



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

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ Рева В.П.  
(подпись) (ФИО)

« 17 » мая 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

И.О.Заведующий кафедрой  
Материаловедения и технологии материалов

\_\_\_\_\_ В.П. Рева  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)

« 17 » мая 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Физическая химия**

**Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов**

**Профиль «Материаловедение и технология новых материалов»**

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 4

лекции 36 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО лек. 10 /пр.0 /лаб.10 час.

всего часов аудиторной нагрузки 90 час.

в том числе с использованием МАО 10 час.

самостоятельная работа 27 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27

контрольные работы не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект: не предусмотрены

экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 21.10.2016 № 12-13-2030.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры материаловедения и технологии материалов протокол № 9 от «17» мая 2019 г.

И.О. Заведующего кафедрой: канд. техн. наук В.П. Рева

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

**Владивосток**  
**2019**

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## Цели и задачи освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Физическая химия» разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технология материалов», входит в базовую часть блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б.1.Б.17).

Общая трудоёмкость освоения дисциплины составляет 4 зачётных единиц, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия 36 часов, лабораторные работы 36 часов, практические занятия 18 час., самостоятельная работа студентов 54 часа, в том числе на подготовку к экзамену 27 часов. Форма контроля – экзамен. Дисциплина реализуется на 2 курсе в 4 семестре.

**Цель:** дать базовые знания по физической химии

**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.

Для успешного изучения дисциплины «Физическая химия» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- владение навыками работы с различными источниками информации;
- знание курсов «Химии» и «Физики».

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются элементы следующей общепрофессиональной компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-3 -</b> готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности	<b>знает</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические основы строения вещества;</li> <li>• основные химические законы и понятия;</li> <li>• основные закономерности протекания химических реакций и физико-химических процессов</li> </ul>
	<b>умеет</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать основные элементарные методы химического исследования веществ и соединений;</li> <li>• составлять и решать химические уравнения;</li> <li>• проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты;</li> <li>• использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.</li> </ul>
	<b>владеет</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками применения законов химии для решения практических задач;</li> <li>• основными приемами обработки экспериментальных данных;</li> <li>• методами выполнения лабораторных физико-химических исследований в области профессиональной деятельности.</li> </ul>
<b>ОПК-4-</b> способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	<b>знает</b>	правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач
	<b>умеет</b>	применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач
	<b>владеет</b>	навыками практического применения законов физической химии для решения инженерных задач

Для формирования вышеуказанной компетенции в рамках дисциплины «Физическая химия» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: проблемная лекция, беседа с элементами визуализации, лекция – беседа.

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Лекционные занятия (36час.)

#### Модуль 1. Химическая термодинамика (20 часов)

#### Раздел 1. Введение. Основы химической термодинамики (6 часов).

**Тема 1. Постулаты и основные понятия химической термодинамики (2 часа), с использованием метода активного обучения – проблемная лекция (4 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.

**Тема 3. Термохимия (2 часа)**

Основные понятия термохимии. Закон Гесса и его следствия.

**Тема 4. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры (2 часа).**

**Раздел 2. Второй закон термодинамики (6 часов)**

**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.

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

Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии изолированной системы и направление процесса. Свободная энергия Гельмгольца. Свободная энергия Гиббса.

**Тема 3. Фундаментальные уравнения Гиббса (2 часа)**

Характеристические функции. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов. Химический потенциал.

**Модуль 2. Фазы переменного состава (8 часов)**

**Раздел 1. Растворы. Фазовые равновесия (4 часа)**

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

Коллигативные свойства идеальных растворов

## **Тема 2. Парциальные молярные величины**

Парциальные молярные величины и их определение из опытных данных.

Уравнения Гиббса-Дюгема (1 час).

