



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

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП  
«Медицинская биохимия»

Кумейко В.Б.

«19» сентября 2016 г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор Департамента  
Фундаментальной и клинической медицины

Гельцер Б.И.

«19» сентября 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Физическая и коллоидная химия

**специальность 30.05.01 Медицинская биохимия**

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 4  
лекции 18 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы 18 час.  
в том числе с использованием МАО лек /пр. 6/ лаб. 0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.  
в том числе с использованием МАО 6 час.  
самостоятельная работа 36 час.  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен  
зачет не предусмотрен  
экзамен 4 семестр ( 54 часа)

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 30.05.01 «Медицинская биохимия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1013 от «11» августа 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента фундаментальной и клинической медицины, протокол № 1 от «19» сентября 2016 г.

Директор Департамента: д.м.н., профессор Гельцер Б.И.

Составитель доцент Иващенко Л.И..

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента**

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

Директор департамента \_\_\_\_\_ Приходько Ю.В. \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

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

Директор департамента \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Аннотация**

Курс «Физической и коллоидной химии» входит в федеральный компонент «Математического и естественнонаучного цикла» дисциплин направления подготовки специалистов программы 30.05.01 «Медицинская биохимия». Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 час); она реализуется на втором курсе. Учебным планом предусмотрены лекции (18 час.), лабораторные работы (18 час.), практические работы (18 час.), самостоятельная работа (36 час.), контроль (54 час).

«Физическая и коллоидная химия» выступает в роли одной из интегральных дисциплин в фундаментальной подготовке специалистов данного профиля и тесно связана с такими дисциплинами, как «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Фармакология», «Биохимия» и «Биофизика».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением законов термодинамики и термохимии, химической кинетики и катализа, процессов электрохимии. Особое внимание уделяется изучению поверхностных явлений и свойств дисперсных систем, а также свойств высокомолекулярных соединений и их растворов. .

**Целью** изучения дисциплины является овладение будущими специалистами основами физико-химических знаний и методов, необходимых для профессионального решения возникающих вопросов; умение прогнозировать направление и результат физико-химических процессов и явлений в живом организме.

### **Задачи дисциплины:**

1. Изучение законов термодинамики и термодинамических свойств веществ в целях определения возможности и направления биохимических и технологических процессов;

2. Умение применять законы химической кинетики для повышения скорости основных и блокирования побочных процессов;
3. Умение использовать свойства различных дисперсных систем и поверхностных явлений в медицинской биохимии;
4. Развитие химического мышления;
5. Формирование знаний и умений в использовании методов инструментального физико-химического анализа.

данных.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-5 готовность использовать основные физико-химические, математические и иные естественно научные понятия и методы при решении профессиональных задач	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Физические и химические свойства основных классов неорганических и органических соединений</li> <li>• Характеристические термодинамические функции как критерии самопроизвольного протекания химических процессов и состояния равновесия</li> <li>• Факторы, влияющие на скорость химических реакций</li> <li>• Правила работы в химической лаборатории</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рассчитывать изменения термодинамических параметров в различных процессах и системах</li> <li>• Обращаться с химическими реактивами и лабораторной посудой</li> <li>• Разбираться в описании лабораторных методик</li> <li>• Измерять физико-химические параметры растворов, смесей и гетерогенных систем</li> <li>• Планировать учебно-исследовательский эксперимент на основе овладения основными приемами техники работы в лаборатории</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Физико – химическими методами анализа веществ, образующих истинные растворы, микрогетерогенные и гетерогенные системы</li> <li>• Методами определения физико-химических характеристик, необходимых для расчета важнейших термодинамических функций химических процессов</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Способами изменения и контроля скорости физико-химических процессов</li> <li>• Методами интерпретации полученных данных</li> <li>• Навыками поиска литературных источников и работы с учебной и научной литературой</li> <li>• Навыками работы в лаборатории</li> </ul>
--	--	--

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Физическая и коллоидная химия» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: проблемные лекции, работа в малых группах, мозговой штурм, решение исследовательских задач, индивидуальная работа.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

Теоретическая часть курса включает в себя лекционный курс в объеме 18 час.

### **Раздел 1. Предмет физической химии. Основы химической термодинамики (4 час)**

**Введение.** Предмет и содержание физической химии. Значение физической химии для подготовки специалистов в области биохимии, роль дисциплины в решении насущных экологических проблем.

#### **Тема 1. Введение. Основы химической термодинамики (2 часа)**

Предмет и содержание физической и коллоидной химии. Значение дисциплины для подготовки специалистов в области биохимии, ее роль в решении насущных экологических проблем.

Основные понятия химической термодинамики, первое начало. Внутренняя энергия и энтальпия. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Термохимические расчеты. Калориметрия.

Второе начало термодинамики. Термодинамические обратимые и необратимые процессы. Энтропия и термодинамическая вероятность состояния системы.

Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Максимальная работа процесса. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Понятие о химическом потенциале. Термодинамические факторы, определяющие направление процесса. Второе начало в открытых системах и в живых организмах.

### **Тема 2. Химическое равновесие (2 часа)**

Константа равновесия, способы ее выражения и расчета. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Химическое равновесие в гетерогенных системах. Изменение константы равновесия с температурой. Уравнение изохоры и изобары Вант-Гоффа. Принцип смещения равновесия Ле Шателье как следствие второго начала термодинамики.

## **Раздел 2. Фазовые равновесия и растворы. Коллигативные свойства растворов (3 часа)**

### **Тема 1. Фазовые равновесия (2 часа)**

Правило фаз Гиббса. Анализ фазовой диаграммы состояния воды. Давление насыщенного пара над раствором. Законы Рауля. Эбуллиоскопия, криоскопия и их применение. Диффузия и осмос в растворах. Обратный осмос. Значение осмотического давления для биологических процессов.

### **Тема 2. Взаимная растворимость жидкостей (1 час)**

Первый закон Коновалова. Дистилляция двойных смесей. Ректификация. Второй закон Коновалова. Азеотропные смеси, их применение и методы разделения азеотропных смесей. Ограниченно растворимые жидкости. Перегонка с водяным паром.

Закон распределения Нернста-Шилова. Экстракция и факторы, влияющие на степень экстрагирования. Растворы газов в жидкостях.

### **Раздел 3. Электрохимия (3 час)**

#### **Тема 1. Растворы электролитов (1 час)**

Причины отклонения от законов Рауля и Вант-Гоффа в растворах сильных электролитов. Изотонический коэффициент. Закон разбавления Оствальда для слабых электролитов. Основные положения теории растворов сильных электролитов Дебая и Гюккеля. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора. Расчет среднего значения коэффициента активности.

Удельная и эквивалентная электропроводность. Кондуктометрия и ее применение.

#### **Тема 2. Электродные потенциалы и ЭДС (2 часа)**

Электродные потенциалы и ЭДС. Контактный и диффузионный потенциалы в гальванической цепи. Механизм возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности. Строение ДЭС. Факторы, влияющие на величину и знак электродного потенциала.

Измерение электродного потенциала. Стандартный водородный электрод. Ряд стандартных электродных потенциалов и выводы из него. Уравнение Нернста для электродного потенциала.

Типы электрохимических цепей. Схемы и принцип работы химических, концентрационных и окислительно-восстановительных цепей, расчет ЭДС.

Классификация электродов. Электроды 1-го, 2-го и 3-го родов. Стандартные и индикаторные электроды. Хлорсеребряный, стеклянный и ионселективные электроды, их применение.

### **Раздел 4. Химическая кинетика и катализ (4 часа)**

#### **Тема 1. Формальная кинетика (2 часа)**

Предмет химической кинетики. Скорость реакции (средняя и истинная) и факторы, влияющие на нее. Зависимость скорости реакции от концентрации, закон действующих масс (ЗДМ). Константа скорости. Особенности применения ЗДМ для гетерогенных процессов. Кинетическая

классификация реакций по молекулярности и порядку. Период полупревращения, его связь с константой скорости.

## **Тема 2. Механизмы химических реакций (2 часа)**

Зависимость скорости реакции от температуры. Теория активных соударений молекул. Энергия активации, способы ее вычисления. Анализ уравнения Аррениуса. Основы теории активированного комплекса. Уравнения Эйринга. Особенности кинетики гетерогенных процессов. Диффузионная и кинетическая область процесса.

Сложные реакции. Параллельные, последовательные, обратимые, сопряженные и колебательные реакции. Стадийное протекание процесса и понятие лимитирующей стадии. Цепные реакции. Цепные реакции в химии живых систем и в технологии. Фотохимические реакции. Закон эквивалентности Эйнштейна. Квантовый выход. Химическое воздействие излучений высоких энергий.

## **Тема 3. Катализ (2 часа)**

Лекция проводится с использованием МАО в виде круглого стола.

Положительный, отрицательный катализ и автокатализ. Общие принципы катализа. Специфичность и селективность катализатора. Влияние катализаторов на энергию активации. Гомогенный, гетерогенный и микрогетерогенный катализ. Примеры процессов катализа в химии живых систем и в технологии.

Ферментативный катализ, его особенности. Влияние внешних условий на ферментативные процессы. Ферменты в химии живых систем и в технологии.

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

### **Тема 1. Особенности свойств высокодисперсных систем (2 час)**

Особенности коллоидного состояния вещества. Классификация дисперсных систем (ДС) по степени дисперсности, агрегатному состоянию фазы и среды и межфазовому взаимодействию. Понятие удельной поверхности.



Мицеллярная теория строения частиц лиофобных зольей. Правило Панета-Фаянса. Схема строения и формула мицеллы.

Методы получения ДС, роль стабилизаторов. Явление пептизации.

Диализ, электродиализ и ультрафильтрация как методы очистки ДС, их роль в технологии. Гемодиализ.

## **Тема 2. Поверхностные явления. Адсорбция (2 час)**

Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Виды сорбции, природа сорбционных сил.

Изотерма моно- и полимолекулярной адсорбции. Уравнение Фрейндлиха.

Уравнение мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра и его анализ.

Теплота адсорбции. Влияние температуры на адсорбционное равновесие.

Процессы адсорбции в химии живых систем и в технологии.

Адсорбция на границе жидкость-газ. Фундаментальное уравнение Гиббса и его анализ.

Поверхностная активность, поверхностно-активные вещества (ПАВ) в химии живых систем и в технологии.

Адсорбция на границе твердое тело- жидкость. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Гидрофильные и гидрофобные поверхности.

Адгезия, смачивание. Работа адгезии и когезии. Влияние ПАВ на смачивание. Эффект адсорбционного понижения прочности Ребиндера.

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

Практическая часть курса включает в себя лабораторные работы в объеме 18 часа и практические работы в объеме 18 час. Интерактивные методы, применяемый на лабораторном практикуме и практических работах: работа в малых группах, мозговой штурм, решение исследовательских задач, индивидуальная работа.

## **Практические занятия по физической и коллоидной химии (18 час)**

1. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Теплоты образования и сгорания веществ. Термохимические расчеты.  
Второе начало термодинамики. Термодинамические обратимые и необратимые процессы. Энтропия и термодинамическая вероятность состояния системы. Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Понятие о химическом потенциале. Термодинамические факторы, определяющие направление процесса (2 часа).
2. Химическое равновесие. Константа равновесия, способы ее выражения и расчета. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Химическое равновесие в гетерогенных системах. Изменение константы равновесия с температурой. Уравнение изохоры и изобары Вант-Гоффа. Принцип смещения равновесия Ле Шателье как следствие второго начала термодинамики (2 часа).
3. Термодинамические расчеты возможности и направления химических и физико-химических процессов. Рубежный контроль - контрольная работа №1) (2 часа).
4. Правило фаз Гиббса. Анализ фазовой диаграммы состояния воды. Давление насыщенного пара над раствором. Законы Рауля. Эбуллиоскопия, криоскопия и их применение. Диффузия и осмос в растворах. Обратный осмос. Значение осмотического давления для биологических и технологических процессов.

Законы Коновалова. Дистилляция двойных смесей. Ректификация. Азеотропные смеси, их применение и методы разделения азеотропных смесей. Перегонка с водяным паром (вопросы к лаб. работе №1).

Закон распределения Нернста-Шилова. Экстракция и факторы, влияющие на степень экстрагирования (2 часа).

5. Электродные потенциалы и ЭДС. Контактный и диффузионный потенциалы в гальванической цепи. Механизм возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности. Строение ДЭС. Факторы, влияющие на величину и знак электродного потенциала.

Измерение электродного потенциала. Стандартный водородный электрод. Ряд стандартных электродных потенциалов и выводы из него. Уравнение Нернста для электродного потенциала. Типы электрохимических цепей. Схемы и принцип работы химических, концентрационных и окислительно-восстановительных цепей, расчет ЭДС. Методы измерения ЭДС (2 часа).

6. Электродные потенциалы и ЭДС. Рубежный контроль- контрольная работа № 2 (2 часа).

7. Скорость реакции (средняя и истинная) и факторы, влияющие на нее. Зависимость скорости реакции от концентрации, закон действующих масс (ЗДМ). Константа скорости. Кинетическая классификация реакций по молекулярности и порядку.

