

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

**УТВЕРЖДАЮ**



Заведующий кафедрой  
физической химии

д.х.н., доц. О.А. Козадеров

20.05.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.13 Современная физическая химия**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

04.03.02 Химия, физика и механика материалов

**2. Профиль подготовки/специализация:** Материаловедение и индустрия наносистем

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** физической химии

**6. Составители программы:** Морозова Наталья Борисовна, к.х.н., доцент

**7. Рекомендована:** НМС химического факультета от 19.04.22, протокол № 3

**8. Учебный год:** 2023/2024

**Семестр(ы):** 3, 4

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является: сформировать систему знаний о фундаментальных законах протекания физикохимических процессов и химических реакций.

Задачи учебной дисциплины:

- дать основы химической и электрохимической термодинамики, в том числе термодинамики твердофазных реакций;
- познакомить с учением о химическом и фазовом равновесии;
- дать основы учения о растворах.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Б1. Обязательная часть

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов	ОПК-1.1	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы физико-химии полупроводниковых материалов	Знать: основные теории, законы и определения физической химии, электрохимии, физической химии поверхностных явлений и коллоидных систем  Уметь: применять основные законы современной физической химии при решении профессиональных задач
		ОПК-1.2	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы структурной химии неорганических материалов	Владеть: теоретическими основами физической химии для интерпретации результатов эксперимента.
		ОПК-1.3	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы механики материалов	
		ОПК-1.4	Предлагает интерпретацию результатов экспериментов и расчетнотеоретических работ с использованием теоретических основ химии, физики и механики материалов	
ОПК-2	Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических	ОПК-2.1	Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: правила техники безопасности при работе с химическими веществами  Уметь: проводить эксперимент по исследованию реакций, процессов и материалов с применением физико-химических методов исследования
		ОПК-2.2	Проводит эксперимент по	

веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов		исследованию реакций, процессов и материалов с использованием стандартизированных процедур	Владеть: методами физической химии, электрохимии, коллоидной химии для исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования
	ОПК-2.3	Проводит стандартные операции по диагностике физических и химических свойств материалов	
	ОПК-2.4	Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 7/252.**

**Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)** 3 семестр - зачет с оценкой, курсовая работа, 4 семестр - экзамен

### 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		3 семестр	4 семестр	...
Аудиторные занятия	162	54	108	
в том числе:				
лекции	90	36	54	
практические	-	-	-	
лабораторные	72	18	54	
Самостоятельная работа	54	18	36	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	36	0	36	
Итого:	252	72	180	

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Законы термодинамики.	Термодинамический метод описания материалов. Термодинамические системы и их классификация. Термодинамические параметры состояния системы. Температура. Термическое уравнение состояния. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Экстенсивные и интенсивные параметры. Парциальные молярные величины. Энергия. Работа. Теплота. Теплоемкость. Термодинамическое равновесие. Термодинамические процессы. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Термодинамические процессы с участием идеального газа. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия химической реакции. Закон Гесса и его следствия. Теплоты образования. Теплоты сгорания. Интегральная

