



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

  
(подпись)

Патрушева О.В.  
(Ф.И.О.)



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента ядерных технологий

  
(подпись)

Тананаев И.Г.  
(Ф.И.О.)

20 декабря 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия

Направление подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль «Материаловедение и управление свойствами материалов (совместно с МИФИ)»

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 3  
лекции 36 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы 36 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 90 час.  
самостоятельная работа 54 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
зачет не предусмотрен  
экзамен 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 02 июня 2020 г. № 701

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента химии и материалов Института наукоемких технологий и передовых материалов  
протокол № 3 от «22» января 2021 г.

Директор департамента химии и материалов: к.х.н., Капустина А. А.

Составитель: к.х.н., доцент Артемьянов А.П., д.х.н., профессор Кондриков Н.Б.

Владивосток

2022

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## 1. Цели освоения дисциплины

**Цель:** дать базовые сведения по физической химии и сформировать теоретический фундамент для изучения профильных химико-технологических дисциплин.

### Задачи:

1. Формирование знаний, умений и навыков по изучению основ химической термодинамики и их применения.

2. Формирование знаний, умений и навыков по применению констант равновесия реакции, химических потенциалов компонентов растворов, в том числе, растворов электролитов, по изучению основ формальной кинетики химических процессов

3. Формирование знаний, умений и навыков для анализа экспериментальных данных по кинетике процессов.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются общепрофессиональные компетенции.

Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Применение фундаментальных знаний	<b>ОПК-1</b> Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, общинженерных дисциплин при планировании работ
		ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и общинженерных наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач
Использование инструментов и оборудования	<b>ОПК-4</b> Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1 Проводит стандартные измерения и испытания согласно методике и технической документации
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, общинженерных дисциплин при планировании работ	Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ
	Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.
	Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач
ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и общинженерных наук, методы математического анализа для	Знает правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач
	Умеет применять законы физической химии для решения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
решения стандартных технологических задач	стандартных технологических задач
	Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач
ОПК-4.1 Проводит стандартные изменения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации
	Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации
	Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией
ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований
	Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.
	Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.

## II. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы (144 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	

1	Химическая термодинамика	3	6	8	4				экзамен
2	Фазы переменного состава	3	6	6	2				
3	Химическое равновесие	3	6	6	2		18	36	
4	Химическая кинетика	3	6	6	4				
5	Теории катализа	3	6	2	2				
6	Электрохимия	3	6	8	4				
	Итого:		36	36	18	-	18	36	

### III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

#### Модуль 1. Химическая термодинамика (6 часов)

##### Раздел 1. Введение. Основы химической термодинамики (4 часа)

**Тема 1. Постулаты и основные понятия химической термодинамики (2 часа), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (2 часа)**

Термодинамические системы и термодинамический метод их описания. Термическое равновесие системы. Термодинамические переменные. Уравнение состояния идеального газа.

**Тема 2. Теплота и работы различного рода (2 часа), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (2 часа)**

Вычисление работы расширения для различных процессов и различных газов. Первый закон термодинамики. Основные понятия термохимии. Закон Гесса и его следствия.

##### Раздел 2. Второй закон термодинамики (2 часа)

**Тема 1. Второй закон термодинамики (2 часа), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (2 часа)**

Формулировки второго закона термодинамики. Уравнение второго начала термодинамики. Неравенство Клаузиуса, его смысл и применение. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии изолированной системы и направление процесса. Свободная энергия Гельмгольца. Свободная энергия Гиббса. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Химический потенциал.

#### Модуль 2. Фазы переменного состава (6 часов)

##### Раздел 1. Растворы. Фазовые равновесия (3 часа)

##### Тема 1. Термодинамическая теория растворов (2 часа)

Коллигативные свойства идеальных растворов. Парциальные мольные величины и их определение из опытных данных. Уравнения Гиббса-Дюгема.

##### Тема 2. Равновесие жидкость-пар (1 час)

Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах, диаграммы состояния систем в координатах температура-состав, давление-состав.

## **Раздел 2. Правила фаз Гиббса и его применение к гетерогенным равновесиям (3 часа)**

### **Тема 1. Диаграммы состояния однокомпонентных систем (1 час)**

Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Правило фаз Гиббса, его применение. Тройная точка.

### **Тема 2. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем (2 часа), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (2 часа)**

Диаграммы состояния двухкомпонентных систем, с бесконечной и ограниченной растворимостью. Эвтектика, примеры.

## **Модуль 3. Химическое равновесие (6 часов)**

### **Раздел 1. Химическое равновесие (2 часа)**

#### **Тема 1. Химические и адсорбционные равновесия (2 час), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (2 час).**

Химическое равновесие в идеальных и неидеальных системах. Выражения констант равновесия в химических и адсорбционных системах. Закон действия масс.

### **Раздел 2. Расчеты химических равновесий при различных температурах (2 часа)**

#### **Тема 1. Зависимость констант равновесия от температуры (1 час)**

Уравнения изобары и изохоры химической реакции. Вывод. Применения для определения смещения равновесия и расчета констант равновесия.

Расчеты констант равновесия по свободной энергии Гиббса, методом приведенных энергий Гиббса.

#### **Тема 2. Точные расчеты химических равновесий при различных температурах (1 час).**

Расчеты химических равновесий при различных температурах методом Темкина-Шварцмана

## **Раздел 3. Элементы статистической термодинамики (2 часа)**

### **Тема 1. Основы линейной неравновесной термодинамики (1 час)**

Постулаты статистической термодинамики. Микро- и макросостояние системы. Фазовые Г- и  $\mu$ -пространства. Функции распределения.

### **Тема 2. Сумма по состояниям (1 час).**

Вычисления термодинамических функций, статистическая термодинамика реального газа и конденсированного состояния вещества.

Молекулярная сумма по состояниям и сумма по состояниям макроскопической системы

#### **Модуль 4. Химическая кинетика (6 часов)**

##### **Раздел 1. Формальная кинетика (3 часа)**

##### **Тема 1. Кинетические уравнения (1 час)**

Кинетические уравнения различных типов реакций. Основные понятия химической кинетики. Определение константы скорости и порядка реакции.

Молекулярность элементарных реакций

##### **Тема 2. Порядок реакции (1 час)**

Необратимые реакции первого, второго и третьего порядков. Методы определения порядка реакции

Параллельные реакции. Последовательные реакции на примере двух необратимых реакций первого порядка

**Тема 3. Кинетика процессов с интермедиатами (1 часа), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (1 часа)**

Кинетический анализ процессов, протекающих через образование промежуточных продуктов

##### **Раздел 2. Зависимость константы скорости от температуры (1 час)**

##### **Раздел 3. Теории химической кинетики (2 часа).**

**Тема 1. Теория соударений (1 час), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (1 час).**

Теория соударений в химической кинетике. Теория соударений в применении к бимолекулярным реакциям различного типа.

**Тема 2. Теория активированного комплекса (1 час), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (1 час)**

Теория активированного комплекса в применении к бимолекулярным реакциям различного типа. Сопоставление результатов теории соударений и теории активированного комплекса. Мономолекулярные реакции.

#### **Модуль 5. Теории катализа (6 часов).**

##### **Раздел 1. Гомогенный и гетерогенный катализ (4 часа)**

##### **Тема 1. Изотермы адсорбции (2 часа)**

Физическая и химическая адсорбция. Основные уравнения изотерм адсорбции.

##### **Тема 2. Механизмы каталитических реакций (1 час)**

Примеры механизмов каталитических реакций. Гомогенный катализ.

##### **Тема 3. Гетерогенный катализ (1 час)**

Определение скорости каталитической гетерогенной реакции. Удельная и атомная активность. Энергия активации гетерогенных каталитических реакций. Нанесенные катализаторы.

## **Раздел 2. Теории катализа (2 часа)**

### **Тема 1. Теория мультиплетов (1 час)**

Теория мультиплетов Баландина. Принципы геометрического и энергетического соответствия

**Тема 2. Теория активных ансамблей (1 час), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (1 час)**

Теория активных ансамблей. Электронные представления в гетерогенном катализе.