Зависимость скорости реакции от температуры. Теория активных соударений молекул. Энергия активации, способы ее вычисления. Анализ уравнения Аррениуса (2 часа).

8. Расчет энергии активации и констант скоростей химических реакций. Рубежный контроль- контрольная работа №3 (2 часа).

9. Общие принципы катализа. Специфичность и селективность катализатора. Влияние катализаторов на энергию активации. Гомогенный, гетерогенный и микрогетерогенный катализ. Ферментативный катализ, его особенности. Влияние внешних условий на ферментативные процессы. Занятие проводится с использованием МАО, студенты выступают с докладами и презентациями (2 часа).

## **Лабораторные работы**

### **по физической и коллоидной химии (18 часов)**

**Лабораторная работа № 1.** Перегонка бинарных смесей. Построение и анализ диаграммы кипения бинарной смеси (4 часа).

**Цель:** познакомиться с лабораторной установкой и освоить технику перегонки бинарной смеси, научиться определять содержание компонентов рефрактометрическим методом. Построить и проанализировать диаграмму кипения системы, используя законы Коновалова.

**Лабораторная работа № 2.** Кондуктометрическое определение концентрации раствора хлорида натрия (4 час).

**Цель:** познакомиться с кондуктометрическим методом определения концентрации электролитов в растворах с помощью построенного калибровочного графика. Определить солесодержание морской воды.

**Лабораторная работа № 3.** Получение и очистка коллоидных растворов (4 час).

**Цель:** познакомиться с конденсационными и дисперсионными методами получения золей, их свойствами, явлением коагуляции; провести очистку золя методом диализа.

**Лабораторная работа № 4** Адсорбция уксусной кислоты на угле (4 час)

**Цель:** провести адсорбцию уксусной кислоты на поверхности активированного угля, рассчитать величину удельной адсорбции и построить изотерму адсорбции. Рассмотреть применимость уравнений Фрейндлиха и Ленгмюра к полученным результатам.

### **Лабораторная работа № 5. Ферментативный катализ**

Работа проводится с использованием МАО: Студенты представляют презентации и сообщения по ферментативному катализу (2 час).

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Химическая термодинамика	ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Разноуровневые задачи и задания.	
			владеет	Разноуровневые задачи и задания Контрольная работа №1 (ПР-2)	
2	Раздел 2. Фазовые равновесия.	ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	

	Коллигативные свойства растворов		умеет	Лабораторная работа (ПР-6)	
			владеет	Разноуровневые задачи и задания	
3	Раздел 3. Электрохимия		знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Лабораторная работа (ПР- 6)	
			владеет	Контрольная работа №2 (ПР-6)	
4	Раздел 4. Химическая кинетика и катализ	ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Контрольная работа №3 (ПР-6)	
			владеет	(УО-4)	
5	Раздел 5. Поверхностные явления и дисперсные системы	ОПК-5	знает	Собеседование (УО-1)	
			умеет	Разноуровневые задачи и задания	Тестирование ПР-1
			владеет	УО-3, Лабораторные работы (ПР-6)	Экзаменационны вопросы в Приложении 2

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Харитонов Ю.Я. Физическая химия: учебник - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 608 с. [http://artlib.osu.ru/web/books/content\\_all/3042.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/content_all/3042.pdf)
2. Беляев А.П., Кучук В.И. Физическая и коллоидная химия : учебник - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014.-752с.

3. **Физическая химия** [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.И. Грызунов, И.Р. Кузеев, Е.В. Пояркова, В.И. Полухина, Е.Б. Шабловская, Е.Ю. Приймак, Н.В. Фирсова. - 2-е изд., стер. - М. : ФЛИНТА, 2014. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976519633.html>
4. **Физическая химия**. Том 1. Общая и химическая термодинамика : учебник / А.Я. Борщевский. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 606 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znanium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/19870](http://www.dx.doi.org/10.12737/19870). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/543133>
5. **Физическая химия** [Электронный ресурс] : учебник / Харитонов Ю.Я. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970423905.html>
6. **Физическая химия** : учеб. пособие / Д.П. Зарубин. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 474 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znanium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/20894](http://www.dx.doi.org/10.12737/20894). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/469097>
7. **Коллоидная химия** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.С. Романенко, Н.Н. Францева, Ю.А. Безгина, Е.В. Волосова. – Ставрополь: Параграф, 2013. – 52 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514197> - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/514197>
8. Салищева, О.В. Коллоидная химия [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.В. Салищева, Ю.В. Тарасова, Н.Е. Молдагулов. — Электрон. дан. — Кемерово : КемГУ, 2017. — 112 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102693>.

### Дополнительная:

1. "Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс] / "А. П. Беляев, В. И. Кучук; под ред. А. П. Беляева" - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014." Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970427668.html>
2. Родин, В.В. **Физическая и коллоидная химия**[Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Родин, Э.В. Горчаков, В.А. Оробец. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2013. – 156 с. - ISBN 978-5-9596-0938-2. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/515033>
3. Физическая и коллоидная химия [Электронный ресурс]: учебник / Под ред. А.П. Беляева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970422069.html>

Информационное обеспечение осуществляется такими системами, как:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Научная библиотека ДВФУ <http://www.dvfu.ru/web/library/nb1>
3. Электронно-библиотечная система <http://znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система <http://e.lanbook.com/>
5. Студенческая электронная библиотека <http://www.studentlibrary.ru/>

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Мультимедийная аудитория г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус М	– Microsoft Office Professional Plus 2010; – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);



	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</li> <li>– ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов;</li> <li>– Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</li> <li>– ESET Endpoint Security - комплексная защита рабочих станций на базе ОС Windows. Поддержка виртуализации + новые технологии;</li> <li>– WinDjView 2.0.2 - программа для распознавания и просмотра файлов с одноименным форматом DJV и DjVu;</li> <li>– Auslogics Disk Defrag - программа для оптимизации ПК и тонкой настройки операционной системы</li> </ul>
--	---

### **Рекомендации по планированию и организации времени, отводимого на изучение дисциплины**

Время, отведённое на самостоятельную работу, должно быть использовано обучающимся планомерно в течение семестра.

Планирование – важнейшая черта человеческой деятельности. Для организации учебной деятельности эффективным вариантом является использование средств, напоминающих о стоящих перед вами задачах, и их последовательности выполнения. В роли таких средств могут быть IT-технологии (смартфоны, планшеты, компьютеры и т.п.), имеющие приложения/программы по организации распорядка дня/месяца/года и сигнализирующих о важных событиях, например, о выполнении заданий по конкретному разделу дисциплины.

Рекомендуется выбрать день/дни недели для регулярной подготовки по дисциплине, это позволит морально настроиться на выполнение поставленных задач, подготовиться к ним и выработать правила выполнения для них, например, сначала проработка материала лекций, чтение первоисточников, затем выделение и фиксирование основных идей. Рекомендуемое среднее время два часа на одно занятие.

### **Описание последовательности действий обучающихся при изучении дисциплины**

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает на занятиях и дома разделы лекционного курса, готовится к практическим

занятиям, проходит контрольные точки текущей аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (собеседование, тестирование, контрольные работы и др.).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Внимательное чтение рабочей программы учебной дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов). В ней содержится перечень контрольных испытаний для всех разделов и тем, включая экзамен; указаны сроки сдачи заданий, предусмотренных учебной программой курса дисциплины «органическая химия».

2. Неотъемлемой составной частью освоения курса является посещение лекций и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка, включающая чтение предыдущей лекции, работу с учебниками.

3. Регулярная подготовка к практическим занятиям и активная работа на них, включающая:

- повторение материала лекции по теме;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями по подготовке к занятию;
- посещение консультаций с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к практическим занятиям.

4. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины.

#### **Подготовка к лекционным и практическим занятиям**

При подготовке к лекционным и практическим занятиям рекомендуется пользоваться материалами лекций, рекомендованной литературой и ресурсами интернет. Вопросы, которые вызывают затруднение при подготовке, должны быть заранее сформулированы и озвучены во время занятий в аудитории для дополнительного разъяснения преподавателем. Ответы, выносимые на обсуждение, должны быть тщательно

подготовлены и по ним составлена схема (план), которой студент пользуется на занятии. При ответе надо логически грамотно выражать и обосновывать свою точку зрения, свободно оперировать понятиями и категориями. При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса.

### **Подготовка к зачету и экзамену**

В процессе подготовки к зачету и экзамену, следует ликвидировать имеющиеся пробелы в знаниях, углубить, систематизировать и упорядочить знания. Особое внимание следует уделить организации подготовки к зачету и экзамену. Наличие полных собственных конспектов лекций является необходимым условием успешной сдачи экзамена. Если пропущена какая-либо лекция, необходимо ее восстановить, обдумать, устранить возникшие вопросы, чтобы запоминание материала было осознанным. Следует помнить, что при подготовке к зачету и экзамену вначале надо просмотреть материал по всем вопросам сдаваемой дисциплины, далее отметить для себя наиболее трудные вопросы и обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Реализация дисциплины требует наличие специализированной лекционной аудитории, оснащённой мультимедийным оборудованием, а также справочными материалами и раздаточный учебно-методический материал. Для проведения лабораторного практикума необходимо наличие химической лаборатории, оснащенной необходимым оборудованием, химической посудой и реактивами.

Наименование оборудованных помещений	Перечень основного оборудования
<p>Мультимедийная аудитория г.Владивосток, о.Русский п Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М420 Площадь 74,6 м<sup>2</sup></p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK с Источником бесперебойного питания Powercom SKP-1000A; Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; Микрофонная петличная радиосистема УВЧ диапазона Sennheiser EW 122 G3 в составе беспроводного микрофона и приемника; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; Сетевой контроллер управления Extron IPL T S4; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).</p>
<p>Химическая лаборатория Владивосток, о.Русский п Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М315</p>	<p>Кондуктометр, рН-метры, поляриметр, спектофотометр, рефрактометр, химическая посуда, установка для</p>

	перегонки, аналитические весы, сушильный шкаф, электроплитки
--	--

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Реализация дисциплины требует наличие специализированной лекционной аудитории, оснащённой мультимедийным оборудованием, а также справочными материалами и раздаточный учебно-методический материал. Для проведения лабораторного практикума необходимо наличие химической лаборатории, оснащенной необходимым оборудованием, химической посудой и реактивами.

Наименование оборудованных помещений	Перечень основного оборудования
Мультимедийная аудитория г. Владивосток, о. Русский п Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М420 Площадь 74,6 м <sup>2</sup>	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK с Источником бесперебойного питания Powercom SKP-1000A; Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; Микрофонная петличная радиосистема УВЧ диапазона Sennheiser EW 122 G3 в составе беспроводного микрофона и приемника; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; Сетевой контроллер управления Extron IPL T S4; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
Химическая лаборатория Владивосток, о. Русский п Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М315	Кондуктометр, рН-метры, поляриметр, спектофотометр, рефрактометр, химическая посуда, установка для перегонки, аналитические весы, сушильный шкаф, электроплитки

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.</p> <p>Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>
<p>Аудитория для самостоятельной работы студентов</p> <p>г. Владивосток, о. Русский п. Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М621 Площадь 44.5 м<sup>2</sup></p>	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK 19.5" Intel Core i3-4160T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB)500GB Windows Seven Enterprise - 17 штук; Проводная сеть ЛВС – Cisco 800 series; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).</p>

Приложение 1 к рабочей программе учебной дисциплины



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

---

---

**ШКОЛА БИМЕДИЦИНЫ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**Физическая и коллоидная химия**  
Направление подготовки 30.05.01 Медицинская биохимия  
Форма подготовки очная

**Владивосток**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

### «Физическая и коллоидная химия»

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Форма контроля
1	1 неделя (4 семестр, 2курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 1	Вводное тестирование
2	2 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 1	Опрос перед началом занятия. (Часть 1.Раздел 1. Вопросы 1-8) Защита лабораторных работ Контрольная работа №1
3	3 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 1	
4	4 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 2	
5	5 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 2	
6	6 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по теме 2	Опрос перед началом занятия (Часть 1.Раздел 2. Вопросы 10-16) Защита лабораторных работ Контрольная работа №2
7	7 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам раздела 3	
8	8 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам раздела 3	
9	9 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам раздела 3	
10	10 неделя	Самостоятельная работа с конспектом и	



	(4 семестр, 2 курс)	литературой по темам раздела 3		
11	11 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам раздела 4	Опрос перед началом занятия (Часть 1.Раздел 2. Вопросы 10-16).	
12	12 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам раздела 4	Опрос перед началом занятия (Часть 1.Раздел 4 Вопросы 17-27). Защита лабораторных работ Контрольная работа №3 Опрос перед началом занятия (Часть 1.Раздел 4. Вопросы 24-33).  Тестирование	
13	13 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам раздела 4		
14	14 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам раздела 5		
15	15 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам раздела 5		
16	16 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам раздела 5		
17	17 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам раздела 5		
18	18 неделя (4 семестр, 2 курс)	Самостоятельная работа с конспектом и литературой по темам разделов 1-5		Экзамен

Результаты подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполнении контрольных работ, тестовых заданий и др. форм текущего контроля.

