

Дисциплина «**Коллоидная химия**» относится к базовой части блока химических дисциплин, является обязательным курсом. Цель курса коллоидной химии – ознакомить студентов с основами современного учения о дисперсном (нано) состоянии вещества, поверхностных явлениях в дисперсных системах, дать представление о теоретической и экспериментальной базе, а также о междисциплинарном характере и об основных перспективах и проблемах этой обширной области химии. Задачи курса – дать чёткое представление о фундаментальных теоретических и экспериментальных основах коллоидной химии в её современном состоянии, а также понимание природы и механизмов процессов, протекающих в микрогетерогенных системах.

В результате освоения дисциплины студент должен **знать** теоретические основы главных разделов коллоидной химии: поверхностных явлений, образования и устойчивости дисперсных систем, механизмов и закономерностей процессов, протекающих в этих системах;  
**уметь** использовать полученные знания для анализа и объяснения полученных экспериментальных результатов.  
**владеть** экспериментальными методами определения важнейших коллоидно-химических характеристик дисперсных систем: поверхностных, кинетических, электрокинетических, реологических свойств дисперсных систем.  
**иметь опыт** представления научных результатов в виде отчетов, статей, докладов на конференциях.

### Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), из них 5 з.е. (108 часов) в соответствии с программой – курс «Коллоидная химия» (36 часов – лекции; 72 часа - самостоятельная работа), 72 час. - «лабораторные работы по коллоидной химии».

Вид работы	Семестр	Всего
	7	
<b>Общая трудоёмкость, акад. часов</b>	180	180
<b>Аудиторная работа:</b>	108	108
Лекции, акад. часов	36	36
Семинары, акад. Часов	-	-
Лабораторные работы, акад. часов	72	72
<b>Самостоятельная работа, акад. часов</b>	72	72
<b>Вид итогового контроля (зачёт, зачёт с оценкой, экзамен)</b>	зачёт, экзамен	

### Лекции

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Введение	Предмет коллоидной химии. Объекты коллоидной химии. Универсальность дисперсного состояния вещества. Классификация дисперсных систем. Количественные характеристики дисперсности. Особенности нанодисперсного состояния. Взаимосвязь коллоидной химии с другими химическими дисциплинами. Основные этапы развития коллоидной химии.
2.	Поверхностные явления.	Избыточные термодинамические функции поверхностного слоя (метод Гиббса). Термодинамика поверхностных явлений. Поверх-

		<p>ностная энергия и межмолекулярные взаимодействия. Составляющие поверхностных сил. Краевой угол. Уравнение Юнга. Фрактальные поверхности. Супергидрофобные поверхности. Капиллярные явления. Закон Лапласа. Адсорбция. Уравнение адсорбции Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Уравнение состояния монослоя. Фазовые переходы в монослоях. Пленки Ленгмюра-Блоджетт.</p> <p>Электроповерхностные явления в дисперсных системах. Электрокинетические явления. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского.</p>
3.	Получение, свойства и методы исследования дисперсных систем.	<p>Получение дисперсных систем. Лиофильные и лиофобные системы. Условие самопроизвольного диспергирования. Мицеллярные растворы. Критическая концентрация мицеллообразования. Мицеллы и нанотехнологии.</p> <p>Лиофобные системы. Метастабильные состояния. Спинодальный распад. Критические зародыши. Термодинамическая теория образования новой фазы (по Гиббсу-Фольмеру). Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем; методы дисперсионного анализа.</p>
4..	Устойчивость и эволюция дисперсных систем.	<p>Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем. Кинетика коагуляции. Факторы стабилизации коллоидных систем. Расклинивающее давление, его составляющие. Теория ДЛФО. Коагуляция зольей электролитами. Структурно-механический барьер. Пены.</p> <p>Эмульсии. Аэрозоли. Особенности аэрозольного состояния. Пылевая плазма.</p>
5.	Основы физико-химической механики.	<p>Структурообразование в дисперсных системах. Формирование пространственных структур в дисперсных системах. Фрактальные структуры</p> <p>Реологические свойства дисперсных систем.</p> <p>Физико-химические явления в процессах деформации и разрушения твёрдых тел. Эффект Ребиндера.</p>

