Задачи для проведения контрольной работы  
Вопросы для письменного и устного опросов  
Вопросы к экзамену

## 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примеры задач для контрольных работ:

1. Определите изменение внутренней энергии, количество теплоты и работу, совершаемую при обратимом изотермическом расширении азота от 0.5 до 4 м<sup>3</sup> (начальные условия: температура 26.8оС, давление 93.2 кПа)
2. Система содержит 0.5 моль идеального одноатомного газа ( $CV = 3.0$  кал/(моль·К)) при  $P_1 = 10$  атм и  $V_1 = 1$  л. Газ расширяется обратимо и адиабатически до давления  $P_2 = 1$  атм. Рассчитайте начальную и конечную температуру, конечный объем, совершенную работу, а также изменение внутренней энергии и энтальпии в этом процессе. Рассчитайте эти величины для соответствующего изотермического процесса.
4. Удельная поверхность активированного угля равна 400 м<sup>2</sup>/г. определить максимальное количество метилового спирта, которое может быть адсорбировано на угле массой 2г. Спирт адсорбируется мономолекулярным слоем, а его плотность 0,7958 г/см<sup>3</sup>.
5. Для газовой реакции гидрирования этилена  $K=0,0077$  л/(моль·с) при 600К. В эвакуированный сосуд емкостью 5л, нагретый до 600К, вводится 0,015 моля водорода и 0,005 моля этилена. Определить общее давление и парциальное давление этана через 1 час после начала реакции.
6. Используя предельный закон Дебая-Хюккеля вычислить средний коэффициент активности гексацианоферрата калия (III) в растворе, молярность которого 0,001, если  $A=0,509$

Примерные вопросы к письменному и устному опросам:

1. Основные понятия химической термодинамики. Термодинамические системы и их классификация. Термодинамические состояния и их классификация.
2. Интенсивные и экстенсивные свойства системы. Термодинамические процессы. Классификация термодинамических процессов.
3. Функции состояния и функции перехода. Свойства функций состояния.
4. Нулевое начало термодинамики. Температура. Температурные шкалы.
5. Уравнение состояния идеального газа. Уравнения состояния идеального газа в изопроцессах. Уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа. Уравнение состояния конденсированной фазы.
6. Первое начало термодинамики. Математическая формулировка первого начала термодинамики в интегральной и дифференциальной формах.
7. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа как формы передачи энергии, их эквивалентность.
8. Цикл Карно. Уравнение адиабаты.
9. Работа. Виды работы. Работа идеального газа в изопроцессах.
10. Калорические коэффициенты. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Энтальпия как функция состояния системы.
11. Связь различных видов теплоемкости друг с другом (в общем виде и в частных случаях). Зависимость теплоемкости от давления и объема.
12. Приложение первого закона термодинамики к химическим процессам. Закон Гесса.
13. Зависимость теплоты процесса от температуры. Уравнения Кирхгофа. Температурные ряды теплоемкости.
14. Термодинамическая и термохимическая системы знаков. Термохимические уравнения.
15. Энтропия как функция состояния системы. Второе начало термодинамики. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Постулат Клаузиуса. Постулат Томсона.
16. Статистический характер второго начала термодинамики. Статистическая трактовка энтропии. Термодинамическая вероятность состояния системы. Уравнение Больцмана.
17. Изменение энтропии при протекании различных процессов. Соотношения Максвелла.
18. Третье начало термодинамики. Постулат Планка. Абсолютное значение энтропии. Методы расчета энтропии.
19. Изобарно-изотермический и изохорно-изотермический потенциалы. Условие термодинамического равновесия. Критерии самопроизвольного протекания процесса. Уравнение максимальной работы Гиббса-Гельмгольца.
20. Характеристические функции. Естественные переменные. Условия равновесия.
21. Термодинамические потенциалы идеальных и реальных газов. Летучесть и коэффициент летучести.
22. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
23. Фазовые переходы 1 и 2 рода. Правило смещения равновесия.
24. Химический потенциал. Условия равновесия в гетерогенных системах. Уравнение Гиббса-Дюгема.
25. Давление насыщенных паров конденсированных растворов. Законы Рауля и Генри для предельно разбавленных растворов.
26. Реальные растворы. Положительные и отрицательные отклонения от законов Рауля и Генри.
27. Активность и коэффициент активности компонентов растворов. Стандартные состояния.
28. Химические потенциалы компонентов идеальных, предельно разбавленных и реальных растворов.
29. Растворимость газов в жидкостях. Зависимость растворимости от давления и температуры. Коэффициенты



растворимости и поглощения.

