

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор института



« 15 » 06 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений**

направление подготовки (специальность):

**28.03.02 – Наноинженерия**

Направленность программы (профиль, специализация):

**Безопасность систем и технологий наноинженерии**

Квалификация

**бакалавр**

Форма обучения

**Очная**


Институт **Химико-технологический**

Кафедра **теоретической и прикладной химии**

Белгород 2019


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки – 28.03.02 Наноинженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 923 от 19.09.2017;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2019 году.


Составитель (составители): к.т.н., доц.  (О.А. Слюсарь)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 22 » 05 2019 г., протокол № 13

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.И. Павленко)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
Безопасность жизнедеятельности

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (А.Н. Лопанов)

« 23 » 05 2019 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 06 2019 г., протокол № 10

Председатель к.т.н.  (Л.А. Порожнюк)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
<p>Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования</p>	<p>ОПК-1.1. Использует математический аппарат, для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b> основные термины, законы, принципы и уравнения физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений для расчета термодинамических параметров, предела и направления протекания химических процессов, особенности проявления физико-химических закономерностей в технологии наноинженерии.  <b>Уметь:</b> проводить лабораторный эксперимент, анализировать и применять основные закономерности и уравнения физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений в прикладных задачах профессиональной деятельности для понимания процессов образования и поведения наносистем, оценки свойств и определения степени безопасности данных систем в технологии наноинженерии; сравнивать, сопоставлять, обобщать полученные результаты  <b>Владеть:</b> навыками вычисления тепловых эффектов химических процессов, прогнозирования направления и предела протекания процессов, самостоятельной работы с учебной и научной литературой; теоретического и экспериментального исследований</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-1.** Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Математика
2	Физика
3	Химия
4	Ноксология
5	Инженерная графика
6	Гидрогазодинамика
7	Теплофизика
8	Электроника и электротехника
9	Введение в наноинженерию
10	Физико-химические основы нанотехнологии
11	Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений
12	Основы научных исследований
13	Безопасная технология дисперсных систем и наноразмерных функциональных объектов

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ дифференцированный зачет \_\_\_\_\_  
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	71	71
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	73	73
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	55	55
Дифференцированный зачет	Диф. зачет	Диф. зачет

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>1. Основы термодинамики</b>					
	Эквивалентность теплоты и работы. Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса и следствия из него. Зависимость теплового эффекта от температуры, закон Кирхгоффа. Методы расчета энтропии для разных процессов. Термодинамические потенциалы. Характеристические функции. Химический потенциал и общее условие равновесия системы	7		9	14
<b>2. Фазовые равновесия. Растворы</b>					
	Условия фазовых равновесий. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграмма состояния воды. Двухкомпонентные системы. Уравнение Гиббса-Дюгема, Рауля, Генри. Законы Коновалова. Азеотропные смеси. Растворимость веществ в жидкости. Твердые растворы с неограниченно растворимыми компонентами в твердой фазе. Системы, ограниченно растворимые в твердом виде.	9		8	13
<b>3. Поверхностные явления.</b>					
	Поверхностная энергия, поверхностное натяжение, когезия, адгезия, смачивание и растекание жидкостей. Поверхностная активность. Классификация, строение ПАВ. Нерастворимые ПАВ. Синтетические ПАВ. Адсорбция паров и газов на твердой поверхности. Уравнения Генри, Ленгмюра, БЭТ, Фрейндлиха. Адсорбция из растворов. Молекулярная адсорбция из растворов. Адсорбция ионов из растворов. Образование и строение двойного электрического слоя	9		9	14
<b>4. Дисперсные системы</b>					
	Кинетические свойства дисперсных систем. Седиментация и седиментационный анализ. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Электрокинетические свойства дисперсных систем. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Солюбилизация. Эмульсии. Пены. Аэрозоли.	9		8	14
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>55</b>

