

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

Кафедра коллоидной химии

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

Москва 2009

**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**

**Методическая разработка
по курсу «Коллоидная химия»
(специальность «Фармация»)**

**Составители:
Член-корр.РАН, профессор В. Г. Куличихин
Доцент Л. И. Лопатина**

Москва 2009

1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет, задачи и методы коллоидной химии

Исторический экскурс. Становление коллоидной химии как самостоятельной науки. Связь с другими науками. Основные этапы развития коллоидно-химических представлений. Роль отечественных и зарубежных исследователей в формировании научных взглядов в области коллоидной химии. Коллоидная химия и фармация. Коллоидно-химические подходы в нанотехнологиях.

Дисперсные системы как основные объекты коллоидной химии. Универсальность дисперсного состояния вещества. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз. Фазовое, агрегатное и релаксационное состояния. Классификация дисперсных систем по размеру частиц; количественные характеристики: дисперсность, удельная поверхность; методы определения размеров частиц и их распределения по размерам. Особенности взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой. Понятие о лиофильных и лиофобных дисперсных системах. Определяющая роль поверхностных явлений в коллоидной химии.

2. ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА ФАЗ

Основы термодинамики поверхностных явлений в однокомпонентных системах. Удельная избыточная свободная энергия поверхности раздела фаз.

Поверхностное натяжение как термодинамический параметр. Метод избыточных величин Гиббса. Понятие эквимолекулярной поверхности. Влияние химической природы вещества и температуры на величину поверхностного натяжения на границе раздела жидкость-газ. Критическая температура (по Менделееву). Дисперсионная и недисперсионная составляющие поверхностного натяжения. Когезия.

Межфазное натяжение на границе раздела двух жидкостей. Адгезия. Правило Антонова.

Смачивание. Краевой угол смачивания. Закон Юнга. Термодинамические условия смачивания и растекания на твердых и жидких поверхностях. Гидрофильность и гидрофобность поверхности твердых тел. Методы измерения поверхностной энергии твердых тел.

Капиллярные явления.

Особенности искривленной границы раздела фаз. Капиллярное давление. Закон Лапласа: связь поверхностного натяжения с капиллярным давлением. Капиллярное поднятие, 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.

3. АДсорбция на межфазных поверхностях

Поверхность жидкость-газ; понятия поверхностной активности и инактивности. Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Ионогенные и неионогенные ПАВ. Количественная характеристика процесса адсорбции. Уравнение Гиббса. Изотерма поверхностного натяжения и изотерма адсорбции. Уравнение Шишковского. Область Генри.

Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Константа адсорбционного равновесия. Понятие адсорбционной активности ПАВ. Движущая сила адсорбции ПАВ из водных растворов. Влияние длины углеводородного радикала 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 и адсорбционная 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.

Органические ПАВ, их классификация по химическому строению и механизму действия. Представление о гидрофильно-липофильном балансе (ГЛБ) молекул ПАВ. Шкала Гриффина.

Роль процесса адсорбции в фармации.

4. КЛАСы дисперсных систем

Термодинамически равновесные системы («лиофильные» коллоидные системы). Критерий самопроизвольного диспергирования.

Мицеллярные коллоидные системы; основы термодинамики процесса мицеллообразования. Фазовые диаграммы. Температура Крафта. Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы ее определения. Строение мицелл и их эволюция с ростом концентрации ПАВ. Факторы, влияющие на величину ККМ. Мицеллообразование в неводных средах. Солюбилизация.

Самоорганизованные фазы ПАВ. Жидкокристаллические системы. Липосомы и везикулы.

Микроэмульсии. Классификация Винзора. Методы исследования микроэмульсий.

Лиофильные коллоидные системы в медицине и фармации.

Термодинамически неравновесные системы («лиофобные» коллоидные системы). Методы образования лиофобных дисперсных систем.

Эмульсии – дисперсные системы жидкость-жидкость. Прямые и обратные эмульсии: масло-вода и вода-масло. Эмульгаторы. Свойства концентрированных и высококонцентрированных эмульсий. Твердые наночастицы как стабилизаторы эмульсий. Эмульсии в фармации.

Золи и суспензии – системы с твердой дисперсной фазой. Получение; устойчивость суспензий. Роль межчастичных взаимодействий. Коагуляция. Пасты. Наноконкомпозиты с полимерными матрицами. Золи и суспензии в фармации.

Пены – системы с газообразной дисперсной фазой и жидкой дисперсионной средой. Каналы Плато. Устойчивость пен. Роль ПАВ.

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

Применение аэрозолей в фармации.

5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Двойной электрический слой (ДЭС) на поверхности раздела твердое тело-жидкость. Причины его образования. Модели строения ДЭС. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Электродиализ. Явление перезарядки коллоидных частиц. Изоэлектрическое и изоионное состояние. Ионный обмен. Методы измерения электрокинетического потенциала. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского. Применение электрофореза и электроосмоса в фармации.

