

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.Ломоносова**

Химический факультет

Кафедра коллоидной химии

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА
ПО КУРСУ «КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ»**

Москва – 2007

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.Ломоносова**

Химический факультет

Кафедра коллоидной химии

**Утверждено учебно-методической
комиссией кафедры коллоидной
химии химического факультета МГУ**

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

Составитель – доцент Л.И.Лопатина

Москва – 2007

1. ВВЕДЕНИЕ.

Основные направления современной коллоидной химии. Роль дисперсного состояния вещества в природе и различных отраслях промышленности. Взаимосвязь коллоидной химии с другими дисциплинами: биологией, геологией, почвоведением, медициной.

Дисперсные системы. Наносистемы. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз, размерам частиц дисперсной фазы, концентрации частиц дисперсной фазы, интенсивности межфазных молекулярных взаимодействий и фазовой различимости. Биокolloиды.

Диспергационные и конденсационные методы получения дисперсных систем. Очистка коллоидных систем: диализ, электродиализ, ультрафильтрация, электродекантация.

Коллоидно-химические аспекты современных проблем биофизики, биологии и медицины, охрана окружающей среды.

2. ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ РАЗДЕЛА ФАЗ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ.

Удельная свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Основы термодинамики поверхностных явлений. Влияние химической природы и температуры на величину поверхностного натяжения в однокомпонентных системах. Работа когезии. Недисперсионная и дисперсионная составляющие поверхностного натяжения. Критическая температура (по Менделееву).

Межфазное натяжение на границе раздела двух несмешивающихся жидкостей. Работа адгезии. Правило Антонова.

Смачивание. Краевой угол, как количественная характеристика процесса смачивания. Закон Юнга. Термодинамические условия смачивания и растекания на твердых и жидких поверхностях. Избирательное смачивание. Гидрофильные и гидрофобные поверхности. Роль смачивания в природе.

Капиллярные явления. Капиллярное давление. Закон Лапласа. Капиллярное поднятие, капиллярная постоянная. Зависимость давления насыщенного пара и растворимости от кривизны поверхности раздела сосуществующих фаз (закон Томсона (Кельвина)). Самопроизвольные процессы собирательной рекристаллизации, изотермической перегонки вещества, капиллярной конденсации. Роль капиллярных явлений в биологии, медицине и агротехнике.

Методы измерения поверхностного натяжения жидкостей и поверхностной энергии твердых тел.

3. АДСОРБЦИЯ ВЕЩЕСТВ НА ПОВЕРХНОСТЯХ РАЗДЕЛА ФАЗ.

Адсорбция из растворов, как самопроизвольное концентрирование вещества на поверхности раздела фаз. Адсорбционное уравнение Гиббса. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества.

Зависимость поверхностного натяжения от концентрации водных растворов ПАВ и поверхностно-инактивных веществ. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Уравнение Шишковского. Поверхностная активность природных поверхностно-активных веществ – био-ПАВ (белков, ферментов, липидов).

Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Связь уравнений Ленгмюра и Шишковского. Адсорбционная активность ПАВ. Работа адсорбции. Движущая сила процесса адсорбции ПАВ из водных растворов.

Двухмерное состояние вещества в адсорбционном слое. Слои нерастворимых ПАВ на поверхности воды. Весы Ленгмюра. Двухмерное (поверхностное) давление. Строение адсорбционных слоев. Уравнения двухмерного состояния адсорбционных слоев. Определение молекулярных размеров органических ПАВ.

Ленгмюровские пленки как модели организованных структур. Специфика двухмерного состояния биополимеров. Изотерма двухмерного давления биологически-активных веществ (белки, жирные кислоты). Пленки Ленгмюра-Блоджетт.

Особенности процесса адсорбции на поверхности раздела двух конденсированных фаз: жидкость-жидкость и жидкость-твердое тело. Правило уравнивания полярностей Ребиндера. Движущая сила процесса адсорбции ПАВ из неводных растворов. Адсорбционные методы определения удельной поверхности адсорбентов. Гидрофобизация и гидрофилизация твердых поверхностей. Влияние адсорбционных слоев ПАВ на смачивание. Роль природных ПАВ в биотехнологии.

Органические поверхностно-активные вещества (ПАВ), их классификация по молекулярному строению (анион-, катионактивные, амфолитные, неионогенные, низко-, высокомолекулярные) и по механизму действия (смачиватели, диспергаторы, стабилизаторы, моющие вещества). Представление о гидрофильно-липофильном балансе молекул ПАВ.

4. ЛИОФИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ. МИЦЕЛЛЯРНЫЕ ДИСПЕРСИИ ПАВ.

Лиофильные коллоидные системы. Критерий самопроизвольного диспергирования Ребиндера-Щукина. Мыла и ВМС, способные образовывать лиофильные коллоидные системы.

Основы термодинамики процесса мицеллообразования. Роль гидрофобных взаимодействий при образовании мицеллярных растворов

ПАВ и глобулизации белков в водной среде. Строение мицелл и их эволюция с ростом концентрации ПАВ. Понятие о везикулах (липосомах). Биомембраны. Жидкие кристаллы.

Критическая концентрация мицеллообразования (ККМ), методы ее определения. Температура Крафта. Факторы, влияющие на величину ККМ.

Солюбилизация – растворение веществ в системах, содержащих глобулярные белки и мицеллы мыл; термодинамика этого процесса; микроэмульсии. Роль гидрофобных взаимодействий в процессе обмена и переноса липидных веществ в организме. Солюбилизация в технологических процессах (эмульсионная полимеризация, моющее действие, мицеллярный катализ, производство жидких лекарственных композиций).

Роль мицеллярных растворов солей жирных кислот в процессе ассимиляции жиров организмом.