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

Первое занятие - вводное, инструктаж по технике безопасности, ознакомление с правилами работы, с приборами и оборудованием. На остальных занятиях каждый студент выполняет индивидуально лабораторные работы из приведенного ниже перечня по графику, составляемому ежегодно.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 3				
1	Основы термодинамики	1. Определение средней теплоемкости строительных материалов методом смешения. 2. Определение удельной энтальпии растворения твердого вещества в жидкости. 3. Определение теплоты нейтрализации сильной кислоты сильным основанием в воде. 4. Определение удельной энтальпии гидратации вяжущего.	9	9
2	Фазовые равновесия. Растворы	1. Изучение зависимости давления насыщенных паров индивидуальных жидкостей от температуры 2. Определение осмотической концентрации раствора методом криоскопии. 3. Определение молярной массы суперпластификатора для бетона методом криоскопии. 4. Построение и анализ диаграмм плавкости бинарных смесей веществ (несколько вариантов).	8	8
3	Поверхностные явления	1. Определение изотермы поверхностного натяжения растворов ПАВ методом наибольшего давления пузырька воздуха 2. Построение изотерм краевого угла смачивания твердой поверхности растворами ПАВ 3. Изучение процессов адсорбции ПАВ из растворов порошковыми материалами	9	9
4	Дисперсные системы	1. Седиментационный анализ суспензий. 2. Электрофоретическое определение электрокинетического потенциала частиц. 3. Определение электрокинетического потенциала частиц методом электроосмоса 4. Определение реологических параметров дисперсных систем с помощью ротационного вискозиметра. 5. Определение подвижности водных минеральных суспензий в зависимости от водотвердого отношения и концентрации пластифицирующих добавок.	8	8
ИТОГО:			34	34

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Каждый студент выполняет одно расчетно-графическое задание, которое состоит из четырех разделов, каждое по соответствующим темам.

Тема 1. Первое и второе начала термодинамики.

Тема 2. Фазовые равновесия и растворы.

Тема 3. Поверхностные явления.

Тема 4. Дисперсные системы.

Целью РГЗ является закрепление теоретического материала, развитие навыков самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой, навыков самостоятельного ведения расчетов. Кроме того, расчетно-графическое задание выдается с целью организации самостоятельной работы студентов и контроля за ее выполнением.

Задания выполняются письменно и защищаются в беседе с преподавателем.

В процессе выполнения расчетно-графического задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

##### Пример задания по теме «Основы термодинамики»

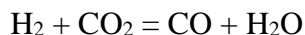
**Задача 1.** С шагом 200 К рассчитайте в интервале температур 298...1400 К тепловой эффект реакции



протекающей при производстве сырья и строительных материалов. Постройте график зависимости  $\Delta_r C_p = f(T)$  и  $\Delta_r H = f(T)$ .

**Задача 2.** Рассчитайте изменение энтропии при постоянном давлении при нагревании  $\text{MgCO}_3$  (карбонат магния, магнезит) массой  $g = 80$  кг в интервале температур от  $T_1 = 323$  К до  $T_2 = 373$  К. Используйте необходимые справочные данные.

**Задача 3.** Докажите, осуществима ли данная реакция при стандартном давлении  $P = 1,01 \cdot 10^5$  Па и температуре  $T = 400$  К.



##### Пример задания по теме «Фазовые равновесия. Растворы»

**Задача 1.** Температура кипения вещества при давлении 101 300 Па равна 489 К, молярная теплота испарения равна 48,52 кДж. Рассчитайте давление пара вещества при 300 К.

**Задача 2.** На основании опытных данных о температурах начала кристаллизации  $T$  (табл. 4.1) двухкомпонентной системы, содержащей  $\omega\%$  вещества  $A$ , постройте диаграмму фазового состояния системы.

Таблица 4.1

##### Опытные данные для построения диаграммы

Содержание $A$ , $\omega$ , %	$T$ , К	Содержание $A$ , $\omega$ , %	$T$ , К	Содержание $A$ , $\omega$ , %	$T$ , К
0	1349	40,0	1019	71,0	1193
10,0	1308	50,0	1103	75,3	1177
20,0	1236	64,0	1200	82,2	1247
30,0	1123	66,7	1203	100	1397

Считая, что общая масса системы составляет 1 кг, рассчитайте по диаграмме состав и соотношение фаз при температуре 1100 К и общем содержании компонента А в системе 20% .

**Задача 3.** Найдите концентрации: молярную, моляльную, молярную долю каустической соды (NaOH) в растворе, если ее массовая доля 0,10, а плотность раствора  $\rho = 1109 \text{ кг/м}^3$  .

**Задача 4.** Криоскопическая константа воды  $K_3 = 1,86$ . Определите, при какой температуре будет замерзать водный раствор поваренной соли, содержащий массу воды 100 г и массу соли 4,0 г.