Для реализации самостоятельной работы созданы следующие условия:

1. Студенты обеспечены информационными ресурсами (учебниками, справочникам, учебными пособиями);
2. Для проведения практических и лабораторных занятий по предмету имеются методические пособия. Студент имеет возможность заранее (с опережением) подготовиться к занятию, ответить на

контролирующие вопросы, и обратиться за помощью к преподавателю в случае необходимости.

3. Разработаны контролирующие материалы в виде самостоятельных работ и в тестовой форме, позволяющие оперативно оценить уровень подготовки студентов.

4. Организованы еженедельные консультации.

Самостоятельная работа включает в себя:

1. Подготовку к практическим занятиям;
2. Подготовку к контрольным работам;
3. Подготовку к лабораторным работам;
4. Подготовку к экзамену

#### **Вопросы для самостоятельной подготовки по «Физической и коллоидной химии»**

1. Предмет и содержание дисциплины «Физическая химия», основные разделы. Значение дисциплины для медицинской биохимии и охраны окружающей среды.
2. Основные понятия химической термодинамики, первое начало. Внутренняя энергия и энтальпия. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Термохимические расчеты.
3. Типы калориметров. Определение энергетической ценности пищевых продуктов и топлива.
4. Зависимость теплового эффекта от температуры, закон Кирхгофа.
5. Второе начало термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность системы.
6. Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Химический потенциал. Термодинамические факторы, определяющие направление процесса. Второе начало в открытых системах и в живых организмах.

7. Химическое равновесие. Константа равновесия. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Химическое равновесие в гетерогенных системах.
8. Изменение константы равновесия с температурой. Уравнение изотермы, изохоры и изобары Вант-Гоффа. Принцип смещения равновесия Ле Шателье.
9. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса и его применение. Анализ фазовой диаграммы состояния воды.
10. Законы Рауля. Эбуллиоскопия и криоскопия и их применение.
11. Диффузия и осмос в растворах. Обратный осмос. Значение осмотического давления для биологических и технологических процессов.
12. Взаимная растворимость жидкостей. Первый закон Коновалова. Дистилляция двойных смесей. Ректификация.
13. Второй закон Коновалова. Азеотропные смеси, их применение и методы разделения.
14. Ограниченно растворимые жидкости. Перегонка с водяным паром.
15. Закон распределения Нернста-Шилова. Экстракция и факторы, влияющие на степень экстрагирования. Процессы экстракции в биотехнологии и в медицине.
16. Растворы электролитов. Причины отклонения от законов Рауля и Вант-Гоффа в растворах сильных электролитов. Изотонический коэффициент. Слабые электролиты. Закон разбавления Оствальда.
17. Основные положения теории растворов сильных электролитов Дебая и Гюккеля. Ионная атмосфера, эффекты торможения ионов. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора. Расчет среднего значения коэффициента активности.
18. Электропроводность растворов электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Закон независимого движения ионов Кольрауша. Методы определения электропроводности. Кондуктометрия и ее применение.

19. Электродные потенциалы и ЭДС. Контактный, диффузионный и электродный потенциалы в гальванической цепи.

20. Механизм возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности. Строение ДЭС. Факторы, влияющие на величину и знак электродного потенциала.

21. Измерение электродного потенциала. Стандартный водородный электрод. Ряд стандартных электродных потенциалов и выводы из него.

22. Уравнение Нернста для расчета электродного потенциала.

23. Типы электрохимических (гальванических) цепей. Принцип работы и схемы химических, концентрационных и окислительно-восстановительных цепей, расчет ЭДС.

24. Классификация электродов. Электроды 1-го, 2-го и 3-го родов. Стандартные и индикаторные электроды. Примеры.

25. Химическая кинетика. Скорость реакции (средняя и истинная). Факторы, влияющие на скорость реакции.

26. Зависимость скорости реакции от концентрации. Закон действующих масс (ЗДМ). Константа скорости. Особенность применения ЗДМ для гетерогенных процессов.

27. Кинетическая классификация реакций по молекулярности и порядку. Реакции нулевого, первого и второго порядков. Период полупревращения.

28. Зависимость скорости реакции от температуры. Теория активных соударений молекул (ТАС). Энергия активации. Анализ уравнения Аррениуса. Основы теории активированного комплекса (ТАК).

29. Особенности кинетики гетерогенных процессов.

30. Сложные реакции. Параллельные, последовательные, обратимые, сопряженные и колебательные реакции.

31. Цепные и фотохимические процессы. Анализ диаграммы цепной реакции. Цепные реакции в технологии.

32. Катализ. Общие принципы катализа. Гомогенный, гетерогенный и микрогетерогенный катализ.

33. Особенности гомогенного и гетерогенного катализа. Ферментативный катализ в химии живого и в медицине.

Особенности коллоидного состояния вещества. Классификация дисперсных систем (ДС) по степени дисперсности, агрегатному состоянию фазы и среды и межфазовому взаимодействию. Понятие удельной поверхности.

34. Особенности коллоидного состояния вещества. Классификация дисперсных систем (ДС) по степени дисперсности, агрегатному состоянию фазы и среды и межфазовому взаимодействию. Понятие удельной поверхности.

34. Мицеллярная теория строения частиц лиофобных зольей. Правило Панета-Фаянса. Схема строения и формула мицеллы.

Методы получения ДС, роль стабилизаторов. Явление пептизации.

Диализ, электродиализ и ультрафильтрация как методы очистки ДС, их роль в технологии. Гемодиализ.

35. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Виды сорбции, природа сорбционных сил.

Изотерма моно- и полимолекулярной адсорбции. Уравнение Фрейндлиха.

Уравнение мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра и его анализ.

Теплота адсорбции. Влияние температуры на адсорбционное равновесие.

Процессы адсорбции в химии живых систем и в технологии.

Адсорбция на границе жидкость-газ. Фундаментальное уравнение Гиббса и его анализ.

Поверхностная активность, поверхностно-активные вещества (ПАВ) в химии живых систем и в технологии.

Адсорбция на границе твердое тело- жидкость. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Гидрофильные и гидрофобные поверхности.

Адгезия, смачивание. Работа адгезии и когезии. Влияние ПАВ на смачивание. Эффект адсорбционного понижения прочности Ребиндера.

35. Особенности оптических, молекулярно-кинетических и электрических свойств высокодисперсных систем.

Рассеяние и поглощение света в высокодисперсных системах. Эффект Фарадея-Тиндаля, явление опалесценции. Уравнение Рэлея и его анализ. Оптические методы анализа золей.

Броуновское движение и его молекулярно-кинетическая природа. Уравнение Эйнштейна-Смолуховского. Особенности диффузии и осмоса в золях. Мембранные методы в пищевой технологии.

Седиментационно-диффузное равновесие в высокодисперсных системах. Уравнение Лапласа-Перрена и его анализ. Ультрацентрифугирование.

Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности. Электрокинетический (дзета-) потенциал как часть термодинамического потенциала. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы течения и оседания. Практическое использование электрокинетических явлений.

36. Агрегативная и кинетическая устойчивость золей. Явление коагуляции. Способы коагуляции, правило порога коагуляции Шульце-Гарди. Особые случаи коагуляции. Процессы коагуляции в живом организме и в окружающей среде.

37. Особенности свойств микрогетерогенных систем. Микрогетерогенные системы и методы их получения. Суспензии, факторы их агрегативной устойчивости. Свойства паст.

Эмульсии, их классификация, способы получения. Обращение фаз в эмульсиях. Коалесценция. Процессы эмульгирования в химии живого и в пищевой технологии. Методы разрушения эмульсий.

Пены. Факторы, влияющие на их устойчивость пен, их стабилизация и разрушение. Оценка качества пен. Пены в технологии. Использование флотации.

Аэрозоли (дымы, туманы, биоаэрозоли). Электрические и оптические свойства; факторы стабилизации и разрушения аэрозолей. Очистка газов в электрофильтрах

38. Особенности свойств растворов ВМС. Взаимодействие ВМС с растворителем, термодинамика и кинетика процессов набухания и растворения. Степень набухания. Контракция. Теплота и давление набухания. Процессы набухания в химии живого и в пищевой технологии.

Нарушение устойчивости в растворах ВМС. Высаливание. Лиотропные ряды ионов. Явление микрокапсулирования и его использование.

Защитное действие ВМС. Защитные числа. Биологическое значение коллоидной защиты.

Физико-химические свойства белков. Свободная и связанная вода в биополимерах. Свойства белков в ИЭТ. Определение молярной массы полимеров.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Большая часть учебного материала должна быть проработана студентом самостоятельно, вне аудиторных занятий. Самостоятельная работа студентов является неотъемлемой составной частью процесса подготовки специалистов.

Под самостоятельной работой студента понимается часть учебной планируемой работы, которая выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, без его непосредственного участия. Самостоятельная работа направлена на усвоение системы научных и профессиональных знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта самостоятельной творческой деятельности.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к лабораторным работам, подготовку к контрольным мероприятиям,

### **Критерии оценки самостоятельной работы**

По теме для самостоятельного изучения студенты опрашиваются устно, выполняют письменные контрольные работы, оцениваются по пятибалльной системе.

**Оценка «Отлично»**

- А) Задание выполнено полностью.
- Б) Отчет/ответ составлен грамотно.
- В) Ответы на вопросы полные и грамотные.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

**Оценка «Хорошо»**

- А), Б) - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан и усвоен.

**Оценка «Удовлетворительно»**

- А), Б - те же, что и при оценке «Отлично».
- В) Неточности в ответах на вопросы, которые не всегда исправляются после уточняющих вопросов.
- Г) Материал понят, осознан, но усвоен не достаточно полно.

**Оценка «Неудовлетворительно»**

- А) Программа не выполнена полностью.
- Б) Устный отчет и ответы на вопросы не полные и не грамотные.
- В) Материал не понят, не осознан и не усвоен.



Приложение 2 к рабочей программе учебной дисциплины



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

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»**

**Направление подготовки 30.05.01 Медицинская биохимия**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2016**

# 1. Паспорт оценочных средств по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»

## I. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Физическая и коллоидная химия»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
<p>ОПК-5 готовность использовать основные физико-химические, математические и иные естественно научные понятия и методы при решении профессиональных</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>Знает теоретические основы физической и коллоидной химии.</p>	<p>Знание закономерностей протекания химических и физико-химических процессов</p>	<p>Способность сформулировать и объяснить возможность, направление и пределы протекания процессов.</p>	<p>61-75</p>
<p>Знает основы химической термодинамики и способы расчета химического и фазового равновесия.</p>		<p>Знание закономерностей протекания процессов в растворах как неэлектролитов, так и электролитов.</p>	<p>Способность управлять скоростью химических и физико-химических процессов.</p>		
<p>Знает основы химической кинетики.</p>		<p>Знание основ теории протекания процессов в растворах как неэлектролитов, так и электролитов.</p>	<p>Способность идентифицировать определенные вещества, предлагаемые в лабораторном практикуме, используя соответствующие методы и приборы</p>		
<p>Знает основы теории равновесных и неравновесных электродных процессов.</p>		<p>Знание основ теории электрохимических процессов.</p>			
<p>Знает особенности свойств веществ различной степени</p>		<p>Знает</p>	<p>Знает правила работы в химической</p>		

		дисперсности  Знает правила техники безопасности при работе в химической лаборатории	механизмы физико-химических процессов, протекающих в различных системах	лаборатории	
	умеет (продвинутый)	<p>Умеет применять полученные знания для решения теоретических и практических задач</p> <p>Умеет ставить учебно-исследовательский эксперимент на основе овладения основными приемами техники работ в лаборатории.</p> <p>Умеет описывать механизмы реакций в общем виде и применительно к конкретным реакциям.</p> <p>Умеет ставить учебно-исследовательск</p>	<p>Умеет планировать и проводить химический эксперимент.</p> <p>Способен предложить условия реакции, чтобы она проходила в заданном направлении.</p> <p>Умеет ставить учебно-исследовательский эксперимент на основе овладения основными приемами техники работ в лаборатории.</p> <p>Умеет определять и предсказывать химические и физические</p>	<p>Способность описать термодинамические и кинетические характеристики процесса.</p> <p>Умеет пользоваться химической посудой, разбираться в описании лабораторных методик и воспроизводить их</p> <p>Умеет собирать установки для проведения соответствующих лабораторных работ и пользоваться необходимыми приборами.</p> <p>Способен описывать механизмы реакций и процессов в общем виде и</p>	76-85

		ий эксперимент на основе овладения основными приемами техники работ в лаборатории.	свойства продуктов реакции.  Способен предложить условия реакции, с тем, чтобы она проходила в заданном направлении  Умеет ставить учебно-исследовательский эксперимент на основе овладения основными приемами техники работ в лаборатории.	применительно к конкретным условиям.	
	владеет (высокий)	Владеет навыками прогнозировать направление реакции, исходя из термодинамических параметров	Владеет навыками прогнозировать направление реакции, исходя из состава системы и структуры веществ.  Владеет химическими, оптическими, электрохимическими и другими методами для установления структуры вещества и	Способен на основе химической формулы предсказать реакции, в которые может вступить данное соединение  Способен установить структуру веществ, состав и свойства составляющих систему веществ на основе качественных реакций и использования	86-100

			состава системы.	физико-химических методов.	
--	--	--	------------------	----------------------------	--

### **Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной

- 1. Экзамен** (Средство промежуточного контроля) – вопросы к экзамену

#### **Вопросы к экзамену (2 курс, 4 семестр)**

1. Предмет и содержание «Физической и коллоидной химии», основные разделы. Значение дисциплины для медицинской биохимии и охраны окружающей среды.
2. Основные понятия химической термодинамики, первое начало. Внутренняя энергия и энтальпия. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Термохимические расчеты.
3. Типы калориметров. Определение энергетической ценности пищевых продуктов и топлива.
4. Зависимость теплового эффекта от температуры, закон Кирхгофа.
5. Второе начало термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность системы.
6. Характеристические функции и термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Химический потенциал. Термодинамические факторы, определяющие направление процесса. Второе начало в открытых системах и в живых организмах.

