

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт медицины и здоровьесбережения  
Кафедра биохимии и фармакологии

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института



Н. И. Воронин  
«18» октября 2024 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.О.22 Физическая и коллоидная химия

Направление подготовки/специальность: 33.05.01 - Фармация

Профиль/направленность/специализация: Фармация

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация: Провизор

год набора: 2023

Тамбов, 2024

**Автор программы:**

Кандидат химических наук, доцент Гладышева Ирина Владимировна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 33.05.01 - Фармация (уровень специалитета) (приказ Министерства образования и науки РФ от «27» марта 2018 г. № 219).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биохимии и фармакологии «16» октября 2024 г. Протокол № 4

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Факультета здоровьесбережения, реабилитации и активного долголетия, Протокол от «18» октября 2024 г. № 3.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Специалитета.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	14
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	22
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	24
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	24

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- организационно-управленческий
- фармацевтический
- экспертно-аналитический

### 1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 02 Здравоохранение (в сфере обращения лекарственных средств и других товаров аптечного ассортимента), 07 Административно-управленческая и офисная деятельность (в сфере обращения лекарственных средств)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения									
		Очная (семестр)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Аналитическая химия			+	+						
2	Биологическая химия				+	+					
3	Биология	+									
4	Биотехнология								+	+	
5	Математика		+								
6	Микробиология			+	+						

7	Общая и неорганическая химия	+									
8	Организация биомедицинских исследований										+
9	Органическая химия		+	+							
10	Практика по фармакогнозии						+				
11	Практика по фармацевтической технологии									+	
12	Статистические методы в фармации							+			
13	Токсикологическая химия							+	+		
14	Фармацевтическая химия						+	+			
15	Физика		+								

## 2. Место дисциплины в структуре ОП специалитета:

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 33.05.01 - Фармация.

Дисциплина «Физическая и коллоидная химия» изучается в 4 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 5 з.е.

Очная: 5 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>180</b>
Контактная работа	70
Лекции (Лекции)	14
Лабораторные (Лаб. раб.)	56
Самостоятельная работа (СР)	74
Экзамен	36

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб · раб.	СР	
		О	О	О	
4 семестр					

1	Основные понятия и законы термодинамики и термохимии, лежащие в основе химического и физико-химического анализа лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	4	18	20	Коллоквиум; Защита лабораторных работ; Решение задач
2	Фазовое равновесие. Кинетика	4	22	26	Коллоквиум; Защита лабораторных работ; Решение задач
3	Поверхностные явления. Дисперсные системы	4	10	20	Коллоквиум; Защита лабораторных работ; Решение задач
4	Высокомолекулярные соединения (ВМС) и их растворы	2	6	8	Защита лабораторных работ

### **Тема 1. Основные понятия и законы термодинамики и термохимии, лежащие в основе химического и физико-химического анализа лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов (ОПК-1)**

#### **Лекция.**

Лекция «Элементы химической термодинамики и термохимии»

Предмет, задачи и методы физической и коллоидной химии и ее значение для фармации. Первый и второй начала термодинамики. Формулировки второго начала термодинамики. Энтропия. Третье начало термодинамики. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы. Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Термодинамические условия самопроизвольного протекания процесса и достижения состояния равновесия. Уравнения Гиббса- Гельмгольца. Химическое равновесие. Понятие о химическом равновесии. Термодинамические условия химического равновесия. Закон действующих масс и его термодинамическое обоснование. Связь между константами химического равновесия, выраженными различными способами. Условная константа равновесия. Уравнение изотермы химической реакции (изотермы Вант - Гоффа). Зависимость константы химического равновесия от температуры. Изобара и изохора Вант - Гоффа. Интегрирование уравнения изобары (изохоры) Вант - Гоффа. Особенности гетерогенных химических равновесий. Способы расчета химических равновесий.

Лекция «Термодинамика фазовых равновесий. Кинетика химических реакций и катализ»

Термодинамические условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы. Однокомпонентные закрытые системы. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.

Диаграммы состояния бинарных систем – диаграммы плавкости. Системы из компонентов, неограниченно растворимых друг в друге (кристаллизующихся изоморфно) как в жидком, так и в твердом состоянии, не образующих химических соединений. Системы с неограниченной взаимной растворимостью компонентов в жидком состоянии, не образующих химических соединений.

Классификация бинарных жидких растворов. Закон Рауля и его термодинамическое обоснование. Зависимость давления насыщенного пара над раствором от состава раствора.

Экстракция. Коэффициент распределения. Степень извлечения (фактор извлечения, процент экстракции). Фактор разделения двух веществ. Условия разделения двух веществ. Константа экстракции. Влияние различных факторов на процессы экстракции (влияние объема экстрагента и числа последовательных экстракций; влияние pH водной фазы; использование маскирующих агентов; взаимное влияние экстрагируемых веществ; подавление экстракции). Применение экстракции в фармации.

Повышение температуры кипения раствора нелетучего вещества по сравнению с температурой кипения чистого растворителя. Эбулиоскопия (эбулиометрия). Понижение температуры замерзания раствора нелетучего вещества по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя. Криоскопия. Осмос. Обратный осмос. Ультрафильтрация. Определение молярной массы растворенного вещества по относительному уменьшению давления насыщенного пара растворителя над раствором. Растворимость газов в жидкостях.

### **Лабораторные работы.**

Лабораторная работа «Определение плотности растворов»

Техника безопасности работы в лаборатории физической и коллоидной химии.

Определение зависимости относительной плотности растворов KCl от концентрации.

Определение зависимости относительной плотности раствора KNO<sub>3</sub> ( $\omega=20\%$ ) от температуры.

Контрольные вопросы:

1. Методы определения плотности растворов.
2. Измерения относительной плотности раствора с помощью пикнометра.

**Лабораторное занятие. Лабораторная работа «Определение дифференциальной и интегральной теплоты растворения соли»**

Определение теплоемкости калориметрической системы.

Определение интегральной теплоты растворения сульфата калия.

Контрольные вопросы:

1. Зависимость тепловых эффектов от температуры.
2. Термодинамические системы. Определение и классификация. Внутренняя энергия. Определение, составляющие, размерность.

**Лабораторное занятие. Лабораторная работа «Определение теплоты гидратации соли»**

Определение теплоемкости калориметрической системы.

Определение теплоты гидратации соли CuSO<sub>4</sub>.