**Задача 5.** Чему равна активность воды в разбавленных растворах солей при  $T = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ , если давление насыщенного пара воды над раствором имеет значение 933 гПа.

### Пример задания по теме «Поверхностные явления»

**Задача 1.** Известно, что суперпластификаторы для бетонов проявляют наивысшую эффективность при концентрациях, обеспечивающих формирование на поверхности частиц цемента мономолекулярного адсорбционного слоя. Рассчитайте расход суперпластификатора (в кг на 1 т цемента), если известны его молярная масса  $M = 968 \text{ г/моль}$ , молекулярная площадка  $S_0 = 82 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$  и удельная поверхность цемента  $S_{уд} = 269 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

**Задача 2.** Определите поверхностное натяжение жидкостей на границе с воздухом, если работа смачивания  $W_{см} = 40,1 \text{ мДж/м}^2$ , а работа адгезии жидкостей к поверхности  $\text{CaCO}_3$   $W_A = 71,2 \text{ мДж/м}^2$ .

**Задача 3.** По данным зависимости поверхностного натяжения растворов ПАВ от их концентрации рассчитайте поверхностную активность  $g$  ПАВ для каждой из концентраций, приведенных в табл.4.2. Постройте график зависимости  $g$  от концентрации ПАВ.

Таблица 4.2

Данные к задаче 3

Концентрация $C$ , кмоль/м <sup>3</sup>	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
Поверхностное натяжение $\sigma$ , мН/м	72,3	62,9	55,6	48,8	45,1	42,8

**Задача 4.** Рассчитайте толщину диффузной части двойного электрического слоя частиц суспензии в растворе 1,1-валентного электролита при температуре 298 К, если известны концентрация раствора  $C = 1,00 \text{ кмоль/м}^3$  и относительная диэлектрическая проницаемость раствора  $\epsilon = 80,5$ .

### Пример задания по теме «Дисперсные системы»

**Задача 1.** Рассчитайте радиус частиц гидрозоля, если известно значение температуры  $T = 300 \text{ К}$  и среднеквадратичное значение смещения частиц  $\bar{\Delta} = 9,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$  время  $\tau = 10 \text{ с}$ . Вязкость воды  $\eta = 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ .

**Задача 2.** Определите среднеквадратичное значение смещения частицы кремнезема, если известны температура 300 К, время 6 с, удельная поверхность частиц  $S_{уд} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ м}^2/\text{кг}$ , а также вязкость среды  $\eta = 10 \text{ Па}\cdot\text{с}$  и плотность частиц  $\rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 3.** Рассчитайте радиус и удельную поверхность частиц, используя значение скорости оседания частиц в толуоле  $U = 5,6 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}$  и значения плотности частиц  $\rho = 3,0 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 4.** Рассчитайте и постройте кривую энергии взаимодействия двух частиц золя с диаметром  $d = 0,2 \text{ мкм}$  на расстояниях от 0 до 80 нм (с шагом 10 нм), если константа Гамакера  $A^* = 0,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ , температура  $T = 293 \text{ К}$ , диэлектрическая проницаемость среды  $\epsilon = 81$ ,  $\phi_8 = 30 \text{ мВ}$ ,  $\chi = 0,8 \cdot 10^8 \text{ м}^{-1}$ .

**Задача 5.** Определите величину энергетического барьера при взаимодействии двух плоскопараллельных пластин в растворе KCl с концентрацией  $2 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$  на расстояниях от 0 до 80 нм. Диэлектрическая проницаемость среды  $\epsilon = 79$ . Константа Гамакера  $A^* = 1,5 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$ ,  $T = 310 \text{ К}$ ,  $\phi_8 = 30 \text{ мВ}$  .

**Задача 6.** Определите константу скорости коагуляции золя, если концентрация частиц  $v_0 = 30 \cdot 10^{14} \text{ м}^{-3}$ ,  $v_\Sigma = 10,3 \cdot 10^{14} \text{ м}^{-3}$ . Концентрацию определяли через  $\tau = 250 \text{ с}$ .

**Задача 7.** Используя уравнение Эйнштейна, учитывая, что  $\phi = 0,4$ ,  $\eta = 1,43 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ , рассчитайте значение коэффициента  $n$ , характеризующего форму частиц.



**Задача 8.** По результатам измерений градиента скорости сдвига и сдвигающего напряжения в суспензиях (табл. 4.3), определите величины предельного динамического напряжения сдвига  $\tau_0$  и пластическую вязкость  $\eta_{пл}$  системы.

