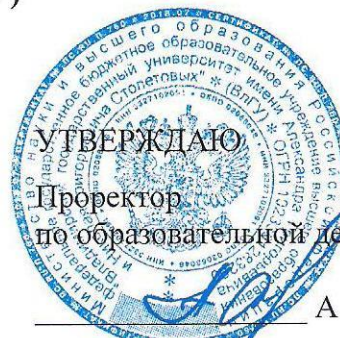


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



Проректор  
по образовательной деятельности

А. А. Панфилов

« 30 » 08 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки — 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль/программа подготовки — Биология. Химия.

Уровень высшего образования — бакалавриат.

Форма обучения — очная.

Семестр	Трудоёмкость зач. ед. / час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лабора- т. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен / зачёт / зачёт с оценкой)
5	5 / 180	36		36	81	экзамен (27 ч)
6	2 / 72	14		28	30	зачёт
7	3 / 108	18		36	27	экзамен (27 ч)
Итого	10 / 360	68		100	138	2 экзамена (54 ч), зачёт

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** — формирование у студентов знаний, умений и навыков в области физической химии как теоретической основы химической науки и коллоидной химии как дисциплины, рассматривающей наиболее распространённое состояние вещества, для более глубокого понимания основных закономерностей различных физико-химических, биологических и иных явлений природы и технологических процессов.

**Задачи курса** — приобретение компетенций по основным разделам современной физико-химической науки: химической термодинамике, учению о растворах, электрохимии, химической кинетике и учению о коллоидном состоянии вещества.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» относится к обязательной части учебного плана.

Пререквизиты дисциплины: «Общая химия», «Неорганическая химия».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
УК-1 (Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач)	Частичное освоение	<i>Знать:</i> особенности системного и критического мышления и продемонстрировать готовность к нему. <i>Уметь:</i> анализировать источники информации с точки зрения временных и пространственных условий их возникновения, анализировать ранее сложившиеся в науке оценки информации, аргументировано формировать собственное суждение и оценку информации. <i>Владеть:</i> навыками сопоставления разных источников информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений, навыками определения практических последствий предложенного решения задачи.
ОПК-8 (Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний)	Частичное освоение	<i>Знать:</i> особенности педагогической деятельности, требования к субъектам педагогической деятельности, результаты научных исследований в сфере педагогической деятельности. <i>Уметь:</i> использовать современные специальные научные знания и результаты исследований для выбора методов в педагогической деятельности. <i>Владеть:</i> методами, формами и средствами педагогической деятельности, осуществлять их выбор в зависимости от контекста профессиональной деятельности с учётом результатов научных исследований.
ПК-4 (Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов)	Частичное освоение	<i>Знать:</i> основные методы использования образовательной среды для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения и обеспечения качества учебного процесса средствами химии. <i>Уметь:</i> формировать образовательную среду школы в целях достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами химии; использовать образовательный потенциал социокультурной среды региона в преподавании химии. <i>Владеть:</i> содержательной интерпретацией и адаптацией теоретических знаний по химии для решения образовательных задач; конструктивными умениями как одним из главных аспектов профессиональной культуры будущего учителя химии; материалом учебной дисциплины на уровне, позволяющем формулировать и решать задачи, возникающие в ходе учебной деятельности по химии.

1	2	3
ПК-8 (Способен проектировать содержание образовательных программ и их элементов)	Частичное освоение	<i>Знать:</i> современные образовательные технологии, конкретные методики обучения учебному предмету «Химия». <i>Уметь:</i> проектировать рабочие программы учебного предмета «Химия». <i>Владеть:</i> категориально-понятийным аппаратом современной теории и методики обучения химии, системой проектирования содержания учебного предмета «Химия».
ПК-9 (Способен проектировать индивидуальные образовательные маршруты обучающихся по преподаваемым учебным предметам)	Частичное освоение	<i>Знать:</i> требования к разработке индивидуальных образовательных маршрутов, результаты изучения химии в общеобразовательной школе, модели, методики, технологии и приёмы обучения, применяемые при обучении химии. <i>Уметь:</i> разрабатывать индивидуально ориентированные учебные материалы по химии с учётом индивидуальных особенностей обучающихся, их особых образовательных потребностей; проектировать и проводить индивидуальные и групповые занятия по химии для обучающихся с особыми образовательными потребностями; использовать различные средства оценивания индивидуальных достижений обучающихся при изучении химии. <i>Владеть:</i> системой практических умений и навыков, обеспечивающих достижение результатов изучения химии в общеобразовательной школе при использовании индивидуальных образовательных маршрутов обучающихся, умениями анализа эффективности использования индивидуальных образовательных маршрутов обучающихся.

