

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ХТИ


Р.Н. Ястребинский
« 17 » 05 2021г.


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений

направление подготовки (специальность):

20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность программы (профиль, специализация):

Безопасность технологических процессов и производств

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт: химико-технологический

Кафедра: теоретической и прикладной химии

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25 мая 2020 г. № 680
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.


Составитель: канд. техн. наук  (А.И. Городов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (В.И. Павленко)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой:
безопасности жизнедеятельности

Заведующий кафедрой д-р техн. наук, проф.  (А.Н. Лопанов)
(подпись)

« 14 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 11.08 2021 г., протокол № 9

Председатель:  (Л.А. Порожнюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом государственных требований в области обеспечения безопасности	ОПК-3.4 Решает прикладные задачи в области техносферной безопасности, используя теорию и методы фундаментальных наук	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: 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 области техносферной безопасности;</p> <p>Уметь: 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 технологических процессах; сравнивать, сопоставлять, обобщать полученные результаты</p> <p>Владеть: 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-3 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом государственных требований в области обеспечения безопасности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Химия
2	Управление техносферной безопасностью
3	Производственная санитария и гигиена труда
4	Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений
5	Введение в профессию

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	71	71
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	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
Форма промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)	Диф. зачет	Диф. зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 5

№ 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
1	2	3	4	5	6
1. Основы термодинамики					
	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
2. Фазовые равновесия. Растворы					
	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
3. Поверхностные явления					
	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
4. Дисперсные системы					
	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
	Итого	34		34	55

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические занятия при изучении дисциплины не предусмотрены 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	Кол-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 4				
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	8	8

		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.		
ИТОГО			34	34

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовые работы и курсовые проекты при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Индивидуальные домашние задания при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

Расчетно-графические задания (РГЗ) выполняются с целью организации самостоятельной работы студентов и контроля за ее выполнением. На выполнение ИДЗ при изучении дисциплины предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента.

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.

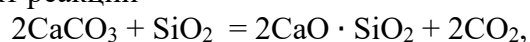
Целью РГЗ является закрепление теоретического материала, развитие навыков самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой, навыков самостоятельного ведения расчетов. Кроме того, расчетно-графическое задание выдается с целью организации самостоятельной работы студентов и контроля за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

Задания выполняются письменно и защищаются в беседе с преподавателем, после проверки правильности их выполнений.

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

Пример задания по теме «Основы термодинамики»

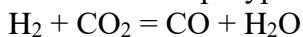
Задача 1. С шагом 200 К рассчитайте в интервале температур 298...1400 К тепловой эффект реакции



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 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 101300 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 , ω , %	T , К	Содержание A , ω , %	T , К	Содержание A , ω , %	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 A 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 $\rho = 1109$ кг/м³.

Задача 4. Криоскопическая константа воды $K_z = 1,86$. 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 $T = 100$ °С, 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 $M = 968$ г/моль, молекулярная площадка $S_0 = 82 \cdot 10^{-20}$ м² и удельная поверхность цемента $S_{уд} = 269$ м²/кг.

Задача 2. Определите поверхностное натяжение жидкостей на границе с воздухом, если работа смачивания $W_{см} = 40,1$ мДж/м², а работа адгезии жидкостей к поверхности CaCO₃ $W_A = 71,2$ мДж/м².

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 ³	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
Поверхностное натяжение σ , 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 $C = 1,00$ кмоль/м³ и относительная диэлектрическая проницаемость раствора $\epsilon = 80,5$.

Пример задания по теме «Дисперсные системы»

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

Задача 2. Определите среднееквадратичное значение смещения частицы кремнезема, если известны температура 300 К, время 6 с, удельная поверхность частиц $S_{уд} = 1,5 \cdot 10^4$ м²/кг, а также вязкость среды $\eta = 10$ Па·с и плотность частиц $\rho = 2,7 \cdot 10^3$ кг/м³.