Таблица 4.3

Данные к задаче 8

$\dot{\gamma}, c^{-1}$	437	243	146	81	49	27	16	9	5
Сдвигающее напряжение $P$ , Па	250	144	93	56	42	27	18	14	10

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1 Компетенция ОПК-1.** Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Использует математический аппарат, для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности.	Дифференцированный зачет, защита РГЗ, защита лабораторной работы, тестовый контроль

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основы термодинамики	1. Первое начало термодинамики. Основные термодинамические понятия и параметры. Эквивалентность теплоты и работы. 2. Внутренняя энергия и энтальпия. 3. Понятие о процессах обратимых и необратимых, равновесных и неравновесных. Теплота и работа расширения идеальных газов. 4. Термохимия. Закон Гесса. 5. Зависимость тепловых эффектов от температуры. Уравнение Кирхгоффа. 6. Второе начало термодинамики. Общие понятия. Формулировки 7. Энтропия. Изменение энтропии в разных процессах. 8. Термодинамические потенциалы как критерии направленности процессов 9. Понятие о химическом потенциале. Химический

		<p>потенциал как критерий направленности процессов.</p>
2	Фазовые равновесия. Растворы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фазовые равновесия Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона и Клапейрона-Клаузиуса</li> <li>2. Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния воды.</li> <li>3. Полиморфизм.</li> <li>4. Двухкомпонентные системы с простой эвтектикой.</li> <li>5. Двухкомпонентные системы, образующие химические соединения.</li> <li>6. Трехкомпонентные системы.</li> <li>7. Растворы. Общие определения. Уравнения Гиббса-Дюгема, Рауля.</li> <li>8. Жидкие растворы. Разбавленные растворы не летучих компонентов в жидкости.</li> <li>9. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения разбавленных растворов.</li> <li>10. Осмотическое давление растворов.</li> <li>11. Насыщенные растворы.</li> <li>12. Растворы жидкостей в жидкостях. Летучие неограниченно смешивающиеся жидкости</li> <li>13. Ограниченно взаимно растворимые жидкости.</li> <li>14. Твердые растворы. Системы с неограниченной растворимостью компонентов.</li> <li>15. Системы, ограниченно растворимые в твердом виде. Диаграммы первого типа.</li> <li>16. Системы, ограниченно растворимые в твердом виде. Диаграммы второго типа</li> </ol>
3	Поверхностные явления	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поверхностная энергия, поверхностное натяжение</li> <li>2. Когезия и адгезия. Вывод и анализ основных уравнений.</li> <li>3. Смачивание и растекание жидкостей. Уравнение Юнга.</li> <li>4. Адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса.</li> <li>5. Адсорбция паров и газов на твердой поверхности. Уравнение Генри, Ленгмюра, БЭТ, Фрейндлиха.</li> <li>6. Особенности адсорбции из растворов. Молекулярная адсорбция из растворов.</li> <li>7. Адсорбция из растворов ионов.</li> <li>8. Роль адсорбционных процессов в производстве строительных изделий</li> <li>9. Образование и строение двойного электрического слоя (ДЭС).</li> <li>10. Роль ДЭС в формировании структурных свойств дисперсных систем.</li> </ol>
4	Дисперсные системы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем. Строение мицелл.</li> <li>2. Кинетические свойства дисперсных систем. Седиментация и седиментационный анализ.</li> <li>3. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.</li> <li>4. Электрокинетические свойства дисперсных систем.</li> <li>5. Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Факторы устойчивости.</li> <li>6. Концентрированные суспензии (пасты). Свойства, применение в строительной практике.</li> <li>7. Основные понятия и законы реологии.</li> </ol>

		8. Структурно-механические и реологические свойства дисперсных систем, применяемых в строительстве. 9. Суперпластификаторы как регуляторы реологических свойств строительных суспензий. 10. Эмульсии. Механизм действия эмульгаторов. Применение эмульсий в строительной практике. 11. Пены. Механизм пенообразования. Твердые пены. Применение в строительстве.
--	--	---

### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

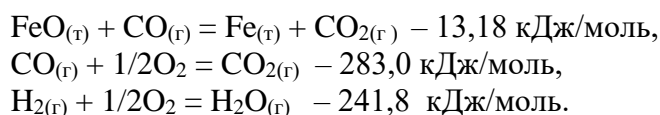
#### **Типовые задания для защиты РГЗ**

1. В чем суть закона Гесса и для каких условий он справедлив?
2. Что такое стандартная энтальпия образования вещества, энтальпия сгорания вещества?
3. Как изменится тепловой эффект химической реакции с ростом температуры?
4. Как рассчитать энтальпию сгорания органического вещества, используя данные о стандартных энтальпиях образования веществ?
5. Изменение теплоемкости системы в ходе реакции меньше нуля. Как изменится тепловой эффект реакции при повышении температуры?
6. Каковы основные признаки идеального раствора бинарных жидких смесей и при каких условиях он образуется?
7. Укажите способы выражения состава растворов?
8. Что называется растворимостью вещества?
9. Получите линейную форму уравнения Шредера и покажите, как графически можно найти энтальпию и температуру плавления вещества.
10. Как изменяются энтальпия, энергия Гиббса системы при образовании идеального и неидеального раствора?
11. Что называют поверхностным натяжением? В каких единицах измеряется поверхностное натяжение? Как зависит поверхностное натяжение от температуры? Какими методами измеряют поверхностное натяжение жидкостей?
12. Какие вещества относятся к поверхностно-активным? Как классифицируется ПАВ? Какого типа пленки могут образовывать ПАВ на жидкой поверхности?
13. Дайте классификацию дисперсных систем по реологическим признакам. Приведите примеры реологических кривых для структурированных систем.
14. Приведите уравнения, характеризующие вязкость ньютоновских жидкостей и структурированных систем. Объясните физический смысл параметров, входящих в это уравнение.
15. Приведите полную реологическую кривую, опишите ее.
16. Что такое диффузия? Как проявляется диффузия в коллоидных системах?

#### **Типовые задания для защиты лабораторных работ**

**Пример 1: Лабораторная работа по теме Основы термодинамики  
«Определение энтальпии образования одного моля твердого раствора из двух твердых  
компонентов при комнатной температуре»**

1. Изобразите графически величину работы в координатах  $p$ – $V$ . Для какого процесса работа будет минимальна?
2. Выведите и проанализируйте уравнение Кирхгофа, покажите применимость уравнения для расчета химических процессов производства строительных материалов.
3. Энтальпия образования  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{T})$  равна  $- 821,3$  кДж/моль, а энтальпия образования  $\text{Al}_2\text{O}_3$  равна  $- 1675,0$  кДж/моль. Рассчитайте тепловой эффект реакции восстановления 1 моль  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  металлическим алюминием.
4. Вычислите тепловой эффект реакции восстановления оксида железа (II) водородом, пользуясь следующими данными:



5. Вычислите энтальпию образования одного моля твердого раствора  $\text{KBr}$  и  $\text{KCl}$  при растворении 1 моль твердого  $\text{KBr}$  в 8 моль твердого  $\text{KCl}$  при температуре  $25^\circ\text{C}$ . Известно, что энтальпия растворения двух граммов исследуемого образца сплава в 100 мл воды  $460,9$  Дж, а свежеприготовленной смеси составляет  $- 471,4$  Дж.

**Пример 2: Лабораторная работа по теме Фазовые равновесия. Растворы  
«Зависимость растворимости труднорастворимых веществ от температуры»**

1. Получите линейную форму уравнения Шредера и покажите, как графически можно найти энтальпию и температуру плавления вещества.
2. Как изменяются энтальпия, энергия Гиббса системы при образовании идеального и неидеального раствора?
3. Дайте определение парциальным мольным величинам. Какие значения они могут принимать?
4. Что собой представляют твердые растворы внедрения, замещения?
5. Приведите определение дифференциальной теплоты растворения компонента раствора.

**Пример 3: Лабораторная работа по теме Поверхностные явления  
« Определение изотермы поверхностного натяжения растворов ПАВ  
сталагмометрическим методом»**

1. Какие силы действуют на каплю жидкости, истекающей из капилляра? Напишите уравнение, связывающее поверхностное натяжение исследуемой и стандартной жидкостей.
2. Выведите и проанализируйте уравнение Гиббса.
3. Опишите метод построения изотермы адсорбции из изотермы поверхностного натяжения.
4. Напишите уравнение Лэнгмюра. Какие процессы оно описывает?
1. Сформулируйте основные постулаты теории Лэнгмюра.