30. Растворы нелетучих веществ в жидкостях. Эбулиоскопия и криоскопия.

31. Растворимость твердых веществ в жидкостях. Ненасыщенные, насыщенные и пересыщенные растворы. Зависимость растворимости от температуры и давления.

32. Осмотическое давление в растворах. Уравнение Вант-Гоффа для осмотического давления. Термодинамика осмотического давления.

33. Растворы. Термодинамическая номенклатура водных систем. Теории растворов. Парциальные молярные величины.

34. Конденсированные растворы. Идеальные, совершенные, предельно разбавленные, регулярные и атермальные растворы.

35. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов и растворов электролитов. Изотонический коэффициент.

36. Коэффициент распределения веществ в несмешивающихся жидкостях. Экстракция. Количественные характеристики экстракции.

37. Диаграммы равновесия «жидкость – пар» в бинарных растворах. Первый закон Коновалова.

38. Второй закон Коновалова. Его вывод. Азеотропные смеси. Способы разделения азеотропных смесей.

39. Распределение растворенного вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Законы распределения Нернста и Нернста-Шилова.

40. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Константа равновесия.

41. Равновесие химических реакций в газовой фазе, протекающих без изменения и с изменением числа молекул в системе.

42. Химическое равновесие в жидкой фазе и в гетерогенных системах. Константа равновесия.

43. Изотерма химической реакции. Стандартный изобарно-изотермический потенциал химической реакции. Расчет константы химического равновесия по термодинамическим данным. Метод комбинирования равновесий.

44. Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнение изобары и изохоры Вант-Гоффа.

45. Расчет химических равновесий по термохимическим данным и методом Темкина-Шварцмана. Тепловой закон Нернста.

46. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Тройная и критическая точки.

47. Равновесие в двухкомпонентных системах. Фазовая диаграмма. Виды диаграмм состояния.

48. Диаграммы плавкости двойных систем с неограниченной растворимостью компонентов в твердом и жидком состоянии.

49. Диаграмма плавкости системы с простой эвтектикой. Треугольник Таммана.

50. Диаграмма плавкости системы с ограниченной растворимостью веществ в твердом состоянии.

51. Диаграмма плавкости системы, образующей конгруэнтно плавящееся химическое соединение.

52. Диаграмма плавкости системы, образующей инконгруэнтно плавящееся химическое соединение.

53. Диаграмма плавкости системы с перитектикой.

54. Диаграмма плавкости системы с куполом расслаивания.

55. Правило рычага. Изменение типа диаграмм в зависимости от типа отклонений от закона Рауля.

56. Представление составов и свойств трехкомпонентной системы на концентрационном треугольнике.

57. Явления на поверхности жидкость – газ. Поверхностное натяжение.

58. Потенциал омега. Термодинамические свойства поверхности раздела фаз.

59. Адсорбция на твердой поверхности. Изобара, изотерма и изопикна адсорбции. Количественные характеристики адсорбции.

60. Адсорбция на жидкой поверхности. Капиллярное давление. Изотерма адсорбции Гиббса.

61. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Изотермы адсорбции Ленгмюра и БЭТ.

62. Изотермы адсорбции Генри и Фрейндлиха. Параметры изотермы адсорбции Фрейндлиха, их физический смысл, предельные значения.

Вопросы к коллоквиуму по курсу "Химическая кинетика и катализ"

1. Основные понятия химической кинетики. Молекулярность и порядок реакции. Кинетическая классификация химических реакций. Обратимые и необратимые процессы. Основной постулат химической кинетики. Скорость и константа скорости.

2. Кинетические уравнения необратимых реакций первого и второго порядков.

3. Кинетические кривые. Кинетические уравнения необратимых реакций n-ного порядка.

4. Кинетика параллельных реакций первого и второго порядков.

5. Кинетика последовательных реакций первого порядка.

6. Кинетика обратимых реакций первого и второго порядков.

7. Кинетика реакций в потоке. Общее кинетическое уравнение.