		<p>и дифференциальная теплота растворения. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа. Степенные ряды теплоемкости. Приближенное и точное решение уравнения Кирхгофа.</p> <p>Второй закон термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Энтропия. Принцип возрастания энтропии. Изменение энтропии при различных процессах. Энтропия химической реакции.</p> <p>Характеристические функции. Термодинамические потенциалы. Соотношения Максвелла. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал. Химическая переменная. Уравнение Гиббса-Дюгема. Термодинамические условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов.</p>
1.2	Химическое равновесие	<p>Закон действующих масс. Константа равновесия химической реакции. Гетерогенные химические равновесия. Изотерма и изобара химической реакции. Принцип смещения равновесия. Третий закон термодинамики. Расчет химического равновесия в идеальных и реальных системах.</p>
1.3	Термодинамика растворов	<p>Термодинамическая классификация растворов. Идеальные растворы. Предельно разбавленные, атермальные, регулярные растворы. Идеальные ассоциированные растворы. Закон Рауля для растворителя. Активность. Коэффициент активности. Закон Генри для давления пара растворенного вещества.</p> <p>Коллигативные свойства растворов. Температура кипения идеального раствора. Температура замерзания идеального раствора. Закон распределения Нернста.</p>
1.4	Фазовые равновесия	<p>Основные понятия термодинамики фазовых равновесий. Составляющая и компонент. Фаза. Уравнение состояния фазы. Условие фазового равновесия. Вывод правила фаз Гиббса и вариантность системы.</p> <p>Графическое описание фазовых равновесий. Диаграмма состояния. Гетерогенные равновесия в однокомпонентных системах. Энергия Гиббса при фазовых превращениях в однокомпонентных системах. Термодинамический вывод диаграммы состояния однокомпонентной системы с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала. Фазовые переходы чистых веществ. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора. Полиморфные превращения в однокомпонентной системе.</p> <p>Гетерогенные равновесия в двухкомпонентных системах. Условия равновесия фаз. Принципы построения Т-х и Р-Т сечений фазовых диаграмм. Термодинамический вывод основных типов диаграмм состояния двухкомпонентных систем с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала. Двухфазное равновесие: двухкомпонентные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов.</p> <p>Двухкомпонентные системы с эвтектикой. Двухкомпонентные системы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимся химическим соединением. Двухкомпонентные системы с эвтектоидным и перитектоидным превращением.</p> <p>Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах. Графическое представление состава тройных систем. Основные типы трехкомпонентных систем. Трехкомпонентные жидкие системы. Трехкомпонентные системы с тройной эвтектикой. Политермические и изотермические разрезы.</p> <p>Водно-солевые системы. Способы их графического изображения (Гиббса, Розебома, Скрейнемакерса, Иенеке). Пути кристаллизации при изотермическом испарении. Высаливание. Взаимные системы. Фазовые диаграммы обратимых и необратимых систем.</p>
1.5	Основы теории электролитов. Ионика	<p>Электролитическая диссоциация. Теория Аррениуса. Ион-дипольное взаимодействие в растворах электролитов. Электростатическая теория растворов электролитов. Коэффициенты активности.</p> <p>Электропроводность растворов электролитов. Теория электрической проводимости растворов электролитов. Электрофоретический и</p>

		релаксационный эффекты. Эффекты Вина, Дебая-Фалькенгагена и Фарадея. Строение и электропроводность расплавов солей и оксидов. Ионные кристаллы, примесные и аморфные твердые электролиты, суперионники. Твердые полимерные электролиты.
1.6	Основы электрохимии гетерогенных систем. Электродика	Равновесие на границе электрод/раствор. Электрохимический потенциал. Равновесие в электрохимической цепи. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Электроды I и II рода. Окислительно-восстановительные электроды. Электрохимические цепи. Концентрационные и химические цепи. Мембранное равновесие. Мембранный потенциал. Ионселективные электроды. Ферментные электроды. Биологические мембраны. Биоэлектрохимия. Биосенсоры. Двойной электрический слой и адсорбционные явления на границе электрод/электролит. Основы электрохимической кинетики. Плотность тока. Поляризация электрода. Перенапряжение. Стадии электродного процесса. Перенапряжение перехода заряда. Электрокатализ. Перенапряжение химической реакции. Перенапряжение диффузии. Перенапряжение кристаллизации. Напряжение разложения.
1.7	Термодинамика поверхностных явлений	Поверхностное натяжение жидкостей. Поверхностная энергия твердых тел. Методы расчета и измерения. Неравновесная термодинамика поверхностных явлений. Основные законы капиллярных явлений (Лаплас, Юнг, Томсон, Гиббс). Адсорбция в дисперсных системах. Поверхностно-активные вещества. Самоорганизация в адсорбционных слоях.
1.8	Дисперсные системы: базовые свойства и особенности формирования и разрушения	Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем: броуновское движение; диффузия; седиментация; коагуляция. Электрические свойства дисперсных систем: электрофорез; электроосмос. Аэрозоли. Пены. Эмульсии. Суспензии и золи. Мицеллообразование. Солюбилизация. Конденсационное образование лиофобных дисперсных систем. Теория Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека. Роль энтропийных факторов.
<b>2. Практические занятия</b>		
не предусмотрены учебным планом		
<b>3. Лабораторные занятия</b>		
3.1	Законы термодинамики	Определение тепловых эффектов, определение теплоемкости жидких и твердых веществ, определение температурного коэффициента напряжения электрохимической цепи.
3.2	Химическое равновесие	Расчет концентрационной константы равновесия, изопиестический метод определения констант равновесия слабых электролитов
3.3	Растворы	Криоскопия, построение диаграммы состояния «жидкость-пар» по данным перегонки бинарных жидких растворов.
3.4	Фазовые равновесия	Построение диаграмм «температура-состав» двух и трехкомпонентных систем
3.5	Основы теории электролитов. Ионика	Определение предельной молярной электропроводности сильных и слабых электролитов,
3.6	Основы электрохимии гетерогенных систем. Электродика	Определение стандартного электродного потенциала электрода первого рода, простого и сложного окислительно-восстановительного электрода. Стекланный электрод и его использование в потенциометрии. Определение ЭДС гальванического элемента, коррозионный элемент
3.7	Термодинамика поверхностных явлений	Изучение адсорбции ПАВ на твердых адсорбентах, на границе раздела вода-воздух.
3.8	Дисперсные системы: базовые свойства и особенности формирования и разрушения	Приготовление коллоидных растворов и изучение их коагуляции, приготовление эмульсий типа «вода в масле» и «масло в воде», коллоидная защита ВМС