**Пример 4: Лабораторная работа по теме Дисперсные системы  
«Определение подвижности водных минеральных суспензий в зависимости от  
водотвердого отношения и концентрации пластифицирующих добавок»**

1. Что характеризует предельное динамическое напряжение сдвига и пластическая вязкость дисперсных систем?
2. Объясните эффект Ребиндера. Где в практике используют понизители твердости материалов?
3. Какие методы получения высокодисперсных систем используют в строительной индустрии?
4. Как связаны реологические и структурно-механические свойства дисперсных систем? Какие типы структур вы знаете?

5. Как регулируются реологические свойства дисперсных систем, применяемых в строительстве?

**Типовые тестовые задания**  
**Задания по теме «Основы термодинамики»**

1. Термодинамическая система, в которой существует обмен с окружающей средой и теплотой, и веществом называется:  
а) изолированной  
б) закрытой  
в) открытой  
г) адиабатной
2. Термодинамический процесс, который идет при постоянном значении теплоты называется:  
а) изобарным  
б) изохорным  
в) изотермическим  
г) адиабатным
3. Теплота адиабатного процесса определяется по уравнению:  
а)  $Q = C_V (T_2 - T_1) = \Delta U$   
б)  $Q = C_P (T_2 - T_1) = \Delta H$   
в)  $Q = W = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$   
г)  $Q = 0$
4. При изобарном нагревании  $O_2$  на  $100^\circ C$  работа равна 12,46 кДж. Какое количество газа участвует в процессе?  
а) 46,49 моль  
б) 46,49 г  
в) 15 г  
г) 15 моль
5. Термохимическое уравнение Кирхгофа может выражать зависимость:  
а) изменения энтальпии в процессе от температуры при постоянном давлении  
б) теплоемкости вещества от давления при постоянной температуре  
в) теплоемкости вещества от температуры при постоянном давлении  
г) энтальпии вещества от давления при постоянной температуре

**Задания по теме «Фазовые равновесия. Растворы»**

1. На диаграмме состояния двухкомпонентной системы с простой эвтектикой в любой точке на кривой эвтектической горизонтали число степеней свободы равно:  
а) 0  
б) 1  
в) 2  
г) 3
2. Для двухкомпонентной системы минимальное число фаз, находящихся в равновесии равно:  
а) 0  
б) 1  
в) 2  
г) 3
3. Система  $PCl_{5(ж)} = PCl_{3(г)} + Cl_{2(г)}$ , находящаяся в состоянии равновесия, является

- а) однофазной
  - б) двухфазной
  - в) трехфазной
  - г) четырехфазной
4. При нагревании однокомпонентной системы от  $227^{\circ}\text{C}$  до  $527^{\circ}\text{C}$  давление насыщенного пара изменяется от  $5 \cdot 10^5$  до  $50 \cdot 10^5$  Па. Определите теплоту испарения вещества.
- а) 30,67 Дж/моль
  - б) 30,67 кДж/моль
  - в) 13,33 Дж/моль
  - г) 13,33 кДж/моль
5. Растворы с бесконечно малой концентрацией растворенного вещества называются:
- а) предельно разбавленными
  - б) насыщенными
  - в) регулярными
  - г) атермальными

### **Задания по теме «Поверхностные явления»**

1. Адсорбтом (адсорбтивом) называют...
- а) адсорбирующееся вещество
  - б) более конденсированную фазу адсорбционной системы
  - в) менее конденсированную фазу адсорбционной системы
  - г) вещество, обладающее поглотительной способностью
2. Отрицательная гиббсовская адсорбция данного компонента означает, что его концентрация в поверхностном слое...
- а) меньше концентрации этого компонента в объемной фазе
  - б) больше концентрации этого компонента в объемной фазе
  - в) равна концентрации этого компонента в объемной фазе
  - г) равна концентрации этого компонента в объемной фазе до адсорбции
3. Работа, затрачиваемая на обратимый разрыв межмолекулярных связей между двумя находящимися в контакте фазами разной природы, представляет собой...
- а) работу адгезии
  - б) работу смачивания
  - в) работу когезии
  - г) работу десорбции
4. Зависимость величины адсорбции от равновесной концентрации или парциального давления при постоянной температуре называется \_\_\_\_\_ адсорбции
- а) изохорой
  - б) изотермой
  - в) адиабатой
  - г) изобарой
5. Скорости перемещения частиц в коллоидном растворе по сравнению с истинными...
- а) существенно меньше
  - б) существенно больше
  - в) различаются незначительно
  - г) одинаковы