Контрольные вопросы:

1. Зависимость тепловых эффектов от температуры.
2. Термодинамические системы. Определение и классификация. Внутренняя энергия. Определение, составляющие, размерность.
3. Теплота растворения. Теплота гидратации (сольватации).

**Лабораторное занятие. Лабораторная работа «Определение теплоты нейтрализации и теплоты диссоциации»**

Определение теплоты нейтрализации слабого основания сильной кислотой.

Определение теплоты нейтрализации сильного основания сильной кислотой. Контрольные вопросы:

1. Что называется термодинамической системой? Какие параметры характеризуют состояние системы?
2. Что называется тепловым эффектом реакции? При каких условиях он называется изменением энтальпии реакции?

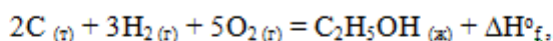
**Лабораторное занятие. Коллоквиум и решение задач по разделу 1 «Основные понятия и законы термодинамики и термохимии, лежащие в основе химического и физико-химического анализа лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов».**

1. Идеальные и реальные газы.
2. Основные понятия химической термодинамики.
3. Нулевое начало (нулевой закон) термодинамики.
4. Первое начало (первый закон) термодинамики.
5. Некруговые процессы.
6. Термохимия. Закон Гесса.
7. Зависимость тепловых эффектов от температуры. Уравнение (закон) Кирхгофа.
8. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы. Энергия Гельмгольца (свободная энергия). Энергия Гиббса (свободная энтальпия).
9. Термодинамические условия самопроизвольного протекания процесса и достижения состояния равновесия.
10. Химический потенциал. Фугитивность и активность. Стандартное состояние вещества.
11. Особенности гетерогенных химических равновесий. Способы расчета химических равновесий.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Составьте и изучите конспект лекций по разделу.
2. Решите задачи:

1. Рассчитайте мольную теплоту (энтальпию) образования этанола из простых веществ по реакции:



используя данные о стандартных теплотах сгорания веществ, участвующих в реакции.

Вещество	$\Delta H^\circ_c$ , Дж/моль
Этанол	-1366,74
Водород	-285,77
Углерод	-393,50

2. Рассчитайте изменение энтропии, энтальпии и энергии Гиббса при с.у. реакции окисления в организме человека сахарозы:  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(к)} + 11\text{O}_{2(г)} = 12\text{CO}_{2(г)} + 11\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$ .

3. Для реакции  $2\text{NO}_{2(г)} \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_{4(г)}$  вычислите  $\Delta G^\circ_{\text{р-ции}}$  и температуру, при которой оба направления процесса равновероятны.

## **Тема 2. Фазовое равновесие. Кинетика (ОПК-1)**

### **Лекция.**

Лекция «Термодинамика фазовых равновесий»

Термодинамические условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы. Однокомпонентные закрытые системы. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса.

Фазовые равновесия в однокомпонентных и двухкомпонентных гетерогенных системах. Фазовые равновесия в трехкомпонентных гетерогенных системах. Экстракция. Термодинамика разбавленных растворов. Электрохимия. Электропроводность растворов электролитов. Электродвижущие силы и электродные потенциалы. Электрохимические методы анализа. Ионные равновесия в растворах. Потенциометрический метод анализа.

Диаграммы состояния бинарных систем – диаграммы плавкости. Системы из компонентов, неограниченно растворимых друг в друге (кристаллизующихся изоморфно) как в жидком, так и в твердом состоянии, не образующих химических соединений. Системы с неограниченной взаимной растворимостью компонентов в жидком состоянии, не образующих химические соединения.



Экстракция. Коэффициент распределения. Степень извлечения (фактор извлечения, процент экстракции). Влияние различных факторов на процессы экстракции (влияние объема экстрагента и числа последовательных экстракций; влияние pH водной фазы; использование маскирующих агентов; взаимное влияние экстрагируемых веществ; подавление экстракции). Применение экстракции в фармации.

Лекция «Кинетика химических реакций. Катализ»

Основные понятия. Формальная химическая кинетика реакций в газовой фазе: кинетически необратимые реакции первого, второго, третьего, дробного, нулевого порядка. Методы определения порядка реакции (интегральные, дифференциальные). Формальная кинетика некоторых сложных реакций: обратимые, параллельные, последовательные, сопряженные реакции.

Зависимость скорости химической реакции от температуры. Правило Вант – Гоффа. Уравнение Аррениуса. Связь между коэффициентом Вант – Гоффа и энергии активации.

Общие теории химической кинетики. Теория активных столкновений. Гипотеза Аррениуса о существовании активных молекул. Теория активных бинарных соударений. Принцип стационарных (квазистационарных) состояний. Теория переходного состояния. Основные положения и допущения теории. Основное уравнение теории. Термодинамическая (квазитермодинамическая) форма основного уравнения теории.

Особенности кинетики реакций в растворах. Кинетика фотохимических реакций. Общие особенности радиационно–химических и цепных реакций.

Кинетика гетерогенных процессов. Кинетика электрохимических процессов. Основные особенности каталитических реакций. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ в растворах. Понятие о металлокомплексном катализе. Ферментативный катализ. Сущность ферментативного катализа, кинетика ферментативных реакций. Гетерогенный катализ. Основные понятия. Кинетические особенности гетерогенно каталитических реакций. Теории гетерогенного катализа (мультиплетная теория А.А. Баландина, теория активных ансамблей Н.И. Кобозева, электронная теория). Современные тенденции развития теорий гетерогенного катализа.

### **Лабораторные работы.**

Лабораторная работа «Химическое равновесие»

Исследования химического равновесия реакции окисления иода.

Контрольные вопросы:

1. Константа равновесия гомогенной реакции:  $\text{CO(г)} + \text{H}_2\text{O(г)} \leftrightarrow \text{CO}_2\text{(г)} + \text{H}_2\text{(г)}$  равна 1 при 8500С. Чему равны равновесные концентрации всех веществ, если исходные концентрации CO и H<sub>2</sub>O равны 3 и 2 моль/л соответственно?
2. Напишите выражение для константы равновесия гомогенной реакции:  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$ . Как изменится скорость прямой реакции, если увеличить концентрацию водорода в три раза?
3. В гомогенной системе  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$  равновесные концентрации соответственно равны: [CO] – 0,2; [Cl<sub>2</sub>] – 0,3 и [COCl<sub>2</sub>] – 1,2 моль/л. Вычислите константу равновесия и исходные концентрации CO и Cl<sub>2</sub>.