## **Тема 3. 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 (4 часа)**

### **Тема 1. Диаграммы состояния однокомпонентных систем (2 часа)**

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

### **Тема 2. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем (2 часа)**

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

## **Модуль 3. Химическое равновесие (8 час)**

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

#### **Тема 1. Химические и адсорбционные равновесия (1 час).**

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

#### **Тема 2. Закон действия масс (1 час).**

### **Раздел 2. Расчеты химических равновесий при различных температурах (4 часа)**

#### **Тема 1. Зависимость констант равновесия от температуры (2 часа)**

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

#### **Тема 2. Общие способы расчета химических равновесий при различных температурах (1 час).**

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

**Тема 3. 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. 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.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Лабораторные работы (36 час).**

**Лабораторная работа №1 Вводное занятие (4 час).**

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 растворения соли (8 часов), с использованием метода активного обучения – групповой разбор экспериментальных задач (2 часа).**

Цель работы: Определение теплоты растворения соли

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

**Лабораторная работа №3** Термический анализ бинарных систем (4 часов), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (4 часа).

Цель работы: Термический анализ бинарных систем.

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

**Лабораторная работа №4** Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе (8 часов).

Цель работы: Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе.

Смешивание реагентов для гомогенной реакции в растворе.

1. Титрование проб из гомогенного раствора.
2. Установление момента равновесия
3. Расчет константы равновесия

**Лабораторная работа №5** Построение диаграммы плавления бинарной смеси (4 часа), с использованием метода активного обучения – исследовательский метод (4 часа).

Цель работы: Построение диаграммы плавления бинарной смеси

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

**Лабораторная работа №6** Применение метода ЭДС для определения термодинамических параметров химических реакций (4 часа).

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

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 №13** Определение теплоты нейтрализации для слабых и сильных кислот (4 часа).

Цель работы: Определение теплоты нейтрализации.

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 кислот.

**Практические занятия (18 час)**

**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.

**Занятие №2 Тема:** Применение I закона термодинамики (2 часа).

**План:**

1. Применение I закона термодинамики к химическим процессам (термохимия).
2. Основные понятия термохимии.
3. Закон Гесса.

**Занятие №3 Тема:** Зависимость тепловых эффектов от температуры (2 часа).

**План:**

1. Уравнение Кирхгофа.
2. Расчет тепловых эффектов химических реакций при различных температурах.

3. Уравнение Кирхгофа для качественной зависимости тепловых эффектов химических реакций при различных температурах.

**Занятие №4 Тема:** II закон термодинамики (2 часа).

**План:**

1. II закон термодинамики, формулировки, математическое выражение.
2. Энтропия. Расчет изменения энтропии в различных термодинамических процессах.
3. Расчет абсолютных значений энтропий.

**Занятие №5 Тема:** Свободные энергии Гиббса и Гельмгольца (2 часа).

**План:**

1. II закон термодинамики, формулировки, математическое выражение.
2. Критерии самопроизвольного течения процессов и равновесия в изолированных и неизолированных изотермических системах.
3. Характеристические функции идеального газа.

Решение задач по второму закону термодинамики **План:**

1. Свободные энергии Гиббса и Гельмгольца в различных процессах.
2. Расчеты изменения  $\Delta G$  и  $\Delta F$  в различных процессах.

**Занятие №5 Тема:** Контрольная работа № 2 (2 часа).

**Занятие №6 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 №7 Тема:** Равновесие жидкость-пар в двухкомпонентных системах (2 часа).

**План:**

1. Различные виды диаграмм состояния.
2. Законы Гиббса-Коновалова.

**Занятие №8 Тема:** Химическое равновесие (2 час).

***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.

**Занятие №9 Тема:** Зависимость констант равновесия от температуры (2 час).

***План:***

1. Расчет констант равновесия химических реакций при различных температурах
2. Использование различных приближений для теплоемкостей реагентов, приведенных энергий Гиббса
3. Метод Темкина-Шварцмана.

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

#### **Самостоятельная работа (27 часа)**

Самостоятельная работа проводится в рамках подготовки к занятиям. Методические рекомендации по организации внеаудиторной самостоятельной работы способствуют организации последовательного изучения материала, вынесенного на самостоятельное освоение в соответствии с учебным планом, программой учебной дисциплины.

В качестве форм самостоятельной работы при изучении дисциплины «Физическая химия» предлагаются:

- работа с научной и учебной литературой;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету и экзамену.