Задача 3. Рассчитайте радиус и удельную поверхность частиц, используя значение скорости оседания частиц в толуоле $U = 5,6 \cdot 10^{-7}$ м/с и значения плотности частиц $\rho = 3,0 \cdot 10^3$ кг/м³.

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

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

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

Задача 7. Используя уравнение Эйнштейна, учитывая, что $\phi = 0,4$, $\eta = 1,43 \cdot 10^{-3}$ Па·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 τ_0 и пластическую вязкость $\eta_{пл}$ системы.

Таблица 4.3

Данные к задаче 8

$\dot{\gamma}, \text{с}^{-1}$	437	243	146	81	49	27	16	9	5
Сдвигающее напряжение $P, \text{Па}$	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-3 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом государственных требований в области обеспечения безопасности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-3.4 Решает прикладные задачи в области техносферной безопасности, используя теорию и методы фундаментальных наук	Дифференцированный зачет, выполнение и защита расчетно-графического задания, выполнение и защита лабораторных работ, решение задач, коллоквиумы, тестирование, собеседование.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного 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 потенциал как критерий направленности процессов.
2	Фазовые равновесия. Растворы	1. Фазовые равновесия Условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона и Клапейрона-Клаузиуса
		2. Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния воды.
		3. Полиморфизм.
		4. Двухкомпонентные системы с простой эвтектикой.
		5. Двухкомпонентные системы, образующие химические соединения.
		6. Трехкомпонентные системы.
		7. Растворы. Общие определения. Уравнения Гиббса-Дюгема, Рауля.
		8. Жидкие растворы. Разбавленные растворы не летучих компонентов в жидкости.
		9. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения разбавленных растворов.
		10. Осмотическое давление растворов.
		11. Насыщенные растворы.
		12. Растворы жидкостей в жидкостях. Летучие неограниченно смешивающиеся жидкости
		13. Ограниченно взаимно растворимые жидкости.
		14. Твердые растворы. Системы с неограниченной растворимостью компонентов.
		15. Системы, ограниченно растворимые в твердом виде. Диаграммы первого типа.
		16. Системы, ограниченно растворимые в твердом виде. Диаграммы второго типа
3	Поверхностные явления	1. Поверхностная энергия, поверхностное натяжение
		2. Когезия и адгезия. Вывод и анализ основных уравнений.
		3. Смачивание и растекание жидкостей. Уравнение Юнга.

		4. Адсорбция. Адсорбционное уравнение Гиббса.
		5. Адсорбция паров и газов на твердой поверхности. Уравнение Генри, Ленгмюра, БЭТ, Фрейндлиха.
		6. Особенности адсорбции из растворов. Молекулярная адсорбция из растворов.
		7. Адсорбция из растворов ионов.
		8. Роль адсорбционных процессов в производстве строительных изделий
		9. Образование и строение двойного электрического слоя (ДЭС).
		10. Роль ДЭС в формировании структурных свойств
4	Дисперсные системы	1. Классификация дисперсных систем. Строение коллоидных мицелл.
		2. Механизмы образования структур. Примеры структурообразования в строительных смесях.
		3. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Уравнение Эйнштейна.
		4. Структурно-механические свойства дисперсных систем. Классификация. Механизмы образования структур.
		5. Электрокинетические свойства дисперсных систем.
		6. Методы измерения и расчета электрокинетического потенциала. Уравнение Гельмгольца – Смолуховского.
		7. Агрегативная устойчивость дисперсных систем. Факторы агрегативной устойчивости
		8. Энергия притяжения частиц и электростатическая составляющая расклинивающего давления в теории ДЛФО.
		9. Основные понятия и идеальные законы реологии. Реологические кривые. Регулирование реологических свойств строительных суспензий.
		10. Реологические свойства структурированных жидкообразных систем. Уравнение Оствальда–Вейля
		11. Реологические свойства твердообразных систем. Уравнение Бингама.
		12. Эмульсии. Механизм действия эмульгаторов. Применение эмульсий..
		13. Механизм образования и устойчивости пен. Применение пен.