8. Температурная зависимость скорости химической реакции. Энергия активации.

9. Методы определения порядка химической реакции.



10. Кинетика простых и разветвленных цепных реакций.
11. Пределы самовоспламенения разветвленных цепных реакций. Понятие теплового взрыва.
12. Принцип стационарных концентраций М. Боденштейна и его применение в химической кинетике.
13. Законы фотохимии. Кинетические особенности фотохимических реакций. Квантовый выход и уравнение скорости фотохимической реакции.
14. Законы распределения молекул идеального газа по скоростям и энергии. Средняя и наиболее вероятная скорости движения молекул.
15. Эффективное сечение столкновений и общее число двойных столкновений. Теория активных столкновений и энергия активации химических реакций.
16. Взаимосвязь уравнения Аррениуса и теории активных столкновений. Уравнение скорости и константы скорости бимолекулярных реакций в теории активных столкновений.
17. Применение теории активных столкновений к мономолекулярным реакциям. Схема Линдемана. Понятие о теориях Гиншельвуда, Касселя и Слэттера.
18. Тримолекулярные реакции и теория активных столкновений. Уравнение для числа тройных столкновений. Схема Траутца.
19. Понятие о координате и энергетическом профиле пути химической реакции. Основное уравнение теории активного комплекса.
20. Термодинамические параметры образования активного комплекса. Энергия активации и уравнение константы скорости в теории активного комплекса.
21. Применение теории активного комплекса к мономолекулярным и тримолекулярным реакциям.
22. Определение катализа и классификация каталитических реакций.
23. Общие кинетические закономерности и активация гомогенных каталитических процессов.
24. Кислотно-основный катализ. Солевые эффекты. Влияние ионной силы на скорость ионных реакций.
25. Основные стадии гетерогенных каталитических процессов. Лимитирующие стадии. Активация в гетерогенном катализе.
26. Кинетика гетерогенной химической реакции в статических условиях.
27. Теоретические модели процессов гетерогенного катализа.

#### Вопросы к коллоквиуму по курсу "Электрохимия"

1. Предмет и понятия электрохимии. Теория электролитической диссоциации, ее недостатки.
2. Термодинамическая номенклатура водных систем. Активность и коэффициент активности.
3. Основы электростатической теории сильных электролитов. Средняя плотность зарядов ионной атмосферы.
4. Зависимость электрического потенциала и плотности от расстояния до центрального иона.
5. Потенциал и радиус ионной сферы. Предельный закон Дебая-Хюккеля. Дальнейшее развитие теории.
6. Химическое действие электрического тока. Законы Фарадея. Диффузия в растворах электролитов.
7. Общая характеристика движения ионов в растворах электролитов. Электропроводность. Число переноса.
8. Теоретическая интерпретация электропроводности электролитов. Подвижность ионов водорода и гидроксид-иона.
9. Термодинамика электрохимических систем и электродных процессов. Условная водородная шкала. ЭДС. Электродный потенциал.
10. Электрохимический потенциал. Электрохимические равновесия.
11. Классификация электродов.
12. Классификация электрохимических цепей.
13. Электрохимическая кинетика. Механизм и скорость электродной реакции.
14. Поляризация электродов и перенапряжение.
15. Электрохимическая поляризация.
16. Ток обмена. Перенапряжение электрохимической стадии.
17. Влияние строения двойного электрического слоя на скорость реакции переноса зарядов.
18. Поверхностные и межфазные слои.
19. Термодинамика поверхностных явлений. Адсорбционное уравнение Гиббса.
20. Основное уравнение электрокапиллярности (уравнение Фрумкина).
21. Емкость двойного электрического слоя. Теория Гельмгольца строения двойного электрического слоя.
22. Теория Гуи-Чапмена строения двойного электрического слоя.
23. Влияние строения двойного электрического слоя на процессы растворения металлов и разряда их ионов.
24. Многостадийные электродные реакции.
25. Двухстадийные электродные реакции.
26. Параллельные электродные реакции.
27. Диффузионная поляризация (перенапряжение).

#### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену:



Вопросы по разделу "Химическая термодинамика"

1. Основные понятия химической термодинамики. Термодинамические системы и их классификация. Термодинамические параметры и уравнения состояния. Равновесные и неравновесные состояния.
2. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа как формы перехода энергии, их эквивалентность.
3. Равновесные и неравновесные /необратимые/ процессы. Работа различных процессов.
4. Первый закон термодинамики. Уравнение первого закона термодинамики для системы с идеальным газом.
5. Калорические коэффициенты. Теплоемкость. Энтальпия как функция состояния системы.
6. Приложение первого закона термодинамики к химическим процессам. Закон Гесса.
7. Зависимость теплоты процесса от температуры. Уравнения Кирхгофа.
8. Энтропия как функция состояния системы. Второй закон термодинамики. Критерий равновесия.
9. Статистический характер второго закона термодинамики. Уравнение Больцмана.
10. Постулат Планка. Абсолютное значение энтропии. Методы расчета энтропии.
11. Изобарно - изотермический и изохорно- изотермический потенциалы. Уравнение максимальной работы Гиббса-Гельмгольца.
12. Характеристические функции. Условия равновесия.
13. Термодинамические потенциалы идеальных и реальных газов. Летучесть.
14. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
15. Фазовые переходы первого и второго рода. Правило смещения равновесия.
16. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.
17. Термодинамические функции смесей идеальных газов. Химические потенциалы смесей идеальных и реальных газов.
18. Химический потенциал. Условие равновесия в гетерогенных системах. Уравнение Гиббса-Дюгема.
19. Давление насыщенных паров конденсированных растворов. Законы Рауля и Генри для предельно разбавленных растворов.
20. Реальные растворы. Положительные и отрицательные отклонения от законов Рауля и Генри.
21. Активность и коэффициент активности компонентов растворов. Стандартные состояния.
22. Химические потенциалы компонентов идеальных, предельно разбавленных и реальных растворов.
23. Растворимость газов в жидкостях. Зависимость растворимости от давления и температуры. Коэффициенты растворимости и поглощения.
24. Растворы нелетучих веществ в жидкостях. Эбулиоскопия и криоскопия.
25. Растворимость твердых веществ в жидкостях. Насыщенные растворы. Зависимость растворимости от температуры.
26. Осмотическое равновесие в растворах. Термодинамика осмотического давления.
27. Растворы. Способы выражения концентраций. Теории растворов. Парциальные молярные величины.
28. Коэффициент распределения веществ в несмешивающихся жидкостях. Экстракция из растворов.
29. Методы определения активности.
30. Диаграммы равновесий жидкость - пар в бинарных растворах. Первый, закон Коновалова.
31. Второй закон Коновалова. Его вывод. Азеотропные растворы.
32. Определение активности и коэффициентов активности по уравнению Гиббса - Дюгема.
33. Химическое равновесие. Закон действия масс. Константы равновесия.
34. Равновесие химических реакций в газовой фазе, протекающих без изменения и с изменением числа молекул в системе.
35. Химическое равновесие в жидкой фазе и в гетерогенных системах. Константы равновесия.
36. Изотерма химической реакции. Стандартный изобарно- изотермический потенциал химической реакции. Расчет констант химического равновесия по термодинамическим данным. Метод комбинирования равновесий.
37. Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнения изобары и изохоры Вант-Гоффа.
38. Расчет химических равновесий по термохимическим данным. Тепловой закон Нернста.
39. Равновесие в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Диаграммы состояния однокомпонентных систем.
40. Равновесия в двухкомпонентных системах. Диаграммы состояния двойных систем с неограниченной и ограниченной растворимостью, компонентов.
41. Диаграммы состояния двойных систем с химическим соединением, плавящимся конгруэнтно и инконгруэнтно.
42. Правило рычага. Количественные расчеты по двойным диаграммам состояния.
43. Явления на поверхности жидкость - газ. Потенциал омега.
44. Термодинамические свойства поверхности раздела фаз.
45. Капиллярное давление. Адсорбция на жидкой поверхности.
46. Адсорбция на твердой поверхности. Изобара и изотермы адсорбции.
47. Мономолекулярная и полималекулярная адсорбция. Изотермы адсорбции Ленгмюра и БЭТ.
48. Обобщения для процессов адсорбции на твердой и жидкой поверхности.