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Законы термодинамики.	8	-	6	2	14
2	Химическое равновесие	6	-	4	4	14
3	Растворы	10	-	4	6	18
4	Фазовые равновесия	12	-	4	10	26
5	Основы теории электролитов. Ионика	12	-	14	8	34
6	Основы электрохимии гетерогенных систем. Электродика	12	-	16	8	38
7	Термодинамика поверхностных явлений	14	-	12	12	36
8	Дисперсные системы: базовые свойства и особенности формирования и разрушения	16	-	12	6	34
	Итого:	90	-	72	54	216

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

Подготовка к лабораторным занятиям. Самостоятельное изучение отдельных тем. Составление конспектов. Самостоятельное выполнение лабораторных работ. Подготовка к тестированию, аудиторной контрольной работе. Выполнение домашних заданий. Выполнение курсовой работы. Подготовка к промежуточной аттестации.

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

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Кудряшева Н.С. Физическая химия / Н.С. Кудряшева, Л.Г. Бондарева. – Москва : Юрайт, 2013. – 340 с.
2	Еремин В.В. Основы общей и физической химии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений, обуч. по направлению «Химия» / В.В. Еремин, А.Я. Борщевский. – Долгопрудный : Интеллект, 2012. – 847с.
3	Дамаскин Б.Б. Электрохимия : [учебное пособие для студ., обуч. по направлению подгот. "Химия"] / Б.Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. — 670 с.
4	Сумм Б.Д. Коллоидная химия / Б.Д. Сумм. – М. : Академия, 2013. – 238 с.
5	Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия / А.П. Беляев, В.И. Кучук ; под ред. А.П. Беляева. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 751 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Физическая химия : в 2 кн. / под ред. К. С. Краснова. - М. : Высшая школа, 2001. – Кн. 1 : Строение вещества. Термодинамика. – 511 с. - URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b41156.djvu">http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b41156.djvu</a>
7	Стромберг А.Г. Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. - М. : Высш. шк., 2001. - 527 с.
8	Физико-химический анализ многокомпонентных систем / Ю.П. Афиногенов [и др.] - М. : МФТИ, 2006. – 329 с.
9	Третьяков Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов / Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев. - М. : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2006. – 399 с.