**Лабораторное занятие. Лабораторная работа «Изучение скорости реакции иодирования ацетона».**

Определение скорости реакции методом отбора проб.

Контрольные вопросы:

1. Как зависит скорость реакции от химической природы реагирующих веществ?
2. Физический смысл константы скорости химической реакции.
3. Почему в выражении для скорости реакции не учитываются концентрации веществ в твердом агрегатном состоянии?
4. Протекает элементарная реакция:  $2\text{C}_{\text{тв}} + \text{O}_2\text{(г)} \rightarrow 2\text{CO(г)}$ . Запишите выражение для скорости этой реакции и определите, как она изменится, если: а) в реакционную смесь ввести дополнительное количество графита (C); б) увеличить концентрацию кислорода?
5. Во сколько раз изменится скорость реакции:  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$ , протекающей в газовой фазе, если концентрации исходных веществ увеличить в три раза? Считать реакцию элементарной.

**Лабораторное занятие. Лабораторная работа «Каталитическое окисление KI».**

Каталитического действия ионов железа и меди.

Контрольные вопросы:

1. Основные особенности каталитических реакций.
2. Гомогеннокаталитические реакции с участием одного и двух исходных веществ.
3. Катализ. Значение катализа в фармации и биологии. Виды катализа (гомогенный и гетерогенный). Катализаторы, ингибиторы, промоторы, каталитические яды.
4. Механизм действия катализатора. Его влияние на энергию активации реакции. Кислотно-основный катализ в фармации и биологии.

**Лабораторное занятие. Лабораторная работа «Изучение кинетики реакции гидролиза сложного эфира в щелочной среде».**

Изучение кинетики реакции второго порядка.

Контрольные вопросы:

1. Кинетическая классификация химических реакций. Молекулярность и порядок реакции (по данному веществу и в целом).
2. Способы определения порядка реакции.
3. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Закон действующих масс. Константа скорости.
4. Реакции 1-го порядка. Вывод кинетического уравнения. Время полупревращения.
5. Расчет сроков годности лекарственных препаратов. Метод ускоренного старения.

**Лабораторное занятие. Лабораторная работа «Определение рН методом ЭДС».**

Определение рН с применением хингидронного электрода

Построение буферной диаграммы.

Контрольные вопросы:

1. Механизм возникновения электродного потенциала. Двойной электрический слой.
2. Зависимость ЭДС гальванического элемента от активностей реагентов. Уравнение Нернста.
3. Классификация обратимых электродов. Уравнения Нернста для потенциалов электродов первого, второго рода, окислительно-восстановительных и мембранных (ион – селективных) электродов.
4. Измерение ЭДС гальванических элементов.

**Лабораторное занятие. Коллоквиум и решение задач по разделу 2 «Фазовое равновесие. Кинетика».**

1. Классификация бинарных жидких растворов.
2. Закон Рауля и его термодинамическое обоснование.
3. Зависимость давления насыщенного пара над раствором от состава раствора. Законы Коновалова.
4. Взаимосвязь составов равновесных жидкой фазы и пара в бинарных системах полностью взаимно растворимых жидкостей. Правило рычага.
5. Основные типы диаграмм кипения ( $P = \text{const}$ ) и диаграмм упругости пара ( $T = \text{const}$ ) для бинарных систем полностью взаимно растворимых жидкостей.
6. Нагревание и охлаждение бинарной смеси летучих жидкостей. Перегонка и ректификация.
7. Экстракция. Коэффициент распределения. Степень извлечения (фактор извлечения, процент экстракции). Фактор разделения двух веществ. Условия разделения двух веществ.
8. Влияние различных факторов на процессы экстракции (влияние объема экстрагента и числа последовательных экстракций; влияние рН водной фазы; использование маскирующих агентов; взаимное влияние экстрагируемых веществ; подавление экстракции). Применение экстракции в фармации.
9. Теория активных столкновений. Гипотеза Аррениуса о существовании активных молекул. Теория активных бинарных соударений. Принцип стационарных (квазистационарных) состояний.
10. Теория переходного состояния. Основные положения и допущения теории. Основное уравнение теории. Термодинамическая (квазитермодинамическая) форма основного уравнения теории.
11. Особенности кинетики реакций в растворах. Кинетика фотохимических реакций.
12. Общие особенности радиационно-химических реакций. Особенности кинетики цепных реакций.

### Задания для самостоятельной работы.

1. Составьте и изучите конспект лекций по разделу.

2. Решите задачи:

1. При гидролизе этилхлорида, содержащегося в фармпрепарате “Хлористый этил”, в 80%-ном водном растворе этанола концентрация его меняется во времени следующим образом:

Время $t$ , час	0	4	10	27	67
Концентрация $C$ , моль/л	0,3115	0,258	0,194	0,085	0,013

Определите порядок реакции, константу скорости и время полупревращения.

2. Вычислите срок годности инъекционного раствора, если константа скорости разложения лекарственного вещества в нём при 60°C равна  $1,64 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ , а при 90°C –  $4,2 \times 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ .

3. Для реакции разложения HI константа скорости при 280°C равна  $7,96 \times 10^{-7}$ , а при 300°C –  $3,26 \times 10^{-6} \text{ мин}^{-1}$ . Рассчитать энергию активации, константу скорости при 290°C и температурный коэффициент реакции в указанном интервале температуры.

### Тема 3. Поверхностные явления. Дисперсные системы (ОПК-1)

#### Лекция.

Лекция «Физикохимия поверхностных явлений»

Термодинамика поверхностного слоя. Адсорбция. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Методы определения поверхностного натяжения. Краевой угол смачивания. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Связь поверхностной энергии Гиббса и поверхностной энтальпии. Энтальпия смачивания и коэффициент гидрофильности.

Термодинамика многокомпонентных систем с учетом поверхностной энергии. Адсорбция на границе раздела фаз. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества. Изотерма поверхностного натяжения. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе.

Молекулярные механизмы адсорбции. Ориентация молекул в поверхностном слое. Определение площади, занимаемой молекулой поверхностно-активного вещества в насыщенном адсорбционном слое, и максимальной длины молекулы ПАВ. Термодинамический анализ адсорбции. Избыточная адсорбция Гиббса. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса. Измерение адсорбции на границах раздела твердое тело – газ и твердое тело – жидкость. Факторы, влияющие на адсорбцию газов и растворенных веществ. Мономолекулярная адсорбция, уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра, Фрейндлиха. Полимолекулярная адсорбция. Капиллярная конденсация, абсорбция, хемосорбция.

