

**Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Химический факультет**

Кафедра коллоидной химии

**Методическая разработка
по курсу «Коллоидная химия»**

**Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Химический факультет**

Кафедра коллоидной химии

**Одобрено методической комиссией
кафедры коллоидной химии
Химического факультета
МГУ имени М. В. Ломоносова**

Л. И. Лопатина, В.Г. Сергеев

**Методическая разработка
по курсу «Коллоидная химия»
для специальности «Фармация»**

Москва 2015

1. ВВЕДЕНИЕ

Коллоидная химия как наука о высокораздробленном состоянии вещества. Связь коллоидной химии с другими науками. Коллоидная химия, нанотехнологии и фармацевтика.

Дисперсные системы как основные объекты коллоидной химии. Универсальность дисперсного состояния вещества. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз. Классификация дисперсных систем по размеру частиц; количественные характеристики: дисперсность, удельная поверхность. Понятие о лиофильных и лиофобных дисперсных системах. Классификации дисперсных систем по структуре дисперсной фазы и фазовой различимости.

Методы очистки дисперсных систем от неорганических примесей: диализ, электродиализ, ультрафильтрация.

2. ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА ФАЗ

Основы термодинамики поверхностных явлений в однокомпонентных двухфазных системах. Удельная избыточная свободная энергия поверхности раздела фаз. Опыт Дюпре. Силовой подход к определению поверхностного натяжения. Метод избыточных величин Гиббса для термодинамического описания поверхностного слоя. Поверхностный слой и геометрическая разделяющая поверхность. Понятие эквимолекулярной поверхности. Влияние температуры на величины поверхностного натяжения и других термодинамических параметров поверхности раздела жидкость-газ. Критическая температура.

Связь поверхностного натяжения с межмолекулярными взаимодействиями. Дисперсионная и недисперсионная составляющие поверхностного натяжения. Работа когезии.

Межфазное натяжение на границе раздела двух жидкостей. Работа адгезии. Правило Антонова. Условие его выполнимости.

Смачивание.

Краевой угол. Закон Юнга. Условия применимости уравнения Юнга. Термодинамические условия смачивания и растекания. Гидрофильность и гидрофобность поверхности твердых тел. Влияние шероховатости на краевой угол.

Избирательное смачивание. Количественные характеристики смачивания порошков и капиллярно-пористых твердых тел.

Капиллярные явления.

Особенности искривленной границы раздела фаз. Капиллярное давление. Закон Лапласа: связь поверхностного натяжения с капиллярным давлением. Общий вид уравнения Лапласа.

Капиллярное поднятие. Уравнение Жюрена. Капиллярная постоянная.

Зависимость давления насыщенного пара и растворимости вещества от кривизны поверхности раздела сосуществующих фаз (закон Томсона (Кельвина)).

Роль капиллярных явлений в биологии, медицине и технике.

Методы определения поверхностного натяжения для жидкостей. Методы измерения удельной поверхностной энергии твердых тел.

3. АДСОРБЦИЯ ВЕЩЕСТВ НА МЕЖФАЗНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Процесс адсорбции, его количественная характеристика. Метод избыточных величин Гиббса для определения величины удельной адсорбции. Адсорбционное уравнение Гиббса (общий и частный вид). Поверхностно-активные (ПАВ) и поверхностно-инактивные (ПиАВ) вещества. Понятие поверхностной активности.

Изотерма поверхностного натяжения на границе раздела водный раствор-воздух. Уравнение Шишковского. Анализ уравнения Шишковского. Область Генри.

Изотерма адсорбции Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Уравнение Ленгмюра. Адсорбционная активность ПАВ. Максимальная адсорбция. Физический смысл коэффициентов уравнения Шишковского. Движущая сила адсорбции ПАВ из водных растворов. Влияние длины углеводородной цепи молекулы ПАВ на адсорбцию. Правило Дюкло-Траубе.

Двухмерное состояние ПАВ в адсорбционном слое. Двухмерное давление. Весы Ленгмюра. Строение адсорбционных слоев. Определение размеров молекул органических ПАВ. Ленгмюровские пленки как модели организованных структур. Поверхностная активность биополимеров.

Поверхности жидкость-жидкость и жидкость-твердое тело. Особенности процесса адсорбции ПАВ на межфазной границе жидкостей различной полярности. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Движущая сила процесса адсорбции ПАВ из неводных растворов.

Особенности процесса адсорбции ПАВ на межфазной границе жидкость-твердое тело. Удельная поверхность адсорбента. Ориентация дифильных молекул на поверхности адсорбентов различной полярности. Гидрофобизация и гидрофилизация твердых поверхностей. Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смачивание.

Роль процесса адсорбции в фармации.

4. ОБРАЗОВАНИЕ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Методы получения дисперсных систем.

Термодинамически равновесные системы («лиофильные» коллоидные системы). Критерий самопроизвольного диспергирования. Примеры лиофильных дисперсных систем.

Мицеллярные дисперсии ПАВ. Особенность строения молекул мицеллообразующих ПАВ. Представление о гидрофильно-липофильном балансе (ГЛБ) молекул ПАВ.

Основы термодинамики процесса мицеллообразования; фазовые диаграммы. Движущая сила процесса адсорбции в водных растворах ПАВ. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы ее определения. Строение мицелл и их эволюция с ростом концентрации ПАВ. Температура Крафта. Факторы, влияющие на величину ККМ. Мицеллообразование в неводных средах. Солюбилизация.

Самоорганизованные фазы ПАВ. Липосомы и везикулы. Микроэмульсии.

Лиофильные коллоидные системы в медицине и фармации.

Термодинамически неравновесные системы («лиофобные» дисперсные системы).