## **Модуль 6. Электрохимия (6 часов)**

### **Раздел 1. Теория электролитов (4 часа)**

**Тема 1. Теория Аррениуса. Неравновесные явления в электролитах (2 часа), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (2 часа)**

Основные положения теории Аррениуса. Основные допущения теории Дебая-Гюккеля. Современные представления о растворах электролитов.

Неравновесные явления в растворах электролитов. Числа переноса и подвижности ионов. Физический смысл электрофоретического и релаксационного эффектов.

**Тема 2. Электрохимический потенциал (2 часа), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (2 часа)**

Понятие электрохимического потенциала. Равновесные электрохимические цепи и их ЭДС. Двойной электрический слой и его роль в кинетике электродных процессов.

**Раздел 2. Термодинамика и кинетика электрохимических процессов (2 часа)**

### **Тема 1. Стадии электродного процесса (1 час)**

Уравнения диффузионной кинетики. Физический смысл энергии активации в условиях замедленного разряда.

### **Тема 2. Ток обмена и перенапряжение (1 час)**

Понятие и выражение для тока обмена. Смысл перенапряжения. Выражения зависимости тока от перенапряжения.

## **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА Лабораторные работы (36 час.)**

График выполнения лабораторных работ формируется преподавателем отдельно для каждой рабочей группы.



## **Лабораторная работа №1 Вводное занятие (2 час.)**

### **План**

1. Требования техники безопасности.
2. Требования к оформлению лабораторных работ.
3. Правила табулирования величин.
4. Правила построения графиков.
5. Лабораторное оборудование.

## **Лабораторная работа №2 Определение теплоты сгорания органического вещества (6 час.), с использованием метода активного обучения – групповой разбор экспериментальных задач (2 час.)**

Цель работы: определение теплоты сгорания твердого топлива при постоянном объеме и давлении.

### **План**

1. Определение теплового значения калориметра по стандартному веществу  
(бензойная кислота)
2. Определение зависимости температуры реакции от времени
3. Расчет теплоты сгорания

## **Лабораторная работа №3 Определение теплоты растворения соли (6 час.), с использованием метода активного обучения – групповой разбор экспериментальных задач (2 час.)**

Цель работы: Определение теплоты растворения соли.

### **План**

1. Определение теплового значения калориметра по стандартному веществу.
2. Определение зависимости температуры растворения от времени
3. Расчет теплоты растворения

## **Лабораторная работа №4 Построение диаграммы плавления бинарной смеси (4 час.), с использованием метода активного обучения – групповой разбор экспериментальных задач (1 час)**

Цель работы: Построение диаграммы плавления бинарной смеси

### **План**

1. Приготовление сплавов
2. Определение зависимости температуры сплава от времени
3. Калибровка прибора и построение диаграммы состояния.

## **Лабораторная работа №5 Термический анализ бинарных систем (4 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (4 час.)**

Цель работы: Термический анализ бинарных систем.

### **План**

1. Приготовление сплавов
2. Определение зависимости температуры сплава от времени
3. Калибровка прибора и построение диаграммы состояния.

**Лабораторная работа №6** Определение молярной массы растворимого вещества методом криоскопии (4 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (4 час.)

Цель работы: Определение молярной массы растворимого вещества методом криоскопии.

#### **План**

1. Определение температуры кристаллизации воды.
2. Определение температуры кристаллизации раствора.
3. Расчет молярной массы растворенного вещества.

**Лабораторная работа №5** Определение молярной рефракции веществ (4 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (4 час.)

Цель работы: Определение молярной рефракции веществ.

#### **План**

1. Определение молярной рефракции веществ.
2. Определение молярной рефракции смесей веществ.
3. Расчет молярной рефракции веществ.

**Лабораторная работа №7** Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе (6 час.).

Цель работы: Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе.

#### **План**

4. Смешивание реагентов для гомогенной реакции в растворе.
  1. Титрование проб из гомогенного раствора.
  2. Установление момента равновесия
  3. Расчет константы равновесия

**Лабораторная работа №8** Давление насыщенного пара индивидуальных жидкостей (8 час.)

Цель работы: Изучение давления насыщенного пара индивидуальных жидкостей.

#### **План**

1. Калибровка барометра.
2. Создание насыщенного пара органического растворителя.
3. Измерение давления насыщенного пара индивидуальных жидкостей.

**Лабораторная работа №9** Построение диаграммы плавления бинарной смеси (4 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (4 час.)

Цель работы: Построение диаграммы плавления бинарной смеси

План

1. Приготовление сплавов
2. Определение зависимости температуры сплава от времени
3. Калибровка прибора и построение диаграммы состояния.

**Лабораторная работа №10** Определение криоскопического коэффициента и степени электролитической диссоциации криоскопическим методом (6 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (2 час.)

Цель работы: Определение криоскопического коэффициента и степени электролитической диссоциации криоскопическим методом.

План

1. Определение температуры кристаллизации воды.
2. Определение температуры кристаллизации раствора.
3. Расчет молярной массы растворенного вещества – слабого электролита.
4. Расчет степени диссоциации и константы ионизации слабого электролита.
5. Расчет молярной массы растворенного вещества – сильного электролита.

**Лабораторная работа №11** Применение метода ЭДС для определения термодинамических параметров химических реакций (4 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (4 час.)

Цель работы: Применение метода ЭДС для определения термодинамических параметров химических реакций.

План

1. Измерение ЭДС химических реакций.
2. Определение зависимости температуры от ЭДС химических реакций.
3. Применение метода ЭДС для определения термодинамических параметров химических реакций: энергия Гиббса, энтропия, энтальпия.

**Лабораторная работа №12** Определение теплоты нейтрализации. (4 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (4 час.)

Цель работы: Определение теплоты нейтрализации.

План

1. Определение теплового значения калориметра по стандартному веществу (хлорид калия)
2. Определение зависимости температуры реакции нейтрализации от времени.
3. Расчет теплоты нейтрализации для сильных кислот и сильных оснований.

**Лабораторная работа №13** Определение теплоты нейтрализации для

слабых и сильных кислот (4 час.)

Цель работы: Определение теплоты нейтрализации.

План

1. Определение теплового значения калориметра по стандартному веществу (хлорид калия)
2. Определение зависимости температуры реакции нейтрализации от времени.
3. Расчет теплоты нейтрализации теплоты нейтрализации для слабых и сильных кислот.

**Лабораторная работа №14** Определение теплоты нейтрализации для слабых и сильных оснований (4 час.)

Цель работы: Определение теплоты нейтрализации.

План

1. Определение теплового значения калориметра по стандартному веществу (хлорид калия)
2. Определение зависимости температуры реакции нейтрализации от времени.
3. Расчет теплоты нейтрализации для слабых и сильных оснований.

**Лабораторная работа №15** Каталитическое разложение пероксида водорода на платине в различных средах (4 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (4 час.)

Цель работы: Каталитическое разложение пероксида водорода на платине в различных средах для определения констант скорости.

План

1. Измерение объема газа в реакции.
2. Проведение реакции в 3 средах.
3. Определения констант скорости в различных средах.

**Лабораторная работа №16** Изучение скорости инверсии тростникового сахара (6 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (6 час.)

Цель работы: Изучение скорости инверсии тростникового сахара для определения констант скорости.

План

1. Измерение угла вращения раствора в реакции.
2. Проведение реакции в средах с различной кислотностью.
3. Определения констант скорости.

**Лабораторная работа №17** Изучение кинетики гидролиза сложных эфиров в кислой и щелочной средах (6 час.), с использованием метода

**активного обучения – исследовательский метод (6 час.).**

Цель работы: Изучение кинетики гидролиза сложных эфиров в кислой и щелочной средах и определение констант скорости.

План

1. Измерение объемов, пошедших на титрование эфира в реакции.
2. Проведение реакции в средах в кислой и щелочной средах.
3. Определения констант скорости.

**Лабораторная работа №18** Определение энергии активации (6 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (6 час.).

Цель работы: Определение энергии активации гидролиза сложных эфиров в кислой и щелочной средах и определение констант скорости.

План

1. Измерение объемов, пошедших на титрование эфира в реакции.
2. Проведение реакции при различных температурах.
3. Измерение объемов, пошедших на титрование эфира в реакции при различных температурах.
4. Определения констант скорости.

**Лабораторная работа №19** Определение подвижности ионов (6 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (6 час.)