Адсорбция электролитов. Неспецифическая (эквивалентная) адсорбция ионов. Избирательная адсорбция ионов. Правило Панета – Фаянса. Ионообменная адсорбция. Иониты и их классификация. Обменная емкость. Применение ионитов в фармации.

Хроматография (М.С. Цвет). Классификация хроматографических методов по технике выполнения и по механизму процесса. Гельфильтрация. Применение хроматографии в фармации.

Лекция «Физикохимия дисперсных систем»

Основные этапы развития коллоидной химии. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии коллоидной химии (А.В. Думанский, В. Оствальд, Н.П. Песков, П.А. Ребиндер). Значение коллоидной химии в развитии фармации.

Природа, классификация и общие свойства дисперсных систем. Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем. Лиофобные дисперсные системы. Строение и электрический заряд коллоидных частиц. Лиофильные дисперсные системы. Мицеллярные коллоидные системы. Молекулярные коллоидные системы. Структура дисперсных систем. Дисперсная фаза, дисперсная среда. Степень дисперсности. Классификация дисперсных систем: по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой, по подвижности дисперсной фазы. Методы получения и очистки коллоидных растворов. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация.

Устойчивость и коагуляция дисперсных систем. Разные классы дисперсных систем. Аэрозоли и их свойства. Получение, молекулярно-кинетические свойства. Электрические свойства. Агрегативная устойчивость и факторы, ее определяющие. Разрушение. Применение аэрозолей в фармации. Порошки и их свойства. Слеживаемость, гранулирование и распыляемость порошков. Применение в фармации. Суспензии и их свойства. Пены. Пасты. Эмульсии и их свойства. Получение. Типы эмульсий. Эмульгаторы и механизм их действия. Обращение фаз эмульсий. Устойчивость эмульсий и ее нарушение. Факторы устойчивости эмульсий. Коалесценция. Свойства концентрированных и высококонцентрированных эмульсий. Применение суспензий и эмульсий в фармации.

### **Лабораторные работы.**

#### **Лабораторное занятие. Лабораторная работа «Адсорбция кислоты активированным углем».**

Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте правило уравнивания полярностей Ребиндера.
2. Запишите уравнения Фрейндлиха и Ленгмюра. В каких координатах строят график для определения константы Фрейндлиха и параметра  $n$  в уравнении адсорбции Фрейндлиха?
3. От каких факторов зависит величина адсорбции?
4. Каковы физико-химические основы адсорбционной терапии?

#### **Лабораторное занятие. Лабораторная работа «Получение и свойства коллоидных растворов»**

Получение гидрозоля канифоли методом замены растворителя.

Получение золя гидроксида железа.

Получение золя методом пептизации.

Получение золя берлинской лазури с различными зарядами частиц.

Получение золя серы.

Определение порога коагуляции золя гидроксида железа (III).

Взаимная коагуляция зольей

Контрольные вопросы:

1. Как классифицируют дисперсные системы в зависимости от степени дисперсности частиц дисперсной фазы и агрегатного состояния дисперсной фазы и дисперсионной среды?
2. Сходство и различия коллоидных систем с истинными растворами. Привести примеры.
3. Способы получения коллоидных систем из грубодисперсных систем и истинных растворов.
4. Строение мицеллы – структурной единицы коллоидных растворов. Как определить знак заряда частицы золя?
5. Почему коллоидные растворы называют лиофобными зольями? Что такое лиофильные золи?
6. Напишите уравнение реакции и схемы мицелл зольей, полученных при сливании разбавленных растворов  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{NaCl}$ : а) при избытке первого; б) при избытке второго.

#### **Лабораторное занятие. Коллоквиум и решение задач по разделу 3 «Поверхностные явления. Дисперсные системы».**

1. Структура дисперсных систем. Дисперсная фаза, дисперсная среда. Степень дисперсности.
2. Классификация дисперсных систем: по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой, по подвижности дисперсной фазы.
3. Методы получения и очистки коллоидных растворов. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация.
4. Термодинамика поверхностного слоя. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Методы определения поверхностного натяжения. Краевой угол смачивания. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Связь поверхностной энергии Гиббса и поверхностной энтальпии. Энтальпия смачивания и коэффициент гидрофильности.
5. Термодинамика многокомпонентных систем с учетом поверхностной энергии. Адсорбция на границе раздела фаз. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества. Изотерма поверхностного натяжения. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе.