Вопросы по разделу "Химическая кинетика, катализ и электрохимия"

1. Основные понятия химической кинетики. Молекулярность и порядок реакции. Кинетическая классификация химических реакций. Обратимые и необратимые процессы. Основной постулат химической кинетики. Скорость и константа скорости.
2. Кинетические уравнения необратимых реакций первого и второго порядков.
3. Кинетические кривые. Кинетические уравнения необратимых реакций n- го порядка.
4. Кинетика параллельных реакций первого и второго порядков.
5. Кинетика последовательных реакций первого порядка.
6. Кинетика обратимых реакций первого и второго порядков
7. Кинетика реакций в потоке. Общее кинетическое уравнение.
8. Температурная зависимость скорости химической реакции. Энергия активации.
9. Методы определения порядка химической реакции.
10. Кинетика простых и разветвленных цепных реакций.
11. Пределы самовоспламенения разветвленных цепных реакций. Понятие теплового взрыва.
12. Принцип стационарных концентраций М.Боденштейна и его применение в химической кинетике.
13. Законы фотохимии. Кинетические особенности фотохимических реакции. Квантовый выход и уравнение скорости фотохимической реакции.
14. Законы распределения молекул идеального газа по скоростям и энергии. Средняя и наиболее вероятная скорости движения молекул.
15. Эффективное сечение столкновений и общее число двойных столкновений. Теория активных столкновений и энергия активации химических реакций.
16. Взаимосвязь уравнения Аррениуса и теории активных столкновений. Уравнения скорости и константы скорости бимолекулярных реакций в теории активных столкновений.
17. Применение теории активных столкновений к мономолекулярным реакциям. Схема Линдемана. Понятие о теориях Гиншельвуда, Касселя и Слэттера.
18. Тримолекулярные реакции и теория активных столкновений. Уравнение для числа тройных столкновений. Схема Траутца.
19. Понятие о координате и энергетическом профиле пути химической реакции. Основное уравнение теории активного комплекса.
20. Термодинамические параметры образования активного комплекса. Энергия активации и уравнение константы скорости в теории активного комплекса.
21. Применение теории активного комплекса к мономолекулярным и тримолекулярным реакциям.
22. Определение катализа и классификация каталитических реакций.
23. Общие кинетические закономерности и активация гомогенных каталитических процессов.
24. Кислотно - основной катализ. Солевые эффекты. Влияние ионной силы на скорость ионных реакций.
25. Основные стадии гетерогенных каталитических процессов. Лимитирующие стадии. Активация в гетерогенном катализе.
26. Кинетика гетерогенной химической реакции в статических условиях.
27. Теоретические модели процессов гетерогенного катализа.
28. Предмет и понятия электрохимии. Теория диссоциации ее недостатки.
29. Термодинамическая номенклатура водных систем. Активность и коэффициент активности.
30. Основы электростатической теории сильных электролитов. Средняя плотность зарядов  $\rho$  ионной атмосферы.
31. Зависимость электрического потенциала  $\psi$  и плотности  $\rho$  от расстояния  $r$  до центрального иона.
32. Потенциал и радиус ионной сферы. Предельный закон Дебая – Хюккеля. Дальнейшее развитие теории.
33. Химическое действие электрического тока. Законы Фарадея. Диффузия в растворах электролитов.
34. Общая характеристика движения ионов в растворах электролитов. Электропроводность. Число переноса.
35. Теоретическая интерпретация электропроводности электролитов. Подвижность ионов водорода и гидроксила.
36. Термодинамика электрохимических систем и электродных процессов. Условная водородная шкала. Международная конвенция об Э.Д.С. и электродных потенциалах.
37. Электрохимический потенциал. Электрохимические равновесия.
38. Классификация электродов.
39. Классификация электрохимических цепей.
40. Электрохимическая кинетика. Скорость электродной реакции. Перенапряжение. Поляризационные кривые.

**6.4. Критерии оценивания**



Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения обязательных учебных занятий, знаний теоретического раздела программы по дисциплине, отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям. Качество усвоения знаний завершается зачетом и экзаменом.

Для получения зачета необходимо выполнить лабораторные работы, защитить отчеты по лабораторным работам, решить задачи контрольных работ, дать правильные ответы на вопросы письменных и устных опросов.

Критерии оценивания контрольной работы: студент должен предоставить правильное решение не менее 50% задач, составляющих контрольную работу. Контрольные работы проводятся на практических занятиях письменно в течении 2 академических часов.