Цель работы: Определение подвижности ионов.

План

1. Измерение смещения границы окрашенного раствора.
2. Определение подвижности ионов.

**Лабораторная работа №20** Определение чисел переноса (6 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (6 час.)

Цель работы: Определение чисел переноса.

План

1. Измерение массы меди при переносе тока.
2. Титрование кислоты до и после опыта.
3. Определение чисел переноса ионов.

**Лабораторная работа №21** Изучение электропроводности слабых электролитов (4 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (4 час.)

Цель работы: Изучение электропроводности слабых электролитов.

План

1. Измерение электропроводности стандартного вещества

2. Постоянная ячейки, расчет.
3. Измерение электропроводности слабых кислот.

**Лабораторная работа №22** Изучение электропроводности сильных электролитов (6 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (6 час.)

Цель работы: Изучение электропроводности сильных электролитов.

План

1. Измерение электропроводности стандартного вещества
2. Постоянная ячейки, расчет.
3. Измерение электропроводности сильных кислот.

**Лабораторная работа №23** Определение активности электролитов методом ЭДС (6 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (4 час.)

Цель работы: Определение активности электролитов методом ЭДС

План

1. Определение потенциала электродов
2. Измерение ЭДС при разной концентрации кислот
3. Определение коэффициентов активности электролитов

**Лабораторная работа №24** Электрохимические цепи (химические цепи) (6 час.), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (6 час.)

Цель работы: Определение ЭДС химических цепей.

План

1. Определение потенциала электродов
2. Измерение ЭДС при разных концентрации и составе электролитов
3. Определение ЭДС химических цепей.

**Лабораторная работа №25** Электрохимические цепи (газовые цепи) (6 час.)

Цель работы: Определение ЭДС газовых цепей

План

1. Определение потенциала газовых электродов
2. Измерение ЭДС при разных концентрации и составе кислоты
3. Определение ЭДС химических цепей.

**Лабораторная работа №26** Определение константы и степени диссоциации (ионизации) слабых электролитов в водных растворах (6 час.)

Цель работы: Изучение электропроводности слабых электролитов.

План

1. Измерение электропроводности стандартного вещества
2. Постоянная ячейки, расчет.

3. Измерение электропроводности слабых кислот.
4. Определение константы и степени диссоциации (ионизации) слабых кислот в водных растворах
5. Измерение электропроводности слабых оснований.
6. Определение константы и степени диссоциации (ионизации) слабых оснований в водных растворах

**Лабораторная работа №27** Построение кривой кондуктометрического титрования (6 час.)

Цель работы: Построить кривую кондуктометрического титрования

План

1. Определение электропроводности раствора кислоты в процессе титрования
2. Зависимость электропроводности от объема титранта
3. Определение точки эквивалентности.

**Лабораторная работа №28** Изучение электропроводности сильных электролитов (6 час.)

Цель работы: Изучение электропроводности сильных электролитов

План

1. Измерение электропроводности стандартного вещества
2. Постоянная ячейки, расчет.
3. Измерение электропроводности сильных кислот.

### **Практические занятия (18 часов)**

**Занятие №1 Тема:** I закон термодинамики (2 часа).

**План:**

1. Смысл I закона термодинамики.
2. Основные понятия термодинамики – термодинамические параметры и функции.
3. Расчет  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ ,  $Q$ ,  $A$  для изо-процессов.
4. Применение I закона термодинамики к химическим процессам (термохимия). Основные понятия термохимии. Закон Гесса.
5. Зависимость тепловых эффектов от температуры. Уравнение Кирхгофа. Расчет тепловых эффектов химических реакций при различных температурах.
6. Уравнение Кирхгофа для качественной зависимости тепловых эффектов химических реакций при различных температурах.

**Занятие №2 Тема:** II закон термодинамики. Свободные энергии Гиббса и Гельмгольца (2 часа).

**План:**

1. II закон термодинамики, формулировки, математическое выражение.

2. Энтропия. Расчет изменения энтропии в различных термодинамических процессах.

3. Критерии самопроизвольного течения процессов и равновесия в изолированных и неизолированных изотермических системах.

4. Характеристические функции идеального газа.

**Занятие №3 Тема:** Растворы (2 часа).

**План:**

1. Идеальные растворы, коллигативные свойства.

2. Неидеальные растворы и их свойства.

3. Термодинамика растворов, функции смешения. Парциальные молярные величины и их определение из опытных данных (для бинарных систем).

**Занятие №4 Тема:** Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах (2 часа).

**План:**

1. Различные виды диаграмм состояния.

2. Законы Гиббса-Коновалова.

**Занятие №5 Тема:** Химическое равновесие (2 часа).

**План:**

1. Различные виды констант равновесия и связь между ними.

2. Расчет констант равновесия по термодинамическим данным. Расчет выхода продуктов химических реакций.

3. Влияние различных факторов на степень полноты реакции и констант равновесия.

4. Расчет констант равновесия химических реакций при различных температурах

5. Использование различных приближений для теплоемкостей реагентов, приведенных энергий Гиббса

6. Метод Темкина-Шварцмана.

**Занятие №6 Тема:** Скорость химической реакции (2 часа).

**План:**

1. Основные понятия и определения в химической кинетике Скорость реакции, порядок, молекулярность,

2. Константа скорости химической реакции. Расчеты констант скоростей и порядков реакций.

3. Методы определения порядков реакции.

4. Влияние температуры на скорость химических реакций по закону Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса.

5. Метод расчета энергии активации

6. Кинетика сложных химических реакций.



7. Метод стационарных концентраций.
8. Кинетика последовательных реакции.

**Занятие №7 Тема:** Теория активных столкновений (2 часа).

**План:**

1. Бимолекулярные реакции.
2. Применение теории к бимолекулярным реакциям.
3. Применение теории к мономолекулярным реакциям.

**Занятие №8 Тема:** Теория активированного комплекса (2 часа).

**План:**

1. Теория активированного комплекса, применение теории реакциям
2. Применение теории к мономолекулярным реакциям
3. Статистический аспект. Расчет константы скорости

**Занятие №9 Тема:** Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям (2 часа).

**План:**

1. Термодинамический аспект теории активированного комплекса, применение теории реакциям
2. Трактовка “стерического множителя”
3. Расчет энтропии и энтальпии активации.
4. Мономолекулярные реакции.
5. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям.
6. Расчет истинной энергии активации.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физическая химия» включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка к выполнению лабораторных работ	9 часов	УО-1; ПР-6
2	В течение семестра	Подготовка к практическим работам	9 часов	УО-2; ПР-2
3	Промежуточная аттестация	Подготовка к экзамену	36 часов	Экзамен
Итого:			54 часа	

### **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

#### **Методические рекомендации для подготовки к вопросам по лабораторным работам**

Большая часть учебного материала должна быть проработана студентом самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой составной частью процесса подготовки специалистов.

Под самостоятельной работой студента понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, описание проделанной экспериментальной работы с приведением расчетов, графиков, таблиц и выводов, подготовка к защите теории по работе, самоконтроль знаний по теме работы с помощью вопросов к каждой работе, подготовка к коллоквиумам.

Для качественного выполнения лабораторных работ каждый студент должен заранее подготовиться к очередной работе. Подготовка складывается из изучения цели, задач и содержания лабораторной работы, повторения теоретического материала, относящегося к работе, и теоретическом ознакомления со свойствами химических веществ до выполнения работы. Результаты подготовки отражаются студентами в рабочих тетрадях, куда записываются перечень необходимых измерительных приборов и аппаратура, план выполнения лабораторной работы, расчетные формулы и

зарисовываются схемы установок, таблицы для записи опытных и расчетных данных. Все записи в рабочих тетрадях как при подготовке к работе, так и в процессе выполнения ее должны вестись аккуратно.

В начале занятия преподаватель путем опроса и ознакомления с записями в рабочих тетрадях проверяет подготовленность каждого студента. Неподготовленные студенты к выполнению лабораторной работы не допускаются.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно, оцениваются по пятибалльной системе.

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, уравнения реакций, таблицы, методику проведения лабораторных опытов, список литературы, расчеты и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

Титульный лист – обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета).

Исходные данные к выполнению заданий – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.).

Основная часть – материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных.

