

**Методические рекомендации**  
**Физическая и коллоидная химия**

- 1. Направление подготовки:** Биотехнология
- 2. Профиль подготовки:** Фармацевтическая и пищевая биотехнология
- 3. Форма обучения:** очная

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ОПК-1 Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях

ОПК-1.4 Анализирует и использует знания в области математики, физики, химии для решения профессиональных задач

*Знать:*

ОПК-1.4/Зн1 Статистические методы обработки данных, в том числе с использованием информационных систем и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», программного обеспечения для проведения статистических расчетов

ОПК-1.4/Зн2 Основные физические величины и константы, их определение и единицы измерения

ОПК-1.4/Зн3 Биофизические и физико-химические процессы и явления, происходящие в клетках

ОПК-1.4/Зн4 Основные теории и законы химии, виды и способы образования химической связи, факторы, влияющие на изменение скорости химической реакции

ОПК-1.4/Зн5 Состояние химического равновесия основные положения теории ионных равновесий применительно к кислотно-основным, окислительно-восстановительным реакциям, реакциям комплексообразования и образования малорастворимых соединений, химические свойства s, p, d –элементов и их соединений

ОПК-1.4/Зн6 Химические свойства элементов и соединений, методы, приемы и способы выполнения химического и физико-химического анализа для установления качественного состава и количественных определений

ОПК-1.4/Зн7 Основные законы, уравнения и методы описаний физических, химических и электрохимических процессов в биологических системах в равновесных и неравновесных условиях протекания

ОПК-1.4/Зн8 Взаимное влияние атомов в органических молекулах и способы его передачи, сопряженные системы и ароматичность

ОПК-1.4/Зн9 Кислотность и основность органических соединений

ОПК-1.4/Зн10 Строение и реакционную способность важнейших классов гомо- и гетерофункциональных органических соединений, биополимеров и органических веществ – участников биохимических процессов

*Уметь:*

ОПК-1.4/Ум4 Характеризовать общие свойства химических элементов и их соединений на основе положения в периодической системе Д.И. Менделеева

*Владеть:*

ОПК-1.4/Нв2 Способами и методами решения поставленных профессиональных задач с применением теоретико-вероятностного и статистического подходов

ОПК-1.4/Нв4 Техника проведения пробирочных реакций, навыками работы с химической посудой и простейшими приборами, экспериментального определения рН растворов при помощи индикаторов и приборов, простейшими операциями при выполнении качественного и количественного анализа веществ

ОПК-1.4/Нв5 Навыки определения наличия и типов кислотных и основных центров, сравнительная оценка силы кислотности и основности органических соединений

## 4.2. Содержание разделов, тем дисциплин

### **Раздел 1. Основы химической термодинамики**

#### *Тема 1.1. Первый закон термодинамики.*

Предмет, задачи и методы физической химии. Основные этапы развития физической химии. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии физической химии. Место физической химии среди других наук и ее значение в развитии фармации. М.В.Ломоносов, Д.И.Менделеев, Н.С.Курнаков, Г.И.Гесс, В.Ф.Алексеев, Н.Н.Бекетов - российские ученые, основоположники физической химии.

Основные понятия и законы термодинамики. Системы: изолированные, закрытые и открытые. Состояние системы. Функция состояния. Процессы: изобарные, изотермические, изохорные. Внутренняя энергия системы. Работа. Теплота.

Первое начало термодинамики. Математическое выражение 1-го начала. Энтальпия. Изохорная и изобарная энтальпия процесса и соотношение между ними. Термохимия. Закон Гесса. Термохимические уравнения. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Расчет стандартной энтальпии химических реакций по стандартным энтальпиям образования и сгорания веществ. Энтальпия нейтрализации.

#### *Тема 1.2. Термохимия.*

Термохимические расчеты

#### *Тема 1.3. Второй закон термодинамики.*

Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые в термодинамическом смысле процессы. Максимальная работа процесса. Полезная работа. Энтропийная формулировка второго начала термодинамики. Энтропия - функция состояния системы. Изменение энтропии в изолированных системах. Изменение энтропии при изотермических процессах и изменении температуры. Статистический характер второго начала термодинамики. Энтропия и ее связь с вероятностью состояния системы. Формула Больцмана.

Термодинамические потенциалы. Энергия Гельмгольца (изохорно-изотермический потенциал). Энергия Гиббса (изобарно-изотермический потенциал). Изменение энергии Гельмгольца и энергии Гиббса в самопроизвольных процессах. Уравнение изотермы химической реакции, его анализ.