7. Химическое равновесие. Константа равновесия. Уравнение изотермы Вант-Гоффа. Химическое равновесие в гетерогенных системах.
8. Изменение константы равновесия с температурой. Уравнение изотермы, изохоры и изобары Вант-Гоффа. Принцип смещения равновесия Ле Шателье.
9. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса и его применение. Анализ фазовой диаграммы состояния воды.
10. Законы Рауля. Эбуллиоскопия и криоскопия и их применение.
11. Диффузия и осмос в растворах. Обратный осмос. Значение осмотического давления для биологических и технологических процессов.
12. Взаимная растворимость жидкостей. Первый закон Коновалова. Дистилляция двойных смесей. Ректификация.
13. Азеотропные смеси, их применение и методы разделения.
14. Ограниченно растворимые жидкости. Перегонка с водяным паром.
15. Закон распределения Нернста-Шилова. Экстракция и факторы, влияющие на степень экстрагирования. Процессы экстракции в технологии.
16. Растворы электролитов. Причины отклонения от законов Рауля и Вант-Гоффа в растворах сильных электролитов. Изотонический коэффициент. Слабые электролиты. Закон разбавления Оствальда.
17. Основные положения теории растворов сильных электролитов Дебая и Гюккеля. Ионная атмосфера, эффекты торможения ионов. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора. Расчет среднего значения коэффициента активности.
18. Электропроводность растворов электролитов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Закон независимого движения ионов Кольрауша. Подвижность, абсолютные скорости движения ионов и числа переноса.

19. Методы определения электропроводности. Кондуктометрия и ее применение.
20. Электродные потенциалы и ЭДС. Контактный, диффузионный и электродный потенциалы в гальванической цепи.
21. Механизм возникновения двойного электрического слоя (ДЭС) на межфазной поверхности. Строение ДЭС. Факторы, влияющие на величину и знак электродного потенциала.
22. Измерение электродного потенциала. Стандартный водородный электрод. Ряд стандартных электродных потенциалов и выводы из него.
23. Уравнение Нернста для расчета электродного потенциала.
24. Типы электрохимических (гальванических) цепей. Принцип работы и схемы химических, концентрационных и окислительно-восстановительных цепей, расчет ЭДС.
25. Классификация электродов. Электроды 1-го, 2-го и 3-го родов. Стандартные и индикаторные электроды. Примеры.
26. Хлорсеребряный, стеклянный и ионселективные электроды и их применение.
27. Химическая кинетика. Скорость реакции (средняя и истинная). Факторы, влияющие на скорость реакции.
28. Зависимость скорости реакции от концентрации. Закон действующих масс (ЗДМ). Константа скорости. Особенность применения ЗДМ для гетерогенных процессов.
29. Кинетическая классификация реакций по молекулярности и порядку. Реакции нулевого, первого и второго порядков. Период полупревращения
30. Зависимость скорости реакции от температуры. Теория активных соударений молекул (ТАС). Энергия активации. Анализ уравнения Аррениуса. Основы теории активированного комплекса (ТАК)

31. Сложные реакции. Параллельные, последовательные, обратимые, сопряженные и колебательные реакции.  
Цепные и фотохимические процессы., их роль в химии живого и в технологии.
32. Катализ. Общие принципы катализа. Гомогенный, гетерогенный и микрогетерогенный катализ. Особенности гомогенного и гетерогенного катализа. Ферментативный катализ и его применение в медицине.
33. Особенности коллоидного состояния вещества. Классификация дисперсных систем (ДС) по степени дисперсности, агрегатному состоянию фазы и среды и межфазовому взаимодействию. Понятие удельной поверхности.
34. Мицеллярная теория строения частиц лиофобных зольей. Правило Панета-Фаянса. Схема строения и формула мицеллы.
35. Методы получения ДС, роль стабилизаторов. Явление пептизации. Диализ, электродиализ и ультрафильтрация как методы очистки ДС, их роль в технологии. Гемодиализ.
36. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Виды сорбции, природа сорбционных сил.
37. Изотерма моно- и полимолекулярной адсорбции. Уравнение Фрейндлиха.  
Уравнение мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра и его анализ.  
Процессы адсорбции в химии живых систем и в технологии.
38. Адсорбция на границе жидкость-газ. Фундаментальное уравнение Гиббса и его анализ. Поверхностная активность, поверхностно-активные вещества (ПАВ) в химии живых систем и в технологии.
39. Микрогетерогенные системы (суспензии, эмульсии, пены, аэрозоли, порошки, пасты и др.), особенности их свойств. Микрогетерогенные системы в природе, их применение в медицине.



40. Особенности свойств растворов ВМС. Взаимодействие ВМС с растворителем, термодинамика и кинетика процессов набухания и растворения. Степень набухания. Контракция. Теплота и давление набухания. Процессы набухания в химии живого и в технологии

41. Нарушение устойчивости в растворах ВМС. Высаливание. Лиотропные ряды ионов. Защитное действие ВМС. Биологическое и технологическое значение коллоидной защиты.

42. Физико-химические свойства белков. Свободная и связанная вода в биополимерах. Свойства белков в ИЭТ.

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

### **Примерный перечень оценочных средств (ОС)**

#### **I. Устный опрос.**

1. Собеседование (УО-1) (Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) - Вопросы по темам/разделам дисциплины.

2. Контрольная работа (ПР-2) (Средство контроля, организованное как самостоятельная работа обучающихся по темам курса и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.) – образцы вариантов контрольных работ

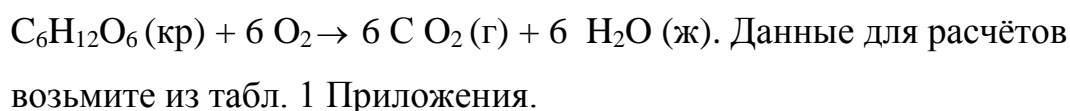
3. Коллоквиум (УО-2) Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися) - Вопросы по темам/разделам дисциплины

**Разноуровневые задачи, рекомендуемые для самостоятельной работы по «Физической и коллоидной химии»:**

1. Многие микроорганизмы, включая дрожжи, получают необходимую энергию в результате сбраживания глюкозы в этанол:



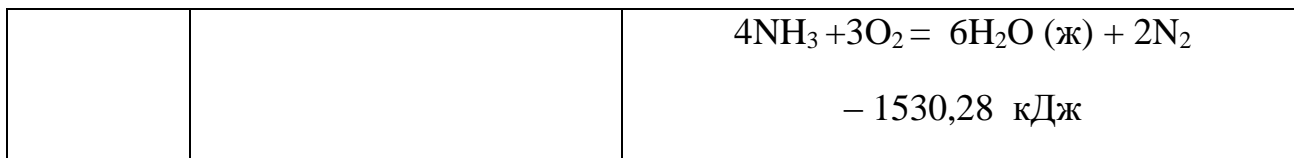
Вычислите количество теплоты  $\Delta H^0$ , которую дрожжи получают из 1 моль глюкозы. Сравните полученный результат с  $\Delta H^0$  реакции:



2. -4. Найдите тепловой эффект реакции (а), если известны тепловые эффекты реакций (б) (табл.1).

Таблица 1

Задача	Реакция (а)	Реакция (б)
2	$CH_4 + Cl_2 = CH_3Cl + HCl$	$CH_3Cl(г) + 3/2 O_2 = CO_2 + H_2O(ж) + HCl - 687,0 \text{ кДж}$ $H_2 + 1/2 O_2 = H_2O(ж) - 285,84 \text{ кДж}$ $1/2 H_2 + 1/2 Cl_2 = HCl - 92,5 \text{ кДж}$ $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O(ж) - 890,31 \text{ кДж}$
3	$2C + 2H_2 = C_2H_4$	$C_2H_4 + H_2 = C_6H_6 - 136,95 \text{ кДж}$ $C_2H_6 + 7/2 O_2 = 2CO_2 + 3H_2O(ж) - 1559,83 \text{ кДж}$ $C + O_2 = CO_2 - 393,51 \text{ кДж}$ $H_2 + 1/2 O_2 = H_2O(ж) - 285,84 \text{ кДж}$
4	$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$	$2H_2 + O_2 = 2H_2O(ж) - 571,68 \text{ кДж}$



5 – 14. Вычислите стандартную теплоту образования соединения (табл. 2) из простых веществ, если известна его теплота сгорания (см. табл. 2 Приложения) при  $T = 298\text{K}$  и  $p = 1,0133 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Принять, что продукты сгорания  $\text{CO}_2$  (г),  $\text{H}_2\text{O}$  (ж) и  $\text{N}_2$  (г). Теплоты сгорания  $\text{C}$  и  $\text{H}_2$  соответственно равны:

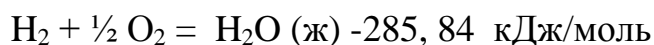
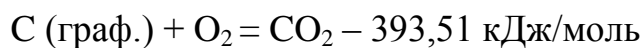


Таблица 2

Задача	Вещество	Задача	Вещество
5	$\text{C}_6\text{H}_{14}$ (г) – гексан	10	$\text{CH}_4\text{ON}_2$ (кр) – мочеви́на
6	$\text{C}_6\text{H}_6$ (ж) – бензол	11	$\text{C}_6\text{H}_7\text{N}$ (ж) – анилин
7	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ (ж) – глицерин	12	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (кр) – сахароза
8	$\text{C}_{10}\text{H}_8$ (кр) – нафталин	13	$\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$ (г) – диметиламин
9	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ (кр) – фенол	14	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ (ж) – пиридин

15 - 24. Вычислите  $\Delta G$  (энергию Гиббса) и  $\Delta F$  (энергию Гельмгольца) для следующих реакций (табл. 3). Определите, в каком направлении пойдёт реакция при стандартном давлении и 298К. При решении задач используйте данные табл. 1 Приложения.

Таблица 3

Задача	Уравнение	Задача	Уравнение
15	$\text{CaC}_2(\text{т}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$	20	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$
16	$2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$	21	$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$
17	$\text{C}_2\text{H}_6 = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$	22	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$
18	$\text{C} + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) = \text{CO} + \text{H}_2$	23	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{CO}_2 + \text{H}_2$
19	$2\text{H}_2 + \text{CO} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{г})$	24	$\text{MgCO}_3(\text{кр}) = \text{MgO}(\text{кр}) + \text{CO}_2$

25. Исходные концентрации оксида азота (II) и хлора в гомогенной системе  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow 2\text{NOCl}$  составляют соответственно 0,5 и 0,2 моль/дм<sup>3</sup>. Вычислите константу равновесия, если к моменту его наступления

26. При температуре 550<sup>0</sup>С и равновесном давлении 1 атм (101,3 кПа) степень диссоциации фосгена  $\text{COCl}_2$  на оксид углерода и хлор равна 77%. Определить значения констант равновесия  $K_p$  и  $K_c$ .

27. Какую массу сахара следует растворить в 500 см<sup>3</sup> воды, чтобы получить раствор, изотоничный морской воде с осмотическим давлением 2,7 атм при 20<sup>0</sup> С?

28. Определите, из скольких атомов состоит молекула серы, если температура кипения раствора 4,455 г серы в 50 г бензола на  $0,891^{\circ}\text{C}$  выше температуры кипения чистого бензола. Эбуллиоскопическая постоянная бензола равна  $2,60$  град/моль.

29. В каком отношении должны находиться массы воды и этанола, чтобы при их смешении получить раствор, кристаллизирующийся при  $-20^{\circ}\text{C}$ ?

Криоскопическая постоянная воды равна  $1,86$  град/моль.

30. Кровь утконоса замерзает при  $-0,51^{\circ}\text{C}$ . Принимая плотность плазмы крови равной  $1$  г/см<sup>3</sup>, рассчитайте её осмотическое давление при  $34^{\circ}\text{C}$ .

31. Водный раствор алифатического спирта, содержащий  $6,55$  г вещества в  $500$  г воды, замерзает при  $-0,53^{\circ}\text{C}$ . О каком спирте идёт речь? Какова массовая доля спирта в водном растворе, если температура его замерзания

32. При распределении фенола между водой и бензолом получены следующие данные (С в кмоль/ м<sup>3</sup>):

С в воде..... $0,0316$     $0,123$     $0,327$     $0,750$

С в бензоле..... $0,077$     $0,159$     $0,253$     $0,390$

Определите коэффициент распределения и показатель степени в формуле, описывающей закон распределения.