Выводы – обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы).

Список литературы – обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии).

Оформление отчета по лабораторной работе.

Отчет по лабораторной работе относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – Times New Roman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10–12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы - левое – 25–30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую сквозную нумерацию страниц работы.

### **Методические рекомендации для подготовки к устному опросу**

Собеседование является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями. Целью собеседования является определение качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке к устному опросу:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. выработка навыков самостоятельной работы;
3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Тема собеседования известна и проводится оно по сравнительно недавно изученному материалу, в соответствии с перечнем тем и вопросов для подготовки.

Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению работы предшествует инструктаж преподавателя.

Ключевым требованием при подготовке к собеседованию выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, чётко и логично излагать свои мысли. Подготовку к собеседованию следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплины включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью контрольных вопросов и заданий.

### **Задание на дом к лабораторным занятиям №1–5**

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие к практическим занятиям и подготовить ответы на вопросы по законам термодинамики

Задачи для самостоятельного решения представлены в Приложении 1.

### **Задание на дом к лабораторным занятиям №6–13**

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить ответы на вопросы по теории систем переменного состава

### **Задание на дом к лабораторным занятиям №14–17**

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить ответы на вопросы по теории кинетики реакций

Задачи для самостоятельного решения представлены в Приложении 1.

### **Задание на дом к лабораторным занятиям №17–30**

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить ответы на вопросы по теории электрохимических процессов.

Задачи для самостоятельного решения представлены в Приложении 1.

Методическое пособие к лабораторным работам находится в Приложении 3.

Подготовиться к решению расчетных задач. Решить задачи для самостоятельного решения из методического пособия:

#### **Задачи для самостоятельного решения.**

##### **вариант 1**

1. Химическая кинетика. Основные понятия химической кинетики: скорость реакции, средняя скорость, истинная скорость реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции (подтвердите примерами).
2. Зависимость скорости реакции от концентрации. Закон действующих масс для гомогенных и гетерогенных реакций.
3. Вычислить константу скорости бимолекулярной реакции образования фосгена  $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$ ,  $27^\circ\text{C}$  количество реагирующих веществ изменится следующим образом:

Время от начала опыта, мин	0	12	24	36
Концентрация исходных веществ, моль/л	0,0187	0,0179	0,0173	0,0167

Найти концентрацию исходных веществ через 3 часа после начала реакции.

4. Разложение пероксида водорода в водном растворе является мономолекулярной реакцией, ее константа скорости равна  $5,081 \cdot 10^{-2} \text{ мин}^{-1}$ . Определить время, за которое пероксид водорода распадается на: а) 50%; б) 99,9%.

##### **вариант 2**

1. Понятие о молекулярности и порядке реакции. Методы определения порядка реакции.
2. Кинетические уравнения 0, 1 и 2-го порядков. Период полупревращения, его смысл.

3. Указать порядок реакции  $\text{CH}_3\text{COH} (\text{г}) = \text{CH}_4 (\text{г}) + \text{CO} (\text{г})$  по веществу и написать кинетическое уравнение реакции. Как изменится скорость реакции при: а) уменьшении концентрации ацетальдегида в 2 раза; б) увеличении давления в 3 раза.

4. Указать порядок реакции  $\text{N}_2\text{O}_4 (\text{г}) = 2 \text{NO}_2 (\text{г})$  записать выражение З.Д.М. для данной реакции. Как изменится скорость реакции при: а) увеличении концентрации  $\text{N}_2\text{O}_4$  в 1,5 раза; б) уменьшении давления в 3 раза.

### **вариант 3**

1. Что такое скорость химической реакции и скорости по компонентам? Какова их размерность?

2. Сформулируйте закон действующих масс. Для элементарной реакции  $\text{A} + 2\text{B} \rightarrow \text{AB}_2$  напишите выражения для скорости реакции и скорости по компонентам.

3. Во сколько раз возрастает скорость реакции при повышении температуры от 20 до 60°C, если энергия активации равна 125,61 кДж/моль?

4. В 1952г. в организм человека попал радионуклид стронций-90. В каком году его останется 40%?  $\tau (^{90}\text{Sr}) = 28,7$  года.

### **Вопросы к лабораторным занятиям**

#### **Лабораторные работы №1,2.**

1. Сформулируйте и запишите I закон термодинамики.
2. Определите понятие “тепловой эффект химической реакции”.
3. Закон Гесса и следствия из него.
4. Дайте определение стандартных теплот сгорания и образования, интегральной и дифференциальной теплот растворения.
5. В каких случаях теплота реакции может являться функцией состояния.
6. Чем определяется знак теплового эффекта растворения? Предположите, каков знак теплового эффекта будет при растворении в воде: а)  $\text{HCl}$  (газ), б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.), в)  $\text{NaF}$  (крист.)?
7. Какие термодинамические величины определяют методом калориметрии?

#### **Лабораторная работа №3.**

1. Что такое правило фаз? Приведите определения следующих понятий: фаза, составляющие вещества, компоненты, число степеней свободы.
2. На чем основан термический анализ? Какие методы термического анализа вы знаете?
3. Чем объясняются скачки температуры на кривых охлаждения?
4. Что такое эвтектика? Примените правило фаз к полученной вами диаграмме плавкости. Какие изменения происходят при охлаждении систем различного состава?

5. Какие упрощения вносят при построении плоских диаграмм состояния бинарных (двухкомпонентных) систем?

#### Лабораторные работы №5,13.

1. Что такое криоскопия? Запишите основное уравнение криоскопии. При каких условиях это уравнение можно использовать для вычисления молярной массы растворенного вещества? Когда основное уравнение криоскопии даст неверные результаты для идеального жидкого раствора?

2. Что называется криоскопической постоянной? Как можно экспериментально определить и теоретически рассчитать ее величину?

3. Как пройдут кривые зависимости давления пара раствора нелетучего вещества различных концентраций, если их нанести на диаграмму состояния чистого растворителя? Можно ли на этой диаграмме показать, как изменяется температура замерзания и кипения раствора в зависимости от его концентрации?

4. Какими соображениями необходимо руководствоваться при выборе растворителя для криоскопического метода определения молярной массы растворенного вещества?

5. Какие свойства растворов называются коллигативными? Перечислите их и напишите соответствующие уравнения.

#### Лабораторная работа №6.

1. Что такое поляризация и поляризуемость вещества? Какова связь между ними?

2. Назовите основные составляющие поляризации вещества.

3. Каковы особенности поляризации вещества в полях высокой частоты?

4. Что называется рефракцией вещества, от чего она зависит, какова ее размерность? Методы ее экспериментального определения?

5. Какую информацию о веществе можно получить, зная величину его молярной рефракции?

#### Лабораторная работа №7.

1. Дайте определение понятия “химическое равновесие”. Динамический характер химического равновесия и его подвижность. Что такое обратимые реакции и в чем различие понятия “обратимость реакции” и “обратимость термодинамического процесса”?

2. Закон действия масс. Через какие величины можно выразить константу химического равновесия? Связь между константами равновесия, выраженными различными способами.

3. Каковы термодинамические и молекулярно-кинетические признаки равновесного состояния?

4. От чего зависит  $K_c$  и  $K_p$  реакции?



5. Сформулируйте принцип смещения химического равновесия.

Лабораторные работы №8–12.

1. Дайте определение понятия “фазовый переход”. Приведите примеры.
2. Какие процессы относятся к фазовым переходам I-го рода. Приведите уравнение, описывающее фазовые переходы I-го рода. Получите из него уравнение для процесса испарения жидкости.
3. Что называется давлением насыщенного пара чистой жидкости? От чего оно зависит?
4. Как по зависимости  $P = f(T)$  определить при заданной температуре тепловой эффект испарения?

Лабораторные работы №12–16,30.

1. Понятие катализа. Общие принципы катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ. Теория промежуточных соединений.
2. Гетерогенные каталитические реакции. Основные стадии, понятие лимитирующей стадии. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Что называется скоростью гетерогенной реакции и от чего она зависит?
3. Диффузионная и кинетическая области протекания гетерогенной каталитической реакции. Какие экспериментальные данные необходимы для установления области протекания реакции? Запишите кинетическое уравнение реакции, наиболее медленной стадией которой является диффузия исходных веществ к поверхности катализатора.