#### 4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 10 зачётных единиц, 360 часов.

№ п/п	Наименование тем и / или разделов дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Объём учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1</b>	<b>Химическая термодинамика</b>								
1.1	Введение	5	1	2		2			
1.2	Первый закон термодинамики	5	2—4	6		6	14	2 / 17 %	
1.3	Второй закон термодинамики	5	5—7	6		6	14	4 / 33 %	Рейтинг-контроль 1
1.4	Термодинамика химического равновесия	5	8—9	4		4	8	2 / 25 %	
1.5	Фазовые равновесия	5	10—12	6		4	15	4 / 40 %	Рейтинг-контроль 2
<b>2</b>	<b>Учение о растворах</b>								
2.1	Растворы неэлектролитов	5	13—15	6		8	16	2 / 14 %	
2.2	Растворы электролитов	5	16—18	6		6	14	2 / 17 %	Рейтинг-контроль 3
<b>Всего за 5-й семестр</b>				<b>36</b>		<b>36</b>	<b>81</b>	<b>16 / 22 %</b>	<b>Экзамен</b>
<b>3</b>	<b>Электрохимия</b>								
3.1	Равновесие в электрохимических системах	6	1—2	2		4	4	2 / 33 %	
3.2	Электрохимическая кинетика	6	3—6	4		8	6	2 / 17 %	Рейтинг-контроль 1
<b>4</b>	<b>Химическая кинетика</b>								
4.1	Кинетика химических реакций	6	7—12	6		12	14	4 / 22 %	Рейтинг-контроль 2
4.2	Катализ	6	13—14	2		4	6	2 / 33 %	Рейтинг-контроль 3
<b>Всего за 6-й семестр</b>				<b>14</b>		<b>28</b>	<b>30</b>	<b>10 / 24 %</b>	<b>Зачёт</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	<b>Поверхностные явления и дисперсные системы</b>									
5.1	Коллоидное состояние вещества	7	1—2	2		4	4	2 / 33 %		
5.2	Поверхностные явления	7	3—6	4		8	5	2 / 17 %	Рейтинг-контроль 1	
5.3	Электрические свойства дисперсных систем	7	7—8	2		4	4	2 / 33 %		
5.4	Коагуляция	7	9—10	2		4	4	2 / 33 %		
5.5	Коллоидная химия высокомолекулярных соединений	7	11—14	4		8	4	2 / 17 %	Рейтинг-контроль 2	
5.6	Эмульсии и пены	7	15—16	2		4	4	2 / 33 %		
5.7	Аэрозоли	7	17—18	2		4	2	2 / 33 %	Рейтинг-контроль 3	
<b>Всего за 7-й семестр</b>					<b>18</b>		<b>36</b>	<b>27</b>	<b>14 / 26 %</b>	<b>Экзамен</b>
Наличие в дисциплине КП/КР										
<b>Итого по дисциплине</b>					<b>68</b>		<b>100</b>	<b>138</b>	<b>40 / 24 %</b>	<b>2 экзамена, зачёт</b>

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### Раздел 1. Химическая термодинамика

#### Тема 1. Введение

Предмет физической химии. Задачи, история развития и методы исследования в физической химии.

Предмет химической термодинамики. Основные понятия: «термодинамическая система» (открытая, закрытая, изолированная), «термодинамические параметры» (экстенсивные, интенсивные), «термодинамический процесс» (равновесный, неравновесный). Уравнение состояния идеального газа Менделеева — Клапейрона. Формы передачи энергии: теплота и работа.

#### Тема 2. Первый закон термодинамики

Формулировки и математическое выражение первого закона термодинамики. Понятие о внутренней энергии. Применение первого закона термодинамики к различным процессам: изотермическому, адиабатическому, изохорному и изобарному. Энтальпия.

Приложения первого закона термодинамики к химии. Тепловой эффект химической реакции. Термодинамическая и термохимическая шкалы, термохимические уравнения. Закон Гесса и вытекающие из него следствия. Теплоты образования и сгорания. Теплота процесса растворения. Экспериментальное определение тепловых эффектов.

Теплоёмкость истинная и средняя. Теория теплоёмкости газов и твёрдых веществ. Зависимость теплоёмкости от температуры. Закон Кирхгофа.

#### Тема 3. Второй закон термодинамики

Процессы самопроизвольные и несамопроизвольные. Формулировки второго закона термодинамики (Клаузиуса и Томсона). Цикл Карно и максимальный коэффициент полезного действия. Энтропия. Математическое выражение второго закона термодинамики. Методы расчёта энтропии.

Статистический характер второго закона термодинамики. Энтропия и вероятность. Уравнение Больцмана. Постулат Планка. Третий закон термодинамики. Абсолютное значение энтропии.

Приложения второго закона термодинамики. Изохорно-изотермический потенциал (энергия Гельмгольца) и изобарно-изотермический потенциал (энергия Гиббса). Условия самопроизвольного протекания процессов и достижения равновесия. Тепловая теория Нернста. Уравнения Гиббса — Гельмгольца.

#### Тема 4. Термодинамика химического равновесия

Закон действующих масс. Константы равновесия  $K_p$  и  $K_c$ . Смещение химического равновесия. Принцип Ле-Шателье — Брауна. Уравнения изотермы, изобары и изохоры химической реакции.