10	Полторак О.М. Термодинамика в физической химии / О.М. Полторак. - М. : Высш. шк., 1991. – 318 с.
11	Глазов В.М. Основы физической химии / В.М. Глазов. - М. : Высшая школа, 1981. – 455 с.
12	Эткинс П. Физическая химия : в 2 т. / П. Эткинс. - М. : Мир, 1980. - Т. 1. – 580 с. - <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b35566.djvu">URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b35566.djvu</a>
13	Горощенко Я.Г. Физико-химический анализ гомогенных и гетерогенных систем / Я.Г. Горощенко. - Киев : Наукова думка, 1978. – 490 с.
14	Третьяков Ю.Д. Твердофазные реакции / Ю.Д. Третьяков. - М. : Химия, 1978. - 360 с.
15	Вест А. Р. Химия твердого тела : теория и приложения: в 2 ч. / А. Вест. - М. : Мир, 1988. – Ч. 1. – 555 с. - <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b45244.djvu">URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b45244.djvu</a>
16	Вест А.Р. Химия твердого тела : теория и приложения: в 2 ч. / А. Вест. - М. : Мир, 1988. - Ч. 2. – 334 с. - <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b45245.djvu">URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b45245.djvu</a>
17	Кнотько А.В. Химия твердого тела / А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. - М. : Academia, 2006. – 301 с.
18	Физическое металловедение. / под ред. Р.У. Кана, П. Хаазена ; пер. с англ. под ред. О.В. Абрамова, Ч.В. Копецкого, А.В. Серебрякова. - М. : Metallurgia, 1987. – Т. 2 : Фазовые превращения в металлах и сплавах и сплавы с особыми физическими свойствами. – 623 с.
19	Дамаскин Б.Б. Электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина ; ред. Л.И. Галицкая. - М. : Химия : КолосС, 2006. – 670 с.
20	Электрохимия = Electrochimie / Ф. Миомандр [и др.] ; пер. с фр. В.Н. Грасевича; под ред. Ю.Д. Гамбурга, В.А. Сафонова. - М. : Техносфера, 2008. – 359 с.
21	Прикладная электрохимия / под ред. А.П. Томилова - М. : Химия, 1984. – 519 с.
22	Химические источники тока : справочник / под ред. Н.В. Коровина, А.М. Скундина. — М. : Изд-во МЭИ, 2003. — 739 с.
23	Щукин Е.Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - М. : Высш. шк., 2004. – 444 с.
24	Мягченков В.А. Поверхностные явления и дисперсные системы / В.А. Мягченков ; ред. Е.В. Савинкина. - М. : КолосС, 2007. – 184 с.
25	Пул Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – М : Техносфера, 2006. - 336 с.
26	Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления исследований // ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямс, П. Аливисатос, М. : Мир, 2002, 292 с.

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

№ п/п	Ресурс
27	Зональная Научная Библиотека <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>
28	Интернет портал образовательных ресурсов <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
29	Научно-образовательный сайт <a href="http://kozaderov.ru">http://kozaderov.ru</a>
30	УЭМК «Современная физическая химия» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9920">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9920</a>
31	УЭМК «Физико-химия дисперсных систем и наноматериалов» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2085">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2085</a>

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

№ п/п	Источник
1	Методические указания к курсу "Физическая химия" по разделу "Химическая термодинамика" / сост. О.А. Козадеров.— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011.— Ч. 2. : Второй закон термодинамики. Химическое равновесие. - 45 с.
2	Методические указания к курсу "Физическая химия" по разделу "Химическая термодинамика" / сост. О.А. Козадеров.— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012. – Ч. 3. : Термодинамика фазовых равновесий и твердофазных реакций. - 42 с.
3	Балезин С.А. Практикум по физической и коллоидной химии / С.А. Балезин.— М. : Просвещение, 1980. – 271 с.
4	Равновесные электродные системы. Потенциометрия / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: О.А. Козадеров, А.В. Введенский, С.Н. Грушевская, Н.Б. Морозова, Н.В. Соцкая; науч. ред. О.А. Козадеров]. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021. — 90 с. <URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m21-187.pdf>.
5	Задания для самостоятельной работы студентов по курсу "Физическая химия" / сост. О.А. Козадеров.— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012.— Ч. 1. : Химическая термодинамика. - 32 с.