Лабораторная работа №25.

1. Дайте определение идеального раствора. Каковы его основные признаки и при каких условиях он образуется?
2. Чем обусловлены положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля. Приведите примеры различных типов бинарных жидких неограниченно смешивающихся растворов.
3. Законы Коновалова-Гиббса. Поясните эти законы на диаграммах состав - температура кипения и состав - давление.
4. Можно ли рассчитать состав пара, находящегося в равновесии с идеальным раствором?
5. В чем состоит и для чего используется “правило рычага”?

Лабораторные работы №26–30.

1. Какие соотношения связывают изменения термодинамических функций  $\Delta G$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta S$ ?
2. С изменением какой термодинамической функции связана ЭДС гальванического элемента?

3. Каким образом, измеряя ЭДС гальванического элемента, можно рассчитать термодинамические функции реакций?
4. Напишите уравнение реакции, протекающей в гальваническом элементе.
5. Как связаны температурный коэффициент гальванического элемента и теплота процесса гальваническом элементе?
6. Можно ли ЭДС гальванического элемента измерять при помощи вольтметра? Если нет, то почему?

### Критерии оценки самостоятельной работы

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно.

Оценка	Требования
<b>«зачтено»</b>	Студент владеет навыками самостоятельной работы по теме исследования, реферировать литературные источники; методами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Студент умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы. Работа соответствует требованиям и выполнена в установленные сроки.
<b>«не зачтено»</b>	Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Студент не умеет обобщать фактический материал, делать самостоятельные выводы, не владеет навыком реферировать литературные источники.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Химическая термодинамика	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, инженерных дисциплин при планировании работ	Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ	УО-1	Экзаменационные вопросы №1-12
			Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	УО-2	
		ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и инженерных	Знает правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических	УО-1	

		наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	задач		
			Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-2	
		ОПК-4.1 Проводит стандартные измерения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1	
			Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией	УО-2	
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1	
			Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	УО-2	
		2	Фазы переменного состава	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, общинженерных дисциплин при планировании работ	
Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6				
Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	УО-2				
ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и	Знает правила использования основных законов физической химии			УО-1	

		общеинженерных наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	для решения стандартных технологических задач					
			Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-2				
		ОПК-4.1 Проводит стандартные изменения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1				
			Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией	УО-2				
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1				
			Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	УО-2				
		3	Химическое равновесие	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, общеинженерных дисциплин при планировании работ		Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ	УО-1	Экзаменационные вопросы №№21-24
						Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6	
						Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	ПР-2	
ОПК-1.2 Применяет	Знает правила использования			УО-1				

		основные законы естественных и общетехнических наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач					
			Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	ПР-2				
		ОПК-4.1 Проводит стандартные измерения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1				
			Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией	ПР-2				
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1				
			Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	ПР-2				
		4	Химическая кинетика	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, общетехнических дисциплин при планировании работ		Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ	УО-1	Экзаменационные вопросы №№25-40
						Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6	
						Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	УО-2	

		ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и общинженерных наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	Знает правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1				
			Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-2				
		ОПК-4.1 Проводит стандартные измерения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1				
			Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией	УО-2				
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1				
			Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	УО-2				
		5	Теории катализа	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, общинженерных дисциплин при планировании работ		Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ	УО-1	Экзаменац ионные вопросы №№41-44
						Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6	
						Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	ПР-2	

		ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и общинженерных наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	Знает правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1				
			Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	ПР-2				
		ОПК-4.1 Проводит стандартные изменения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1				
			Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией	ПР-2				
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1				
			Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6				
			Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	ПР-2				
		6	Электрохимия	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, общинженерных дисциплин при планировании работ		Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ	УО-1	Экзаменац ионные вопросы №№45-48
						Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6	
						Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	УО-2	

	ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и общинженерных наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	Знает правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1
		Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6
		Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-2
	ОПК-4.1 Проводит стандартные изменения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1
		Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6
		Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией	УО-2
	ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1
		Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6
		Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	УО-2

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

## VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Харитонов, Ю.Я. Физическая химия: учебник для высшего



профессионального образования / Ю. Я. Харитонов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 608с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:695584&theme=FEFU>

2. Физическая химия: учебник. Харитонов Ю.Я. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 608 с.: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970423905.html>

#### **Дополнительная литература**

1. Bond A.M. Electroanalytical methods. Theory and practice / A.M. Bond, D. Intselt, Sh. Komorski-Lovrich, R.J. Compton, M. Lovrich, H. Lohse, F. Marken, A. Neudeck, U. Retter, Stoyek C., D. A. Fidler, F. Scholz // Ed. F. Scholz. Trans. from English. ed. VN Maystrenko. - М. : Binom. Laboratory Knowledge, 2012. – 326 p.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:253266&theme=FEFU>

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- 1 <https://e.lanbook.com/>
- 2 <https://www.studentlibrary.ru/>
- 3 <https://znanium.com/>

### **VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины**

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть ИТ-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по дисциплине «Физическая химия».

Регулярность – первое условие поисков более эффективных способов работы. Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине «Физическая химия», это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций,

чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

### **Описание последовательности действий, обучающихся при изучении дисциплины**

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, тестирование и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «Физическая химия».

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

### **Рекомендации по работе с литературой**

Изучение дисциплины следует начинать с проработки тематического плана лекций, уделяя особое внимание структуре и содержанию темы и основных понятий. Изучение «сложных» тем следует начинать с составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между ними. Целесообразно прибегнуть к классификации материала, в частности при

изучении тем, в которых присутствует большое количество незнакомых понятий, категорий, теорий, концепций, либо насыщенных информацией типологического характера.

При работе с литературой обязательно выписывать все выходные данные по каждому источнику. Можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц). Ищите аргументы «за» или «против» идеи автора.

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Используйте основные установки при чтении научного текста:

1. информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);

2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);

3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);

4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

Для работы с научными текстами применяйте следующие виды чтения:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотрное – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи, с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Основным для студента является изучающее чтение – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в профессиональной области.

При работе с литературой можно использовать основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

### **Подготовка к практическим занятиям**

При подготовке к практическим занятиям рекомендуется пользоваться материалами лекций, рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно подготовлены и по ним составлена схема (план), которой студент пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

### **Подготовка к сдаче коллоквиумов.**

При подготовке к сдаче коллоквиумов воспользуйтесь материалами лекций и рекомендованной литературой.

### **Подготовка к лабораторным занятиям.**

*Задание на дом к лабораторным занятиям №1-5*

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие к практическим занятиям и подготовить ответы на вопросы по законам термодинамики

*Задание на дом к лабораторным занятиям №6-13*

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить ответы на вопросы по теории систем переменного состава

*Задание на дом к лабораторным занятиям №14-17*

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить ответы на вопросы по теории кинетики реакций

*Задание на дом к лабораторным занятиям №17-30*

Просмотреть материал лекций, учебники и методическое пособие, подготовить ответы на вопросы по теории электрохимических процессов.

Задачи для самостоятельного решения представлены в разделе X.