Связь работы диспергирования с размером образующихся частиц. Эффект Ребиндера: адсорбционное понижение прочности твердых тел под действием адсорбционно-активных жидких сред.

Химические и физические конденсационные методы. Теория гомогенного зародышеобразования. Влияние величины пересыщения на размер зародышей новой фазы и работу их образования. Влияние твердой поверхности на формирование зародышей новой фазы (гетерогенное зародышеобразование).

Псевдолиофильные дисперсные системы.

5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Двойной электрический слой (ДЭС) в лиофобных золях, растворах белков и синтетических полиэлектролитов. Причины его образования. Модели строения ДЭС. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Методы измерения электрокинетического потенциала. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского.

Влияние электролитов на электрокинетический потенциал. Явление перезарядки коллоидных частиц. Изоэлектрическое и изоионное состояние. Ионный обмен. Применение электрофореза и электроосмоса в фармации.

6. УСТОЙЧИВОСТЬ ЛИОФОБНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Седиментационная устойчивость, определение. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем. Диффузия, коэффициент диффузии. Уравнение Эйнштейна. Седиментационно-диффузионное равновесие.

Агрегативная устойчивость, определение. Процессы, приводящие к потере агрегативной устойчивости: коагуляция, коалесценция, изотермическая перегонка. Изменение свободной энергии при коагуляции, коалесценции и изотермической перегонке.

Расклинивающее давление. Молекулярная составляющая расклинивающего давления. Константа Гамакера. Энергия взаимодействия сферических частиц. Электростатическая составляющая расклинивающего давления. Факторы, определяющие агрегативную устойчивость лиофобных дисперсных систем: адсорбционная и структурная составляющие расклинивающего давления; эффективная упругость адсорбционных слоев (теория Марангони-Гиббса); структурно-механический барьер по Ребиндеру. Защитные коллоиды.

Теория Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО), объясняющая устойчивость и коагуляцию лиофобных золь при введении электролитов. Правило Шульце-Гарди. Зоны устойчивости при перезарядке коллоидных частиц. Пептизация. Взаимная коагуляция золь. Флокуляция. Микрокапсулирование.

7. ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ СВОЙСТВА

Эмульсии – дисперсные системы жидкость-жидкость. Классификация эмульсий. Прямые и обратные эмульсии. Влияние природы эмульгатора на тип эмульсии. Обращение эмульсий. Устойчивость эмульсий; роль ПАВ. Свойства концентрированных и высококонцентрированных эмульсий. Твердые наночастицы как стабилизаторы эмульсий. Эмульсии в фармации.

Суспензии – системы с твердой дисперсной фазой. Получение; устойчивость суспензий. Роль межчастичных взаимодействий. Флокуляция. Седиментационный анализ эмульсий и суспензий. Кривая накопления осадка. Дифференциальная и интегральная кривые распределение частиц по размерам. Пасты. Наноккомпозиты с полимерными матрицами. Суспензии в фармации.

Пены – системы с газовой дисперсной фазой и жидкой дисперсионной средой. Каналы Плато. Роль ПАВ в устойчивости пен.

Аэрозоли – системы с газообразной дисперсионной средой: получение и молекулярно-кинетические свойства. Электрические свойства. Устойчивость аэрозолей. Разрушение аэрозолей и пен.

Применение аэрозолей в фармации.

8. СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ. РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Структурообразование в дисперсных системах. Влияние природы сил сцепления между частицами на тип формирующейся структуры. Коагуляционные структуры. Условия образования; механические свойства; явление тиксотропии.

Кристаллизационные структуры; условия образования и механические свойства.

Образование и свойства гелей.

Реология как наука о связи между деформациями, скоростями деформации и напряжениями. Элементарные модели реологического поведения: упругость, вязкость, пластичность. Основные реологические характеристики дисперсных систем: вязкость, упругие и пластические деформации, предел текучести. Механические модели вязкоупругого поведения в условиях сдвига (Максвелла, Кельвина, Бингама).

Реологическое поведение свободнодисперсных систем. Зависимость вязкости дисперсных систем от содержания и формы частиц твердой фазы. Закон Эйнштейна.

Реологическое поведение связнодисперсных систем.

Реология биологических жидкостей.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Высшая школа, 2004.
2. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Л.: Химия, 1995
3. Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия. 2010.
4. Практикум по коллоидной химии, под ред. В.Г. Куличихина. М.: Высшая школа, 2012.
5. Захарченко В.Н. Коллоидная химия. М.: Высшая школа, 1989.
6. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1975.

Дополнительная

1. Сумм Б.Д. Основы коллоидной химии, М.: Академия, 2006.
2. В.Н.Измайлова, П.А.Ребиндер. Структурообразование в белковых системах. М.:Химия, 1976.
3. В.Н.Измайлова, Г.П.Ямпольская, Б.Д.Сумм. Поверхностные явления в белковых системах. М.: Химия, 1988.
4. Мицеллообразование, солюбилизация и микроэмульсии. Русский перевод под ред. д.х.н., проф. В.Н.Измайловой. М.: Мир, 1980.

Темы коллоквиумов.

Коллоквиум I.

Темы 1, 2: Введение в коллоидную химию. Особенности поверхности раздела фаз.

Литература.

Лекции 1, 2, 3

Коллоквиум II.

Темы 3, 4: Адсорбция веществ на межфазных поверхностях. Образование дисперсных систем.

Литература.

Лекции 4, 5, 6

Коллоквиум III.

Темы 5, 6: Электрические свойства дисперсных систем. Устойчивость лиофобных дисперсных систем.

Литература.

Лекции 7, 8

Коллоквиум IV.

Темы 7, 8: Дисперсные системы и их свойства. Структурообразование и реологические свойства дисперсных систем.

Литература.

Лекции 9, 10