Критерии оценивания письменного опроса. Для сдачи письменного опроса студент должен дать развернутый, правильный ответ на два вопроса из списка вопросов к письменному опросу.

Критерии оценивания устного опроса. Для сдачи устного опроса студент должен дать развернутый правильный ответ на один из вопросов из списка для опросов. Устный опрос проводится преподавателем. Студенту предоставляется время на подготовку ответа.

При успешном выполнении контрольных работ, письменных и устных опросов студент получает зачет по дисциплине.

Экзамен проводится в присутствии преподавателя и предполагает развернутый, полный ответ на один теоретический вопрос. Вопросы составляются с учётом материала, пройденного как на лекционных занятиях, так и на практических занятиях. Время, отводимое на выполнение итоговой работы 60 минут. Экзамен ориентирован на выявление уровня сформированности знаний, умений и навыков, составляющих основу профессиональных компетенций, обеспечиваемых учебной дисциплиной.

Во время экзамена студент в течение отведенного времени готовит письменный ответ на вопрос билета.

Правильный ответ оценивается от 0 до 40 баллов, что соответствует пороговому (11-20 баллов), базовому (21 - 30 баллов), продвинутому (31-40 баллов) уровню подготовки.

"Отлично" (31-40 баллов)

- систематизированные, глубокие и полные знания по вопросам программы;
- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;
- полное и глубокое усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины, свободное владение информацией из источников дополнительной литературы;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин;
- высокий уровень сформированности заявленных компетенций.

"Хорошо" (21-30 баллов)

- достаточно полные систематизированные знания;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях и давать им критическую оценку;
- использование научной терминологии, лингвистически и логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины;
- средний уровень сформированности заявленных компетенций.

"Удовлетворительно" (11-20 баллов)

- достаточный минимальный объем знаний;
- усвоение основной литературы, рекомендованной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях и давать им оценку;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием, умение его использовать в решении типовых задач;
- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных компетенций.

"Неудовлетворительно" (0-10 баллов)

- фрагментарные знания;
- отказ от ответа;
- знание отдельных рекомендованных источников;
- неумение использовать научную терминологию;
- наличие грубых ошибок;
- низкий уровень сформированности заявленных компетенций.



## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

|      | Авторы,                            | Заглавие   | Издательство,  | Ресурс |
|------|------------------------------------|--|--|--------|
| Л1.1 | Кусманов С. А.                     | Физическая химия: практикум<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275638">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=275638</a> )       | Кострома :<br>Костромской<br>государственный<br>университет<br>(КГУ), 2012 | ЭБС    |
| Л1.2 | Романенко Е. С.,<br>Францева Н. Н. | Физическая химия: учебное пособие<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277422">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=277422</a> ) | Ставрополь :<br>АГРУС, 2012  | ЭБС    |

#### 7.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы,                          | Заглавие   | Издательство,   | Ресурс |
|------|----------------------------------|--|---|--------|
| Л2.1 | Романенко Е.С.,<br>Францева Н.Н. | Физическая химия: учебное пособие<br>( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=90286">https://znanium.com/catalog/document?id=90286</a> )             | Ставрополь :<br>Ставропольский<br>государственный<br>аграрный<br>университет,<br>2012 | ЭБС    |
| Л2.2 | Луков В. В.,<br>Морозов А. Н.    | Физическая химия: учебник<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=561130">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=561130</a> ) | Ростов-на-Дону,<br>Таганрог :<br>Южный<br>федеральный<br>университет,<br>2018         | ЭБС    |

#### 7.1.3. Методические разработки

|      | Авторы,          | Заглавие   | Издательство,           | Ресурс |
|------|------------------|--|-------------------------|--------|
| Л3.1 | Афанасьева М. С. | Разработка комплекса учебно-методических материалов для<br>раздела «Фазовое равновесие в двухкомпонентных системах.<br>Часть 1» дисциплины «Физическая химия» для<br>дистанционного обучения: выпускная квалификационная<br>работа: студенческая научная работа<br>( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457841">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457841</a> ) | Тула : [б. и.],<br>2016 | ЭБС    |