### Лабораторные работы

№ раз-дела	№ ЛР	Наименование лабораторных работ
2	1	Исследование температурной зависимости поверхностного натяжения.
	2	Поверхностное натяжение на различных межфазных границах
	3	Влияние адсорбционных слоёв на смачивание водой алюминиевых пластинок.
	4	Влияние ПАВ на смачивание низкоэнергетических поверхностей.
	5	Определение поверхностного натяжения жидкостей методом капиллярного поднятия.
	6	Влияние длины цепи ПАВ на поверхностное натяжение их водных растворов.
	7	Адсорбция ПАВ на различных поверхностях раздела фаз и определение удельной поверхности адсорбента.
	8	Исследование электрофореза гидрозолей.

3	9 10 11	Определение ККМ в водных растворах ПАВ. Гомогенное зародышеобразование при кристаллизации из расплава. Седиментационный анализ дисперсных систем. Определение среднего размера частиц методом спектра мутности.
4	12 13 14	Исследование зон коагуляции и стабилизации гидрозолей. Влияние электролитов на устойчивость суспензии глины и кинетику нестационарной фильтрации. Получение и определение типа эмульсий. Влияние природы дисперсионной среды на агрегативную устойчивость суспензии гидрофильного порошка.
5	15 16 17	Изучение кристаллизационного структурообразования в дисперсных системах.  Реологические свойства дисперсных систем и растворов высокомолекулярных соединений.  Влияние химической природы среды и концентрации адсорбционно-активного компонента на прочность гидрофильного полимера.

### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

#### **Вопросы для самостоятельного изучения**

##### *Вопросы к коллоквиуму 1.*

Определение константы Больцмана из величины сгущения энтропии в поверхностном слое.  
Дисперсионные взаимодействия, основы теории Де-Бура - Гамакера.  
Определение межфазного натяжения по модели Фоукса - Гуда-Джерифалко.  
Полное равновесие капли на твёрдой поверхности. Уравнение Неймана.  
Критическое поверхностное натяжение смачивания по Цисману.  
Капиллярная стягивающая сила мениска

##### *Вопросы к коллоквиуму 2*

Анализ констант изотермы Ленгмюра в безразмерных координатах.  
Реакции в мономолекулярных плёнках.  
Определение молекулярных констант и молекулярной массы из изотермы двумерного давления.  
Решение уравнения Пуассона-Больцмана для плоского слоя. В случае симметричного электролита.  
Определение электрокинетического потенциала по скорости электроосмоса.  
Влияние индифферентных электролитов на строение двойного электрического слоя.  
Уравнение Липмана. Влияние поверхностно-активных веществ на точку нулевого заряда поверхности и форму электрокапиллярной кривой

##### *Вопросы к коллоквиуму 3*

Особенности диаграммы состояния двухфазной двухкомпонентной системы вблизи критической точки.  
Роль гидрофобных взаимодействий в водных растворах мицеллообразующих ПАВ.  
Определение работы образования критических зародышей при кристаллизации из расплава.  
Кинетика возникновения зародышей новой фазы.  
Оценить время, за которое скорость оседания частицы дисперсной фазы станет постоянной.

Метод «спектра мутности». Окраска дисперсных систем с поглощающими частицами и металлических золей.

#### *Вопросы к коллоквиуму 4*

Роль теплового движения частиц дисперсной фазы в устойчивости дисперсных систем.

Пептизация и термодинамическая устойчивость дисперсных систем к коагуляции.

Роль капиллярного давления в канале Гиббса-Плато в устойчивости плёнок.

Влияние концентрации ПАВ и электролитов на устойчивость пенных плёнок.

Природа сил сцепления в контактах коагуляционных и кристаллизационных структур.

Пути управления свойствами коагуляционных и кристаллизационных структур.

Механическая и термодинамическая необратимость вязкого течения.

Вывод уравнения Гриффитса.