33. Кривая давления пара смеси воды и азотной кислоты проходит через минимум, соответствующий  $68,4\%$  (масс.) азотной кислоты. Как называется эта смесь? Каким образом будет происходить перегонка раствора, содержащего  $25\%$  кислоты? В каком случае можно будет получить безводную азотную кислоту?

34 – 37. Рассчитайте ионную силу  $J$  и средние ионные коэффициенты активности  $\gamma_{\pm}^{\pm}$  (по уравнению Дебая и Гюккеля) сильных электролитов в водных растворах (табл. 4).

Таблица 4

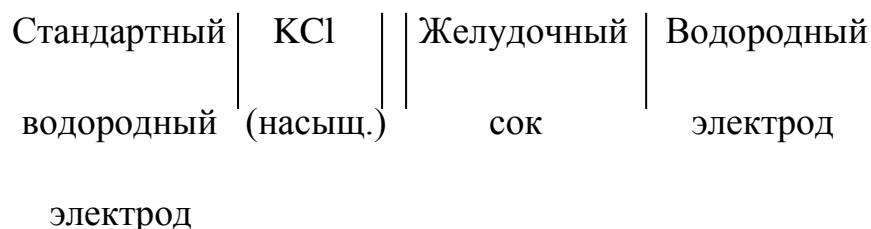
Задача	Состав раствора и концентрация, моль/кг воды
34	0,005 m CaCl <sub>2</sub>
35	0,005 m KJ и 0,001 m KNO <sub>3</sub>
36	0,01 m KClO <sub>3</sub>
37	0,002 m NaCl и 0,002 m NaClO <sub>3</sub>

38.  
Выч  
исл  
ите  
кон

центрацию ионов водорода и pH водного уксусной кислоты при 25<sup>0</sup>C, содержащей 0,1 кмоль/м<sup>3</sup>, если  $K_d = 1,80 \cdot 10^{-5}$ .

39. Электродвижущая сила элемента Якоби – Даниэля, в котором концентрации ионов меди и цинка одинаковы, при 18<sup>0</sup>C равна 1,10 В. Вычислите ЭДС цепи, в которой концентрация Cu<sup>2+</sup> равна 0,0005, а Zn<sup>2+</sup> соответственно 0,5 моль/дм<sup>3</sup>.

40. ЭДС цепи:



равна 0,082 В. Определите pH желудочного сока.

41 – 45. Приведите схему электрохимического (гальванического) элемента (табл. 5) и рассмотрите реакции на электродах. Рассчитайте значения ЭДС, максимальной электрической работы и константы равновесия процесса (условия стандартные). Значения стандартных электродных потенциалов металлов приведены в табл. 3 Приложения.

Таблица 5



48	$2\text{HI} = \text{H}_2 + \text{I}_2$	356	$8,09 \cdot 10^{-5}$	389	0,000588	374	68	2,5
49	$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	0	0,00363	86	0,0112	50	40	1,5
50	$2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$	600	83,9	640	407	620	60	2,0
51	$(\text{CH}_2)_3 \rightarrow \text{CH}_3 -$ $\text{CH} = \text{CH}_2$	560,2	0,00687	650,2	0,146	590, 2	40	1,52
52	$\text{COCl}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{Cl}_2$	382	0,5310	472	67,7	410	10	0,8

53. Введение антиоксиданта в систему изменило энергию активации процесса окисления жира на 9,6 кДж/моль при  $-7^\circ\text{C}$ . Во сколько раз (и в какую сторону) антиоксидант изменил скорость процесса?

54. Денатурация некоторого вируса является процессом первого порядка с энергией активации 630 кДж/моль, период полураспада вируса при  $30^\circ\text{C}$  равен 5 час. Чему равен период полураспада при  $50^\circ\text{C}$ ?

55. Рассчитайте, какое количество активированного угля необходимо для очистки  $500 \text{ м}^3$  сточной воды от соединений ртути с концентрацией

$0,047 \text{ мг/дм}^3$  до предельно допустимой концентрации (ПДК), равной

$0,005 \text{ мг/дм}^3$ . Удельная адсорбция ртути на угле равна  $0,016 \text{ мг/г}$ .

56. Общая поверхность альвеол легких человека составляет в среднем

$92 \text{ м}^2$ . Какое число молекул кислорода может адсорбироваться на этой поверхности, если площадь, занимаемая одной молекулой кислорода, равна  $21 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$ ? Рассчитайте величину удельной адсорбции кислорода в моль/ $\text{м}^2$ .

57--62. Привести формулу мицеллы золя, полученного при сливании водных растворов вещества А и небольшого избытка вещества В (табл. 9). Какие ионы в данном случае являются потенциалопределяющими? Как распределяются противоионы между адсорбционным и диффузионным слоями? К



какому электроду будут двигаться коллоидные частицы этого золя при электрофорезе? Произведения растворимости малорастворимых веществ приведены в табл. 10

Таблица 9

Задача	A	B
57	$\text{AgNO}_3$	$\text{K}_2\text{S}$
58	$\text{NaOH}$	$\text{Be}(\text{NO}_3)_2$
59	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$	$\text{Na}_2\text{S}$
60	$\text{K}_2\text{S}$	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
61	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Na}_3\text{PO}_4$
62	$\text{TlNO}_3$	$\text{K}_2\text{CrO}_4$

Таблица 10

Произведения растворимости малорастворимых веществ при 20°C

$\text{Ag}_2\text{S}$	$6,0 \cdot 10^{-50}$	$\text{HgS}$	$1,6 \cdot 10^{-52}$
$\text{Be}(\text{OH})_2$	$6,3 \cdot 10^{-22}$	$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$	$8,0 \cdot 10^{-43}$
$\text{Bi}_2\text{S}_3$	$1,0 \cdot 10^{-72}$	$\text{Tl}_2\text{CrO}_4$	$9,8 \cdot 10^{-13}$

63. Золь иодида серебра получен при постепенном добавлении к 20 см<sup>3</sup>

0,01 М раствора иодида калия 15 см<sup>3</sup> 0,2%-ного раствора нитрата серебра. Написать формулу мицеллы образовавшегося золя и определить направление движения его частиц в электрическом поле. Плотность раствора нитрата серебра равна единице.

64. Вычислите по уравнению седиментации диаметр частиц серы, оседающих в водной среде, при условии, что скорость оседания равна  $3,24 \cdot 10^{-6}$  м/с, а постоянная Стокса  $1,1 \cdot 10^{-2}$ ; назовите систему, к которой относится по размеру частиц данная дисперсия серы.

65. Используя уравнение седиментационно-диффузионного равновесия, рассчитайте высоту над поверхностью Земли, на которой число частиц в  $1 \text{ м}^3$  аэрозоля угольной пыли уменьшится в 4 раза, если радиус сферических частиц составляет  $10^{-8}$  м, плотность частиц –  $1,2 \text{ г/см}^3$ ; плотностью воздуха можно пренебречь.

66. При ультрамикроскопическом исследовании гидрозоля серебра в кювете площадью  $5,4 \cdot 10^{-22} \text{ м}^2$  и глубиной пучка света  $2,5 \cdot 10^{-4}$  м подсчитано

2 частицы. Рассчитать среднюю длину ребра частиц, принимая их форму за кубическую. Концентрация золя  $20 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ , плотность серебра

$10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

67. Как изменится интенсивность рассеянного света, если фруктовый сок, являющийся дисперсной системой, подвергнуть воздействию света длиной волны 430 нм и 680 нм соответственно?

68-72. При исследовании золя методом поточной ультрамикроскопии Дерягина – Власенко в объеме золя  $V \text{ м}^3$ , протекшем через счетное поле микроскопа, подсчитано  $n$  частиц. Определите средний размер частиц по данным табл. 11

Таблица 11

Задача	Характеристика золя	$V \cdot 10^{11}, \text{ м}^3$	$n$	$C, \text{ кг/м}^3$	$\rho \cdot 10^{-3}, \text{ кг/м}^3$	Средний $r$ или $l$
68	Масляный туман	1,33	50	$25 \cdot 10^{-6}$	0,9	Радиус

69	Гидрозоль серы	2	100	$6,5 \cdot 10^{-5}$	1	«
70	Водяной туман	3	60	$15 \cdot 10^{-6}$	1	«
71	Гидрозоль золота	1,6	70	$7 \cdot 10^{-6}$	19,3	Ребро куба
72	Масляный туман	1,5	53	$21 \cdot 10^{-6}$	0,92	Радиус

73. Вычислите  $\zeta$ -потенциал коллоидных частиц сульфида мышьяка в воде, если при электрофорезе за 180 с граница сместилась на  $5,4 \cdot 10^{-2}$  м. Градиент внешнего поля  $8 \cdot 10^{-2}$  В/м, вязкость среды  $10^{-3}$  Па·с, а ее диэлектрическая проницаемость 81.

74. Электрокинетический потенциал золя апельсинового сока равен 0,05 В. Определите скорость и электрокинетическую подвижность частиц сферической формы, если диэлектрическая проницаемость равна 54,1, приложенная внешняя ЭДС 120 В, расстояние между электродами 0,40 м, вязкость  $4,5 \cdot 10^{-3}$  Па·с, а коэффициент формы частиц равен 0,67.

75. Определите порог коагуляции золя оксида алюминия, если этот процесс происходит при добавлении  $50 \text{ см}^3$  хромата калия концентрацией  $0,01 \text{ кмоль/м}^3$  к  $10^{-3} \text{ м}^3$  золя.

76. Золь гидроксида меди получен при сливании  $100 \text{ см}^3$  0,05 н раствора гидроксида натрия и  $250 \text{ см}^3$  0,001 н раствора нитрата меди (II). Какой из электролитов: KBr,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{MgSO}_4$  или  $\text{AlCl}_3$  будет иметь минимальный порог

77. Сколько воды поглотит 0,2 кг желатина при степени набухания, равной 500%? При каких условиях можно получить истинный раствор желатина в воде?

78. Определите, сколько бензола поглотит 5 кг натурального каучука, если степень его набухания равна 320%? Почему каучук и резина набухают

79. Определите коэффициент диффузии сахарозы  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  при  $15^\circ\text{C}$ . Плотность сахара  $1,587 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ , вязкость раствора 0,001 Па·с, молекулу сахара можно рассматривать как сферическую.

80. Рассчитайте молекулярную массу поливинилацетата в ацетоне, пользуясь данными вискозиметрического метода:

Концентрация раствора $C$ , кг/м <sup>3</sup>	1,0	3,0	5,0	7,0
Удельная вязкость раствора $\eta_{уд.}$	0,14	0,465	0,84	1,3
Константы	$k = 4,2 \cdot 10^{-5}$		$\alpha = 0,68$	

81. Определите молекулярную массу этилцеллюлозы в толуоле, используя данные вискозиметрического метода:

Концентрация раствора $C$ , кг/м <sup>3</sup>	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
Приведенная вязкость $\eta_{уд.}/C$	0,163	0,192	0,210	0,240	0,263
Константы	$k = 11,8 \cdot 10^{-5}$			$\alpha = 0,666$	

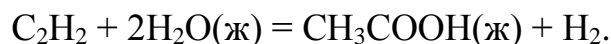
82. Определите молекулярную массу полиамида в м-крезоле, пользуясь экспериментальными данными метода ультрацентрифугирования:

Концентрация раствора $C$ , кг/м <sup>3</sup>	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
Константа седиментации $S$	0,526	0,444	0,426	0,376	0,325	0,283
Константы	$k = 81,7 \cdot 10^{-3}$			$v = 0,45$		

Расчеты провести по уравнению  $S_0 = KM^B$ , где  $S_0$  – константа седиментации при бесконечном разведении, т.е. при  $C \rightarrow 0$ .

## ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Определите  $\Delta H$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta F$ ,  $\Delta G$ ,  $\Delta S$  при стандартных условиях для реакции



Необходимые данные взять из справочника.

Вещество	$\text{C}_2\text{H}_2(\text{г})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$	$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{ж})$	$\text{H}_2(\text{г})$
$\Delta H_{\text{f},298}^{\circ} \cdot 10^{-6}$ , Дж/кмоль	226,910	-286,043	-487,367	0
$S_{298}^{\circ} \cdot 10^{-6}$ , Дж/(кмоль·К)	200,963	69,990	159,943	130,680

*Решение.* Определяем тепловой эффект реакции при 298 К, воспользовавшись следствием из закона Гесса:

$$\begin{aligned}\Delta H_{298} &= \sum (\Delta H_{298}^{\circ})_{\text{обр.прод.реакции}} - \sum (\Delta H_{298}^{\circ})_{\text{обр.исх.реакции}} = \\ &= [(-487,367) - (-2 \cdot 286,043 + 226,910)] \cdot 10^6 = -142,191 \cdot 10^6 \text{ Дж/кмоль},\end{aligned}$$

$$\Delta U = \Delta H_{298} - p\Delta V = \Delta H_{298} - \Delta nRT.$$

При расчете  $\Delta U$  учитываются стехиометрические коэффициенты только газообразных веществ:

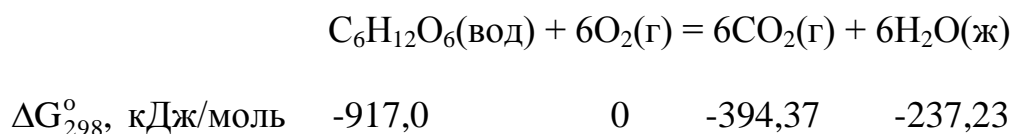
$$\Delta n = n_{\text{H}_2} - n_{\text{C}_2\text{H}_2} = 1 - 1 = 0.$$

Следовательно,  $\Delta H_{298}^{\circ} = \Delta U_{298}^{\circ}$ ;

$$\begin{aligned} \Delta S_{298}^{\circ} &= \sum (S_{298}^{\circ})_{\text{прод.реакции}} - \sum (S_{298}^{\circ})_{\text{исх.веществ}} = \\ &= [(130,680 + 159,943) - (200,963 + 2 \cdot 69,990)] \cdot 10^3 = \\ &= -50,023 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кмоль} \cdot \text{К)}; \\ \Delta G &= -142,191 \cdot 10^6 - 298(-50,023 \cdot 10^3) = -127,284 \text{ Дж/кмоль}. \end{aligned}$$

Следовательно,  $\Delta F_{298} = \Delta G_{298} = -127,284 \cdot 10^6$  Дж/кмоль. Реакция возможна.