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	1-3 неделя семестра	Проработка материала по законам термодинамики. Подготовка к сдаче коллоквиума № 1-2	3	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6). Принятие коллоквиума с оценкой в соответствии с рейтинг-планом (УО-2)
2	4-6 неделя семестра	Решение расчетных химических задач	4	Контрольная работа (ПР-2)
3	7-9 неделя семестра	Проработка материала по системам переменного состава. Подготовка к сдаче коллоквиума № 3	4	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6). Принятие коллоквиума с оценкой в соответствии с рейтинг-планом (УО-2)
4	10-12 неделя семестра	Решение расчетных химических задач	4	Контрольная работа (ПР-2)
5	13-14 неделя семестра	Проработка материала по теории равновесия в химических системах. Подготовка к сдаче коллоквиума № 4	4	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6). Принятие коллоквиума с оценкой в соответствии с рейтинг-планом (УО-2)
6	15-16 неделя	Решение	4	Контрольная

	семестра	расчетных химических задач		работа (ПР-2)
7	17-18 неделя семестра	Подготовка к выполнению лабораторных работ	4	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).
	Итого на самостоятельную работу		27	
8	Промежуточная аттестация	Подготовка к экзамену	27	Экзаменационные вопросы

### **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, индивидуальное написание и защиту реферата.

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 в 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 №1-3**

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  
**Задание на дом к лабораторным занятиям № 4-7**

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

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  $N_2O_4 (г) = 2 NO_2 (г)$  записать выражение З.Д.М. для данной реакции. Как изменится скорость реакции при: а) увеличении концентрации  $N_2O_4$  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  $A + 2B \rightarrow AB_2$  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%?  $\tau (^{90}Sr)=28,7$  года.

### **Вопросы к лабораторным занятиям**

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 (крист.)?

7. Какие термодинамические величины определяют методом калориметрии?

8. Что такое правило фаз? Приведите определения следующих понятий: фаза, составляющие вещества, компоненты, число степеней свободы.

9. На чем основан термический анализ? Какие методы термического анализа вы знаете?

10. Чем объясняются скачки температуры на кривых охлаждения?

11. Что такое эвтектика? Примените правило фаз к полученной вами диаграмме плавкости. Какие изменения происходят при охлаждении систем различного состава?
12. Какие упрощения вносят при построении плоских диаграмм состояния бинарных (двухкомпонентных) систем?
13. 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?
14. Что называется криоскопической постоянной? Как можно экспериментально определить и теоретически рассчитать ее величину?
15. 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?
16. Какими соображениями необходимо руководствоваться при выборе растворителя для криоскопического метода определения молярной массы растворенного вещества?
17. Какие свойства растворов называются коллигативными? Перечислите их и напишите соответствующие уравнения.
18. Что такое поляризация и поляризуемость вещества? Какова связь между ними?
19. Назовите основные составляющие поляризации вещества.
20. Каковы особенности поляризации вещества в полях высокой частоты?
21. Что называется рефракцией вещества, от чего она зависит, какова ее размерность? Методы ее экспериментального определения?
22. Какую информацию о веществе можно получить, зная величину его молярной рефракции?

23. 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”?
24. Закон действия масс. Через какие величины можно выразить константу химического равновесия? Связь между константами равновесия, выраженными различными способами.
25. Каковы термодинамические и молекулярно-кинетические признаки равновесного состояния?
26. От чего зависит  $K_c$  и  $K_p$  реакции?
27. Сформулируйте принцип смещения химического равновесия.
28. Дайте определение понятия “фазовый переход”. Приведите примеры.
29. 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.
30. Что называется давлением насыщенного пара чистой жидкости? От чего оно зависит?
31. Как по зависимости  $P = f(T)$  определить при заданной температуре тепловой эффект испарения?

### **Критерии оценки самостоятельной работы**

Подготовка к лабораторным работам оценивается в ходе устного опроса.

Отчеты по лабораторным работам составляются студентами индивидуально и защищаются устно.

<b>Оценка</b>	<b>Требования</b>
<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.