### **Задания по теме «Дисперсные системы»**

1. Гетерогенная система, состоящая из двух или более фаз с сильно развитой поверхностью раздела, называется...
  - а) неоднородной
  - б) диффузионной
  - в) дисперсной
  - г) поверхностной
  
2. Системы с твердой дисперсионной средой (пористые тела) имеющие поры размером  $2 \cdot 10^{-7} - 2 \cdot 10^{-9}$  м относятся к ...
  - а) микропористым
  - б) макропористым
  - в) переходным
  - г) ультрамикропористым
  
3. Дисперсная фаза состоит из сферических частиц радиусом (r). Дисперсность определяется по формуле:
  - а)  $D = 1/r$
  - б)  $D = 1/(2r)$
  - в)  $D = 2/r$
  - г)  $D = 4/r$
  
4. Дисперсной системой, в которой дисперсной фазой выступает газ, а дисперсионной средой – жидкость, является...
  - а) пена
  - б) дым
  - в) молоко
  - г) туман
  
5. Коллоидные системы, в которых растворитель (вода) не взаимодействует с ядрами коллоидных частиц, называются...
  - а) гидрогенными
  - б) гидрофильными
  - в) гидрофобными
  - г) гетерогенными

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, понятий, определений
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Полнота ответов на вопросы
	Объем освоенного материала
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение пользоваться приборами и оборудованием
	Умение проводить эксперимент

	Умение справляться с поставленными задачами, вопросами
	Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать полученные результаты
	Умение применять законы физической химии для решения практических задач
Навыки	Навыки вычисления направления и предела протекания химических процессов
	Навыки самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Навыки теоретического и экспериментального исследований
	Навыки анализа и обоснования результатов выполненных заданий

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, понятий, определений	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.



Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение пользоваться приборами и оборудованием	Не умеет пользоваться приборами и оборудованием	Умеет пользоваться приборами и оборудованием, но допускает ошибки при измерении физико-химических величин	Умеет пользоваться приборами и оборудованием	Грамотно умеет пользоваться приборами и оборудованием, выполняет расчеты точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний
Умение проводить эксперимент	Не умеет проводить эксперимент	Может самостоятельно проводить некоторые эксперименты. Неуверенно анализирует результаты эксперимента.	Умеет проводить эксперимент. Уверенно анализирует результаты эксперимента.	Умеет проводить эксперимент. Самостоятельно может проанализировать результаты эксперимента и сделать выводы. Уверенно проводит статистическую обработку результатов эксперимента.
Умение справляться с поставленными задачами, вопросами	Не справляется с простейшими задачами, вопросами	Допускает небольшие замечания при выполнении простейших задач	Грамотно и без ошибок справляется с простейшими задачами, вопросами, но затрудняется при выполнении сложных задач	Грамотно и без ошибок справляется как с простейшими задачами, так и с задачами повышенной сложности, владеет дополнительными знаниями
Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать полученные результаты	Не умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать полученные результаты	Сравнивает и сопоставляет полученные результаты без обобщения и выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам, допуская незначительные ошибки	Грамотно и аргументировано сравнивает, сопоставляет, обобщает полученные результаты, делает правильные выводы по полученным результатам
Умение применять законы физической химии для решения практических задач	Не знает законы физической химии и не умеет применять их при решении практических заданий	Частично знает законы физической химии, но не умеет применять их при решении практических заданий	Знает законы физической химии, умеет применять их при решении практических заданий, допуская незначительные ошибки	Знает и грамотно применяет законы физической химии при решении практических заданий

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навыки вычисления направления и предела протекания химических процессов	Не способен вычислить направление и пределы протекания химических процессов	Не достаточно владеет навыками вычисления направления и пределов протекания	Достаточно владеет навыками вычисления направления и пределов протекания	Полноценно владеет навыками вычисления направления и пределов протекания