#### *Тема 1.4. Фазовое равновесие*

Термодинамика фазовых равновесий. Основные понятия. Гомогенная и гетерогенная системы. Фаза. Составляющие вещества. Независимые компоненты. Фазовые превращения и равновесия: испарение, сублимация, плавление. Число компонентов и число степеней свободы. Правило фаз Гиббса. Прогнозирование фазовых переходов при изменении условий. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния однокомпонентных систем (вода). Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Связь с принципом Ле-Шателье.

#### *Тема 1.5. Фазовое равновесие*

Фазовое равновесие

#### *Тема 1.6. Коолоквиум № 1*

Итоговое занятие по разделу Основы химической термодинамики.

### **Раздел 2. Основы учения о растворах**

#### *Тема 2.1. Коллигативные свойства растворов*

Термодинамика разбавленных растворов. Коллигативные свойства: относительное понижение давления пара, понижение температуры кристаллизации раствора, повышение температуры кипения раствора и осмотическое давление разбавленных растворов нелетучих веществ. Осмолярность. Криоскопический, эбулиоскопический и осмометрический методы определения молярных масс, изотонического коэффициента.

Термодинамика растворов электролитов. Теория растворов сильных электролитов Дебая и Хюккеля.

#### *Тема 2.2. Двойные жидкие системы (занятие 1)*

Классификация бинарных жидких растворов. Закон Рауля для идеальных двойных жидких систем. Идеальные и реальные растворы. Типы диаграмм "состав - давление пара", "состав - температура кипения". Азеотропы. Первый и второй законы Коновалова - Гиббса. Дробная и непрерывная перегонка (ректификация). Растворимость жидкостей в жидкостях. Влияние температуры на взаимную растворимость. Верхняя и нижняя критические температуры растворения (В.Ф.Алексеев). Взаимонерастворимые жидкости. Теоретические основы перегонки с водяным паром.

Трехкомпонентные системы. Закон распределения веществ между двумя несмешивающимися жидкостями (В.Нернст). Коэффициент распределения. Принципы получения настоек, отваров. Экстракция.

*Тема 2.3. Двойные жидкие системы (занятие 2)*

Решение задач.

*Тема 2.4. Коллоквиум №2*

Итоговое занятие по разделу Основы учения о растворах.

### **Раздел 3. Электрохимия**

*Тема 3.1. Электрическая проводимость растворов*

Особенности слабых и сильных электролитов, Понятия "удельная проводимость" и "молярная проводимость" и их зависимость от концентрации. Закон Кольрауша. Сущность кондуктометрического титрования, виды кривых титрования.

*Тема 3.2. Кондуктометрическое титрование*

Лабораторная работа. Определение степени и константы диссоциации слабого электролита.

*Тема 3.3. Потенциометрия (занятие 1)*

Классификация электродов. Электродные потенциалы. Механизм возникновения. Расчет по уравнению Нернста. Стандартные электродные потенциалы.

*Тема 3.4. Потенциометрия (занятие 2)*

Классификация гальванических элементов. Расчет ЭДС. Химические источники тока.

Потенциометрический метод измерения рН. Значение этих методов в фармацевтической практике.

*Тема 3.5. Коллоквиум №3*

Итоговое занятие по разделу Электрохимия

### **Раздел 4. Кинетика химических реакций и катализ**

*Тема 4.1. Кинетика химических реакций и катализ (занятие 1)*

Предмет и методы химической кинетики. Основные понятия. Реакции простые (одностадийные) и сложные (многостадийные), гомогенные и гетерогенные. Зависимость скорости реакции от различных факторов. Молекулярность и порядок реакции. Уравнения кинетики реакций нулевого, первого, второго порядка. Период полупревращения. Методы определения порядка реакции. Энергия активации с точки зрения теории активных соударений и активированного комплекса. Представление о сложных реакциях: конкурирующие (параллельные), последовательные, сопряженные (Н.А.Шилов) и обратимые. Превращения лекарственного вещества в организме как совокупность последовательных процессов; константа всасывания и константа элиминации.

*Тема 4.2. Кинетика химических реакций и катализ (занятие 2)*

Каталитические процессы. Положительный и отрицательный катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Механизм действия катализатора. Энергия активации каталитических реакций. Кислотно-основной катализ. Металлокомплексный катализ. Ферментативный катализ. Торможение химических реакций. Механизм действия ингибиторов.

*Тема 4.3. Итоговая контрольная работа*

Итоговое занятие по разделу физическая химия

### **Раздел 5. Основы учения об адсорбции**

*Тема 5.1. Адсорбция – общие положения*

Предмет, задачи и методы коллоидной химии. Основные этапы развития коллоидной химии. Т.Грэм и И.Г.Борщов - основатели коллоидной химии. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии коллоидной химии (А.В.Думанский, В.Оствальд, П.А.Ребиндер). Значение коллоидной химии в развитии фармации.