### **Подготовка к экзамену**

В процессе подготовки к экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к экзаменам. Для этого важны следующие моменты - соблюдение режима дня: сон не менее 8 часов в сутки; занятия заканчивать не позднее, чем за 2–3 часа до сна; прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом во время перерывов между занятиями. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к экзаменам вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально технического обеспечения представлен в таблице:

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для	Перечень лицензионного
------------------------------------	--	------------------------

и помещений для самостоятельной работы	самостоятельной работы	программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 502, L558.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 30)</p> <p>Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.</p>	<p>Windows Edu Per Device 10 Education, O365 EDU A1, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. L, Этаж 6, каб. L 670.</p> <p>Аудитория для самостоятельной работы и выполнения лабораторных работ</p>	<p>Оборудование: Наглядные пособия: периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Химические лаборатории с вытяжными шкафами, водоснабжением, муфельные печи, сушильные шкафы, рН-метры, нагревательные приборы, химическая посуда, реактивы. Дистиллятор.</p>	<p>Windows Edu Per Device 10 Education, O365 EDU A1, Microsoft 365 Apps for enterprise EDU</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. L, Этаж 7, каб L 652 лаборатории катализа и сорбционных процессов</p>	<p>Химические лаборатории с вытяжными шкафами, водоснабжением, муфельные печи, сушильные шкафы, рН-метры, нагревательные приборы, химическая посуда, реактивы. Дистиллятор.</p> <p>Амперметр МА-11/5 -3 шт. Амперметр М-104 -3 шт. Баня комбинированная - 2 шт. Весы аналитические WA-31. Весы электронные лабораторные HR-200. Весы технические ВЛР-200/01 – 2 шт. Гальванометр М-198/1. Генератор звуковой ЗГ-1 – 2 шт. Источник тока 2744.</p> <p>Источник тока ПМТ-70. Источник тока ПМА-70, перистальтический насос, осциллополярограф,</p>	

	<p>каталитические реакторы. Калориметрическая установка. Лабораторная установка “Граница растворимости в тройной смеси жидкости”. Лабораторная установка “Кинетика инверсии сахарозы”. Лабораторная установка “Константы диссоциации” - 2 шт. Лабораторная установка “Определение энтальпии нейтрализации” с компьютерным управлением.</p>	
<p>A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов</p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA; Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24” XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой.</p>	<p>Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № A238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ppt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия па право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая портальные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.</p>

Имеющаяся материальная база обеспечивает выполнение курса химическими реактивами, лабораторной посудой, учебно-научным и научным оборудованием в соответствии с реализуемой научной тематикой лабораторий.

## X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины

	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Химическая термодинамика	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, общепромышленных дисциплин при планировании работ	Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ	УО-1	Экзаменационные вопросы №1-12
			Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	УО-2	
		ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и общепромышленных наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	Знает правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1	
			Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-2	
		ОПК-4.1 Проводит стандартные измерения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1	
			Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками работы с методической литературой по	УО-2	



			физической химии и технической документацией				
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1			
			Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6			
			Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	УО-2			
2	Фазы переменного состава	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, общинженерных дисциплин при планировании работ	Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ	УО-1			
			Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6			
			Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	УО-2			
		ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и общинженерных наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	Знает правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1			
			Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6			
			Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-2			
		ОПК-4.1 Проводит стандартные измерения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1			
			Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6			
							Экзаменационные вопросы №13-21

			Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией	УО-2			
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1			
			Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6			
			Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	УО-2			
3	Химическое равновесие	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, инженерных дисциплин при планировании работ	Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ	УО-1			
			Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6			
			Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	ПР-2			
		ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и инженерных наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	Знает правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1			
			Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6			
			Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	ПР-2			
		ОПК-4.1 Проводит стандартные измерения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1			
			Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6			
							Экзаменационные вопросы №№21-24

			Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией	ПР-2	
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1	
			Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	ПР-2	
4	Химическая кинетика	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, инженерных дисциплин при планировании работ	Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ	УО-1	Экзаменационные вопросы №№25-40
			Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	УО-2	
		ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и инженерных наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	Знает правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1	
			Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-2	
		ОПК-4.1 Проводит стандартные измерения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1	
			Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6	

			Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией	УО-2	
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1	
			Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	УО-2	
5	Теории катализа	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, инженерных дисциплин при планировании работ	Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ	УО-1	Экзаменационные вопросы №№41-44
			Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	ПР-2	
		ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и инженерных наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	Знает правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1	
			Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	ПР-2	
		ОПК-4.1 Проводит стандартные измерения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1	
			Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6	

			Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией	ПР-2			
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1			
			Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6			
			Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	ПР-2			
6	Электрохимия	ОПК-1.1 Использует базовые знания в области математики, физики, химии, инженерных дисциплин при планировании работ	Знает основные законы физической химии, границы их применения и способы использования при планировании работ	УО-1			
			Умеет выбрать и применить полученные знания по физической химии, правильно интерпретировать полученный результат.	УО-1; ПР-6			
			Владеет навыками систематизации знаний по физической химии и их применения к решению поставленных задач	УО-2			
		ОПК-1.2 Применяет основные законы естественных и инженерных наук, методы математического анализа для решения стандартных технологических задач	Знает правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1			
			Умеет применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-1; ПР-6			
			Владеет навыками практического применения законов физической химии для решения стандартных технологических задач	УО-2			
		ОПК-4.1 Проводит стандартные измерения и испытания согласно методике и технической документации	Знает правила проведения стандартных химических измерений и испытаний согласно методике и технической документации	УО-1			
			Умеет проводить стандартные химические измерения и испытания согласно методике и технической документации	УО-1; ПР-6			
							Экзаменационные вопросы №№45-48

			Владеет навыками работы с методической литературой по физической химии и технической документацией	УО-2	
		ОПК 4-2 Моделирует, выполняет, обрабатывает и анализирует данные экспериментальных исследований	Знает механизм использования базовых знаний по физической химии при моделировании, выполнении и интерпретации экспериментальных исследований	УО-1	
			Умеет правильно обрабатывать и анализировать химические данные экспериментальных исследований.	УО-1; ПР-6	
			Владеет навыками интерпретации результатов исследований на основе фундаментальных химических законов.	УО-2	

### Примерный перечень оценочных средств (ОС)

**Устный опрос:** Собеседование (УО-1), Коллоквиум (УО-2)

**Письменные работы:** Контрольная работа (ПР-2), Лабораторная работа (ПР-6)

#### I. Устный опрос

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

#### Вопросы к собеседованию

1. Сформулируйте и запишите I закон термодинамики.
2. Определите понятие “тепловой эффект химической реакции”.
3. Закон Гесса и следствия из него.
4. Дайте определение стандартных теплот сгорания и образования, интегральной и дифференциальной теплот растворения.
5. В каких случаях теплота реакции может являться функцией состояния.
6. Чем определяется знак теплового эффекта растворения? Предположите, каков знак теплового эффекта будет при растворении в воде: а) HCl (газ), б) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.), в) NaF (крис.т.)?
7. Какие термодинамические величины определяют методом калориметрии?
8. Принцип калориметрических измерений тепловых эффектов: типы калориметров, термометр Бекмана, тепловое значение калориметра и способы его определения, учет теплообмена с окружающей средой.

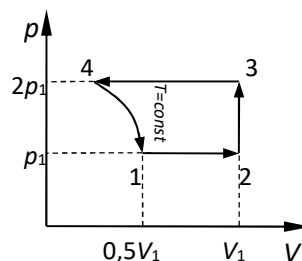
9. Какие вещества используют в качестве термохимического стандарта для определения теплового значения калориметра (в работах 1 и 2).
10. Какие реакции пригодны для термохимических измерений?
11. Влияет ли степень измельчения соли на величину и точность определения теплоты растворения соли?
12. Что такое правило фаз? Приведите определения следующих понятий: фаза, составляющие вещества, компоненты, число степеней свободы.
13. На чем основан термический анализ? Какие методы термического анализа вы знаете?
14. Чем объясняются скачки температуры на кривых охлаждения?
15. Что такое эвтектика? Примените правило фаз к полученной вами диаграмме плавкости. Какие изменения происходят при охлаждении систем различного состава?
16. Какие упрощения вносят при построении плоских диаграмм состояния бинарных (двухкомпонентных) систем?

2. Коллоквиум (УО-2) (Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.)- Вопросы по темам/разделам дисциплины.

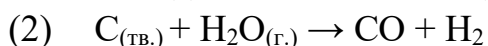
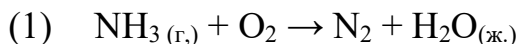
### Вопросы коллоквиумов

#### Вариант 1

1. Что является функцией состояния: внутренняя энергия, энтальпия, работа, теплота? Для доказательства используйте цикл на рисунке (газ – He, 1 моль)

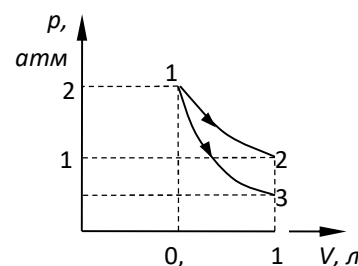


2. Определите, для каких реакций тепловой эффект возрастает с температурой:



Рассчитайте также стандартный тепловой эффект и изменение внутренней энергии в этих реакциях.

3. В каком из процессов расширения  $\text{CO}_2$  механическая работа больше? В точке 1  $T = 20^\circ\text{C}$ . Процесс 1→2 совершается при  $T = \text{const}$ . Процесс 1→3 совершается очень быстро, теплообмена нет.