6. Молекулярные механизмы адсорбции. Ориентация молекул в поверхностном слое. Определение площади, занимаемой молекулой поверхностно-активного вещества в насыщенном адсорбционном слое, и максимальной длины молекулы ПАВ.
7. Термодинамический анализ адсорбции. Избыточная адсорбция Гиббса. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса. Измерение адсорбции на границах раздела твердое тело – газ и твердое тело – жидкость. Факторы, влияющие на адсорбцию газов и растворенных веществ. Мономолекулярная адсорбция, уравнение изотермы адсорбции Ленгмюра, Фрейндлиха. Полимолекулярная адсорбция. Капиллярная конденсация, абсорбция, хемосорбция.
8. Адсорбция электролитов. Неспецифическая (эквивалентная) адсорбция ионов. Избирательная адсорбция ионов. Правило Панета – Фаянса. Ионообменная адсорбция. Иониты и их классификация. Обменная емкость. Применение ионитов в фармации.
9. Хроматография (М.С. Цвет). Классификация хроматографических методов по технике выполнения и по механизму процесса. Гельфильтрация. Применение хроматографии в фармации.
10. Природа электрических явлений в дисперсных системах. Механизм возникновения электрического заряда на границе раздела двух фаз. Строение двойного электрического слоя. Мицелла, строение мицеллы золя. Заряд и электрокинетический потенциал коллоидной частицы.
11. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Явление перезарядки в дисперсных системах.
12. электрокинетические явления. Электрофорез. Связь электрофоретической скорости коллоидных частиц с их электрокинетическим потенциалом (уравнение Гельмгольца – Смолуховского). Электрофоретическая подвижность. Электрофоретические методы исследования в фармации.
13. Электроосмос. Электроосмотическое измерение электрокинетического потенциала. Практическое применение электроосмоса в фармации.
14. Кинетическая и термодинамическая устойчивость дисперсных систем. Агрегация и седиментация частиц дисперсной фазы. Факторы устойчивости. Коагуляция и факторы, ее вызывающие. Кинетика коагуляции. Медленная и быстрая коагуляция. Порог коагуляции, его определение. Правило Шульце-Гарди. Чередование зон коагуляции. Коагуляция зольей смесями электролитов.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Составьте и изучите конспект лекций по разделу.
2. Решите задачи:
  1. Вычислите поверхностное натяжение воды при 200С, если по данным сталагмометрического исследования число капель воды и ацетона 31 и 95 соответственно, а поверхностное натяжение ацетона при этой температуре 18,43 мН/м.
  2. К 60 мл раствора уксусной кислоты с концентрацией раствора 0,1 моль/л добавили 3 г адсорбента и взболтали. После достижения равновесия пробу раствора объемом 10 мл оттитровали раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,05 моль/л. На титрование затрачено 15 мл титранта. Рассчитайте величину адсорбции уксусной кислоты.
  3. Концентрация кетоновых тел, накапливаемых в крови больных сахарным диабетом в течении суток, достигает 0,2 моль/л. Какое количество кетоновых тел адсорбируется из крови при гемосорбции, если предельная адсорбция составляет  $3 \cdot 10^{-3}$  моль/г,  $a = 6 \cdot 10^{-2}$  моль/л.
  4. Порог коагуляции некоторого золя равен 0,375 ммоль/л. Какой объем (мл) 0,01 М раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  нужно взять, для коагуляции  $1,8 \cdot 10^{-3}$  м -3 этого золя?
  5. Имеется золь гидроксида алюминия, полученного неполным гидролизом хлорида алюминия, при этом частицы золя заряжаются положительно. У какого из электролитов (при одинаковой молярной концентрации):  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{KNO}_3$ ;  $\text{MgSO}_4$ ;  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ? При их действии на этот золь, порог коагуляции меньше?

### **Тема 4. Высокомолекулярные соединения (ВМС) и их растворы (ОПК-1)**

#### **Лекция.**

Лекция «Понятие о ВМС, классификация ВМС. Набухание и растворение ВМС»

Молекулярные коллоидные системы. Методы получения ВМС. Классы ВМС. Свойства полимерных цепей. Гибкость цепей полимеров. Внутреннее вращение звеньев в макромолекулах ВМС. Кристаллическое и аморфное состояние ВМС. Набухание и растворение ВМС. Механизм набухания. Термодинамика набухания и растворения ВМС. Влияние различных факторов на степень набухания. Лиотропные ряды ионов. Реологические свойства растворов ВМС. Удельная, приведенная и характеристическая вязкость. Уравнение Штаудингера и его модификация. Определение молярной массы полимера вискозиметрическим методом.

Полимерные неэлектролиты и полиэлектролиты. Полиамфолиты. Изоэлектрическая точка полиамфолитов и методы ее определения. Осмотические свойства растворов ВМС. Осмотическое давление растворов полимерных неэлектролитов. Отклонение от закона Вант – Гоффа. Уравнение Галлера. Определение молярной массы полимерных неэлектролитов. Мембранное равновесие Доннана. Факторы устойчивости растворов ВМС. Высаливание, пороги высаливания. Зависимость порогов высаливания полиамфолитов от pH среды. Коацервация. Микрокоацервация. Биологическое значение. Микрокапсулирование. Застудневание. Влияние различных факторов на скорость застудневания. Тиксотропия студней и гелей. Синерезис студней. Студни в фармации.

### **Лабораторные работы.**

#### **Лабораторное занятие. Лабораторная работа «Набухание ВМС»**

Изучение влияния электролитов на величину набухания ВМС.

Определение изоэлектрической точки желатина.

Контрольные вопросы:

1. Высокомолекулярные соединения, их химическая природа и значение в жизнедеятельности организма. Классификация ВМС и способы образования.
2. Растворы полимеров. Механизм растворения и набухания ВМС. Аномальная вязкость растворов ВМС.
3. Осмотическое давление растворов ВМС, значение онкотического давления плазмы крови.
4. Устойчивость растворов ВМС, ее факторы. Заряд и изоэлектрическое состояние полиамфолитов. Высаливание полимеров, использование в биотехнологии.
5. Коацервация и ее биологическое значение. Коллоидная защита. Гели.

#### **Лабораторное занятие. Лабораторная работа «Микрогетерогенные системы»**

Получение эмульсии масла.

Получение эмульсии бензола.

Стабилизация эмульсии порошком.

Получение и разрушение пены.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение и приведите примеры микрогетерогенных систем. Как классифицируют микрогетерогенные системы?
2. Какие системы называют суспензиями? Что в таких системах является дисперсной фазой, а что – дисперсионной средой? Примеры суспензий и их практическое значение.
3. Приведите способы получения устойчивых суспензий. Какие вещества используются для их стабилизации?
4. Седиментация суспензий, закон Стокса.
5. Какие системы относятся к эмульсиям? Эмульсии прямые (I рода) и обратные (II рода) и их взаимный переход (инверсия эмульсий).

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Составить и изучить конспект лекций по разделу.
2. Подготовиться к лабораторным занятиям.

## **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

### **4.1. Распределение баллов:**

- текущий контроль – 52 балла
- контрольные срезы – 3 среза по 6 баллов каждый
- премиальные баллы – 5 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Основные понятия и законы термодинамики и термохимии, лежащие в основе химического и физико-химического анализа лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	<b>Коллоквиум(контрольный срез)</b>	6	За коллоквиум начисляется 6 баллов. Коллоквиум включает в себя письменный ответ на 2 предварительно определенных вопроса из перечня вопросов, выданных заранее для подготовки студента. На подготовку к ответу на коллоквиум дается 30 минут. 3 балла – студент на вопрос дал развернутый полный и правильный ответ; 2 балла – студент при ответе на вопрос допустил не более одной ошибки; 1 балл – студент при ответе на вопрос допустил две и более ошибки; 0 баллов – студент дал неправильный ответ на вопрос / отказ от ответа на вопрос
		Защита лабораторных работ	12	Выполняется 4 лабораторные работы, на защиту каждой из которых отводится 3 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл - за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради 1 балл - за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балл; если ответ неправильный или отсутствует – 0 баллов) студенту задается один вопрос из перечня вопросов, выданных для подготовки заранее. 2 балла – студент дал полный правильный ответ на вопрос. 1 балл – студент при ответе на вопрос допустил одну ошибку; 0 баллов – студент при ответе на вопрос допустил более одной ошибки, раскрыл вопрос не полностью, дал неправильный ответ, отказался отвечать.
		Решение задач	5	За решение задач начисляется 5 баллов. Решение задач включается в себя решение 5 задач по 1 баллу каждая. На решение задач отводится 40 минут. 1 баллов – задача решена правильно; 0 баллов – студент неправильно решил задачу / отказ от решения задачи