### III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п / п	Контролируем ые разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промеж уточная аттеста ция
1	<b>Химическая термодинамика</b>	ОПК-3 ОПК-4	Знает способы систематизации и анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений	Опрос перед началом занятия (УО-1).	Вопросы к зачету № 1-10
			Умеет правильно проводить анализ результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, результатов расчетов свойств веществ и материалов, оценивать значимость результатов с точки зрения их применимости	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).	Экзаменационные вопросы №1-10
			Владеет навыками получения научной информации из анализа результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, результатов расчетов свойств веществ и материалов	Принятие коллоквиума с оценкой в соответствии и с рейтинг-планом (УО-2)	Экзаменационные вопросы №1-10
2	<b>Фазы переменного состава</b>	ОПК-3 ОПК-4	Знает классические и современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований	Опрос перед началом занятия (УО-1).	Экзаменационные вопросы №10-15
			Умеет осуществлять отбор, систематизацию, анализ и оценку современных достижений для решения поставленных задач собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).	Экзаменационные вопросы №10-15
			Владеет навыками критической оценки	Принятие коллоквиума	Экзаменационн

			полученных результатов для обоснования выбора оптимальной стратегии решения задач собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ	с оценкой в соответствии с рейтинг-планом (УО-2)	ые вопросы №№10-15
3	<b>Химическое равновесие</b>	ОПК-3 ОПК-4	Знает цели и задачи собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ	Опрос перед началом занятия (УО-1).	Экзаменационные вопросы №№15-24
			Умеет анализировать литературные данные и результаты собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ при формулировании заключений и выводов	Опрос перед началом занятия (УО-1). Принятие отчета о выполнении лабораторной работы (ПР-6).	Экзаменационные вопросы №№15-24
			Владеет навыками грамотной формулировки заключений и выводов по результатам анализа литературных данных и данных собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ	Контрольная работа (ПР-2).	Экзаменационные вопросы №№15-24

#### IV. 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>

3. Байрамов, В. М. Основы электрохимии / В. М. Байрамов. – М.: Академия, 2005.
4. Белик, В. В. Физическая и коллоидная химия / В. В. Белик, К. И. Кценская. – М.: Академия, 2005.
5. Горшков, В. И. Основы физической химии / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. – 3-е изд. – М.: МГУ, 2006.
6. Карякин, Н. В. Основы химической термодинамики / Н. В. Карякин. – М.: Академия, 2005.

#### **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>
2. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 1.: Учебник / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 589 с.: ил.; 60x90 1/16. - (ВО: Бакалавриат). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/446097>
3. Материалы и их технологии. В 2 ч. Ч. 2.: Учебник / В.А. Горохов и др; Под ред. В.А. Горохова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 533 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/446098>
4. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: учебник / А.М. Адаскин, А.Н. Красновский. — М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2016. — 400 с.: ил. — (Высшее образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544502> Веретенников, Д.Б.

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

1. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система znanium.com НИЦ «ИНФРА-М» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Литература (книги, справочники, журналы) по технологии и наноматериалам на английском языке (база данных ELSEVIER) – Режим доступа (в сети ДВФУ): <https://www.sciencedirect.com/browse/journals-and-books/m?searchPhrase=nano>

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

**Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения*
1.	Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Лицензионное соглашение Open Value Subscription/Education Solutions № V5770601 от 2019-01-31 , Договор №011-18-3КЭ-В от 25.01.2019 г.: ПО Microsoft для лицензирования рабочих станций WinPro 10 RUS Upgrd Acdmc, OfficeProPlus 2019 RUS Acdmc, WinSvrCAL 2019 RUSAcdmc (ПО Microsoft по подписке для учебных заведений позволяющее использовать на всех компьютерах в учебных классах операционные системы Microsoft Windows 7, 8 Pro, 10 RUS, офисные пакеты Microsoft Office 7, 10, 13, 19 Plus; (Word, Excel, Access, PowerPoint ), ПО Microsoft для лицензирования рабочих станций Microsoft®Imagine Standard, в том числе Windows server2016, Visual Studio Community, Windows Embedded, OneNote,

		SQL Server, срок действия соглашения 31.01.2019-31.01.2022 г., в течение срока действия бесплатное обновление всех программных продуктов, входящих в лицензионное соглашение.
2.	Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корп. Е, Этаж 3, каб. Е317 (компьютерный класс кафедры МВиТМ).	Thermo-Calc - программа, предназначенная для выполнения термодинамических расчетов и построения фазовых диаграмм; Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов; 3ds Max 2015 - программа для трехмерного моделирования, анимации и визуализации. ; Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English -трехмерная система автоматизированного проектирования и черчения; CorelDRAW Graphics Suite X7 (64-Bit) – графический редактор