6	Задания для самостоятельной работы студентов по курсу "Современная физическая химия" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов. Ч. 2 . Электрохимия / сост. О.А. Козадеров. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013. – 32 с.
7	Практикум по физической химии. Кинетика и катализ. Электрохимия / [А.В. Абраменков и др.] ; под ред. В.В. Лунина, Е.П. Агеева. – Москва : Academia, 2012. – 298 с.
8	Практикум по прикладной электрохимии / под ред. Н.Т. Кудрявцева, П.М. Вячеслава. - Л. : Химия, 1990. – 302 с. URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b38388.djvu">http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b38388.djvu</a>
9	Шаталов А.Я. Практикум по физической химии / А.Я. Шаталов, И.К. Маршаков.— М. : Высшая школа, 1975.— 284 с.
10	Электропроводность. Кинетика электрохимических процессов / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: О.А. Козадеров, А.В. Введенский, Е.В. Бобринская, В.Ю. Кондрашин, И.В. Протасова; науч. ред. О.А. Козадеров] .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021 .— 91 с. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m21-188.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m21-188.pdf</a> >.
11	Лабораторный практикум по физической химии : Химическая кинетика : учебное пособие для вузов / [В. Ю. Кондрашин, С. Н. Грушевская, Н. Б. Морозова, Т. А. Кравченко; под ред. А. В. Введенского] .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 89 с.
12	Балезин С.А. Практикум по физической и коллоидной химии / С.А. Балезин.— М. : Просвещение, 1980. – 271 с.
13	Сборник примеров и задач по электрохимии : учебное пособие / [А.В. Введенский и др.] .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2018 .— 204, [1] с

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

При реализации дисциплины проводятся вводная, несколько обзорных лекций, текущая аттестация, самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины.

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

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебники, учебно-методические пособия, сборники задач, мульти-медиа техника, калориметры, криоскопы, установки для определения теплоемкости, учебный комплекс "Химия", учебно-лабораторный комплекс «Физическая и коллоидная химия».

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

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Законы термодинамики	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.3 ОПК-2.3	Практическое задание Курсовая работа
2.	Химическое равновесие	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.3 ОПК-2.1, 2.4	Практическое задание Курсовая работа
3.	Растворы	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.4 ОПК-2.1-2.3	Практическое задание Курсовая работа
4.	Фазовые равновесия	ОПК-1	ОПК-1.1-1.4	Курсовая работа



№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
		ОПК-2	ОПК-2.1-2.4	Контрольная работа
5.	Основы теории электролитов. Ионика	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.4 ОПК-2.1-2.4	Практическое задание
6.	Основы электрохимии гетерогенных систем. Электродика	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.4 ОПК-2.1-2.4	Практическое задание
7.	Термодинамика поверхностных явлений	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.4 ОПК-2.1-2.4	Практическое задание
8.	Дисперсные системы: базовые свойства и особенности формирования и разрушения	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.4 ОПК-2.1-2.4	Практическое задание
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Перечень вопросов

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

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

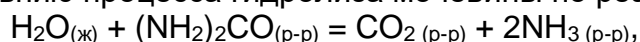
Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Перечень практических заданий

1. Определение тепловых эффектов.
2. Определение теплоемкости жидких и твердых веществ.
3. Определение температурного коэффициента напряжения электрохимической цепи.
4. Расчет концентрационной константы равновесия.
5. Изопиестический метод определения констант равновесия слабых электролитов.
6. Определение молярной массы неэлектролита криоскопическим методом.
7. Определение степени диссоциации сильного электролита криоскопическим методом.
8. Построение диаграмм «температура-состав» двух и трехкомпонентных систем.
9. Определение предельной молярной электропроводности сильных и слабых электролитов.
10. Определение стандартного электродного потенциала электрода первого рода, простого и сложного окислительно-восстановительного электрода.
11. Стекланный электрод и его использование в потенциометрии.
12. Определение ЭДС гальванического элемента.
13. Коррозионный элемент.
14. Изучение адсорбции на твердых адсорбентах.
15. Изучение адсорбции ПАВ на границе раздела вода-воздух.
16. Приготовление коллоидных растворов и изучение их коагуляции.
17. Приготовление эмульсий типа «вода в масле» и «масло в воде».
18. Коллоидная защита ВМС