#### **Вопросы теоретического минимума**

1. Термодинамические характеристики поверхности в однокомпонентных системах.
2. Метод избыточных термодинамических функций поверхностного слоя (по Гиббсу).
3. Поверхностные избытки термодинамических функций: внутренней энергии, свободной энергии Гиббса, Гельмгольца, энтальпии и энтропии.
4. Составляющие межмолекулярного взаимодействия, их вклад в поверхностное натяжение жидкостей.
5. Особенности дисперсионных взаимодействий. Константа Гамакера.
6. Вывод уравнения Юнга. Термодинамические условия несмачивания, смачивания и растекания
7. Капиллярное давление. Вывод уравнения Лапласа для сферической поверхности и общий случай.
8. Вывод закона Томсона (Кельвина). Капиллярная конденсация. Процессы изотермической перегонки в дисперсных системах.
9. Вывод уравнения Гиббса для двухфазной двухкомпонентной системы. Выбор разделяющей поверхности. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества.
10. Поверхностная активность. Относительность понятия «поверхностная активность». Уравнение ШишковскогоПравило Дюкло - Траубе.
11. Уравнение Ленгмюра для мономолекулярной адсорбции. Работа адсорбции.
12. Адсорбционные слои нерастворимых ПАВ (слои Ленгмюра). Весы Ленгмюра. Изотермы двухмерного давления: уравнения состояния для идеального и реального газов. Пленки Ленгмюра-Блоджетт.
13. Адсорбция ПАВ на поверхности раздела несмешивающихся жидкостей. Понятие о гидрофильно-липофильном балансе (ГЛБ).
14. Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел. Модифицирующее действие ПАВ
15. Классификация ПАВ по механизму их действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие вещества).
16. Причины образования ДЭС на поверхности раздела твердая частица дисперсной фазы-раствор электролита.
17. Строение ДЭС: модель плоского конденсатора (Гельмгольц); учет теплового движения ионов (модель Гуи-Чепмена); роль химической природы ионов (теория Штерна-Гельмгольца).
18. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС.

19. Вывод уравнения Гельмгольца-Смолуховского для электрофореза и электроосмоса. Экспериментальное определение электрокинетического потенциала.
20. Строение мицелл гидрозолей. Влияние индифферентных электролитов на строение на строение ДЭС, роль специфической адсорбции на границе раздела фаз в дисперсных системах.
21. Условие и критерий самопроизвольного диспергирования по Ребиндеру-Щукину.
22. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ). Диаграмма фазового состояния мицеллообразующего ПАВ; точка Крафта.
23. Изменение свободной энергии Гиббса в процессе мицеллообразования неионогенного и ионогенного ПАВ. Энтропийная природа мицеллообразования ПАВ в водных растворах, тепловые эффекты.
24. Солубилизация в растворах мицеллообразующих ПАВ. Образование микроэмульсий. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.
25. Основы термодинамики гомогенного образования зародышей новой фазы (по Гиббсу, Фольмеру).
26. Кинетика образования и роста зародышей новой фазы в метастабильных системах. Методы регулирования размеров частиц в дисперсных системах.
27. Броуновское движение в дисперсных системах. Основы теории Эйнштейна-Смолуховского.
28. Рассеяние света в коллоидных системах. Закон светорассеяния Рэлея, условия его применимости. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
28. Понятие о расклинивающем давлении. Молекулярная составляющая расклинивающего давления для симметричных и несимметричных пленок.
29. Энергия притяжения и сила взаимодействия двух сферических частиц на расстояниях, близких к молекулярным.
30. Основы теории Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО). Электростатическая составляющая расклинивающего давления для сильно и слабозаряженных коллоидных частиц.
31. Изменение избыточной свободной энергии и расклинивающего давления от толщины пленки. Влияние концентрации электролитов на величину избыточной свободной энергии и расклинивающего давления плёнки.
32. Структурно-механический барьер по Ребиндеру как самый сильный фактор стабилизации дисперсных систем.
33. Аэрозоли. Электрические свойства аэрозолей, причины возникновения заряда на поверхности частиц.
34. Пены и пенные пленки. Первичные и вторичные (ньютоновские) черные пленки.
35. Эмульсии и эмульсионные пленки. Эмульгаторы, принципы выбора ПАВ для стабилизации прямых и обратных эмульсий. Роль ГЛБ молекулы ПАВ в стабилизации эмульсий.
36. Золи. Закономерности коагуляции. Теория устойчивости лиофобных зольей Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО)
37. Условие исчезновения потенциального барьера. Теоретическое обоснование правила Шульце-Гарди.
38. Кинетика коагуляции. Понятие о кинетике быстрой и медленной коагуляции. Быстрая коагуляция по Смолуховскому.
39. Коагуляционные структуры. Механические свойства структур с коагуляционным типом контакта..
40. Процессы, приводящие к образованию кристаллизационных (фазовых) контактов. Прочность кристаллизационных структур.