## V. 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 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 на наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

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

Для выполнением практических и лабораторных занятий по дисциплине «Физическая химия», а также для организации самостоятельной работы студентам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных работ:

№ п/п	Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы с указанием адреса	Перечень основного оборудования
1.	Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб.А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.
2	Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корп. Е, Этаж 3, каб. Е317 (компьютерный класс кафедры МВиТМ).	Учебная мебель на 20 рабочих места, Место преподавателя (стол, стул), ПК Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокмутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48. Мультимедийное оборудование: Моноблок Lenovo C306G-i34164G500UDK (12 шт)

3	<p>Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корп. Е, Этаж 4, каб. Е428 (лаборатория кафедры МВиТМ).</p>	<p>Учебная мебель на 14 рабочих мест, Место преподавателя (стол, стул), переносное мультимедийное оборудование: ноутбук. Лазерный анализатор частиц Analysette 22 NanoTec, варио - планетарная мельница Pulverisette - 4 фирмы «Fritsch»-2шт., грохот Analysette 3, дезинтегратор DESI 11, печь высокотемпературная камерная LHT 08/18; печь трубчатая RHTH 120/300/18, лабораторный пресс для холодного изостатического прессования LCIP 42260, рентгенофлуоресцентный анализатор металлов Дельта Professional DP 4000, пресс гидравлический 100тс, шкаф сушильный вакуумный «Binder», электрошкаф сушильный вакуумный ШСВ-65В/5,0, микроскоп МТ8530, микроскоп металлографический-шт., твердомер Бринелля НВ-3000 В, твердомер Роквелла, микротвердомер НМV-Gg20ST Shimadzu, вытяжной шкаф для работы с агрессивными веществами в комплекте с вакуумной системой.</p>
4	<p>690922, Приморский край, г.Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. L , Этаж 6, каб. L 670. 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>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

## VII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<b>ОПК-3</b> - готовность применять фундаментальные математические, естественнонаучные и общеинженерные знания в профессиональной деятельности	<b>знает</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические основы строения вещества;</li> <li>• основные химические законы и понятия;</li> <li>• основные закономерности протекания химических реакций и физико-химических процессов</li> </ul>	- знание основных положений физики твердого тела; - знание методов и алгоритмов исследования свойств керамических и композиционных материалов	- способность перечислить и раскрыть суть методов физических испытаний; - способность перечислить и раскрыть последовательность и содержание этапов подготовки образцов и проведения испытаний;
	<b>умеет</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать основные элементарные методы химического исследования веществ и соединений;</li> <li>• составлять и решать химические уравнения;</li> <li>• проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты;</li> <li>• использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.</li> </ul>	- умение использовать основные типы исследовательского оборудования; - умение разработать алгоритм подготовки и проведения соответствующего вида исследования физико-химических свойств	– способность разработать алгоритм подготовки и проведения соответствующего вида исследования физико-химических свойств материалов

	<b>владеет</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками применения законов химии для решения практических задач;</li> <li>• основными приемами обработки экспериментальных данных;</li> <li>• методами выполнения лабораторных физико-химических исследований в области профессиональной деятельности.</li> </ul>	- владение навыками получения, анализа и систематизации требуемой информации для решения задач своей профессиональной деятельности;	- способность бегло и точно применять математический аппарат для интерпретации полученных в ходе эксперимента результатов по исследованию физико-химических характеристик материалов
<b>ОПК-4-</b> способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач	<b>знает</b>	правила использования основных законов физической химии для решения стандартных технологических задач	знание законов физической химии для решения стандартных технологических задач с целью влияния на их механические, технологические и эксплуатационные свойства	способность применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач с целью влияния на их механические, технологические и эксплуатационные свойства
	<b>умеет</b>	применять законы физической химии для решения стандартных технологических задач	умение применять на практике законы физической химии для решения стандартных технологических задач	способность применять на практике законы физической химии для решения стандартных технологических задач

	<b>владеет</b>	навыками практического применения законов физической химии для решения инженерных задач	владение навыками использования на практике современных представления о влиянии размерности структуры на свойства керамических и композиционных материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями	способность использовать навыки использования на практике современных представления о влиянии размерности структуры на свойства керамических и композиционных материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями
--	----------------	---	--	--

