

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Мурманский арктический университет»  
(ФГАОУ ВО «МАУ»)

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ  
НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

**Научная специальность 1.4.10. Коллоидная химия**

---

**высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации**

---

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

---

**очная**

---

форма обучения

---

**2025**

---

год набора

---

Утверждено на заседании кафедры химии  
(протокол № 4 от 29.01.2025 г.)  
Зав. кафедрой Дякина Т.А.



---

Мурманск  
2025

## *1. Поверхностные явления и адсорбция*

Поверхностная энергия и поверхностное натяжение, силовое и энергетическое определение. Методы определения поверхностного натяжения. Определение количества капель в единице объема по поверхностному натяжению. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение. Значение поверхностных явлений для фармации. Изотерма поверхностного натяжения. Поверхностно активные и поверхностно инактивные вещества. Поверхностная активность, ее выражение и измерение. Правило Дюкло-Траубе. Сорбция: адсорбция, абсорбция, хемосорбция, капиллярная конденсация. Понятие адсорбции, обозначение, размерность, положительная и отрицательная адсорбция, механизм адсорбции. Изотерма адсорбции. Адсорбция на границе раздела жидкость-газ и жидкость-жидкость. Уравнение адсорбции Гиббса, вывод и анализ. Строение адсорбционных слоев ПАВ: ориентация молекул, определение длины и площади, занимаемой молекулой в насыщенном адсорбционном слое. Адсорбция на границе раздела твердое тело-газ и твердое тело-жидкость. Измерение величины адсорбции на этих границах раздела, факторы, влияющие на величину адсорбции газов и растворенных веществ. Уравнение адсорбции Ленгмюра, вывод и анализ. Значение адсорбции в фармации. Явление смачивания, избирательность смачивания. Краевой угол. Теплота смачивания и коэффициент гидрофильности. Регулирование процесса смачивания. Адгезия и когезия. Условия растекания жидкости.

## *2. Электрокинетические, оптические явления дисперсных систем и их устойчивость*

Адсорбция сильных электролитов: эквивалентная и избирательная. Ионообменная адсорбция. Иониты, их классификация, применение в фармации. Избирательная адсорбция, правило Панета-Фаянса. Образование ДЭС. Устойчивость коллоидных растворов: седиментационная, агрегативная. Факторы устойчивости. Методы получения коллоидных растворов. Физические и химические методы получения зольей. Эффект Ребиндера. Нанодисперсные системы и их роль в современных технологиях. Строение двойного электрического слоя. Электрические потенциалы и заряд коллоидных частиц. Методы измерения дзета-потенциала. Электрофорез. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского. Электрофоретические методы исследования в фармации. Электроосмос, его практическое применение. Коагуляция коллоидных систем, факторы ее вызывающие. Теория устойчивости и коагуляции ДЛФО. Условия устойчивости, гелеобразования, коагуляции. Закономерности коагуляции электролитами. Медленная и быстрая коагуляция, коагуляция концентрационная и нейтрализационная. Влияние электролитов на величину электрокинетического потенциала. Порог коагуляции. Электролиты индифферентные и неиндифферентные. Влияние размера иона-коагулятора (лиотропный ряд). Влияние заряда иона-коагулятора, правило Шульце-Гарди. Явление перезарядки коллоидных частиц. Чередование зон коагуляции и устойчивости. Коллоидная защита. Роль агрегативной устойчивости дисперсных систем и методов ее регулирования в фармацевтическом производстве.

## *3. Микрогетерогенные системы. Растворы ВМВ. Методы определения дисперсного состава. Реология дисперсных систем. Седиментационный анализ.*

Дисперсные системы. Дисперсная фаза и дисперсионная среда. Дисперсность. Классификация коллоидных систем: по дисперсности, по агрегатному состоянию фаз, по степени взаимодействия дисперсных фаз с дисперсионной средой, по отсутствию и наличию взаимодействия между коллоидными частицами. Оптические и молекулярно-кинетические свойства дисперсных