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

Курсовые работы и курсовые проекты при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме допуска к лабораторным работам и защиты лабораторных работ (устный опрос); выполнения и защиты индивидуального домашнего задания.

Выполнение лабораторных работ способствует укреплению знаний, развивает у студента самостоятельность и прививает практические навыки. Подготовка и выполнение лабораторных работ проводится по учебным и методическим указаниям. После выполнения лабораторного

практикума студент должен предъявить отчет по выполненным лабораторным работам, которые предусмотрены учебным планом. Во время сдачи отчета студент обязан уметь изложить ход проведения лабораторных опытов, объяснить результаты эксперимента, произвести необходимые расчеты.

Выполнение контрольных работ по дисциплине «Коллоидная химия» не предусмотрено учебным планом.

Для защиты лабораторной работы необходимо:

- 1) В тетради для лабораторных работ выполнить все необходимые расчеты, привести графики в соответствии с заданиями, приведенными в лабораторном практикуме;
- 2) подготовить ответы на вопросы к защите лабораторной работы;
- 3) уметь объяснять полученные зависимости и расчетные величины, используя теоретические знания по изучаемому разделу дисциплины.

Защита лабораторных работ проходит в форме собеседования. Пример вопросов для защиты лабораторных работ

Пример 1: Лабораторная работа по теме Основы термодинамики

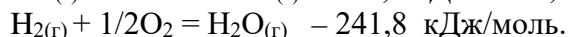
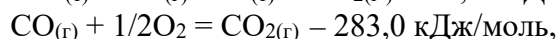
«Определение энтальпии образования одного моля твердого раствора из двух твердых компонентов при комнатной температуре»

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 Al_2O_3 равна – 1675,0 кДж/моль. Рассчитайте тепловой эффект реакции восстановления 1 моль Fe_2O_3 металлическим алюминием.

4. Вычислите тепловой эффект реакции восстановления оксида железа (II) водородом, пользуясь следующими данными:



5. Вычислите энтальпию образования одного моля твердого раствора KBr и KCl при растворении 1 моль твердого KBr в 8 моль твердого KCl при температуре 25°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. Что называют поверхностным натяжением? В каких единицах измеряется поверхностное натяжение? Как зависит поверхностное натяжение от температуры? Какими методами измеряют поверхностное натяжение жидкостей?

2. Какие вещества относятся к поверхностно-активным? Как классифицируется ПАВ? Какого типа пленки могут образовывать ПАВ на жидкой поверхности?

3. Какие силы действуют на каплю жидкости, истекающей из капилляра? Напишите уравнение, связывающее поверхностное натяжение исследуемой и стандартной жидкостей.

4. Выведите и проанализируйте уравнение Гиббса.

5. Опишите метод построения изотермы адсорбции из изотермы поверхностного натяжения.

6. Напишите уравнение Лэнгмюра. Какие процессы оно описывает?

7. Сформулируйте основные постулаты теории Лэнгмюра.

Пример 4: Лабораторная работа по теме Дисперсные системы

«Определение электрокинетического потенциала зольей по скорости электрофореза»

1. Перечислите электрокинетические явления, начертите схемы, их иллюстрирующие, и дайте каждому определение.

2. Сформулируйте основные положения теории Гельмгольца – Перрена, Гуи – Чепмена, Штерна. Начертите схемы строения границы раздела «твердое тело-раствор электролита» в соответствии с каждой из этих теорий.

3. Какие электролиты называют индифферентными и неиндифферентными? Начертите график, иллюстрирующий влияние одно-, двух- и трехвалентных ионов на электрокинетический потенциал зольей.

4. Что такое лиотропные ряды? Приведите примеры лиотропных рядов катионов и анионов различной валентности.

5. Напишите и проанализируйте уравнение Смолуховского.

6. Напишите формулы коллоидных мицелл зольей, методы получения которых приведены в разделе «Варианты выполнения работы», учитывая размеры и поляризуемость ионов, которые могут выступать в качестве потенциалопределяющих.