**Задача 2.** Вычислите стандартную энергию Гиббса  $\Delta G^{\circ}$  и определите возможность самопроизвольного протекания реакции:



Изменение энергии Гиббса реакции вычислим по формуле:

$$\Delta G^{\circ} = \sum \nu_j \Delta G_j^{\circ} - \sum \nu_i \Delta G_i^{\circ},$$

где индекс  $j$  относится к продуктам реакции, а  $i$  – к исходным веществам.

$$\Delta G^{\circ} = 6(-394,37) + 6(-237,23) - (-917,0) = -2872,6 \text{ кДж/моль}$$

$\Delta G^{\circ} = -2872,6$  кДж/моль, т.е.  $\Delta G^{\circ} \ll 0$ , реакция возможна.

В обратном направлении самопроизвольно протекать реакция не может, но она идёт под действием энергии Солнца в присутствии хлорофилла (фотосинтез).

**Задача 3.** Определите изменение энтропии при переходе 2 кг  $\text{H}_2\text{O}$   $p = 1,0133 \cdot 10^5$  Па в пар. Удельная теплота испарения  $l = 2260,98 \cdot 10^3$  Дж/кг.

*Решение.*  $\Delta S$  в процессе фазового перехода подсчитывается по формуле

$$\Delta S = L/T_{\text{кип}},$$

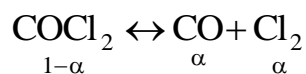
где  $L$  – теплота испарения 2 кг воды. Следовательно,

$$L = 2 \cdot 2260,98 \cdot 10^3 = 4521,96 \cdot 10^3 \text{ Дж},$$

$$\Delta S = \frac{4521,96 \cdot 10^3}{273 + 100} = 12,123 \cdot 10^3 \text{ Дж/К}.$$

**Задача 4.** При  $400^\circ\text{C}$  2,5 г  $\text{COCl}_2$ , частично диссоциирующий на  $\text{CO}$  и  $\text{Cl}_2$ , занимает объём  $1,7 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>, давление  $1,01325 \cdot 10^5$  Па (1 атм). Рассчитайте степень диссоциации  $\alpha$  и константу равновесия  $K_p$ .

*Решение.*



$$pV = nRT;$$

$$1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1,01325 \cdot 10^5 = n \cdot 8,314(400 + 273)10^3;$$

$$n = \frac{1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 1,01325 \cdot 10^5}{8,314 \cdot 673 \cdot 10^3} = 0,0308 \cdot 10^{-3} \text{ кмоль}.$$

Молярная масса  $\text{COCl}_2$  равна 99, т.е. в системе фосгена  $\frac{2,5}{99}(1-\alpha)$  моль

или  $\frac{2,5}{99}(1-\alpha)10^{-3}$  кмоль, а  $\text{CO}$  и  $\text{Cl}_2$  по  $\frac{2,5}{99}\alpha$  моль или  $\frac{2,5}{99}\alpha \cdot 10^{-3}$  кмоль.

Для определения  $\alpha$  составляем уравнение

$$\frac{2,5}{99}(1-\alpha) + 2\frac{2,5}{99}\alpha = 0,0308(0,0308 \cdot 10^{-3} \text{ кмоль}).$$

$$\frac{2,5}{99} - \frac{2,5}{99}\alpha + 2\frac{2,5}{99}\alpha = \frac{2,5}{99} + \frac{2,5}{99}\alpha = 0,0308;$$

$$\alpha = \frac{0,0308 - 0,02525}{0,02525} = \frac{0,00555}{0,02525} = 0,220.$$

Определяем  $K_p$ :

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{COCl}_2} + P_{\text{CO}} + P_{\text{Cl}_2},$$

где  $p_{\text{общ}}$  – общее давление равно  $1,01325 \cdot 10^5$  Па. Число молей после диссоциации  $n$  равно:

$$n = 1 - \alpha + \alpha + \alpha = 1 + \alpha.$$

Находим парциальные давления компонентов:

$$P_{\text{CO}} = P_{\text{Cl}_2} = \frac{\alpha}{1+\alpha} P_{\text{общ}};$$



$$K_p = \frac{p_{\text{CO}} p_{\text{Cl}_2}}{p_{\text{COCl}_2}} = \frac{\alpha^2 p_{\text{общ}}^2 (1 + \alpha)}{(1 + \alpha)^2 (1 - \alpha) p_{\text{общ}}} = \frac{\alpha^2}{1 - \alpha^2} p_{\text{общ}} =$$

$$= \frac{0,220^2}{1 - 0,220^2} 1,01325 \cdot 10^5;$$

$$K_p = \frac{0,0484 \cdot 1,01325 \cdot 10^5}{0,9516} = 0,05153 \cdot 10^5 = 5154 \text{ Па.}$$

**Задача 5.** Вычислить давление пара 10%-го раствора мочевины  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  при  $50^\circ\text{C}$ . Давление паров воды при  $50^\circ\text{C}$   $p_A^\circ = 12\,320 \text{ Н/м}^2$ .

*Решение.* Согласно закону Рауля относительное понижение давления пара растворителя над раствором равно отношению числа молей растворённого вещества к сумме числе молей растворителя и растворённого вещества:

$$\frac{p_A^\circ - p_A}{p_A^\circ} = \frac{n_b}{n_a + n_b} = N_B,$$

где  $p_A^\circ$  – давление пара над чистым растворителем при данной температуре;  $p_A$  – парциальное давление пара растворителя над раствором при той же температуре;  $n_b$  – число молей растворённого вещества;  $n_a$  – число молей растворителя.

В 100 г 10%-го раствора мочевины содержится 10 г мочевины и 90 г воды:  $M_{\text{CO}(\text{NH}_2)_2} = 60$ ;  $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18$ .

Определяем число молей мочевины ( $n_b$ ) и воды ( $n_a$ ) в 100 г 10%-го раствора.

$$n_b = \frac{10}{60} = 0,167 \text{ моль}; \quad n_a = \frac{90}{18} = 5 \text{ моль.}$$

Из закона Рауля следует, что

$$p_A = p_A^\circ - \frac{p_A^\circ n_b}{n_a + n_b} = 12\,320 - \frac{12\,320 \cdot 0,167}{5,167} = 11\,922 \text{ Н/м}^2.$$

**Задача 6.** Вычислите температуру замерзания 15%-го раствора сахара в воде. Молярное понижение температуры замерзания равно 1,86 град/моль.

*Решение.* Применяем криоскопическое уравнение Рауля

$$M = gR \cdot 1000 / (G\Delta T),$$

где  $K = 1,86$  град/моль,  $M = 342$  г/моль,  $g = 15$  г,  $G = 85$  г. Находим из этого уравнения понижение температуры замерзания

$$\Delta t = 15 \cdot 1,86 \cdot 1000 / (342 \cdot 85) = 0,96^\circ\text{C} \quad (\text{численно } \Delta t = \Delta T).$$

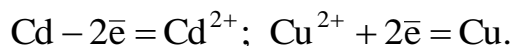
Температура замерзания чистой воды  $0^\circ\text{C}$ . Следовательно, температура замерзания 15%-го раствора сахара равна:

$$0 - 0,96^\circ = -0,96^\circ\text{C}.$$

$$C = 1,03 \cdot 10^{-4} \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}.$$

**Задача 7.** Гальванический элемент содержит медный ( $\varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0,337 \text{ В}$ ) и кадмиевый ( $\varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 = -0,403 \text{ В}$ ) электроды. Приведите уравнение, выражающее зависимость ЭДС от активности ионов, условную запись гальванического элемента и уравнение протекающей в гальваническом элементе реакции. Рассчитайте максимальную работу процесса и константу равновесия.

*Решение.* На электродах протекают процессы



Уравнения для электродных потенциалов таковы:

$$\varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} = \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 + \frac{RT}{2F} \ln a_{\text{Cd}^{2+}}; \quad \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 + \frac{RT}{2F} \ln a_{\text{Cu}^{2+}}.$$

Разность электродных потенциалов можно представить двумя способами:

$$E_1 = \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} - \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = \left( \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 - \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 \right) + \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_{\text{Cd}^{2+}}}{a_{\text{Cu}^{2+}}};$$

$$E_2 = \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} - \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} = \left( \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 \right) + \frac{RT}{2F} \ln \frac{a_{\text{Cu}^{2+}}}{a_{\text{Cd}^{2+}}}.$$

Правильной является вторая запись, так как ей соответствует условие:

$$E^0 = \varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 - \varphi_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}}^0 = 0,74 \text{ В} > 0.$$

Условная запись гальванического элемента, отвечающая этому уравнению, имеет следующий вид:  $\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}||\text{Cu}^{2+}|\text{Cu}$ . Уравнение химической реакции таково:  $\text{Cu}^{2+} + \text{Cd} = \text{Cd}^{2+} + \text{Cu}$ .

Считая, что реакция в элементе протекает в равновесных условиях, определим его максимальную электрическую работу:

$$W_{\text{max}} = nFE,$$

где  $E$  – ЭДС реакции;  $n$  – число переходящих электронов;  $F$  – число Фарадея, равное 96 500 Кл/моль.

$$W_{\text{max}} = 2 \cdot 96\,500 \cdot 0,74 = 142\,820 \text{ (Дж/моль)} = 142,82 \text{ (кДж/моль)}.$$

Константу равновесия реакции  $K$  определим по уравнению изотермы Вант-Гоффа для стандартных условий:

$$W_{\max} = \Delta G^{\circ} = RT \ln K = 2,3RT \lg K,$$

где  $\Delta G^{\circ}$  – изменение энергии Гиббса.

Для 298 К

$$\lg K = \frac{W_{\max}}{2,3RT} = \frac{142820}{2,3 \cdot 8,31 \cdot 298} = 25,08$$

$$K = 10^{25,08} = 119 \cdot 10^{25}.$$

$$\frac{2,3RT}{F} = 0,059 \text{ при } T = 298 \text{ К};$$

$$\text{pH} = \frac{\varphi_{\text{хинг}}^0 - \varphi_{\text{кал}}^0 - E_{\text{цепи}}}{0,059} = \frac{0,6994 - 0,3369 - 0,15}{0,059} = 3,60.$$

**Задача 8.** Образование фосгена по уравнению  $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$  является реакцией бимолекулярной. Рассчитать концентрацию фосгена через 2 ч после начала реакции.

Время, мин	0	24	42
Концентрация CO или Cl <sub>2</sub> , кмоль/м <sup>3</sup> (C <sub>CO</sub> = C <sub>Cl<sub>2</sub></sub> )	0,0187	0,0173	0,0164

*Решение.* Константу скорости определяем по уравнению

$$k = \frac{1}{t} \cdot \frac{x}{a(a-x)},$$

где  $t$  – время;  $x$  – изменение концентрации;  $a$  – начальная концентрация.

Тогда

$$x_1 = 0,0187 - 0,0173 = 0,0014;$$

$$x_2 = 0,0187 - 0,0164 = 0,0023;$$

$$k_1 = \frac{1}{24} \cdot \frac{0,0014}{0,0187 \cdot 0,0173} = 0,180 \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{кмоль});$$

$$k_2 = \frac{1}{42} \cdot \frac{0,0023}{0,0187 \cdot 0,0164} = 0,179 \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{кмоль});$$

$$k = 0,18 \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{кмоль}) = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/(\text{моль} \cdot \text{с}).$$

Из уравнения константы скорости находим изменение концентрации исходных веществ  $x$ , равное концентрации фосгена:

$$x = kta^2/(1 + kta);$$

$$x = \frac{0,18 \cdot 120(0,0187)^2}{1 + 0,18 \cdot 120 \cdot 0,0187} = 0,00544 \text{ кмоль/м}^3.$$

Через два часа концентрация фосгена стала равной  $0,0054 \text{ кмоль/м}^3$ .

**Задача 9** Константа скорости разложения изменяется с температурой следующим образом:

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	25	45
$k, \text{ мин}^{-1}$	0,0093	0,0342

Вычислите энергию активации и константу скорости при  $30^\circ\text{C}$ .