## **Тема 5. Фазовые равновесия**

Распределение молекул в газе по скоростям и энергиям. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критические состояния. Изотермы уравнения реального газа. Сжижение газов. Характеристика жидкого состояния. Поверхностное натяжение, вязкость, испарение. Переход жидкого состояния в твёрдое. Характеристика твёрдого состояния. Жидкие кристаллы.

Правило фаз Гиббса. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона — Клаузиуса. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Двухкомпонентные системы. Термический анализ.

## **Раздел 2. Учение о растворах**

### **Тема 1. Растворы неэлектролитов**

Общая характеристика растворов. Способы выражения концентрации. Термодинамика процесса растворения.

Растворы жидкость — газ. Зависимость растворимости газов от давления (закон Генри), их природы и природы растворителя и температуры.

Растворы летучих жидких веществ. Идеальные растворы. Давление насыщенного пара. Закон Рауля. Растворы с положительным и отрицательным отклонением от закона Рауля. Состав паровой и жидкой фаз. Диаграммы состав — давление пара, состав — температура кипения. Законы Коновалова. Азеотропные растворы. Перегонка растворов летучих жидких веществ. Давление пара бинарных систем из частично смешивающихся и несмешивающихся жидкостей. Перегонка с паром. Распределение третьего компонента между двумя несмешивающимися жидкостями. Коэффициент распределения. Экстракция.

Растворы летучая жидкость — нелетучее вещество. Зависимость растворимости твёрдых веществ от их природы и от температуры. Свойства разбавленных растворов. Давление насыщенного пара растворителя над раствором, зависимость от температуры. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов. Криоскопия и эбуллиоскопия. Осмос и осмотическое давление. Физическая сущность осмоса. Закон Вант-Гоффа. Роль осмоса в биологических процессах.

### **Тема 2. Растворы электролитов**

Отклонения от законов Вант-Гоффа и Рауля в растворах электролитов. Изотонический коэффициент. Теория электролитической диссоциации. Применение закона действующих масс к электролитам. Закон разбавления Оствальда. Гидратация ионов. Энергия гидратации. Растворы сильных электролитов. Основные положения теории сильных электролитов. Коэффициент активности. Активная концентрация ионов. Ионная сила растворов. Определение коэффициента активности. Ассоциация ионов.

Электропроводность растворов электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Закон Кольрауша. Подвижность ионов. Аномальная подвижность водородных ионов и гидроксид-ионов. Числа переноса. Метод измерения электропроводности и его применение. Кондуктометрия.

## **Раздел 3. Электрохимия**

### **Тема 1. Равновесие в электрохимических системах**

Общая характеристика электрохимических процессов. Определение электрохимических систем. Термодинамические соотношения между напряжением (ЭДС) гальванического элемента и химической энергией. Уравнение Нернста.

Равновесные электродные потенциалы. Скачки потенциала на границах фаз в электрохимических системах: внутренний контактный, на границе металл — раствор, диффузионный, адсорбционный, мембранный. Строение двойного электрического слоя. Водородная шкала электродных потенциалов. Стандартные электродные потенциалы. Электрохимический ряд напряжений.

Классификация электродов. Роль мембранных и диффузионных потенциалов в биологических процессах.

Электрохимические цепи (гальванические элементы): химические и концентрационные. Измерение ЭДС. Насыщенный элемент Вестона. Электроды сравнения. Электрохимический метод измерения рН. Электроды для измерения рН: водородный, хингидронный, стеклянный.

## **Тема 2. Электрохимическая кинетика**

Электролиз. Законы Фарадея. Поляризация электродов при прохождении электрического тока. Перенапряжение электрохимической реакции и перенапряжение концентрации. Уравнение Тафеля. Перенапряжение восстановления водородных ионов.

Предельный ток диффузии. Полярография. Химическая поляризация электродов. Особенности электролиза водных растворов и расплавов электролитов.

Химическая и электрохимическая коррозия металлов и методы борьбы с ней. Пассивность металлов. Ингибиторы коррозии.

Химические источники тока. Аккумуляторы.

## **Раздел 4. Химическая кинетика**

### **Тема 1. Кинетика химических реакций**

Предмет химической кинетики. Кинетическая классификация химических реакций. Основной постулат химической кинетики. Скорость химической реакции, константа скорости, порядок и молекулярность реакции. Кинетические уравнения необратимых реакций 1-го, 2-го, n-го порядков. Методы определения порядка реакции.

Зависимость скорости химической реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.

Особенности кинетики сложных реакций. Цепные реакции. Свободные радикалы. Разветвлённые цепи реакций. Ингибиторы цепных реакций. Фотохимические реакции. Квантовый выход. Сенсibilизированные реакции. Хемилюминесценция. Билюминесценция. Значение фотохимических и радиационно-химических реакций в природе и химической промышленности.

### **Тема 2. Катализ**

Свойства катализаторов. Гомогенный катализ. Теория промежуточных продуктов в гомогенном катализе. Гетерогенный катализ. Теории гетерогенного катализа.

Важнейшие технические каталитические реакции. Биокатализаторы. Примеры ферментативных реакций.