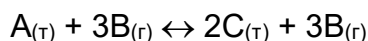
#### Пример контрольной работы

1. Вычислите энтальпию процесса гидролиза мочевины по реакции



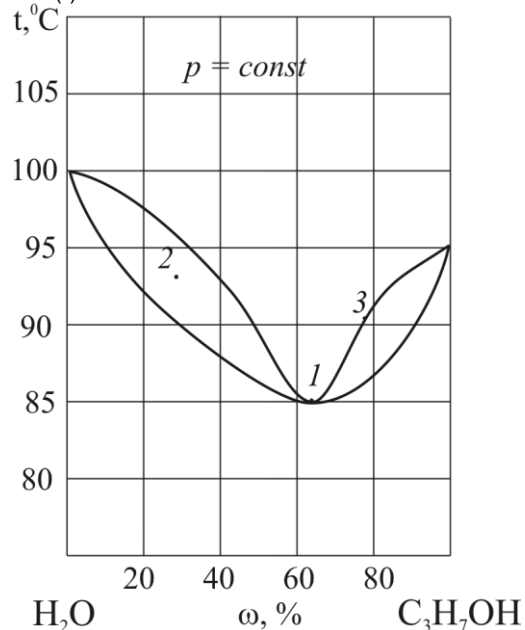
по стандартным теплотам образования, используя справочные данные.

## 2. Для химической реакции



Запишите выражение константы равновесия  $K_p$ . С применением уравнения изобары объясните, в какую сторону сместится равновесие при повышении температуры системы.

3. Какие растворы называют идеальными? Как изменяются термодинамические функции при образовании идеальных растворов?
4. По диаграмме состояния вода-пропанол-1 определите:
  - а) при какой температуре закипит жидкость, содержащая 80% спирта и 20% воды. Каков состав равновесного пара;
  - б) какой состав имеет азеотроп;
  - в) число фаз и степеней свободы в точках 1-3;
  - г) состав фаз в точке 2 и соотношение масс фаз в этой точке по правилу рычага?



## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Темы курсовых работ

1. Исследование физико-химических свойств веществ.
2. Влияние добавок неэлектролита на взаимную растворимость компонентов двухкомпонентных систем.
3. Определение константы равновесия борной кислоты изопиестическим методом.
4. Физико-химические свойства веществ.
5. Влияние природы компонента на взаимную растворимость веществ в двух и трехкомпонентных системах

### Перечень вопросов к зачету:

#### Химическая термодинамика и термодинамика твердофазных реакций

1. Термодинамические системы и их классификация.
2. Гетерогенные равновесия в однокомпонентных системах.
3. Термодинамические параметры состояния системы.
4. Термодинамический вывод диаграммы состояния однокомпонентной системы с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала.
5. Уравнения состояния термодинамических систем.
6. Фазовые переходы чистых веществ. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
7. Термодинамическое равновесие и термодинамические процессы.
8. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора. Полиморфные превращения в однокомпонентной системе.
9. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики.
10. Гетерогенные равновесия в двухкомпонентных системах.
11. Термодинамические процессы с участием идеального газа.
12. Термодинамический вывод основных типов диаграмм состояния двухкомпонентных систем с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала.

13. Закон Гесса и его следствия.
14. Двухфазное равновесие: двухкомпонентные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов.
15. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры.
16. Двухкомпонентные системы с эвтектикой.
17. Второй закон термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
18. Двухкомпонентные системы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимся химическим соединением.
19. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори.
20. Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах.
21. Энтропия. Принцип возрастания энтропии.
22. Водно-солевые системы.
23. Изменение энтропии при различных процессах. Энтропия химической реакции.
24. Термодинамическая классификация растворов.
25. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы.
26. Закон Рауля для растворителя.
27. Соотношения Максвелла. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
28. Активность. Коэффициент активности.
29. Химический потенциал. Химическая переменная. Уравнение Гиббса-Дюгема.
30. Закон Генри для давления пара растворенного вещества.
31. Термодинамические условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов.
32. Коллигативные свойства растворов.
33. Закон действующих масс. Константа равновесия химической реакции.
34. Закон распределения Нернста.
35. Изотерма и изобара химической реакции. Принцип смещения равновесия.
36. Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия.
37. Третий закон термодинамики.
38. Методы исследования термодинамики твердофазных реакций.
39. Основные понятия термодинамики фазовых равновесий.
40. Диаграммы химических потенциалов.
41. Условие фазового равновесия. Вывод правила фаз Гиббса и вариантность системы.
42. Диаграммы Пелтона-Шмальцрида.