*Решение.* Определение энергии активации ведем по уравнению Аррениуса:

$$2,3 \lg \frac{k_2}{k_1} = A \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right).$$

где  $A$  – константа уравнения Аррениуса.

Энергия активации  $E_a = -AR$

Решив уравнение относительно  $A$ , получим:

$$A = \frac{T_1 T_2 \cdot 2,3 \lg \frac{k_2}{k_1}}{T_1 - T_2};$$

$$A = \frac{313 \cdot 298 \cdot 2,3 \lg \frac{0,0342}{0,0093}}{15} \approx -8080;$$

$$E_a = 8,314 \cdot 8088 = 67\,247 \text{ Дж/моль.}$$

На основании того же уравнения, приняв  $T_1 = 298 \text{ К}$ ,  $T_2 = 303 \text{ К}$ ,  $k_1 = 0,0093$  и  $A = -8088$ , получаем

$$\lg k_{303} = -\frac{8088 \cdot 5}{2,3 \cdot 298 \cdot 303} + 3,968 = -2,1627;$$

$$k_{303} = 0,0145 \text{ мин}^{-1}.$$

**Задача 10.** Вычислить энергию активации гидролиза этилацетата в щелочном растворе ( $10^\circ\text{C} - 45^\circ$ ); температурный коэффициент реакции  $\gamma = 1,9$ .

*Решение.* Зависимость константы скорости химической реакции от температуры выражается приближённым правилом Вант-Гоффа (3.3). Представим его в уравнение в логарифмической форме:

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{t_2 - t_1}{10} \ln \gamma.$$

Выведем расчётную формулу для энергии активации, используя уравнения Вант–Гоффа и Аррениуса:

$$E_a = \frac{RT_1 T_2 \ln \gamma}{10}.$$

Подставив в полученное выражение известные по условию задачи значения, вычислим:

$$E_a = \frac{8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 283 \text{ К} \cdot 318 \text{ К} \cdot \ln 1,9}{10} =$$

$$= 48\,001 \text{ Дж/моль} \approx 48 \text{ кДж/моль}.$$

$$E_a \approx 48 \text{ кДж/моль}.$$

**Задача 11.** На основе опытных данных, полученных при изучении адсорбции углем бензойной кислоты из раствора ее в бензоле при 25°C определить графически константы  $\alpha$  и  $1/n$  в уравнении Фрейндлиха:

$C$ , моль/см <sup>3</sup>	0,006	0,025	1,04	0,118
----------------------------	-------	-------	------	-------

$\frac{x}{m}$ , ммоль/г	0,44	0,78	1,04	1,44
-------------------------	------	------	------	------

*Решение.* Для нахождения констант уравнения используем логарифмическую форму уравнения Фрейндлиха:

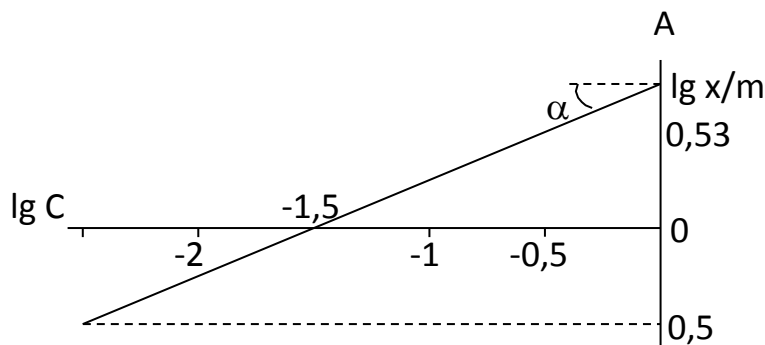
$$\lg \alpha = \lg \frac{x}{m} = \lg K + \frac{1}{n} \lg C,$$

где  $x$  – количество адсорбированной бензойной кислоты, моль;  $m$  – навеска угля, г.

Находим логарифмы  $C$  и  $x/m$ :

$\lg C$	$\lg x/m$
$\lg 0,006 = \bar{3},7782 = -1,2218$	$\lg 0,44 = \bar{1},6435 = -0,3565$
$\lg 0,0025 = \bar{2},3979 = -1,6021$	$\lg 0,78 = \bar{1},8921 = -0,1079$
$\lg 0,053 = \bar{2},7243 = -1,2757$	$\lg 1,04 = 0,0170 = +0,0170$
$\lg 0,118 = \bar{1},0719 = -0,9281$	$\lg 1,44 = 0,1584 = +0,1584$

Строим график, откладывая на оси ординат  $\lg \frac{x}{m}$ , а на оси абсцисс  $\lg C$ .



Отрезок  $OA$  представляет собой  $\lg K$  в уравнении изотермы адсорбции, а  $1/n$  является  $\operatorname{tg} \alpha$ . Из графика видно, что  $\lg K = 0,53$ , следовательно,  $K = 3,4$ ;  $\operatorname{tg} \alpha = 0,4040$ ;  $1/n \approx 0,4$ ;  $n \approx 2,5$ .

Для данного случая уравнение Фрейндлиха можно записать так:

$$x/m = 3,4C^{0,4}.$$

**Задача 12.** Какой путь пройдёт частица золя железа в этилацетате за 30 мин при градиенте потенциала  $2 \cdot 10^3$  В/м, если известно, что  $\zeta$ -потенциал



частиц железа равен 80 мВ. Свойства дисперсионной среды (этилацетата) характеризуются следующими данными: относительная диэлектрическая проницаемость равна 6, а вязкость – 0,43 мПа·с.

*Решение.* Из уравнения Гельмгольца–Смолуховского для электрокинетического или  $\zeta$ -потенциала определим электрофоретическую скорость  $U$  частиц золя:

$$U = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 E}{\eta \cdot f} \zeta,$$

где  $\varepsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды;  $\eta$  – вязкость среды, Па·с;  $E$  – градиент потенциала, В/м;  $\varepsilon_0$  – постоянная вакуума, равная  $8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м;  $f$  – коэффициент формы частиц.

Примем, что частицы золя железа имеют сферическую форму ( $f = 2/3$ ) и подставим численные значения величин в уравнение:

$$U = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot 2 \cdot 10^3}{0,43 \cdot 10^{-3} \cdot 2/3} 80 \cdot 10^{-3} = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ (м/с)}.$$

Путь частиц  $S$  рассчитаем по уравнению:

$$S = U \cdot \tau = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ м/с} \cdot 30 \cdot 60 \text{ с} = 0,052 \text{ м}$$

$$S = 0,052 \text{ м} = 5,2 \text{ см}.$$

**Задача 13.** Определить молекулярную массу  $M_r$  синтетического каучука, если известно, что характеристическая вязкость его раствора в хлороформе  $[\eta] = 0,0215$ , константы уравнения Марка–Хаувинка  $K = 1,85 \cdot 10^{-5}$  и  $\alpha = 0,56$ .

*Решение.* Для нахождения  $M_r$  используем уравнение Марка–Хаувинка

$$[\eta] = KM_r^\alpha.$$

Вязкость раствора полимера является характеристической, т.е.

$$[\eta] = \lim_{C \rightarrow 0} \left[ \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} \cdot \frac{1}{C} \right] = 0,0215 \text{ м}^3/\text{кг},$$

где  $\eta$  – вязкость раствора;  $\eta_0$  – вязкость чистого растворителя – хлороформа;  $C$  – концентрация раствора, кг/м<sup>3</sup>.

Перед тем как приступить к решению задачи, проводим логарифмирование уравнения Марка–Хаувинка:

$$\lg[\eta] = \lg K + \alpha \lg M_r$$

и только после этого решим его относительно  $\lg M_r$ , а затем подставим данные задачи:

$$\lg M_r = \frac{\lg[\eta] - \lg K}{\alpha} = \frac{\lg 0,0215 - \lg 1,85 \cdot 10^{-5}}{0,56} = 5,48.$$

Следовательно,  $M_r = 10^{5,48} = 302\,000$ .

Расчеты значений молекулярной массы полимеров по методу ультрацентрифугирования обычно проводят по уравнению

$$s_0 = KM_r^b,$$

где  $K$  и  $b$  – эмпирические константы;  $s_0$  – константа седиментации в ультрацентрифуге при бесконечном разведении. Значение  $s_0$  находят, используя линейную зависимость между  $1/s$  и  $C$  – концентрацией полимера путем построения графика (откладывая значения  $C$  по его абсциссе, а  $1/s$  – по ординате и, проводя таким образом полученную прямую до пересечения ее с ординатой, находят  $1/s_0$ ). Затем уравнение логарифмируют и, подставляя туда известные величины  $K$ ,  $b$  и  $s_0$ , определяют последовательно  $\lg M_r$  и  $M_r$ .

## Приложение

### Таблица 1. Термодинамические величины для некоторых элементов и соединений

( $\Delta H_{298}^0$  (обр) – изменение энтальпии (теплоты образования) в стандартных условиях;  $S_{298}^0$  - стандартное значение энтропии;

$\Delta G$  (обр) - стандартное значение энергии Гиббса)

Вещество	$\Delta H_{298}^0$ (обр), кДж/моль	$S_{298}^0$ , Дж/(моль*К)	$\Delta G^0$ (обр), кДж/моль	Вещество	$\Delta H_{298}^0$ (обр), кДж/моль	$S_{298}^0$ , Дж/(моль*К)	$\Delta G$ (обр), кДж/моль
С (графит)	0	5,74	0	Ca(OH) <sub>2</sub> (кр)	-985,12	83,39	-897,52
H <sub>2</sub> (г)	0	130,6	0	CaO (кр)	-635,09	38,07	-603,46
O <sub>2</sub> (г)	0	205,03	0	HCl (г)	-92,81	186,79	-95,30
Cl <sub>2</sub> (г)	0	222,98	0	CH <sub>4</sub> (г)	-74,85	186,27	-50,85
CO (г)	-110,70	197,48	-137,14	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (г)	226,75	200,82	209,21
CO <sub>2</sub> (г)	-393,51	213,66	-394,37	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (г)	52,30	219,45	68,14
H <sub>2</sub> O (г)	-241,81	188,74	-228,61	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (г)	-84,67	229,49	-32,93
H <sub>2</sub> O (ж)	-285,84	69,95	-237,24	CH <sub>3</sub> OH (г)	-201,00	239,76	-162,38
NO (г)	91,26	210,64	87,58	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (г)	-234,80	281,38	-167,96
NO <sub>2</sub> (г)	34,19	240,06	52,29	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (ж)	-274,98	160,67	-174,15

SO <sub>2</sub> (г)	-296,90	248,07	-300,21	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (ж)	49,03	173,26	124,38
SO <sub>3</sub> (г)	-395,85	256,69	-371,17	CH <sub>3</sub> CHO (г)	-166,00	264,20	-132,95
SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (ж)	-394,13	216,31	-321,49	CaC <sub>2</sub> - α	-59,83	69,96	-64,85
MgCO <sub>3</sub> (кр)	-1095,85	65,10	-1012,15	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (кр)	-1275,0	212,0	-911,0
MgO (кр)	-601,49	27,07	-569,27	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> (кр)	-2222,0	360,0	-1543,0

**Таблица 2. Теплоты сгорания некоторых соединений в стандартных условиях**

Вещество	$\Delta H_{298}^0$ , кДж/моль	Вещество	$\Delta H_{298}^0$ , кДж/моль
CH <sub>4</sub> (г) метан	-890,31	C <sub>2</sub> H <sub>7</sub> N (г) диметиламин	-1768,15
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> (г) гексан	-4163,05	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N (ж) пиридин	-2755,16
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (ж) бензол	-3267,58	C <sub>6</sub> H <sub>7</sub> N (ж) анилин	-3396,2
C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> (кр) нафталин	-5156,78	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O (ж) этанол	-1370,68
C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> (кр) сахароза	-5646,73	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O (кр) фенол	-3063,52
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> (ж) глицерин	-1661,05	C (кр) углерод	-393,51
CH <sub>4</sub> ON <sub>2</sub> (кр) мочевина	-634,05	H <sub>2</sub> (г) водород	-285,83

**Таблица 3. Стандартные электродные потенциалы в водных растворах при 25<sup>0</sup>С**

Электрод	Электродная реакция	$\varphi^0$ , В
Li <sup>+</sup> / Li	Li <sup>+</sup> + e = Li	-3,045
Ca <sup>2+</sup> / Ca	Ca <sup>2+</sup> + 2e = Ca	-2,866
Na <sup>+</sup> / Na	Na <sup>+</sup> + e = Na	-2,714
Mg <sup>2+</sup> / Mg	Mg <sup>2+</sup> + 2e = Mg	-2,363
Al <sup>3+</sup> / Al	Al <sup>3+</sup> + 3e = Al	-1,662
Ti <sup>2+</sup> / Ti	Ti <sup>2+</sup> + 2e = Ti	-1,628

$\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}$	$\text{Mn}^{2+} + 2e = \text{Mn}$	-1,180
$\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}$	$\text{Cr}^{2+} + 2e = \text{Cr}$	-0,913
$\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$	$\text{Cr}^{3+} + 3e = \text{Cr}$	-0,744
$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$	$\text{Zn}^{2+} + 2e = \text{Zn}$	-0,763
$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	$\text{Fe}^{2+} + 2e = \text{Fe}$	-0,440
$\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}$	$\text{Cd}^{2+} + 2e = \text{Cd}$	-0,403
$\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$	$\text{Ni}^{2+} + 2e = \text{Ni}$	-0,250
$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$	$\text{Pb}^{2+} + 2e = \text{Pb}$	-0,126
$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}$	$\text{Fe}^{3+} + 3e = \text{Fe}$	-0,036
$2\text{H}^+/\text{H}_2$	$\text{H}^+ + e = \frac{1}{2} \text{H}_2$	0
$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	$\text{Cu}^{2+} + 2e = \text{Cu}$	+0,337
$\text{Cu}^+/\text{Cu}$	$\text{Cu}^+ + e = \text{Cu}$	+0,521
$\text{Ag}^+/\text{Ag}$	$\text{Ag}^+ + e = \text{Ag}$	+0,799
$\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}$	$\text{Hg}^{2+} + 2e = \text{Hg}$	+0,854
$\text{Pt}^{2+}/\text{Pt}$	$\text{Pt}^{2+} + 2e = \text{Pt}$	+1,20
$\text{Au}^{3+}/\text{Au}$	$\text{Au}^{3+} + 3e = \text{Au}$	1,498
$\text{Au}^+/\text{Au}$	$\text{Au}^+ + e = \text{Au}$	+1,691

## Примеры вариантов тестовых заданий

### Вариант 1

I. Какие из утверждений соответствуют следствиям из термодинамического закона Гесса:

- 1) тепловой эффект реакции (ТЭР) равен теплотам образования исходных веществ;
- 2) ТЭР равен сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ;
- 3) ТЭР равен сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот образования продуктов реакции;
- 4) ТЭР равен сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот сгорания продуктов реакции;
- 5) ТЭР равен сумме теплот сгорания исходных веществ за вычетом суммы теплот образования продуктов реакции?