## **Раздел 5. Поверхностные явления и дисперсные системы**

### **Тема 1. Коллоидное состояние вещества**

Предмет коллоидной химии. Признаки коллоидного состояния вещества. Классификация дисперсных систем по агрегатным состояниям фаз, кинетическим свойствам и размеру частиц дисперсной фазы.

Молекулярно-кинетические свойства высокодисперсных систем: броуновское движение, диффузия, осмос. Седиментация и седиментационное равновесие.

Оптические свойства дисперсных систем. Рассеяние света. Эффект Фарадея — Тиндалля. Уравнение Рэлея. Абсорбция света. Закон Бугера — Ламберта — Бэра. Оптические методы исследования коллоидных систем.

### **Тема 2. Поверхностные явления**

Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение.

Понятие об адсорбции. Физическая и химическая адсорбция. Изотермы адсорбции. Теории адсорбции Ленгмюра, Поляни и Брунауэра — Эммета — Теллера (БЭТ). Уравнения Генри, Фрейндлиха, Ленгмюра.

Адсорбция на границе жидкость — газ. Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.

Адсорбция на твёрдых поверхностях. Классификация адсорбентов. Характеристика важнейших адсорбентов (активированные угли, гели, цеолиты). Адсорбция газов. Капиллярные явления (капиллярное поднятие жидкости, капиллярная конденсация). Мономолекулярная адсорбция из растворов. Правило уравнивания полярности Ребиндера. Эффект Ребиндера. Ионная адсорбция. Правило Фаянса — Панета. Ионообменная адсорбция. Иониты и их применение.

Виды адгезии. Адгезия жидкости и смачивание. Уравнение Юнга.

### **Тема 3. Электрические свойства дисперсных систем**

Строение коллоидных частиц. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос.

Дисперсионные и конденсационные методы получения дисперсных систем.

### **Тема 4. Коагуляция**

Теория ДЛФО. Кинетика коагуляции. Коагулирующее действие электролитов. Правило значности. Коагуляция смесью электролитов. Явления синергизма и антогонизма. Взаимная коагуляция коллоидных растворов. Явление привыкания. Перезарядка зольей.

### **Тема 5. Коллоидная химия высокомолекулярных соединений**

Общая характеристика растворов высокомолекулярных соединений (ВМС). Молекулярно-кинетические и оптические свойства. Вязкость растворов ВМС. Вискозиметрический метод определения молекулярной массы полимеров. Набухание. Агрегативная устойчивость растворов ВМС. Лиотропные ряды. Белки как амфотерные высокомолекулярные полиэлектролиты. Влияние рН на свойства растворов белков. Изоэлектрическое состояние. Денатурация, высаливание, коацервация.

Студни (гели). Классификация гелей. Методы получения. Механические свойства. Химические реакции в студнях. Синерезис. Биологическая роль студней.

### **Тема 6. Эмульсии и пены**

Эмульсии. Классификация эмульсий. Устойчивость и разрушение эмульсий. Обращение фаз. Применение эмульсий.

Пены. Кратность и время жизни пен. Пенообразователи. Теория пенообразования. Моющие вещества и теория моющего действия. Пенная флотация.

### **Тема 7. Аэрозоли**

Общая характеристика. Методы получения и разрушения аэрозолей. Проблемы защиты атмосферы от загрязнения аэрозолями. Коллоидно-дисперсные системы почвы.

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

### **Раздел 1. Химическая термодинамика**

1. Определение теплоты растворения соли.
2. Определение теплоты нейтрализации.
3. Термический анализ системы нафталин — фенол.

### **Раздел 2. Учение о растворах**

1. Буферные растворы.
2. Криоскопическое определение молярной массы неэлектролита.
3. Перегонка растворов из неограниченно смешивающихся жидкостей.
4. Определение показателя рН среды фотоэлектроколориметрическим методом.
5. Гетерогенные равновесия в растворах электролитов.

### **Раздел 3. Электрохимия**

1. Кондуктометрическое титрование.

2. Потенциометрическое титрование.
3. Коррозия и защита металлов.

#### **Раздел 4. Химическая кинетика**

1. Определение кинетических характеристик реакции окисления иодоводородной кислоты пероксидом водорода.
2. Влияние катализаторов и температуры на скорость химической реакции.

#### **Раздел 5. Поверхностные явления и дисперсные системы**

1. Адсорбция.
2. Получение лиофобных коллоидных растворов.
3. Коагуляция.
4. Вязкость.
5. Гели.
6. Пены.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Физическая и коллоидная химия» используются разнообразные образовательные технологии — как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения: интерактивная лекция (темы № 1.3, 2.1, 2.2, 5.4), групповая дискуссия (темы № 1.5, 5.7), тренинг (тема № 4.1), анализ ситуаций (темы № 5.2, 5.5, 5.6), применение имитационных моделей (темы № 1.1, 3.2, 5.1, 5.3), разбор конкретных ситуаций (темы № 1.2, 1.4, 3.1, 4.2).