Методы очистки дисперсных систем.

6. УСТОЙЧИВОСТЬ ЛИОФОБНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Седиментационная устойчивость. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем. Седиментационно-диффузионное равновесие. Закон Эйнштейна. Седиментационный анализ эмульсий и суспензий. Дифференциальная и интегральная кривые распределение частиц по размерам.

Агрегативная устойчивость. Энергия взаимодействия частиц. Константа Гамакера. Коагуляция, коалесценция, изотермическая перегонка - процессы, приводящие к потере агрегативной устойчивости.

Теория Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО). Расклинивающее давление. Факторы, влияющие на агрегативную устойчивость. Эффективная упругость адсорбционных слоев (теория Марангони-Гиббса). Структурно-механический барьер по Ребиндеру. Реологические свойства адсорбционных слоев ПАВ. Защитные коллоиды.

Коагуляция лиофобных золей электролитами. Правило Шульце-Гарди. Зоны устойчивости при перезарядке коллоидных частиц. Пептизация. Взаимная коагуляция золей. Флоккуляция. Микрокапсулирование.

7. РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Реология как наука о связи между деформациями, скоростями деформации и напряжениями. Закон Ньютона. Основные реологические характеристики дисперсных систем: вязкость, упругие и пластические деформации, предел текучести. Механические модели вязкоупругого поведения в условиях сдвига (Максвелла, Кельвина-Фойхта, Бюргерса, Бингама). Ротационная и капиллярная вискозиметрия. Зависимость вязкости дисперсных систем от концентрации и формы частиц твердой фазы. Закон Эйнштейна. Деформация капель дисперсной фазы при течении; условия формирования регулярных структур.

Структурообразование в дисперсных системах. Природа контактов между элементами структуры. Образование и свойства гелей.

Коагуляционные структуры; условия образования; механические свойства; явление тиксотропии.

Кристаллизационные структуры; условия образования и механические свойства.

Агрегация (слеживаемость) порошков. Методы диспергации частиц нано- и микро размеров в дисперсионных средах. Использование коллоидно-химических и реологических подходов.

Реология биологических жидкостей.

8. КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ С ПОЛИМЕРНЫМИ МАТРИЦАМИ

Высокомолекулярные соединения (ВМС); методы получения; классы; кристаллические и аморфные полимеры. Равновесная гибкость полимерных цепей. Сегмент Куна. Методы определения молекулярных характеристик.

Растворы полимеров; механизмы набухания и растворения; принципы выбора растворителей; производство растворимости. Разбавленные растворы; относительная, удельная, приведенная и характеристическая вязкость. Вискозиметрический метод определения молекулярных масс полимеров; уравнение Марка-Куна-Хоувинка; константы Хаггинса и Мартина.

Полиэлектролиты. Строение везикул (микрокапсул). Защита белковых лекарственных препаратов (инсулина) от агрессивного воздействия желудочного сока.

Реология растворов и расплавов полимеров. Вязкоупругость. Методы измерения. Зависимость вязкости от скорости сдвига, молекулярной массы полимера, концентрации в растворе, температуры и давления.

Дисперсные системы на основе полимерных матриц. Наноккомпозиты.

Полимеры в медицине и фармации. Биосовместимые полимеры. Создание полимерных матриц для введения лекарственных препаратов через кожу и слизистую оболочку (трансдермальное и трансмукозальное введение). Достоинства и недостатки этих способов. Принципы подбора гидрофобных и гидрофильных полимерных матриц. «Гидрогели» и «гидроколлоиды». Морфология гетерофазных полимерных матриц; роль наночастиц. Адгезия полимерных матриц к коже. Усилители адгезии.

Условия проницаемости молекул лекарств через биологические мембраны. Усилители проницаемости. Способы достижения пролонгированного потока лекарства через кожу.

Особенности введения через кожу белковых препаратов. Микроиглы.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Беляев А.П., Кучук В.И., Евстратова К.И. и др. Физическая и коллоидная химия. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.
2. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М.: Высшая школа, 2007.

Дополнительная

1. Сумм Б.Д. Основы коллоидной химии, М.: Академия, 2006.
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Учебник. М.: Химия, 2004.
3. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Л.: Химия, 1995
4. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1975.
5. В.Н.Измайлова, П.А.Ребиндер. Структурообразование в белковых системах. М.: Химия, 1976.
6. В.Н.Измайлова, Г.П.Ямпольская, Б.Д.Сумм. Поверхностные явления в белковых системах. М.: Химия, 1988.
7. Мицеллообразование, солнобилизация 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. Дисперсные системы. Особенности поверхности раздела фаз.

Коллоквиум II. Темы 3, 4: Адсорбция веществ на межфазных поверхностях. Классы дисперсных систем.

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

Коллоквиум IV. Темы 7,8: Реологические и структурно-механические свойства дисперсных систем. Коллоидные системы с полимерными матрицами.