#### Вариант 2

1. Изобразите зависимость теплового

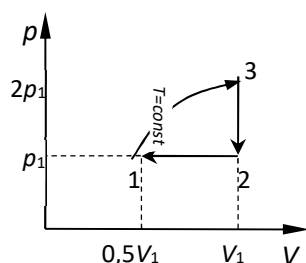
эффекта реакции:

$\nu_1 A_1 + \nu_2 A_2 + \dots \rightarrow \nu_1 'A_1 ' + \nu_2 'A_2 ' + \dots$  от температуры, если зависимости сумм теплоемкостей исходных веществ ( $\sum \nu_i C_{Pi}$ ) и продуктов ( $\sum \nu_j C_{Pj}$ ) от температуры имеют вид:



2. С 1 молем идеального газа реализован обратимый цикл, приведенный на рисунке.

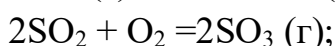
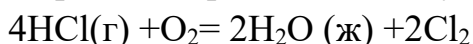
Что является функцией состояния: внутренняя энергия, работа, теплота? Для доказательства используйте цикл на рисунке (газ – азот)



При каких условиях *теплота процесса*  $Q$  является функцией состояния?

3. Сформулируйте *закон Гесса*.

Определить разность между  $Q_r$  и  $Q_v$  при 250 С для следующих реакций:



### Вариант 3

1. Изобразите зависимость теплового эффекта реакции:

$\nu_1 A_1 + \nu_2 A_2 + \dots \rightarrow \nu_1 'A_1 ' + \nu_2 'A_2 ' + \dots$  от температуры, если зависимости сумм теплоемкостей исходных веществ ( $\sum \nu_i C_{Pi}$ ) и продуктов ( $\sum \nu_j C_{Pj}$ ) от температуры имеют вид:



2. Закон Гесса. Стандартные состояния и стандартные энтальпии реакций. Энтальпии сгорания. Энтальпии образования.

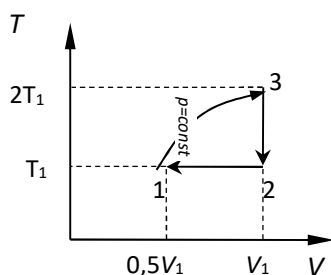


Определить разность между  $Q_p$  и  $Q_v$  при 250 С для следующих реакций:



3. С 1 молем идеального газа реализован обратимый цикл, приведенный на рисунке.

Что является функцией состояния: внутренняя энергия, работа, теплота? Для доказательства используйте цикл на рисунке (газ – водород)



### Критерии оценивания собеседования и коллоквиума

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, обоснованность суждений, неточности в ответе исправляет самостоятельно.
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, неуверенно излагает решение и ответ.

### Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

1. Контрольная работа (ПР-2) (Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу) - Комплект контрольных заданий по вариантам.

2. Лабораторная работа (ПР-6) – средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.

### Контрольные работы

**Контрольная работа №1** Первый закон термодинамики.

1. 2 моль идеального газа занимают объем  $V_1$  при температуре  $T_1$ . Вначале газ при постоянном объеме изменяет первоначальное давление до значения  $P_2$ , а затем изобарически возвращается к первоначальной

температуре  $T_1$ . Рассчитайте  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ ,  $Q$  и  $A$  в этих процессах, а также  $T_2$  в конце изохорического процесса.

№ варианта	Газ	$V_1 \cdot 10^3$ , м <sup>3</sup>	$T_1$ , К	$P_2 \cdot 10^{-5}$ , Па	№ варианта	Газ	$V_1 \cdot 10^3$ , м <sup>3</sup>	$T_1$ , К	$P_2 \cdot 10^{-5}$ , Па
1	O <sub>2</sub>	49,20	300	3,03	15	He	16,40	1000	1,01
2	N <sub>2</sub>	20,50	250	1,01	16	He	14,35	700	4,04
3	H <sub>2</sub>	43,70	400	4,04	17	He	21,87	400	3,53

2. Идеальный газ, занимающий объем  $V_1$ , при давлении  $P_1$  сначала изотермически расширяется до давления  $P_2$ , а затем адиабатически сжимается до первоначального объема  $V_1$ . Рассчитайте  $\Delta U$ ,  $\Delta H$ ,  $Q$  и  $A$  в этих процессах, а также  $V_2$  после изотермического расширения и  $T_2$  после адиабатического сжатия.

№ варианта	Газ	$n$ , моль	$P_1 \cdot 10^{-5}$ , Па	$V_1 \cdot 10^3$ , м <sup>3</sup>	$T_1$ , К	$P_2 \cdot 10^{-5}$ , Па
1	He	2	1,01	49,20	-	0,707
2	He	2	2,02	20,50	-	1,414
3	Ne	-	1,51	43,70	400	1,010

### Контрольная работа № 2

1. Вычислите тепловой эффект реакции  $A$  при 298 К: а) при  $P = \text{const}$ ; б) при  $V = \text{const}$ . Тепловые эффекты образования веществ при стандартных условиях возьмите из справочника.

№ вариант	Реакция А	№ вариант	Реакция А
1	$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(ж)}$	14	$\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_2$
2	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)} + 2\text{Cl}_2$	15	$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$
3	$\text{NH}_4\text{Cl}_{(тв)} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$	16	$2\text{CO} + \text{SO}_2 = \text{S}_{(ромб)} + 2\text{CO}_2$

2. Вычислите тепловой эффект реакции при температуре  $T$ .

№ варианта	Реакция А	$T$ , К	$T_1$ , К
1	$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(г)}$	800	350
2	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)} + 2\text{Cl}_2$	750	650

### Контрольная работа №3 Химическое равновесие

1. Газообразные вещества  $A$  и  $B$  реагируют с образованием газообразного продукта  $C$ :

- 1) выразите  $K_p$  и  $K_c$  через равновесное количество вещества  $C$ , равное  $x$ , если исходные вещества  $A$  и  $B$  взяты в стехиометрических количествах при общем давлении равновесной системы  $P$  и температуре  $T$ , К;
- 2) рассчитайте  $K_p$  и  $K_c$  при  $T = 300$  К, если  $P = 7,5 \cdot 10^4$  Па,  $x = 0,45$ ;
- 3) вычислите равновесное количество вещества  $C$  при давлении в равновесной системе  $3 \cdot 10^4$  Па и 300 К;
- 4) рассчитайте степень превращения вещества  $A$  и  $B$  при 300 К.

№ варианта	Уравнение реакции	№ варианта	Уравнение реакции
1	$A + B = \frac{1}{2}C$	14	$3A + \frac{1}{2}B = 2C$
2	$\frac{1}{2}A + B = C$	15	$\frac{1}{2}A + \frac{1}{2}B = 3C$

### Критерии оценивания контрольных работ

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент показал развернутый ответ на вопрос, знание литературы, обнаружил понимание материала, расчеты и выводы сделаны правильно
«не зачтено»	Студент обнаруживает незнание вопроса, более половины заданий не решены или содержат грубые ошибки в решении

### Критерии оценки лабораторных работ

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент выполняет лабораторную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения измерений, правильно самостоятельно определяет цель работы; самостоятельно, рационально выбирает необходимое оборудование для получения наиболее точных результатов проводимой работы. Грамотно и логично описывает ход работы, правильно формулирует выводы, точно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и т.п., умеет обобщать фактический материал. Допускается два/три недочёта или одна негрубая ошибка и один недочёт. Работа соответствует требованиям и выполнена в срок.
«не зачтено»	Студент выполнил работу не полностью, объем выполненной части не позволяет сделать правильные выводы; не определяет самостоятельно цель работы; в ходе работы допускает одну и более грубые ошибки, которые не может исправить, или неверно производит наблюдения, измерения, вычисления и т.п.; не умеет обобщать фактический материал. Лабораторная работа не выполнена.

### Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

#### Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Физическая химия» проводится в соответствии с локальными нормативными актами

ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (3-й семестр). Экзамен по дисциплине включает ответы на 2 вопроса.

### **Методические указания по сдаче экзамена**

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на экзамене, должно составлять не более 40 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на экзамене посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются экзамен с сопровождающими.