### **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

#### **5-й семестр**

#### **Задания к рейтинг-контролю**

##### ***Рейтинг-контроль 1***

1. Определите тепловой эффект основного процесса доменной печи:  

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2.$$
2. Теплота образования фтороводорода стандартных условиях равна  $-268$  кДж/моль. Вычислить энергию связи HF, если известно, что энергии связи молекул  $\text{H}_2$  и  $\text{F}_2$  составляют 436 и 159 кДж/моль.
3. Теплота сгорания этилового спирта  $\Delta H^0_{\text{сг}} = -1409$  кДж/моль. Вычислить  $\Delta H^0$  реакции  $2\text{CO} + 4\text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ .
4. Определить изменение энтропии 1 кг CO при изотермическом уменьшении его объема в 10 раз, если CO — идеальный газ.
5. Рассчитать изменение свободных энергий Гиббса и Гельмгольца при стандартных условиях для реакции  $4\text{HCl}_{(\text{г})} + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + 2\text{Cl}_2$ .

##### ***Рейтинг-контроль 2***

1. В каком направлении сместятся равновесия реакций  

$$2\text{CO}_{(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \leftrightarrow 2\text{CO}_{2(\text{г})}, \Delta H^\circ = -566 \text{ кДж};$$

$$\text{N}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} \leftrightarrow 2\text{NO}_{(\text{г})}, \Delta H^\circ = 180 \text{ кДж}$$



а) при понижении температуры? б) при повышении давления?

2. Вычислите  $K_p$  реакции  $\text{FeO} + \text{CO} \leftrightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$  при 1000 К и давлении 1 атм, если равновесная смесь газов содержит  $\text{CO}_2$  с массовой долей 39%.

3. На сколько больше по массе может вместиться азота в газгольдере вместимостью  $2000 \text{ м}^3$  зимой (при температуре  $-35^\circ\text{C}$ ) по сравнению с летним периодом (при температуре  $30^\circ\text{C}$ ), если давление в нём равно  $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ?

4. Теплота испарения воды при  $100^\circ\text{C}$  равна 40585 Дж/моль. При какой температуре будет кипеть вода, если давление увеличить в 2 раза?

5. Какое максимальное число степеней свободы может иметь система, состоящая из углеводородов пропана и бутана?

### Рейтинг-контроль 3

1. Давление пара воды при  $25^\circ\text{C}$  составляет 3167 Па. Вычислить для той же температуры давление пара раствора, в 450 г которого содержится 90 г глюкозы.

2. Температура замерзания чистого бензола 278,5 К, а температура замерзания раствора, содержащего 0,2242 г камфоры в 30,55 г бензола, 278,254 К. Мольное понижение температуры отвердевания бензола 5,16. Определить относительную молекулярную массу камфоры.

3. Раствор  $\text{KIO}_3$ , в 500 мл которого содержится 5,35 г соли, оказывает при  $17,5^\circ\text{C}$  осмотическое давление, равное 221 кПа. Вычислить изотонический коэффициент и кажущуюся степень диссоциации соли в растворе.

4. При какой молярной концентрации уксусной кислоты в растворе её степень диссоциации  $\alpha$  равна 0,01? При какой концентрации  $\alpha$  увеличится в два раза?

5. Удельная электрическая проводимость раствора едкого натра массовой долей 10 % при комнатной температуре равна 0,3124 См/см, а плотность его —  $1,113 \text{ г/см}^3$ . Эквивалентная электрическая проводимость раствора данного вещества при бесконечном разбавлении равна  $217,5 \text{ См}\cdot\text{см}^2/\text{моль}$ . Вычислить кажущуюся степень диссоциации едкого натра и концентрацию гидроксид-иона в растворе.

### Задания для самостоятельной работы студентов

Номер раздела	Темы	Форма контроля	Кол-во часов
1	<b>Химическая термодинамика</b> 1. Нулевое начало термодинамики (принцип термического равновесия). 2. Экспериментальное определение тепловых эффектов. 3. Принцип Каратеодори (адиабатической недостижимости некоторых состояний термодинамической системы). 4. Характеристические функции. 5. Химический потенциал. Расчёт химического потенциала. 6. Диаграммы состояния бинарных систем.	собеседование, подготовка докладов, защита лабораторных работ	51
2	<b>Учение о растворах</b> 1. Ионные равновесия в водных растворах. Теории кислот и оснований. 2. Гидролиз. Константа и степень гидролиза. Вычисление значений pH растворов солей, подвергающихся гидролизу 3. Буферные смеси. Уравнение Гендерсона — Хассельбака. Буферная ёмкость. Значение буферных систем. 4. Методы измерения pH.	собеседование, подготовка докладов, защита лабораторных работ	30

### Вопросы к экзамену

1. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия тела.
2. Применение первого закона термодинамики к различным процессам. Энтальпия.
3. Закон Гесса и следствия из него.
4. Теплоёмкость. Связь теплоёмкости с термодинамическими функциями.
5. Второй закон термодинамики. Цикл Карно.