II. При каких значениях константы равновесия  $K$  процесс идет в прямом направлении:

- |                  |                      |               |
|------------------|----------------------|---------------|
| 1) $K < 10^{-4}$ | 3) $10^{-4} < K < 1$ | 5) $K = -1$ ? |
| 2) $K < 1$       | 4) $K > 1$ ?         |               |

III. Число степеней свободы в системе, состоящей из насыщенного раствора сульфата лития, его кристаллов и паров воды, равно:

- 1) 0      2) 3      3) 1      4) 2      5) 4.

IV. Эквивалентная электропроводность раствора с его разбавлением (уменьшением концентрации):

- 1) уменьшается;
- 2) увеличивается до предельного значения;
- 3) сначала уменьшается, а затем увеличивается до предельного значения;
- 4) уменьшается до предельного значения;
- 5) не изменяется.



V. Антиоксидант снижает скорость процессов окисления благодаря:

- 1) уменьшению теплоты реакции;
- 2) повышению энергии активации;
- 3) понижению энергии активации;
- 4) повышению теплоты реакции
- 5) понижению энергии диссоциации.

VI. Вещество, на поверхности которого могут накапливаться различные компоненты, это –

- 1) адсорбат; 2) адсорбтив; 3) адсорбент; 4) сорбтив; 5) абразив.

VII. Дисперсная система, в которой дисперсная фаза - газ, а дисперсионная среда - жидкость, называется:

- 1) эмульсией; 2) аэрозолем; 3) гелем; 4) суспензией; 5) пеной.

VIII. С повышением концентрации добавляемого к золю электролита толщина двойного электрического слоя (ДЭС) начнет:

- 1) увеличиваться; 2) уменьшаться; 3) не изменится;
- 4) сначала увеличиваться, а потом уменьшаться;
- 5) сначала уменьшаться, а потом увеличиваться.

IX. Какой электролит-коагулянт быстрее разрушит золь  $Zn S$ , полученный в избытке  $Zn Cl_2$ :

- 1)  $NH_4NO_3$ ; 2)  $NaCl$ ; 3)  $K_2S$ ; 4)  $Na_3PO_4$ ; 5)  $FeCl_3$  ?

X. Какому явлению соответствует данное определение «выделение ВМС из раствора под влиянием электролита называется»:

- 1) синерезисом; 2) коацервацией; 3) солубилизацией; 4) коагуляцией;
- 5) высаливанием?

**Вариант 2**

I. Используя для ответа приведенную энергетическую диаграмму, находим, что тепловой эффект реакции  $A + B \rightarrow B$  равен:

- 1) 150 кДж
- 2) 100 кДж
- 3) 150 кДж
- 4) 50 кДж
- 5) 125 кДж



*Ход реакции*

II. Какие из утверждений соответствуют второму началу термодинамики:

- 1) энтропия – приведенная теплота процесса;
- 2) энтропия – мера свободной энергии при постоянном давлении;
- 3) энтропия – мера свободной энергии при постоянном объеме;
- 4) энтропия – часть теплоты, которую можно превратить в работу;
- 5) энтропия – мера информации о состоянии системы.

III. Число степеней свободы в системе, состоящей из кристаллов бромидов калия и натрия и их насыщенных растворов, равно:

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 0
- 5) 4.

IV. Электродвижущая сила в электрохимической цепи

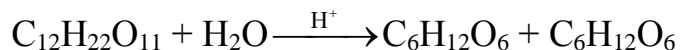
$Mg + FeCl_2 \rightarrow MgCl_2 + Fe$  равна:

- 1) -2,80 В
- 2) -1,92 В
- 3) 2,36 В
- 4) 2,80 В
- 5) 1,92 В.

Значения стандартных электродных потенциалов

$$\varphi^{\circ} \text{Mg}^{2+}/\text{Mg} = -2,36 \text{ В}, \quad \varphi^{\circ} \text{Fe}^{2+}/\text{Fe} = -0,44 \text{ В}.$$

V. Установлено, что для реакции гидролиза сахарозы



порядок на единицу ниже ее молекулярности. Порядок реакции равен:

- 1) 1,5      2) 2      3) 3      4) 0      5) 1.

VI. Дисперсная система, в которой и дисперсная фаза, и дисперсионная среда - жидкости, называется:

- 1) аэрозолем; 2) эмульсией; 3) гелем; 4) суспензией; 5) пеной.

VII. Вещество, на поверхности которого могут накапливаться различные компоненты, называется:

- 1) адсорбат; 2) адсорбтив; 3) абразив; 4) сорбтив; 5) адсорбент.

VIII. Какой из электролитов быстрее разрушит золь AgI, полученный в избытке AgNO<sub>3</sub>:

- 1) KCl; 2) KNO<sub>3</sub>; 3) Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>; 4) K<sub>2</sub>S; 5) NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> ?

IX. Укажите дисперсную систему в следующем наборе:

- 1) KCl; 2) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · 10 H<sub>2</sub>O; 3) майонез; 4) сахар; 5) масло.

X. Какое из свойства отсутствует у истинных растворов полимеров:

- 1) термодинамическая устойчивость; 2) набухание; 3) гомогенность;  
4) большая поверхностная энергия; 5) способность к диализу?

### Вариант 3

I. Критерий самопроизвольного протекания процесса – это:

- 1) повышение энтропии системы;
- 2) повышение энтальпии;
- 3) понижение свободной энергии;
- 4) повышение свободной энергии;
- 5) повышение энтальпии и понижение энтропии системы.

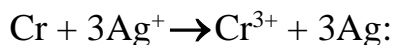
II. Число степеней свободы в системе, состоящей из кристаллов фторидов калия и кальция, их насыщенных растворов и паров воды, равно:

- 1) 1            2) 3            3) 2            4) 0            5) 4.

III. При разбавлении раствора электролита средний коэффициент активности:

- 1) стремится к нулю;
- 2) стремится к единице;
- 3) стремится к бесконечности;
- 4) не меняется.

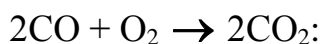
IV. Чему равно электродвижущая сила в электрохимической цепи



- 1) 0,06 В            3) –1,54 В            5) +3,14 В ?  
2) +0,86 В            4) +1,54 В

Значения стандартных электродных потенциалов хрома и серебра равны соответственно –0,74 В и +0,80 В.

V. Какое из выражений определяет зависимость скорости реакции  $V$  от концентрации  $C$  реагирующих веществ и константы скорости  $K$  реакции



1)  $V = K C_{\text{CO}} * C_{\text{O}_2}^2$

4)  $V = 2K C_{\text{CO}}^2 * C_{\text{O}_2}^2$

2)  $V = 2K C_{\text{CO}}^2 * C_{\text{O}}$

5)  $V = K C_{\text{CO}}^2 * C_{\text{O}_2} ?$

3)  $V = K C_{\text{CO}}^2 * C_{\text{O}}^2$

VI. Укажите полярный адсорбент в ряду следующих веществ:

1) глина; 2) порошок какао; 3) сажа; 4) полистирол;

5) активированный уголь.

VII. Дисперсная система, в которой и дисперсная фаза, и дисперсионная среда - жидкости, называется:

1) аэрозолем; 2) эмульсией; 3) гелем; 4) суспензией; 5) пеной.

VIII. При сливании очень разбавленных растворов  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и  $\text{AgNO}_3$  образуется коллоидный раствор (гидрозоль) следующего вещества:

1)  $\text{NH}_4\text{OH}$ ; 2)  $\text{HCl}$ ; 3)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ; 4)  $\text{AgCl}$ ; 5)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

IX. Изменится ли и во сколько раз осмотическое давление золя, если радиус его частиц увеличится в 3 раза:

1) не изменится; 2) уменьшится в 9 раз; 3) уменьшится в 27 раз; 4) увеличится в 27 раз; 5) увеличится в 9 раз.

Х. Назовите процесс, присущий только растворам высокомолекулярных соединений:

- 1) седиментация; 2) диффузия; 3) пептизация;
- 4) набухание; 5) коагуляция.

## **Образцы экзаменационных билетов**



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

Школа биомедицины

ООП \_\_30.05..01 «Медицинская биохимия»

Дисциплина \_физическая и коллоидная химия

Форма обучения \_\_очная\_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_осенний\_\_\_\_\_ 2017\_\_ - 2018 учебного года

Реализующий Департамент пищевых наук и технологий

**Экзаменационный билет № \_\_1\_\_**

1. Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса и его анализ. Влияние энергии активации на скорость реакции.
2. Аэрозоли. Дымы, туманы, смог, биоаэрозоли. Электрические и оптические свойства аэрозолей. Способы стабилизации и разрушения аэрозолей.
3. Рассчитать молекулярную массу поливинилацетата в ацетоне, пользуясь данными вискозиметрического метода:

Концентрация раствора $C$ , кг/м <sup>3</sup>	1,0	3,0	5,0	7,0
Удельная вязкость раствора $\eta_{уд}$	0,14	0,465	0,84	1,3
Константы	$k = 4,2 \cdot 10^{-5}$		$\alpha = 0,68$	

Директор Департамента \_\_\_\_\_ / Ю.В. Приходько /



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

Школа биомедицины

ООП \_\_30.05..01 «Медицинская биохимия»

Дисциплина \_физическая и коллоидная химия

Форма обучения \_\_очная\_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_осенний\_\_\_\_\_ 2017\_\_ - 2018 учебного года

Реализующий Департамент пищевых наук и технологий

**Экзаменационный билет № \_\_2\_\_**

1. Второе начало термодинамики. Энтропия, энергия Гиббса. Возможность и направление физико-химических процессов.
2. Особенности свойств растворов ВМС. Взаимодействие ВМС с растворителем, термодинамика процессов набухания и растворения. Степень набухания. Контракция. Теплота и давление набухания.
3. Пороги коагуляции электролитов для исследуемого золя равны:  $\gamma_{\text{NaNO}_3} = 300$  ммоль/дм<sup>3</sup>,  $\gamma_{\text{MgCl}_2} = 25$  ммоль/дм<sup>3</sup>,  $\gamma_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 300$  ммоль/дм<sup>3</sup>. Определите знак заряда частиц золя.

Директор Департамента \_\_\_\_\_ / Ю.В. Приходько



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

Школа биомедицины

ООП \_\_30.05..01 «Медицинская биохимия»

Дисциплина \_физическая и коллоидная химия

Форма обучения \_\_очная\_\_\_\_\_

Семестр \_\_\_осенний\_\_\_\_\_ 2017\_\_ - 2018 учебного года

Реализующий Департамент пищевых наук и технологий



**Экзаменационный билет № 3**

1. Электрохимия. Расчет потенциалов по уравнению Нернста. Ряд стандартных электродных потенциалов и выводы из него.
2. Явление коагуляции гидрофобных золь. Порог коагуляции, правило Шульце-Гарди. Процессы коагуляции в природе и химии живого.
3. Общая поверхность альвеол легких человека составляет в среднем 92 кв.м. Какое число молекул кислорода может адсорбироваться на этой поверхности, если площадь, занимаемая одной молекулой кислорода, равна  $21 \cdot 10^{-20}$  кв.м ? Рассчитайте величину удельной адсорбции кислорода в моль/кв.м.

Директор Департамента \_\_\_\_\_ / Ю.В. Приходько /