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### 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

**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 (крист.)?

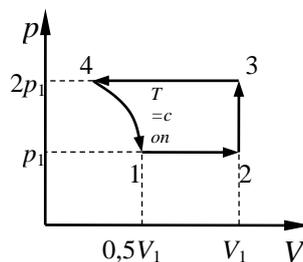
7. Какие термодинамические величины определяют методом калориметрии?
8. Принцип калориметрических измерений тепловых эффектов: типы калориметров, термометр Бекмана, тепловое значение калориметра и способы его определения, учет теплообмена с окружающей средой.
9. Какие вещества используют в качестве термохимического 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?

**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)

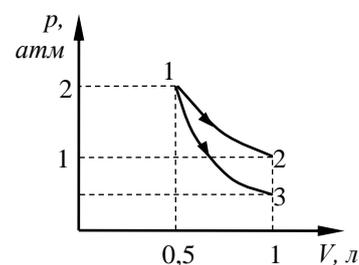


2. Определите, для каких реакций тепловой эффект возрастает с температурой:

1.  $\text{NH}_3_{(г.)} + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}_{(ж.)}$
2.  $\text{C}_{(тв.)} + \text{H}_2\text{O}_{(г.)} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$

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

1. 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.



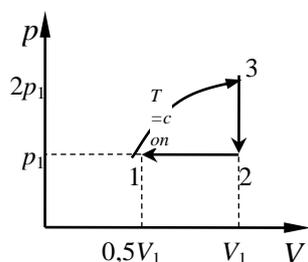
## Вариант 2

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.

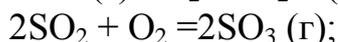
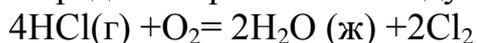
Что является функцией состояния: внутренняя энергия, работа, теплота? Для доказательства используйте цикл на рисунке (газ – азот)



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

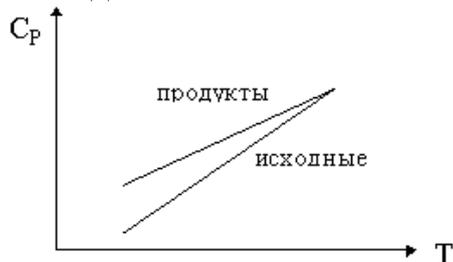
3. Сформулируйте *закон Гесса*.

Определить разность между  $Q_p$  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:



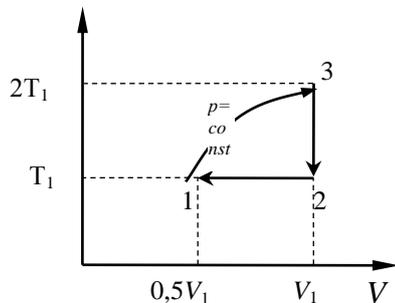
2. Закон Гесса. Стандартные состояния и стандартные энтальпии реакций. Энтальпии сгорания. Энтальпии образования.

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.

№ вариант а	1. газ	$V_1 \cdot 10^3, \text{ м}^3$	$T_1, \text{ К}$	$P_2 \cdot 10^{-5}, \text{ Па}$	№ варианта	2. газ	$V_1 \cdot 10^3, \text{ м}^3$	$T_1, \text{ К}$	$P_2 \cdot 10^{-5}, \text{ Па}$
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	$P_1 \cdot 10^{-5}, \text{ Па}$	$V_1 \cdot 10^3, \text{ м}^3$	$T_1, \text{ К}$	$P_2 \cdot 10^{-5}, \text{ Па}$
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	$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{ж})}$	14	$\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_2$
2	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + 2\text{Cl}_2$	15	$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$
3	$\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{тв})} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$	16	$2\text{CO} + \text{SO}_2 = \text{S}_{(\text{ромб})} + 2\text{CO}_2$

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

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

2. рассчитайте  $K_p$  и  $K_c$  при  $T = 300 \text{ К}$ , если  $P = 7,5 \cdot 10^4 \text{ Па}$ ,  $x = 0,45$ ;

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, объём 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 (4-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 к экзамену с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «зачтено» или «не зачтено».

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

## Вопросы к экзамену по физической химии

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 молярные 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.

### **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.