6. Понятие об энтропии. Методы расчёта энтропии.
7. Статистический характер второго закона термодинамики.
8. Свободная энергия Гиббса. Свободная энергия Гельмгольца.
9. Химическое равновесие в обратимых реакциях. Закон действующих масс.
10. Связь энергии Гиббса и константы равновесия. Уравнения изобары и изохоры реакции.
11. Смещение химического равновесия.
12. Реальные газы. Распределение молекул в газе по скоростям и энергиям. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
13. Характеристика жидкого состояния вещества.
14. Характеристика твёрдого состояния вещества.
15. Правило фаз Гиббса.
16. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона — Клаузиуса.
17. Понятие о растворах. Термодинамика процесса растворения. Способы выражения концентрации растворов.
18. Осмос, обратный осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. Биологическое значение осмотического давления.
19. Закон Рауля для растворов электролитов и неэлектролитов.
20. Растворы газов в жидкостях. Закон Генри. Закон Сеченова.
21. Законы Коновалова. Перегонка неограниченно смешивающихся жидкостей. Азеотропные смеси.
22. Бинарные системы жидкостей с ограниченной растворимостью. Взаимонерастворимые жидкости. Перегонка с водяным паром.
23. Распределение третьего компонента между двумя несмешивающимися жидкими фазами. Экстракция.
24. Понятие об электролитах. Теория электролитической диссоциации.
25. Применение закона действующих масс к электролитам. Закон разбавления Оствальда.
26. Теория сильных электролитов. Активность электролитов. Ионная сила.
27. Сольватация ионов в растворе.
28. Скорость движения ионов в растворе. Числа переноса ионов.
29. Электропроводность растворов электролитов. Закон Кольрауша.
30. Практическое применение электропроводности. Кондуктометрия.

## 6-й семестр

### Задания к рейтинг-контролю

#### *Рейтинг-контроль 1*

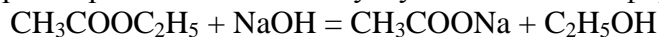
1. При прохождении электрического тока через разбавленный раствор серной кислоты в течение 10 мин выделился водород объёмом  $100 \text{ см}^3$  при  $18^\circ\text{C}$  и давлении  $100,6 \text{ кПа}$ . Вычислить силу тока.
2. При электролизе раствора  $\text{AgNO}_3$  в течение 50 мин при силе тока  $3 \text{ А}$  на катоде выделилось  $9,6 \text{ г}$  серебра. Определить выход серебра в процентах от теоретического.
3. Вычислить в милливольтгах потенциал водородного электрода в  $0,005 \text{ М}$  растворе  $\text{HCl}$ .
4. Вычислить ЭДС гальванического элемента, образованного сочетанием: цинкового электрода в растворе  $\text{ZnSO}_4$ ,  $[\text{Zn}^{2+}] = 0,2 \text{ моль/л}$  и свинцового электрода в растворе  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $[\text{Pb}^{2+}] = 0,012 \text{ моль/л}$ .
5. Вычислить ЭДС концентрационного элемента (в милливольтгах), состоящего из цинковых электродов, опущенных в растворы  $\text{ZnSO}_4$  с активностью  $2 \cdot 10^{-2}$  и  $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$ .

#### *Рейтинг-контроль 2*

1. Превращение пероксида бензоила в диэтиловый эфир ( $n=1$ ) при  $60^\circ\text{C}$  прошло за 10 мин на  $75,2 \%$ . Рассчитать константу скорости и период полураспада.

2. Для реакции  $A \rightarrow B$  константа скорости равна 0,5; исходная концентрация A составляет 1 моль/л. Рассчитать количество прореагировавшего вещества, если реакция идёт по 0, 1, 2, 3 порядкам. В размерности константы скорости время выражено в минутах.

3. Определить порядок реакции омыления уксусноэтилового эфира щёлочью



на основе следующих данных (исходные молярные концентрации щёлочи и эфира одинаковы и равны 0,01 моль/л):

$\tau$ , мин	3	5	10	25
$C_{\text{NaOH}}$ , моль/л	0,00740	0,00634	0,00464	0,00254

4. При температуре 200°C реакция протекает за 32 минуты. За сколько времени будет протекать эта же реакция при температуре 150°C, если температурный коэффициент скорости реакции равен 4?

5. Скорость реакции окисления азота в газовой фазе изучалась методом ЭПР. Найдены следующие значения констант. Рассчитать энергию активации.

T, К	586	910
k, см <sup>3</sup> /моль·с	1,63·10 <sup>10</sup>	1,77·10 <sup>11</sup>

### Рейтинг-контроль 3

1. Какие реакции называются цепными? Приведите примеры. Напишите уравнение скорости неразветвлённых и разветвлённых цепных реакций.

2. Что такое тепловой взрыв? Напишите основные уравнения, поясняющие условия возникновения теплового взрыва.

3. Какие реакции называются фотохимическими? В чем состоит действие света в этих реакциях?

4. Что такое хемилюминисценция? Приведите примеры реакций, сопровождающихся свечением.

5. Что такое катализ? В чём его энергетическая сущность?