Термодинамика поверхностных явлений. Термодинамика поверхностного слоя. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Методы определения поверхностного натяжения. Краевой угол смачивания. Зависимость поверхностного натяжения от температуры. Энтальпия смачивания и коэффициент гидрофильности.

#### *Тема 5.2. Адсорбция на границе жидкость-газ (занятие 1)*

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

#### *Тема 5.3. Адсорбция на границе жидкость-газ (занятие 2)*

Лабораторная работа. Определение поперхностного натяжения водных растворов спирта.

#### *Тема 5.4. Адсорбция на границе твердое тело-раствор*

Молекулярные механизмы адсорбции из растворов. 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 Лэнгмюра, Фрейндлиха Полимолекулярная адсорбция.

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. Применение хроматографии для получения и анализа лекарственных веществ. Гель-фильтрация.

#### *Тема 5.5. Адсорбция на границе жидкость-жидкость*

Эмульсии. Классификация эмульсий. Методы получения. Факторы агрегативной устойчивости эмульсий. Эмульгаторы и механизм их действия. Типы эмульгаторов. Определение типа эмульсии. Обращение фаз эмульсии. Способы разрушения эмульсий. Коалесценция. Практическая значимость эмульсий.

#### *Тема 5.6. Коллоквиум №4*

Итоговое занятие по разделу Основы учения об адсорбции.

### **Раздел 6. Свойства дисперсных систем**

#### *Тема 6.1. Классификация, получение, очистка дисперсных систем (занятие 1)*

Дисперсные системы. Структура дисперсных систем. Дисперсная фаза, дисперсионная среда. Степень дисперсности. Классификация дисперсных систем: по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды (аэрозоли, лиозоли), по характеру взаимодействия дисперсной фазы с дисперсной средой (лиофобные и лиофильные коллоиды), по подвижности дисперсной фазы (свободнодисперсные и связнодисперсные коллоидные системы). Методы получения и очистки коллоидных растворов (диализ, электродиализ, ультрафильтрация).

Электрокинетические явления. Строение и электрический заряд коллоидных частиц. Природа электрических явлений в дисперсных системах. Механизм возникновения электрического заряда на границе раздела двух фаз. Строение двойного электрического слоя (ДЭС). Мицелла, строение мицеллы золя, агрегат, ядро, коллоидная частица (гранула). Заряд и электрокинетический потенциал коллоидной частицы. Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Явление перезарядки коллоидных частиц. Электрокинетические явления. Электрофорез. Связь электрофоретической скорости коллоидных частиц с их электрокинетическим потенциалом (уравнение Гельмгольца Смолуховского). Электрофоретическая подвижность. Электрофоретические методы исследования в фармации. Электроосмос. Электроосмотический метод измерения электрокинетического потенциала. Практическое применение электроосмоса в фармации.

*Тема 6.2. Классификация, получение, очистка дисперсных систем (занятие 2)*

Лабораторная работа

*Тема 6.3. Устойчивость, коагуляция и стабилизация гидрофобных зелей (занятие 1)*

Устойчивость и коагуляция коллоидных систем. Кинетическая (седиментационная) устойчивость коллоидных систем. Агрегация и седиментация частиц дисперсной фазы. Факторы устойчивости. Коагуляция и факторы, ее вызывающие.

*Тема 6.4. Устойчивость, коагуляция и стабилизация гидрофобных зелей (занятие 2)*

Лабораторная работа

*Тема 6.5. Оптические и молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем*

Броуновское движение (уравнение Эйнштейна), диффузия (уравнение Фика), осмотическое давление. Их взаимосвязь. Седиментация. Седиментационная устойчивость и седиментационное равновесие. Центрифуга и ее применение для исследования коллоидных систем. Рассеяние и поглощение света. Уравнение Рэлея. Ультрамикроскопия и электронная микроскопия коллоидных систем. Определение формы, размеров и массы коллоидных частиц.

*Тема 6.6. Коллоквиум №5*

Итоговое занятие по разделу Свойства дисперсных систем

### **Раздел 7. Свойства растворов высокомолекулярных соединений**

*Тема 7.1. Классификация ВМС. Особенности строения. Взаимодействие ВМС с растворителем.*

Высокомолекулярные соединения (ВМС) и их растворы. Молекулярные коллоидные системы. Методы получения ВМС. Классификация ВМС, гибкость цепи полимеров. Внутреннее вращение звеньев в макромолекулах ВМС. Кристаллическое и аморфное состояние ВМС. Полимерные неэлектролиты и полиэлектролиты. Полиамфолиты. Изоэлектрическая точка полиамфолитов и методы ее определения. Набухание и растворение ВМС. Механизм набухания. Термодинамика набухания и растворения ВМС. Влияние различных факторов на степень набухания. Лиотропные ряды ионов.