2.	Фазовое равновесие. Кинетика	<b>Коллоквиум(контрольный срез)</b>	6	За коллоквиум начисляется 6 баллов. Коллоквиум включает в себя письменный ответ на 2 предварительно определенных вопроса из перечня вопросов, выданных заранее для подготовки студента. На подготовку к ответу на коллоквиум дается 30 минут. 3 балла – студент на вопрос дал развернутый полный и правильный ответ; 2 балла – студент при ответе на вопрос допустил не более одной ошибки; 1 балл – студент при ответе на вопрос допустил две и более ошибки; 0 баллов – студент дал неправильный ответ на вопрос / отказ от ответа на вопрос
		Защита лабораторных работ	15	Выполняется 5 лабораторных работ, на защиту каждой из которых отводится 3 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл - за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради 1 балл - за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балл; если ответ неправильный или отсутствует – 0 баллов)
		Решение задач	5	За решение задач начисляется 5 баллов. Решение задач включается в себя решение 5 задач по 1 баллу каждая. На решение задач отводится 40 минут. 1 баллов – задача решена правильно; 0 баллов – студент неправильно решил задачу / отказ от решения задачи
3.	Поверхностные явления. Дисперсные системы	<b>Коллоквиум(контрольный срез)</b>	6	За коллоквиум начисляется 6 баллов. Коллоквиум включает в себя письменный ответ на 2 предварительно определенных вопроса из перечня вопросов, выданных заранее для подготовки студента. На подготовку к ответу на коллоквиум дается 30 минут. 3 балла – студент на вопрос дал развернутый полный и правильный ответ; 2 балла – студент при ответе на вопрос допустил не более одной ошибки; 1 балл – студент при ответе на вопрос допустил две и более ошибки; 0 баллов – студент дал неправильный ответ на вопрос / отказ от ответа на вопрос
		Защита лабораторных работ	6	Выполняется 5 лабораторных работ, на защиту каждой из которых отводится 3 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл - за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради 1 балл - за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балл; если ответ неправильный или отсутствует – 0 баллов)



		Решение задач	3	За решение задач начисляется 5 баллов. Решение задач включается в себя решение 5 задач по 1 баллу каждая. На решение задач отводится 40 минут. 1 баллов – задача решена правильно; 0 баллов – студент неправильно решил задачу / отказ от решения задачи
4.	Высокомолекулярные соединения (ВМС) и их растворы	Защита лабораторных работ	6	Выполняется 2 лабораторных работ, на защиту каждой из которых отводится 3 балла. Защите лабораторной работы предшествует ее выполнение с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Баллы за защиту суммируются следующим образом: 1 балл – за выполнение лабораторной работы с соблюдением правил техники безопасности; 1 балл - за правильное оформление лабораторной работы в рабочей тетради 1 балл - за ответ на контрольный вопрос к лабораторной работе (преподаватель задает один контрольный вопрос из перечня вопросов к лабораторной работе; если студент дает на него полный верный ответ, начисляется 1 балл; если ответ неправильный или отсутствует – 0 баллов)
5.	Премияльные баллы		5	Дополнительные премиальные баллы начисляются: за все выполненные и защищенные на максимальный балл лабораторные работы, запланированные на семестр
6.	Ответ на экзамене		30	0 баллов – неправильные ответы на все вопросы билета (оценка «неудовлетворительно») / отказ от ответа на билет; 1-14 баллов – студент допустил в ответах на вопросы билета грубые ошибки и множественные неточности (оценка «неудовлетворительно»); 15 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно»; 16-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо»; 25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично»
7.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		10	Ответ на один из вопросов дополнительного экзаменационного билета
8.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

##### Защита лабораторных работ

##### Тема 4. Высокомолекулярные соединения (ВМС) и их растворы

1. Растворы полимеров. Механизм растворения и набухания ВМС. Аномальная вязкость растворов ВМС.
2. Осмотическое давление растворов ВМС, значение онкотического давления плазмы крови.
3. Устойчивость растворов ВМС, ее факторы. Заряд и изоэлектрическое состояние полиамфолитов. Высаливание полимеров, использование в биотехнологии.
4. Коацервация и ее биологическое значение. Коллоидная защита. Гели.

### **Коллоквиум**

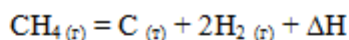
#### Тема 3. Поверхностные явления. Дисперсные системы

1. Классификация дисперсных систем: по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды, по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой, по подвижности дисперсной фазы.
2. Методы получения и очистки коллоидных растворов. Диализ, электродиализ, ультрафильтрация.
3. Термодинамика поверхностного слоя. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Методы определения поверхностного натяжения. Краевой угол смачивания. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Связь поверхностной энергии Гиббса и поверхностной энтальпии. Энтальпия смачивания и коэффициент гидрофильности.
4. Термодинамика многокомпонентных систем с учетом поверхностной энергии. Адсорбция на границе раздела фаз. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества. Изотерма поверхностного натяжения. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе.
5. Молекулярные механизмы адсорбции. Ориентация молекул в поверхностном слое. Определение площади, занимаемой молекулой поверхностно-активного вещества в насыщенном адсорбционном слое, и максимальной длины молекулы ПАВ.
6. Адсорбция электролитов. Неспецифическая (эквивалентная) адсорбция ионов. Избирательная адсорбция ионов. Правило Панета – Фаянса. Ионообменная адсорбция. Иониты и их классификация. Обменная емкость. Применение ионитов в фармации.

### **Решение задач**

#### Тема 3. Поверхностные явления. Дисперсные системы

**Задача 1.** Для реакции крекинга метана



с помощью таблиц термодинамических величин рассчитать  $\Delta\text{H}_{\text{г}298}^\circ$ ,  $\Delta\text{H}_{\text{г}500}^\circ$ ,  $\Delta\text{S}_{\text{г}298}^\circ$ ,  $\Delta\text{G}_{\text{г}298}^\circ$ ,  $\Delta\text{A}_{\text{г}298}^\circ$ . Определить, экзо- или эндо-термична данная реакция; возможно ли самопроизвольное протекание её при температуре 298 К.