### Задания для самостоятельной работы студентов

Номер раздела	Темы	Форма контроля	Кол-во часов
3	<b>Электрохимия</b> 1. Потенциометрия (прямая потенциометрия, потенциометрическое титрование). 2. Полярография. 3. Кулонометрия.	собеседование, подготовка докладов, защита лабораторных работ	10
4	<b>Химическая кинетика</b> 1. Кинетика сложных реакций (обратимых, параллельных, последовательных, сопряжённых). 2. Теоретические представления кинетики (теория активных столкновений, теория переходного состояния). 3. Ферментативный катализ.	собеседование, подготовка докладов, защита лабораторных работ	20

### Вопросы к зачёту

1. Понятие о гальваническом элементе. Термодинамика гальванического элемента. Уравнение Нернста.

2. Скачки потенциала на границе раздела фаз. Понятие о двойном электрическом слое.

3. Понятие о стандартном потенциале.

4. Типы электродов.

5. Электрохимические цепи.

6. Потенциометрическое титрование. Полярография.

7. Зависимость электродного потенциала от активности его ионов в растворе.

8. Химические источники тока. Топливные элементы.

9. Электрохимическая коррозия металлов. Методы защиты от коррозии

10. Скорость химической реакции. Молекулярность и порядок реакции.
11. Кинетические уравнения необратимых реакций 1, 2, 3, ... n-го порядков.
12. Зависимость скорости реакций от температуры.
13. Роль свободных радикалов в химической кинетике. Цепные реакции.
14. Фотохимические реакции.
15. Хемилюминесценция и биолюминесценция.
16. Понятие о катализе. Гомогенный катализ.
17. Гетерогенный катализ.

### 7-й семестр

#### Задания к рейтинг-контролю

##### *Рейтинг-контроль 1*

1. Дисперсность частиц коллоидного золота равна  $10^8 \text{ м}^{-1}$ . Принимая частицы золота в виде кубиков, определите, какую поверхность они могут покрыть, если их плотно уложить в один слой. Масса коллоидных частиц золота 1 г. Плотность золота равна  $19,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .
2. Чему равна избыточная поверхностная энергия капли ртути диаметром 1,2 мм, если поверхностное натяжение на границе ртуть — воздух равно  $473,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$ ?
3. На основании опытных данных графическим методом рассчитайте в уравнении Фрейндлиха константы  $a$  и  $1/n$  для адсорбции аргона углем при  $-78^\circ\text{C}$ .

$p, \text{ Па}$	7220	13100	17200	29000	39300
$x/m, \text{ м}^3/\text{кг}$	0,0102	0,0147	0,0173	0,0237	0,0284

4. Таблетка активированного угля массой 2,5 г помещена в 50 мл 0,2 М раствора уксусной кислоты. Рассчитать количество вещества кислоты, адсорбируемой 1 г угля, если на титрование 10 мл вышеуказанного раствора после прохождения адсорбции ушло 6 мл 0,05 М раствора NaOH.

##### *Рейтинг-контроль 2*

1. Золя иодида серебра получен при постепенном добавлении к  $20 \text{ см}^3$  0,01 М раствора иодида калия  $15 \text{ см}^3$  0,2 %-ного раствора нитрата серебра. Написать формулу мицеллы образовавшегося золя и определить направление движения его гранул в электрическом поле. Плотность раствора нитрата серебра равна 1.
2. Золя бромида серебра получен реакцией двойного обмена 20 мл 0,005 М раствора нитрата серебра и 30 мл 0,0025 М раствора бромида калия. Напишите формулу мицеллы полученного золя и определите направление движения гранулы бромида серебра при электрофорезе.
3. Рассчитайте пороги коагуляции золя гидроксида хрома (III), если для коагуляции 20 мл золя требуется 1 мл 0,0005 М раствора ортофосфата натрия или 1 мл 1 М раствора хлорида натрия. Каков знак заряда частиц золя?
4. Электролиты KCl,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$  по отношению к золю гидроксида железа (III) имеют следующие пороги коагуляции: 7,1; 0,099 и 0,01 ммоль/л. Какой знак заряда имеют частицы золя?

##### *Рейтинг-контроль 3*

1. Какие из следующих электролитов будут уменьшать набухание желатина и какие повышать по сравнению с набуханием в чистой воде: HCl, NaOH, HSCN,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ? Как эти же электролиты будут влиять на застудневание желатина?
2. Что такое синерезис? Приведите примеры этого явления.
3. Укажите тип эмульсии, если дисперсионная среда окрашена метиленовым синим. Выберите эмульгатор для получения эмульсии данного типа: каучук, камеди, олеат кальция, ланолин, лецитин.
4. Почему лекарственные препараты, предназначенные для наружного применения, готовят в виде обратных эмульсий, а принимаемые внутрь — в виде прямых эмульсий?