41. Реологические свойства связнодисперсных систем. Полная реологическая кривая систем с коагуляционным типом контактов.
42. Реологические свойства свободнодисперсных систем.
43. Влияние природы жидкой фазы на прочность и пластичность твердых тел – эффект Ребиндера.
44. Теория Гриффитса, условие самопроизвольного распространения трещин.

### **Основная литература.**

1. Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. Коллоидная химия. 6-е издание. Юрайт. 2012.
2. Д.А. Фридрихсберг. Курс коллоидной химии. 1995.
3. Практикум по коллоидной химии. Под ред. В.Г. Куличихина. М. Вузовский учебник. 2012.

### **Дополнительная литература.**

1. В.И. Ролдугин Физико-химия поверхности. М. И.Д. Интеллект. 2011
  2. Д. Израелашвили Межмолекулярные и поверхностные силы. М. Научный Мир. 2011
  3. А.Адамсон. Физическая химия поверхностей: Пер. с англ.-М.: Мир, 1979.
  4. К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М. БИНОМ. Лаборатория знаний. 2007.
  5. П.А. Ребиндер. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. Наука. 1979.
- Физико-химическая механика. 1979.
6. Б.Д. Сумм, Ю.В. Горюнов. Физико-химические основы смачивания и растекания. М. Наука. 1976.
  7. С.С. Воюцкий. Курс коллоидной химии. Высшая школа. 19762.
  8. А.И. Русанов. Мицеллообразование в растворах ПАВ. С-Петербург. Химия. 1992.
  9. К. Миттел (ред.) Мицеллообразование, солюбилизация и микроэмульсии. М. Мир. 1980.
  10. В.Н. Измайлова, П.А. Ребиндер. Структурообразование в белковых системах. М. Наука. 1974.
  11. Б.В. Дерягин, Н.В. Чураев, В.М. Муллер. Поверхностные силы. 1985.
  12. В.В. Яминский, В.А. Пчелин, Е.А. Амелина, Е.Д. Щукин. Коагуляционные контакты в дисперсных системах. М. Химия. 1982.
  13. В.Н. Измайлова, Г.П. Ямпольская, Б.Д. Сумм. Поверхностные явления в белковых системах. М. Химия. 1988.
  14. А. Адамсон. Физическая химия поверхностей М. Мир. 1979.
  15. Ю.Г.Фролов. Курс коллоидной химии: Поверхностные явления и дисперсные системы. М. «Альянс». 2004.
  16. Б.Д. Сумм. Основы коллоидной химии. М. «Академия». 2009.

*Периодическая литература;*  
Журнал коллоидной химии

### *Интернет-ресурсы*

Зарубежные журналы и библиографические базы данных, доступные через Интернет  
<http://www.sciencedirect.com>

Journal of Colloid and Interface Science;  
Colloids and Surfaces;  
Advances in Colloid and Interface Science;  
<http://www.pubs.acs.org>  
Langmuir

*Методические разработки к практикуму по коллоидной химии:*

Часть I. Поверхностные явления. Под общей редакцией Н.М.Задымовой и Н.И.Ивановой. М. 2011. 95С.

Часть II. Получение и свойства дисперсных систем. Под общей редакцией Н.И.Ивановой. М. 2011. 44 С.

Часть III. Устойчивость и структурно-механические свойства дисперсных систем. М. 2011. 77 С.