*Тема 7.2. Свойства растворов ВМС: осмотическое давление и вязкость (занятие 1)*

Вязкость растворов ВМС. Отклонение свойств растворов ВМС от законов Ньютона и Пуазейля. Причины аномальной вязкости растворов полимеров. Методы измерения вязкости растворов ВМС. Удельная, приведенная и характеристическая вязкости. Уравнение Штаудингера и его модификация. Определение молярной массы полимера вискозиметрическим методом. Осмотические свойства растворов ВМС. Осмотическое давление растворов полимерных неэлектролитов. Отклонение от закона Вант – Гоффа. Уравнение Галлера. Определение молярной массы полимерных неэлектролитов. Полиэлектролиты. Осмотическое давление растворов полиэлектролитов. Мембранное равновесие Доннана. Факторы устойчивости растворов ВМС. Высаливание. Лиотропные ряды ионов.

*Тема 7.3. Свойства растворов ВМС: осмотическое давление и вязкость (занятие 2)*

Лабораторная работа. Влияние pH на вязкость растворов ВМС.

### **Раздел 8. Свойства коллоидных ПАВ**

*Тема 8.1. Гели*

Застудневание. Влияние различных факторов на скорость застудневания. Тиксотропия гелей. Синерезис. Гели в фармации. Диффузия и периодические реакции в гелях.

*Тема 8.2. Классификация. Свойства водных растворов. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ)*

Коллоидные системы, образованные поверхностно-активными веществами: растворы мыл, детергентов, таннидов, красителей. Мицеллярные коллоидные системы. Мицеллообразование в растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования, методы ее определения.

## **5. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

*Основная литература*

1. Ершов, Ю. А. Коллоидная химия. Физическая химия дисперсных систем: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060301 "Фармация" по дисциплине "Физическая и коллоидная химия" / Ю. А. Ершов. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 352 с. - 978-5-9704-2428-5. - Текст: электронный. // ЭБС КС: [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424285.html> (дата обращения: 22.02.2023). - Режим доступа: по подписке

2. Беляев, А. П. Физическая и коллоидная химия: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060301.65 "Фармация" по дисциплине "Физическая и коллоидная химия" / А. П. Беляев, В. И. Кучук; под ред. А. П. Беляева.; RU.Санкт-Петербургская химико-фармацевтическая академия МЗ РФ, кафедра физической и коллоидной химии. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 752 с. - 978-5-9704-2766-8. - Текст: непосредственный.

3. Харитонов, Ю. Я. Физическая химия: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060108.65 "Фармация" дисциплины "Физическая и коллоидная химия" / Ю. Я. Харитонов. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 608 с. - 978-5-9704-2390-5. - Текст: электронный. // ЭБС КС: [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970423905.html> (дата обращения: 22.02.2023). - Режим доступа: по подписке

#### *Дополнительная литература*

1. Поверхностные явления: учебное пособие по дисциплине "физическая и коллоидная химия" для самостоятельной подготовки студентов, обучающихся по специальности фармация (060108) / Л. И. Олишевец, Е. Н. Тверякова, О. Г. Кузнецова, Л. П. Тимофеева; рец. И. А. Передерина.; RU.Сибирский медицинский университет. - Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2014. - 83 с. - Текст: электронный. // ЭБС СибГМУ: [сайт]. - URL: [tut\\_ssmu-2014-18.pdf](http://tut_ssmu-2014-18.pdf) (дата обращения: 22.02.2023). - Режим доступа: по подписке

2. Физическая и коллоидная химия: учебное пособие / Л. И. Олишевец, Е. Н. Тверякова, О. Г. Кузнецова, Л. П. Тимофеева; рец. И. А. Передерина.; RU.Сибирский медицинский университет. - Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2011. - 99 с. - Текст: электронный. // ЭБС СибГМУ: [сайт]. - URL: [tut\\_ssmu-2011-5.pdf](http://tut_ssmu-2011-5.pdf) (дата обращения: 22.02.2023). - Режим доступа: по подписке

## **5.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

### *Профессиональные базы данных*

Не используются.

### *Ресурсы «Интернет»*

1. <http://irbis64.medlib.tomsk.ru> - ЭБС СибГМУ
2. <http://irbis64.medlib.tomsk.ru> - ЭБС СибГМУ
3. <http://books-up.ru> - ЭБС «Book-Up»
4. <http://books-up.ru> - ЭБС «Book-Up»