7. Охарактеризуйте практическое значение электрокинетических явлений применительно к Вашей специальности.

Собеседование. Предполагает опрос студентов на каждом лабораторном занятии, с целью закрепления материала, контроля полученных знаний и выявления слабых мест в усвоении и понимании материала.

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) $Q = W = \nu RT \ln(V_2/V_1)$

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 $227^\circ C$ до $527^\circ C$ 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. Адсорбентом (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 практике	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, основных законов физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений, методов оценки и прогнозирования свойств дисперсных систем и особенностей протекания поверхностных явлений Знание основных закономерностей, соотношений, принципов и механизмов основных физико-химических процессов и явлений, методов получения и идентификации коллоидных систем Объем освоенного материала Полнота ответов на вопросы Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение проводить физико-химические исследования дисперсных систем с использованием современных методов и приборов Умение делать обоснованные выводы по результатам физико-химических исследований Умение анализировать и применять основные закономерности и уравнения физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений
Навыки	Владеет методами экспериментального исследования дисперсных систем и поверхностных явлений Владеет навыками работы с методиками, приборами и оборудованием, используемым для определения основных физико-химических свойств дисперсных систем

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, определений, основных законов физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений, методов оценки и прогнозирования	Не знает термины, определения, основные законы физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений. Не может назвать основные методы оценки и	Знает основные термины и определения, основные законы физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений химии. Знает некоторые методы оценки и прогнозирования свойств	Знает основные термины и определения, основные законы физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений, методы оценки и прогнозирования свойств дисперсных	Знает термины и определения, определения, основные законы физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений, методы оценки и прогнозирования свойств дисперсных систем и особенности протекания

ия свойств дисперсных систем и особенностей протекания поверхностных явлений	прогнозирования свойств дисперсных систем и особенности протекания поверхностных явлений	дисперсных систем и особенности протекания поверхностных явлений	систем и особенности протекания поверхностных явлений, но допускает неточности формулировок	поверхностных явлений. Может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов и механизмов основных физико-химических процессов и явлений, методов получения и идентификации коллоидных систем	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы и механизмы основных физико-химических процессов и явлений, методы получения и идентификации коллоидных систем	Знает основные закономерности, соотношения, принципы и механизмы основных физико-химических процессов и явлений, методы получения и идентификации коллоидных систем	Знает основные закономерности, соотношения, принципы и механизмы основных физико-химических процессов и явлений, методы получения и идентификации коллоидных систем, их интерпретирует но допускает неточности	Твердо знает основные закономерности, соотношения, принципы и механизмы основных физико-химических процессов и явлений, методы получения и идентификации коллоидных систем
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
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
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 проводить физико-химические исследования дисперсных систем с использованием современных методов и приборов	Не способен проводить физико-химические исследования дисперсных систем с использованием современных методов и приборов	С помощью преподавателя может проводить физико-химические исследования дисперсных систем с использованием современных методов и приборов	Неуверенно применяет логические принципы и методы проведения физико-химических исследований дисперсных систем	Уверенно проводит физико-химические исследования дисперсных систем с использованием современных методов и приборов
Умение делать обоснованные выводы по результатам физико-химических исследований	Не способен делать обоснованные выводы по результатам физико-химических исследований	С помощью преподавателя может делать выводы по результатам физико-химических исследований	Делает обоснованные выводы по результатам физико-химических исследований, но допускает неточности	Самостоятельно грамотно формулирует обоснованные выводы по результатам физико-химических исследований
Умение анализировать и применять основные закономерности и уравнения физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений	Не может анализировать и применять основные закономерности и уравнения физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений	Допускает неточности при анализе и применении основных закономерностей и уравнений физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений	Анализирует и применяет основные закономерности и уравнения физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений	Самостоятельно выводит, анализирует и применяет основные закономерности и уравнения физической химии дисперсных систем и поверхностных явлений