процессов		химических процессов	химических процессов, но допускает незначительные ошибки	химических процессов, владеет дополнительными знаниями
Навыки самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Не достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Достаточно владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
Навыки теоретического и экспериментального исследований	Не владеет навыками теоретического и экспериментального исследований	Владеет навыками теоретического исследования	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследований, допуская незначительные ошибки	Полноценно владеет навыками теоретического и экспериментального исследований
Навыки анализа и обоснования результатов выполненных заданий	Не владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий	Владеет навыками по анализу, но не может обосновать результаты выполненных заданий	Владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий, допуская незначительные ошибки	Владеет навыками по анализу и обоснованию результатов выполненных заданий

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Специализированная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УК №2, №325	Специализированная мебель Компьютер, проектор, экран с электроприводом, доска магнитно-меловая, информационные стенды
2	Специализированная учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий УК №2, №303	Специализированная мебель. Весы 5-10, мост переменного тока Р577, потенциостат П-58-46, баня водяная, ультратермостат, вискозиметр, фотоэлектроколориметр КФК-2, вакуумный сушильный шкаф, рефрактометр, экотест-01, дистиллятор, аквадистиллятор, термостат, весы ВЛКТ, холодильник, лазерный анализатор размеров частиц серия Zetatrac, модуль «Термический анализ» с персональным компьютером, модуль УЛК «Термостат», модуль «Универсальный контроллер», мост переменного тока П-577, установка «Исследование теплоемкости газов и их смесей ТТ-2», кондуктометр «Эксперт», весы лабораторные ВК-600, центрифуга.
3.	Читальный зал учебной литературы для самостоятельной работы, здание библиотеки, № 303	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
4.	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки, № 302	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Office 2016	Соглашение №V6328633. Срок действия до 31.10.2020
2	Windows 10 Pro	Подписка Microsoft Imagine Premiumid: 6f22ecb4-6882-420b-a39b-afba0ace820c. Срок действия до 01.05.2020.
3	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Лицензия № 17E017 Microsoft Office
4	Professional 2013	Лицензионный договор № 31401445414 от 25.09.2014.

5	Google Chrome Свободно распространяемое ПО	согласно условиям лицензионного соглашения
6	Mozilla Firefox Свободно распространяемое ПО	согласно условиям лицензионного соглашения.0707130320867250
7	Программное обеспечение для экспресс-контроля теоретических знаний в форме тестирования	Утверждено на заседании кафедры от 06.10.2018, протокол № 2

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. *Слюсарь А.А.* Физическая химия: Учебн. пособие / А.А. Слюсарь. – Белгород: БГТУ, 2008. – 269 с.
2. *Слюсарь А.А.* Основы коллоидной химии и физико-химической механики: Учебн. пособие / А.А. Слюсарь. – Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова, 2010. – 140 с.
3. *Слюсарь О.А.* Основы физической химии в технологии материалов: практикум: учеб. пособие / О. А. Слюсарь, В. Д. Мухачева, Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 236 с.
4. *Слюсарь О.А.* Основы физической химии в технологии материалов [Электронный ресурс]: практикум: учеб. пособие / О. А. Слюсарь, В. Д. Мухачева. – Электрон. текстовые данные – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 236с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016032314530478700000651420>.
5. *Слюсарь О.А.* Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению расчетно-графического задания для студентов дневной формы обучения направления 28.03.02– Наноинженерия / О. А. Слюсарь, В. Д. Мухачева. – Электрон. текстовые данные – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 36с. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2016122411280190300000657020>
6. *Стромберг А.Г.* Физическая химия./ А.Г.Стромберг, Д.П. Семченко. – М.: Высшая школа. 2006. – 527 с.
7. *Щукин Е.Д.* Коллоидная химия: Учеб. для университетов и хим.-технолог. вузов / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. – М.: Высш. шк., 2007. – 444 с.
8. Краткий справочник физико–химич. величин./ Под ред. А.А. Равделя.- СПб.: Специальная литература. – 1999.
9. Справочник по общей и неорганической химии [Электронный ресурс]: сост.: В. И. Павленко, А. Н. Володченко, В. Г. Клименко / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. неорган. химии; БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. неорган. химии. – Электрон. текстовые дан. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. – Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040921150643984100001881>

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**


1. <http://e.lanbook.com/view/book/4312/>
2. <http://e.lanbook.com/view/book/5246/>
3. <http://www.iprbookshop.ru/8191.html>
4. <http://www.iprbookshop.ru/26215.html>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2020/2021 учебный год  
без изменений

Протокол № 9 заседания кафедры от « 14 » 05 20 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  В.И. Павленко  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  В.И. Павленко  
подпись, ФИО