**Решение:** Необходимые данные возьмем в справочнике:

Вещество	$\Delta\text{H}_{\text{г}298}^\circ$ , кДж/моль	$\text{S}^\circ$ , Дж/моль·К	$\Delta\text{G}_{\text{г}298}^\circ$ , кДж/моль	$\text{C}_{\text{п}}^\circ$ , Дж/моль·К
$\text{CH}_4(\text{г})$	-890,31	186,27	-50,85	35,71
$\text{C}(\text{г})$	-393,51	5,74	0	8,54
$\text{H}_2(\text{г})$	-285,84	130,52	0	28,83

1. Расчет  $\Delta\text{H}_{\text{г}298}^\circ$ .

В соответствии со следствием закона Гесса:

$$\Delta\text{H}_{\text{г}}^\circ = \sum n_i \Delta\text{H}_{\text{г}i, \text{исх}}^\circ - \sum n_i \Delta\text{H}_{\text{г}i, \text{прод}}^\circ = \Delta\text{H}_{\text{г} \text{CH}_4}^\circ - (\Delta\text{H}_{\text{г} \text{C}}^\circ + 2 \Delta\text{H}_{\text{г} \text{H}_2}^\circ) =$$

$$= -890,31 - [-393,51 + 2(-285,84)] = +74,88 \text{ кДж}.$$

Так как эта величина положительна, реакция является эндотермической.

2. Расчет  $\Delta\text{H}_{\text{г}500}^\circ$ .

Воспользуемся уравнением Кирхгоффа:

$$\Delta\text{H}_2 = \Delta\text{H}_1 + \Delta\text{C}_{\text{п}}(T_2 - T_1).$$

Сначала находим  $\Delta\text{C}_{\text{п}}$  для реакции:

$$\Delta\text{C}_{\text{п}}^\circ = \sum n_i \text{C}_{\text{п}i, \text{прод}}^\circ - \sum n_i \text{C}_{\text{п}i, \text{исх}}^\circ = (\text{C}_{\text{п} \text{C}}^\circ + 2\text{C}_{\text{п} \text{H}_2}^\circ) - \text{C}_{\text{п} \text{CH}_4}^\circ =$$

$$= 8,54 + 2 \times 28,83 - 35,71 = 30,49 \text{ Дж/К} \approx 0,03 \text{ кДж/К}.$$

Подставим найденные значения в уравнение:

$$\Delta\text{H}_{\text{г}500}^\circ = \Delta\text{H}_{\text{г}298}^\circ + \Delta\text{C}_{\text{п}}^\circ(500 - 298) = 74,88 + 0,03 \times 202 = +80,94 \text{ кДж}.$$

3. Расчет  $\Delta\text{S}_{\text{г}}^\circ$ .

$$\Delta\text{S}_{\text{г}}^\circ = \sum n_i \text{S}_{i, \text{прод}}^\circ - \sum n_i \text{S}_{i, \text{исх}}^\circ = \text{S}_{\text{г} \text{C}}^\circ + 2\text{S}_{\text{г} \text{H}_2}^\circ - \text{S}_{\text{г} \text{CH}_4}^\circ =$$

$$= 5,74 + 2 \times 130,52 - 186,27 = 80,51 \text{ Дж/К} \approx 0,08 \text{ кДж/К}.$$

4. Расчет  $\Delta\text{G}_{\text{г}}^\circ$ .

$$\text{а) } \Delta\text{G}_{\text{г}}^\circ = \sum n_i \Delta\text{G}_{\text{г}i, \text{прод}}^\circ - \sum n_i \Delta\text{G}_{\text{г}i, \text{исх}}^\circ = \Delta\text{G}_{\text{г} \text{C}}^\circ + 2\Delta\text{G}_{\text{г} \text{H}_2}^\circ - \Delta\text{G}_{\text{г} \text{CH}_4}^\circ =$$

$$= 0 + 2 \times 0 - (-50,85) = +50,85 \text{ кДж}.$$

$$\text{б) } \Delta\text{G}_{\text{г}}^\circ = \Delta\text{H}_{\text{г}}^\circ - T\Delta\text{S}_{\text{г}}^\circ = 74,88 - 298 \times 0,08 = +50,89 \text{ кДж}.$$

Так как  $\Delta\text{G}_{\text{г}298}^\circ > 0$ , то при 298 К реакция самопроизвольно в прямом направлении не пойдет.

5. Расчет  $\Delta\text{A}_{\text{г}}^\circ$ .

Между  $\Delta\text{G}_{\text{г}}^\circ$  и  $\Delta\text{A}_{\text{г}}^\circ$  существует соотношение:

$$\Delta\text{A}_{\text{г}}^\circ = \Delta\text{G}_{\text{г}}^\circ - \Delta nRT.$$

где  $\Delta n$  – изменение числа молей газообразных веществ в ходе реакции,  $R$  – универсальная газовая постоянная.

Находим  $\Delta n$ :  $\Delta n = \sum n_{\text{прод}} - \sum n_{\text{исх}} = 2 - 1 = 1$ .

Отсюда:

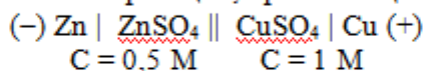
$$\Delta A^0_f = \Delta G^0_f - \Delta n RT = 50,89 - 1 \times 8,314 \times 10^{-3} \times 298 = 48,41 \text{ кДж.}$$

**Задача 2.** Вычислите изменение внутренней энергии системы при испарении 0,054 кг воды, если теплота испарения её 40,66 кДж/моль, а работа расширения равна 1,3 кДж/моль.

**Решение.** В соответствии с первым началом термодинамики

$$\Delta U = Q - p \Delta V \text{ или, с учетом числа молей, } \Delta U = n \Delta \bar{I}_{\text{исп}} - n p \Delta V. \text{ Так как } n = m/M = 54/18 = 3, \text{ получим: } \Delta U = 3 \times 40,66 - 3 \times 1,3 = 118,08 \text{ кДж.}$$

**Задача 3.** Рассчитать электродные потенциалы, электродвижущую силу, изменение энергии Гиббса и константу равновесия реакции, протекающей в гальваническом элементе



при замыкании цепи. Указать катод и анод.  $T = 25^\circ\text{C}$ .