#### **Перечень вопросов к экзамену:**

##### **Электрохимия. Физико-химия дисперсных систем и наноматериалов**

1. Электролитическая диссоциация. Теория Аррениуса.
2. Поверхностное натяжение жидкостей.
3. Электростатическая теория растворов электролитов. Коэффициенты активности.
4. Аэрозоли. Пены. Эмульсии. Суспензии и золи.
5. Теория электрической проводимости растворов электролитов.
6. Поверхностная энергия твердых тел.
7. Электрофоретический и релаксационный эффекты.
8. Мицеллообразование. Солюбилизация.
9. Эффекты Вина, Дебая-Фалькенгагена и Фарадея.
10. Методы расчета и измерения поверхностного натяжения.
11. Электролиз воды.
12. Конденсационное образование лиофобных дисперсных систем.
13. Строение и электропроводность расплавов солей и оксидов.
14. Основные законы капиллярных явлений.
15. Электрохимический синтез неорганических и органических веществ.
16. Теория Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека.

17. Ионные кристаллы, примесные и аморфные твердые электролиты, суперионики.
18. Адсорбция в дисперсных системах. Поверхностно-активные вещества.
19. Гальванотехника.
20. Структурообразование в дисперсных системах. Основные типы структур и их свойства.
21. Равновесие на границе электрод/раствор. Электрохимический потенциал.
22. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.
23. Анодная обработка металлов.
24. Реологические модели.
25. Электрометаллургия.
26. Электрические свойства дисперсных систем.
27. Равновесие в электрохимической цепи. Электродный потенциал.
28. Влияние поверхностных эффектов на механические свойства. Эффекты Иоффе и Ребиндера.
29. Электроды I и II рода. Окислительно-восстановительные электроды.
30. Основные законы капиллярных явлений.
31. Гальванические элементы.
32. Поверхностное натяжение жидкостей.
33. Концентрационные и химические цепи.
34. Аэрозоли. Пены. Эмульсии. Суспензии и золи.
35. Вторичные химические источники тока.
36. Мицеллообразование. Солюбилизация.
37. Мембранное равновесие. Ионселективные электроды.
38. Конденсационное образование лиофобных дисперсных систем.
39. Топливные элементы с щелочным и кислотным электролитом.
40. Адсорбция в дисперсных системах. Поверхностно-активные вещества.
41. Двойной электрический слой и адсорбционные явления на границе электрод/электролит.
42. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.
43. Высокотемпературные топливные элементы.
44. Методы расчета и измерения поверхностного натяжения

**Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации**

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Всесторонние и глубокие знания по химической термодинамике и термодинамике твердофазных реакций. Их применение для решения задач по основным разделам курса. Безупречное выполнение в процессе изучения дисциплины всех лабораторных заданий, предусмотренных формами текущего контроля. Исчерпывающий ответ на вопросы билета.	Повышенный уровень	Отлично (Зачтено)
Достаточно полное знание учебного материала, предусмотренного рабочей программой. Успешное выполнение лабораторных заданий. Наличие аргументированного и обоснованного ответа на вопросы билета. Допускаются незначительные ошибки и неточности, которые исправлены после замечания преподавателя.	Базовый уровень	Хорошо (Зачтено)
Знание основных положений рабочей программы. Затруднения при решении задач. Ответ неполный, без обоснований и объяснений. Ошибки устраняются по дополнительным вопросам преподавателя.	Пороговый уровень	Удовлетворительно (Зачтено)
Отрывочные знания. Грубые, принципиальные ошибки при ответе на вопрос билета. Неумение решать простейшие задачи.	–	Неудовлетворительно (Не зачтено)

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): устного индивидуального опроса; письменных работ (контрольные, лабораторные работы); оценки результатов практической деятельности (курсовая работа). Критерии оценивания приведены выше.

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

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности (указываете реальную структуру).

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.