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

|    |   |
|----|---|
| Э1 | Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. –<br>URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> .                                    |
| Э2 | Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО<br>Директмедиа Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> . |
| Э3 | Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. –<br>URL: <a href="http://biblio-online.ru">http://biblio-online.ru</a> .                              |
| Э4 | Znanium.com [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр<br>ИНФРА-М. – URL: <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a> .                   |
| Э5 | Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс] : объединенный электронный каталог<br>фондов российских библиотек : сайт. – URL: <a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a> .     |

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная  
электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир.  
пользователей. – Текст : электронный.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Физическая химия" по направлению подготовки (специальности) 04.03.01 "Химия" направленности (профилю) Аналитическая химия и химическая экспертиза ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 17

2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.

3. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – СанктПетербург, 2009 – . – URL: <https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.

4. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

5. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа

Основное оборудование: учебная мебель, доска ученическая обычная, настенная, учебно-наглядные пособия (Периодическая таблица Д.И. Менделеева, Мультимедийная презентация), мультимедийное интерактивное оборудование: мультимедийный проектор EPSON1720, экран с электроприводом Lumen; активная акустическая система Microlab solo-6c, персональный компьютер с подключением в сеть «Интернет»

Программное обеспечение: MS Windows XP Professional SP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные.

Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008г.

MS Office 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г.

### 2. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, для проведения групповых консультаций, индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации

Основное оборудование: учебная мебель, доска ученическая обычная, настенная, мультимедийное интерактивное оборудование: мультимедийный проектор EPSON1720, экран с электроприводом Lumen; активная акустическая система Microlab solo-6c, персональный компьютер с подключением в сеть «Интернет»

Программное обеспечение: MS Windows XP Professional SP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные.

Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008г.

MS Office 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г.

### лаборатория № 313

Основное оборудование: учебная мебель, рН-метр-милливольтметр рН-150 МИ. рН-метр-милливольтметр рН-150 (2 шт.) Аквадистилятор ДЭ-4-2М. Баня водяная двухместная LT-2, LAVTEX (3 шт.) Баня водяная двухместная UT-4302 E. Баня водяная четырехместная Лаб-ТЬ-4 Весы электронные ВЛТ-510-П "САРТОГОСМ". Вольтамперметр М 2038. Встряхиватель Water bath shaker type 357. Кондуктометр N 5721 Teleko. Микроамперметр М 2005. Прибор универсальный измерительный УПИП-60М. Диапазон измерений сопротивления - 10-4 Ом-106 Ом; Стерилизатор. Учебно-лабораторный комплекс "Химия" Измеряемая температура от -40 до 130 С. Измеряемое постоянное напряжение от -5 до +5 В. (2 шт). Фотоколориметр КФК-2 (2 шт.). Штатив универсальный. Электроплитка.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Физическая химия» призвана формировать у студентов основные знания и навыки необходимые для понимания сущности химических процессов, управления химическими и физико-химическими процессами Эта дисциплина является базовой для дальнейшего изучения химии. В настоящий момент большое внимание уделяется самостоятельной работе студента при изучении материала. Организация успешной самостоятельной работы базируется на последовательном изучении, как основного, так и дополнительного материала: теоретического и практического.

Основными видами самостоятельной работы являются: работа с бумажными источниками информации (конспектом, книгой, методическими указаниями), работа с компьютерными автоматизированными курсами обучения. При изучении дисциплины основную долю отводимого на самостоятельную работу времени занимает работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями и методическими указаниями. Самостоятельная работа студентов включает изучение теоретического материала с помощью конспекта лекций и рекомендуемой литературы, подготовку домашних заданий к семинарским занятиям (решение задач) и подготовку к сдаче выполненных лабораторных работ, коллоквиумов и экзамена.

Для успешной самостоятельной работы студентам рекомендуется составить план изучения дисциплины и неукоснительно следовать ему. В этот план должно быть включено как решение практических задач, так и разбор



лекционного материала с привлечением дополнительной литературы. Кроме того, необходимо уделять достаточное количество внимания научно-исследовательской работе, выполнению курсовых и дипломных работ. Во время выполнения таких видов практики необходимо находить области, относящиеся к различным дисциплинам и стараться практически овладеть различными навыками. Консультации с преподавателями по сложным вопросам также помогут успешно пройти освоение дисциплины.

#### **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