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеет методами экспериментального исследования дисперсных систем и поверхностных явлений	Не владеет методами экспериментального исследования дисперсных систем и поверхностных явлений	Владеет некоторыми методами экспериментального исследования дисперсных систем и поверхностных явлений	Владеет основными методами экспериментального исследования дисперсных систем и поверхностных явлений	Профессионально владеет методами экспериментального исследования дисперсных систем и поверхностных явлений
Владеет навыками	Не владеет навыками	Допускает неточности при	Владеет необходимыми	На высоком уровне владеет навыками

работы с методиками, приборами и оборудованием, используемым для определения основных физико-химических свойств дисперсных систем.	работы с методиками, приборами и оборудованием, используемым для определения основных физико-химических свойств дисперсных систем.	работе с методиками, приборами и оборудованием, используемым для определения основных физико-химических свойств дисперсных систем	навыками работы с методиками, приборами и оборудованием, используемым для определения основных физико-химических свойств дисперсных систем	работы с методиками, приборами и оборудованием, используемым для определения основных физико-химических свойств дисперсных систем
--	--	---	--	---

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.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации УК №2, №325, 327, 301	Специализированная мебель, персональный компьютер, подключенный к сети «Интернет», мультимедийный проектор, экран с электроприводом, доска магнитно-меловая, информационные стенды.
2.	Учебная лаборатория УК2 № 303 для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации	Специализированная мебель. В лабораториях имеются приборы и оборудование: лабораторный комплекс «Химия» с автоматическим определением термодинамических параметров некоторых систем и процессов, кинетических параметров химических реакций с выводом данных на дисплей и представлением на бумажном носителе; фотоэлектроколориметры КФК-2М; ; ротационные вискозиметры ВСН-3 и реотест 2М; ультратермостат TYPE: 657 MTA KUTESZ; центрифуга high speed centrifuge type: 3,0; микроскоп МБУ-4; кондуктометр «Эксперт-002»; стереоскопический микроскоп «НЕОФНОТ-32»; весы ВЛКТ-500; рефрактометр ИРВ-454БМ; электролизеры лабораторные ЕР-4; калориметры; иономеры ЭВ-76; иономеры И-500; рН-метры рН-150М; установки для определения температуры кипения жидкостей; криостат. В лаборатории имеются необходимые химическая посуда и химреактивы.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Перечень основной литературы

1. 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. – 443 с.
2. Стромберг А.Г. Физическая химия./ А.Г.Стромберг, Д.П. Семченко. – М.: Высшая школа. 2006. – 527 с.
3. Шаповалов Н.А. Поверхностные явления и дисперсные системы /Н.А, Шаповалов, В.А. Ломаченко, С.М. Ломаченко. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.-108 с.
4. Шаповалов Н.А. Поверхностные явления и дисперсные системы [Электронный ресурс] / Н.А, Шаповалов, В.А. Ломаченко, С.М. Ломаченко. – Электрон. текстовые данные – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.-108 с. –Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014111112473189200000652011>
5. 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>.
6. 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>

6.3.2. Перечень дополнительной литературы

1. Слюсарь А.А. Основы коллоидной химии и физико-химической механики: Учебн. пособие / А.А. Слюсарь. – Белгород: БГТУ им. В.Г.Шухова, 2010. – 140 с.
2. Слюсарь А.А. Физическая химия: Учебн. пособие / А.А. Слюсарь. – Белгород: БГТУ, 2008. – 269 с
3. Краткий справочник физико–химич. величин./ Под ред. А.А. Равделя.- СПб.: Специальная литература. – 1999.

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

1. Министерство науки и высшего образования РФ: <http://minobrnauki.gov.ru>
2. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.ru>
3. Сайт НТБ БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://ntb.bstu.ru>
4. Электронно-библиотечная система «IPRBooks»: <http://www.iprbookshop.ru>
5. Электронная библиотечная система издательства «Лань»: <http://e.lanbook.com>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
7. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (Библиоклуб.ру): <http://biblioclub.ru/>