## Задания для самостоятельной работы студентов

Номер раздела	Темы	Форма контроля	Кол-во часов
5	<p><b>Поверхностные явления и дисперсные системы</b></p> <p>1. Хроматография. Классификация хроматографических методов по технике выполнения и по механизму процесса. Гельфилтрация.</p> <p>2. Порошки и их свойства. Слеживаемость, гранулирование и расплываемость порошков.</p> <p>3. Суспензии и их свойства. Получение. Устойчивость и определяющие её факторы. Флокуляция. Седиментационный анализ суспензий. Пасты.</p> <p>4. Системы с твёрдой дисперсионной средой. Капиллярно-пористые тела.</p> <p>5. Мембраны и мембранные процессы. Мембранная технология и её применение в промышленности.</p>	<p>собеседование, подготовка докладов, защита лабораторных работ</p>	27

### Вопросы к экзамену

1. Признаки коллоидного состояния вещества. Мера дисперсности.
2. Классификации дисперсных систем.
3. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем.
4. Оптические свойства коллоидных систем.
5. Понятие о поверхностных явлениях. Поверхностное натяжение.
6. Понятие об адсорбции. Теории адсорбции.
7. Уравнения Генри, Фрейндлиха, Ленгмюра.
8. Адсорбция на границе жидкость — газ. Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные вещества.
9. Адсорбция газов на твёрдых поверхностях. Капиллярная конденсация.
10. Адсорбция поверхностно-активных веществ на твёрдых поверхностях. Эффект Ребиндера.
11. Ионная и ионообменная адсорбция.
12. Адгезия жидкости и смачивание.
13. Строение коллоидных мицелл.
14. Электрофорез и электроосмос. Определение  $\zeta$ -потенциала.
15. Методы получения дисперсных систем.
16. Коагуляция коллоидных систем. Силы молекулярного притяжения и электростатического отталкивания. Изменение энергии взаимодействия между мицеллами при сближении.
17. Коагулирующее действие электролитов.
18. Вязкость растворов высокомолекулярных соединений.
19. Набухание. Механизм набухания. Термодинамика набухания и растворения высокомолекулярных соединений. Влияние различных факторов на степень набухания.
20. Агрегативная устойчивость растворов высокомолекулярных соединений. Высаливание, кощервация.
21. Белки как амфотерные высокомолекулярные полиэлектролиты. Изоэлектрическая точка и методы её определения.
22. Студни полимеров.
23. Эмульсии. Классификация, агрегативная устойчивость, методы получения и разрушения, обращение фаз, практическое значение.
24. Пены. Агрегативная устойчивость пен и факторы, на неё влияющие. Методы получения и разрушения пен.
25. Аэрозоли. Получение аэрозолей и способы их разрушения.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература			
1. Физическая химия : учебник для вузов / К. С. Краснов [и др.] ; под ред. К. С. Краснова. — Изд. 3-е, испр. — М. : Высшая школа. — ISBN 5-06-004027-5. Кн. 1: Строение вещества. Термодинамика. — 512 с. — ISBN 5-06-004025-9.	2001	10	
2. Физическая химия : учебник для вузов / К. С. Краснов [и др.] ; под ред. К. С. Краснова. — Изд. 3-е, испр. — М. : Высшая школа. — ISBN 5-06-004027-5. Кн. 2: Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. — 319 с. — ISBN 5-06-004026-7.	2001	10	
3. Кнорре, Д. Г. Физическая химия : учебник для вузов / Д. Г. Кнорре, Л. Ф. Крылова, В. С. Музыкантов. — М. : Высшая школа. — 416 с. — ISBN 5-06-000655-7.	1990	6	
4. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : учебник для вузов / Ю. Г. Фролов. — М. : Альянс. — 463 с. — ISBN 5-98535-003-7.	2004	24	
Дополнительная литература			
1. Стромберг, А. Г. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; под ред. А. Г. Стромберга. — М. : Высшая школа. — 527 с. — ISBN 5-06-003627-8.	2003	46	
2. Жуховицкий, А. А. Физическая химия : учебник для вузов / А. А. Жуховицкий, Л. А. Шварцман. — М. : Metallurgia. — 688 с.	1987	17	
3. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии : учебник для химико-технологических специальностей вузов / С. С. Воюцкий. — М. : Химия. — 512 с.	1976	82	

### 7.2. Периодические издания

1. «Успехи химии».
2. «Известия ВУЗов: химия и химическая технология».
3. «Вестник МГУ: химия».
4. «Химия в школе».


### 7.3. Интернет-ресурсы


1. <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/phys.html>
2. <http://www.xumuk.ru>
3. <http://www.hij.ru>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в лаборатории физической и коллоидной химии (405-7).


Учебно-методические материалы — учебники, методические пособия.  
Аудиовизуальные средства обучения — презентации, видеофильмы.  
Лабораторное оборудование — вытяжные шкафы, центрифуги, весы аналитические, рефрактометр, кондуктометр, рН-метры, термостаты.  
Расходные материалы: химические реактивы, химическая посуда.

Рабочую программу составила доцент кафедры биологического и географического образования Петрова Е. В.  \_\_\_\_\_

Рецензент (представитель работодателя): директор МБОУ СОШ № 29 г. Владимира Плышевская Е. В.  \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологического и географического образования.

Протокол № 1 от 29.08.2019 года.

Заведующий кафедрой  доцент Грачёва Е. П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Протокол № 1 от 30.08.2019 года.

Председатель комиссии  директор ПИ ВлГУ Артамонова М. В.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