При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

### **Вопросы к экзамену**

1. Термодинамические системы и термодинамический метод их описания. Термическое равновесие системы. Термодинамические переменные.
2. Температура. Интенсивные и экстенсивные величины. Обратимые и необратимые процессы.
3. Теплота и работы различного рода. Вычисление работы расширения для различных процессов и различных газов. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия.
4. Закон Гесса и его следствия. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Теплоты сгорания и теплоты образования.
5. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула

Кирхгоффа. Зависимость теплоемкости от температуры и расчеты тепловых эффектов реакций. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах.

6. Второй закон термодинамики и его различные формулировки. Энтропия. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Неравенство Клаузиуса и его объяснение.

7. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии при различных процессах. Изменение энтропии изолированной системы и направление процесса.

8. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гельмгольца, энергия Гиббса и их свойства.

9. Уравнения Максвелла. Использование уравнений Максвелла для вывода различных термодинамических соотношений.

10. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов в изолированных и неизолированных системах.

11. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его роль в химии. Взаимосвязь работы и теплоты химического процесса.

12. Химические потенциалы, их определение, вычисление и свойства. Химический потенциал идеального и неидеального газов. Метод летучести. Различные методы вычисления летучести из опытных данных.

13. Определение понятия “раствор”. Различные способы выражения состава раствора. Смеси идеальных газов. Термодинамические свойства газовых смесей. Идеальные растворы.

14. Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля. Идеальные жидкие растворы и их определение. Термодинамический вывод закона Рауля. Отклонения от закона Рауля.

15. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение по парциальным давлениям компонент.

16. Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент. Симметричная и несимметричная системы отсчета.

17. Изменение температуры затвердевания и кипения растворов. Криоскопический метод определения молярной массы.

18. Осмотические явления. Уравнения Вант-Гоффа для осмотического давления, его термодинамический вывод и область применения.

19. Термодинамическая классификация растворов. Функции смешения для идеальных и неидеальных растворов. Атермические и регулярные растворы и их свойства.

20. Парциальные мольные величины, их свойства и методы определения из

- опытных данных (для бинарных систем). Уравнение Гиббса-Дюгема.
21. Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах. Различные виды диаграмм состояния. Законы Гиббса-Коновалова. Разделение веществ путем перегонки. Азеотропные смеси и их свойства.
  22. Гетерогенные системы. Понятие фазы, компонента системы, числа степеней свободы. Правило фаз Гиббса и его применение.
  23. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона и его применение. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста, их вывод.
  24. Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем и их анализ на основе правила фаз. Системы, образующие твердые растворы и химические соединения с конгруэнтной и инконгруэнтной точкой плавления. Диаграммы с точкой эвтектики.
  25. Основные понятия и постулаты формальной кинетики. Прямая и обратная кинетические задачи. Параметры кинетических уравнений.
  26. Молекулярность и порядок реакции. Методы определения порядка реакции. Реакции переменного порядка.
  27. Уравнение Аррениуса. Способы определения опытной энергии активации и ее связь с энергиями активации элементарных процессов.
  28. Кинетическое описание необратимых реакций первого порядка в закрытых системах. Время полупревращения и среднее время жизни исходных молекул.
  29. Обратимая реакция первого порядка и определение ее кинетических параметров. Скорость реакции и химическое сродство.
  30. Необратимые реакции нулевого и второго порядков, определение константы скорости из опытных данных. Время полупревращения (при одинаковых концентрациях компонентов).
  31. Принцип квазистационарных концентраций и область его применения.
  32. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение его кинетических параметров из опытных данных. Сопоставление со схемой Ленгмюра-Хиншельвуда в гетерогенном катализе.
  33. Неразветвленные цепные реакции. Скорость темновой и фотохимической реакции образование НВг. Уравнение Боденштейна-Линдау
  34. Использование адиабатического приближения для описания химической реакции частиц: поверхность потенциальной энергии, путь реакции, энергия активации.
  35. Теория активированного комплекса и статический вывод основного уравнения. Взаимосвязь опытной и истинной энергии активации.
  36. Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Реакции

- в растворах. Уравнение Бренстеда-Бьеррума.
37. Теория активных соударений. Уравнение Траутца-Льюиса. Применение теории активных соударений к бимолекулярным реакциям.
38. Интерпретация предэкспоненциального множителя в статическом и термодинамическом аспектах теории активированного комплекса. Энтропия активации.
39. Мономолекулярные реакции и их описание в теории активированного комплекса (в статистическом и термодинамических аспектах, теории соударений. Схема Линдемана. Поправка Хиншельвуда.
40. Законы фотохимии. Квантовый выход. "Двухквантовые процессы". Кинетическая схема Штерна-Фольмера.
41. Основные понятия и классификации в катализе. Механизмы каталитических реакций. Особенности гетерогенно-каталитических процессов.
42. Кинетика реакций специфического кислотного катализа. Механизмы лимитирующие стадии. Функции кислотности Гаммета. Уравнение Бренстеда и его анализ.
43. Кинетика Ленгмюра-Хиншельвуда для реакций на однородной поверхности катализатора. Особенности кинетики и записи константы равновесия в адсорбционном слое (общий случай).
44. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций с диффузионными ограничениями. Внешняя диффузия (метод равнодоступной поверхности). Кинетика каталитических реакций во внутренней диффузионной области.
45. Основные положения теории Аррениуса. Причины устойчивости ионов в растворах электролитов. Энергии кристаллической решетки и сольватации ионов.
46. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля: вывод формулы для потенциала ионной атмосферы в растворе 1,1-валентного электролита.
47. Первое и второе приближения теории Дебая-Хюккеля для расчета среднего ионного коэффициента активности. Современные подходы к теории сильных электролитов.
48. Удельная и эквивалентная электропроводности электронов. Подвижности отдельных ионов. Первоначальная современная формулировки закона Кольрауша.

**Образцы экзаменационных билетов**  
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
Школа естественных наук**

ООП 22.03.01- Материаловедение и технологии материалов  
шифр, название направления подготовки

Дисциплина Физическая химия

Форма обучения очная

Семестр 3 2023–2024 учебного года

Реализующая кафедра: Физической и аналитической химии

**Экзаменационный билет № 1**

1. Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Реакции в растворах. Уравнение Бренстеда-Бьеррума.
  2. Теория активных соударений. Уравнение Траутца-Льюиса. Применение теории активных соударений к бимолекулярным реакциям.
- Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

М.П. (школы)

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
Школа естественных наук**

ООП 22.03.01- Материаловедение и технологии материалов  
шифр, название направления подготовки

Дисциплина Физическая химия

Форма обучения очная

Семестр 3 2023–2024 учебного года

Реализующая кафедра: Физической и аналитической химии

**Экзаменационный билет № 2**

1. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций с диффузионными ограничениями. Внешняя диффузия (метод равнодоступной поверхности). Кинетика каталитических реакций во внутренней диффузионной области.
2. Основные положения теории Аррениуса. Причины устойчивости ионов в растворах электролитов. Энергии кристаллической решетки и сольватации ионов.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

М.П. (школы)



## **Критерии оценки знаний умений и навыков при промежуточном контроле**

К экзамену допускаются обучающиеся, выполнившие программу обучения по дисциплине, прошедшие все этапы текущей аттестации.

### **Отметка "Отлично"**

1. Дан полный и правильный ответ на основе изученных теорий.
2. Материал понят и изучен.
3. Материал изложен в определенной логической последовательности, литературным языком.
4. Ответ самостоятельный.

### **Отметка "Хорошо"**

- 1, 2, 3, 4 – аналогично отметке "Отлично".
5. Допущены 2–3 несущественные ошибки, исправленные по требованию учителя, наблюдалась "шероховатость" в изложении материала.

### **Отметка "Удовлетворительно"**

1. Учебный материал, в основном, изложен полно, но при этом допущены 1–2 существенные ошибки (например, неумение применять законы и теории к объяснению новых фактов).
2. Ответ неполный, хотя и соответствует требуемой глубине, построен несвязно.

### **Отметка "Неудовлетворительно"**

1. Незнание или непонимание большей или наиболее существенной части учебного материала.
2. Допущены существенные ошибки, которые не исправляются после уточняющих вопросов, материал изложен несвязно.