**Решение:** Потенциалы электродов  $E_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}}$  рассчитаем по уравнению Нернста:

$$E_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}} = E^0_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}} + \frac{RT}{nF} \ln a_{\text{Me}^{n+}} = E^0_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}} + \frac{0,059}{n} \lg a_{\text{Me}^{n+}},$$

где  $E^{\circ}_{M^{n+}/M}$  – стандартный электродный потенциал;

$a_{M^{n+}}$  – активность ионов, участвующих в электродной реакции.

Коэффициенты активности  $\gamma$  и стандартные электродные потенциалы  $E^{\circ}_{M^{n+}/M}$  возьмем в справочнике:

$a_{Cu^{2+}} = \gamma_{Cu^{2+}} C_{Cu^{2+}} = 0,043 \times 1 = 0,043$  моль/л;  $E^{\circ}_{Cu^{2+}/Cu} = +0,337$  В;

$a_{Zn^{2+}} = \gamma_{Zn^{2+}} C_{Zn^{2+}} = 0,063 \times 0,5 = 0,0315$ ;  $E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0,763$  В.

Подставляем данные:

$$E_{Cu^{2+}/Cu} = +0,337 + \frac{0,059}{2} \lg 0,043 = +0,297 \text{ В} \quad (E_+);$$

$$E_{Zn^{2+}/Zn} = -0,763 + \frac{0,059}{2} \lg 0,0315 = -0,807 \text{ В} \quad (E_-).$$

ЭДС элемента равна разности потенциалов более положительного и более отрицательного электродов:  $E = E_+ - E_-$ , то есть в данном случае:

$$E = E_{Cu^{2+}/Cu} - E_{Zn^{2+}/Zn} = +0,297 - (-0,807) = 1,104 \text{ В}.$$

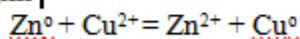
В гальваническом элементе катод заряжен положительно, а анод – отрицательно, значит, катодом является медный электрод, а анодом – цинковый. На катоде при замыкании цепи идет реакция восстановления меди, на аноде – реакция окисления цинка.

Зная ЭДС, можно рассчитать изменение энергии Гиббса в ходе реакции:  $\Delta G^{\circ} = -nFE$ , где  $n$  – число электронов, участвующих в реакции,  $F$  – число Фарадея.

Подставляем значения:

$$\Delta G^{\circ} = -2 \times 96500 \times 1,104 = -212300 \text{ Дж/моль}.$$

Так как  $\Delta G^{\circ} < 0$ , равновесие в реакции



будет смещено вправо. По величине  $\Delta G^{\circ}$  можно вычислить константу равновесия реакции (так как в реакции не участвуют газообразные вещества, то  $K_p = K_c$ ):

$$\ln K_p = \ln K_c = -\frac{\Delta G^{\circ}}{RT} = -\frac{-212300}{8,314 \times 298} = 85,6887.$$

Отсюда  $K_p = K_c = e^{85,6887} = 1,64 \times 10^{37}$ .

#### 4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

##### Типовые вопросы экзамена (ОПК-1)

1. Термодинамические системы. Определение и классификация.
2. Параметры системы: интенсивные, экстенсивные. Функции состояния.
3. Состояние системы равновесное, стационарное, переходное.
4. Термодинамические процессы: изобарные, изохорные, изотермические, изобарно-изотермические и изохорно-изотермические.
5. Внутренняя энергия, работа, теплота, связь между ними. Теплота и работа, как формы передач энергии. Сходство и различие между теплотой и работой.
6. Первое начало термодинамики. Различные формулировки. Математическое выражение.
7. Закон Гесса - основной закон термохимии. Формулировка, значение и иллюстрация на примерах.
8. Следствия из закона Гесса. Теплота сгорания. Расчет тепловых эффектов реакций с использованием стандартных теплот сгорания.

### Типовые задания для экзамена (ОПК-1)

1. Рассчитайте изменение энтропии в процессах: а) нагревания 108 г воды от 20оС до 100оС, б) испарения воды при кипении при 100оС, в) нагревания пара до 120оС и г) суммарное изменение энтропии.

Средняя теплоёмкость  $C_p$ : жидкой воды 75,31, пара 33,56 Дж/мольК; теплота испарения воды  $D_{\text{Нисп}}$  40660 Дж/моль; молярная энтропия  $S_0$ : жидкой воды 69,96, пара 188,74 Дж/моль К.

2. Константа равновесия реакции  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$

при 25оС равна 4. Рассчитайте равновесный выход этилацетата и воды (в молях), если в реакцию введены 1 моль уксусной кислоты и 2 моля этанола.

3. Константа равновесия  $K_p$  реакции  $2\text{HBr} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{Br}_2$  при 1100 К равна  $1,39 \cdot 10^{-3}$ . Рассчитайте равновесный выход продуктов реакции (в молях), если в реакцию вступает 1,5 моля  $\text{HBr}$ .

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ОПК-1	Отлично применяет основные физико-химические и химические методы химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ОПК-1	Хорошо применяет основные физико-химические и химические методы химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ОПК-1	Удовлетворительно применяет основные физико-химические и химические методы химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ОПК-1	Не применяет основные физико-химические и химические методы химического анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

#### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

#### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы:
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Беляев А.П., Кучук В.И. Физическая и коллоидная химия : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 816 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970456903.html>
2. Харитонов Ю.Я. Физическая химия : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 608 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970423905.html>

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Беляев А.П., Чухно А.С., Бахолдина Л.А., Гришин В.В. Физическая и коллоидная химия. Задачник : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 288 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970446843.html>

### **6.3 Иные источники:**

1. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания - [www.monographies.ru](http://www.monographies.ru)
2. Правовой сайт КонсультантПлюс - <http://www.consultant.ru>
3. Российская национальная библиотека - [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)
4. Словари и энциклопедии онлайн - <http://dic.academic.ru/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.



Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows "Лаборатория Касперского"

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Flash Player 29 PPAPI Adobe Systems Incorporated 15.06.2018 29.0.0.140

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ЭБС «Консультант студента»: коллекции: Медицина. Здравоохранение. Гуманитарные науки . – URL: <https://www.studentlibrary.ru>
2. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
3. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
4. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>
5. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyj-katalog/>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
7. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.