систем. Классификация микрогетерогенных систем. Системы с жидкой дисперсионной средой – суспензии, эмульсии, пены; с газообразной дисперсионной средой – аэрозоли и порошки. Получение и общие свойства суспензий. Устойчивость суспензий и методы стабилизации. Флокуляция. Пасты. Эмульсии, методы получения, свойства. Типы эмульсий. Эмульгаторы и механизм их действия. Устойчивость эмульсий и ее нарушение. Обращение фаз эмульсий. Коалесценция. Свойства высококонцентрированных эмульсий. Структурно-механический фактор их устойчивости. Применение суспензий и эмульсий в фармации. Классификация и свойства пен, методы получения и разрушения. Понятие о ВМС. Высокомолекулярные вещества, структура и форма макромолекул. Внутреннее вращение звеньев в макромолекулах. Гибкость макромолекул. Связь между строением и механическими свойствами полимеров (термомеханическая кривая). Набухание и растворение ВМС. Механизм набухания. Термодинамика набухания и растворения ВМС. Влияние различных факторов на величину набухания. Лиотропные ряды. Ограниченное и неограниченное набухание ВМС. Устойчивость растворов ВМС и ее нарушение: высаливание, коацервация. Микрокапсулирование. Вязкость зелей и растворов ВМС. Понятие о ламинарном и турбулентном течении. Законы Ньютона и Пуазейля. Уравнение Эйнштейна. Условия применимости уравнения. Методы определения вязкости. Удельная, приведенная и характеристическая вязкость. Аномально вязкие системы. Структурная вязкость и причины ее возникновения: зависимость вязкости от степени асимметрии макромолекул, от деформации капель эмульсии: образование структурированных систем. Понятие о предельном напряжении сдвига. Уравнение Бингама.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Основные признаки дисперсных систем. Причины термодинамической неустойчивости, способы стабилизации.
2. Поверхностное натяжение, энергетическое и силовое определение. Факторы, определяющие поверхностное натяжение.
3. Поверхностное натяжение, влияние различных факторов. Механизм повышения и понижения поверхностного натяжения водных растворов.
4. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ.
5. Поверхностная активность, факторы, влияющие на нее. Графическое определение.
6. Адсорбция растворенных веществ на границе раздела ж-г. Правило Траубе.
7. Адсорбция ПАВ на границе раздела ж-ж, ж-г. Уравнение Шишковского.
8. Уравнение адсорбции Гиббса, его анализ и условия применения.
9. Основы теории мономолекулярной адсорбции, вывод и анализ уравнения Ленгмюра.
10. Строение адсорбционных слоев по Ленгмюру, определение размеров молекулы
11. Уравнение адсорбции Фрейндлиха. Закономерности адсорбции на твердых адсорбентах.
12. Работа когезии и адгезии, связь работы адгезии с краевым углом смачивания (уравнение Дюпре).
13. Уравнение Юнга для смачивания, его анализ.
14. Смачивание. Инверсия смачивания.
15. Явление смачивания. Характеристики смачивания. Степень (коэффициент) гидрофильности
16. Образование ДЭС в результате адсорбции ионов. Правило Панета-Фаянса.
17. Обменная адсорбция ионов двойного электрического слоя, закономерности.

18. Строение мицеллы гидрофобного золя. Электрические потенциалы.
19. Условия получения лиофобных зольей методом химической конденсации.
20. Способы пептизации. Строение мицелл зольей.
21.  $\phi$ - и  $\zeta$ -потенциалы. Изменение их величины при образовании и коагуляции зольей.
22. Электрокинетический потенциал. Влияние концентрации электролитов.
23. Электрокинетические явления, механизм, практическое применение.
24. Электрокинетические явления. Определение  $\zeta$ -потенциала методом электрофореза.
25. Агрегативная устойчивость зольей. Факторы агрегативной устойчивости.
26. Коагуляция зольей электролитами. Правила электролитной коагуляции.
27. Механизм концентрационной коагуляции зольей. Правило Шульце-Гарди.
28. Нейтрализационная коагуляция зольей. Перезарядка коллоидных частиц.
29. Влияние размера иона-коагулятора на порог коагуляции (лиотропный ряд ионов).
30. Коллоидная защита.
31. Теория ДЛФО. Объяснение влияния концентрации электролита на процесс коагуляции.
32. Эмульсии. Требования к растворимым эмульгаторам.
33. Строение эмульсий, стабилизированных мылами. Обращение фаз.
34. Эмульсии. Классификация. Стабилизация твердыми эмульгаторами.
35. Устойчивость суспензий, способы стабилизации.
36. Аэрозоли, факторы устойчивости.
37. Пены, их характеристики. Устойчивость пен.
38. Коллоидные ПАВ. Мицеллообразование, формы мицелл, ККМ.
39. Солюбилизация.
40. Эластичность и пластичность ВМВ. Термомеханическая кривая.
41. Набухание полимеров. Факторы, влияющие на набухание.
42. Растворы белков. Зависимость заряда молекулы от рН среды. Изоэлектрическая точка (ИЭТ), свойства белков в ИЭТ.
43. Природа и свойства растворов полимеров, высаливание.
44. Закон вязкости Ньютона и причины отклонения от него для некоторых зольей и растворов ВМВ.
45. Нормально вязкие жидкости. Уравнение Пуазейля.
46. Вязкость неньютоновских систем, уравнение Бингама.
47. Вязкость дисперсных систем, уравнение Эйнштейна, условия его применения.
48. Реологические кривые ньютоновских и неньютоновских жидкостей.
49. Определение молекулярной массы ВМВ по вязкости их растворов. Уравнение Штаудингера.
50. Гели и студни. Тиксотропные явления, синерезис.
51. Реологические свойства гелей и студней.

### Рекомендуемая литература

1. Воюцкий, С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий. – Москва : Химия, 1976. – 512 с.
2. Гельфман, М. И. Коллоидная химия / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 336 с.
3. Деркач, С. Р. Реология эмульсий: очерки по коллоидной химии / С. Р. Деркач. – Санкт-Петербург : Наука, 2012. – 211 с.

4. Зимон, А. Д. Коллоидная химия : учебник для вузов / А. Д. Зимон. – Москва : Агар, 2003. – 320 с.
5. Коллоидная химия. Практикум и задачник : учебное пособие для вузов / В. В. Назаров, А. С. Гродский, Н. А. Шабанова [и др.] ; Под редакцией проф. В. В. Назарова и доц. А. С. Гродского. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 436 с.
6. Малкин, А. Я. Реология: концепции, методы, приложения / А. Я. Малкин, А. И. Исаев. – Санкт-Петербург : Профессия, 2007. – 560 с.
7. Фридрихсберг, Д. А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 412 с.
8. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы / Ю. Г. Фролов. – Москва : Химия, 1989. – 462 с.
9. Щукин, Е. Д. Коллоидная химия : учебник для вузов / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 444 с.