Коллоидно-химические основы применения ПАВ в медицине при получении заменителей крови (на основе тонкодисперсных эмульсий перфторсоединений), при направленном переносе лекарств. Везикулы, липосомы.

Моделирование ферментативного катализа путем изучения ферментативной активности солюбилизированных белков в обращенных мицеллах ПАВ.

5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.

Двойной электрический слой (ДЭС) на поверхности раздела твердое тело-жидкость. Причины его образования. Модели строения ДЭС (модели Гельмгольца, Гуи-Чепмена и Штерна). Двойной электрический слой в лиофобных золях, растворах белков и полиэлектролитов. Электрокинетический потенциал. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос, потенциалы седиментации и протекания. Методы измерения электрокинетического потенциала. Уравнение Гельмгольца-Смолуховского.

Влияние индифферентных и неиндифферентных электролитов на количественные характеристики ДЭС. Перезарядка поверхности. Изоэлектрическое и изоионное состояние. Ионный обмен.

6. УСТОЙЧИВОСТЬ ЛИОФОБНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Понятие об устойчивости дисперсных систем. Типы устойчивости.

Седиментационная устойчивость лиофобных дисперсных систем. Седиментационно-диффузионное равновесие.

Агрегативная устойчивость лиофобных дисперсных систем. Самопроизвольные процессы, приводящие к потере агрегативной

устойчивости: коагуляция, коалесценция, изотермическая перегонка. Изменение свободной поверхностной энергии при их протекании в дисперсных системах.

Расклинивающее давление. Основные составляющие расклинивающего давления: молекулярная и электростатическая. Факторы стабилизации лиофобных дисперсных систем. Эффективная упругость адсорбционных слоев (эффект Гиббса и Марангони-Гиббса). Структурная составляющая расклинивающего давления. Гидродинамическое сопротивление дисперсионной среды вытеканию из тонкого зазора между частицами дисперсной фазы. Структурно-механический барьер по Ребиндеру.

Коагуляция лиофобных зольей электролитами: основы теории Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО). Правило Шульце-Гарди. Зоны устойчивости при перезарядке коллоидных частиц. Критерий Эйлера-Корфа. Пептизация. Взаимная коагуляция зольей. Флокуляция зольей полиэлектролитами. Высаливание белков при добавлении электролитов. Коацервация, ее роль в биологических и технологических процессах. Микрокапсулирование.

Пены, методы получения, устойчивость. Пленки как элемент пен и эмульсий. Устойчивость «черных» пленок. Двусторонние пленки белков и липидов.

Эмульсии, их классификация и методы получения. Стабилизация эмульсий; обращение фаз.

7. СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ, РЕОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.

Развитие пространственных структур в дисперсных системах. Типы дисперсных структур. Природа контактов между элементами структуры; прочность дисперсной структуры.

Дисперсные структуры, формирующиеся в растворах высокомолекулярных соединений. Образование и строение гелей белков (на примере перехода желатин-коллаген и денатурации яичного альбумина и казеина). Явление синерезиса и набухания. Коллоидные свойства протоплазмы.

Фазовое разделение био-ПАВ на границах раздела фаз. Формирование прочных двумерных структур. Белок-липидные структуры - модели биомембран.

Реология как метод изучения структурно-механических свойств дисперсных систем. Элементарные реологические модели: упругость, вязкость, пластичность. Уравнение Ньютона.

Комбинированные реологические модели. Модель Максвелла; понятие о релаксации напряжения. Модель Кельвина; понятие об упругом последствии. Вязко-упругое поведение мышцы. Модель Бингама, вязко-пластическое поведение.

Реологические свойства свобододисперсных систем. Уравнение Эйнштейна; причины аномалии вязкости дисперсных систем, эффективная и дифференциальная вязкость. Полная реологическая кривая связнодисперсной системы с коагуляционной структурой. Тиксотропные свойства коагуляционных структур; роль тиксотропии в живой природе и технологических процессах. Реологические особенности структур биополимеров в объеме и на границах раздела фаз. Реология крови.

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. Захарченко В.Н. Коллоидная химия. М.: Высшая школа, 1989.
4. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. М.: Химия, 1975.

Дополнительная

1. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. М.: Мир, 1979.
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Учебник. М.: Химия, 1989.
3. Измайлова В.Н., Ямпольская Г.П., Сумм Б.Д. Поверхностные явления в белковых системах. М.: Химия, 1988.
4. Измайлова В.Н., Ребиндер П.А. Структурообразование в белковых системах. М.: Наука, 1974.
5. Мицеллообразование, солубилизация и микроэмульсии. Русский перевод под ред. д.х.н., проф. В.Н.Измайловой. М.: Мир, 1980.

ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. Поверхностные явления. Термодинамика поверхности раздела фаз. Капиллярные явления. Смачивание.
2. Адсорбция из растворов. Поверхностно-активные (ПАВ) и поверхностно-инактивные вещества. Мицеллярные дисперсии ПАВ. Двойной электрический слой (ДЭС). Модели строения ДЭС. Влияние электролитов на характеристики ДЭС.
3. Понятия термодинамической и кинетической устойчивости лиофобных дисперсных систем. Процессы, приводящие к дестабилизации дисперсных систем, и факторы стабилизации лиофобных дисперсных систем. Теория

ДЛФО. Структурообразование. Реологические свойства дисперсных систем.

Объем курса составляет 36 часов: лекции – 24 часа, семинарские занятия – 6 часов, контрольные работы – 6 часов. Форма аттестации – зачет.

В практикуме по коллоидной химии студенты выполняют 8 лабораторных работ:

№1. Исследование температурной зависимости поверхностного натяжения жидкостей.

№2. Адсорбция ПАВ на границах раздела водный раствор-воздух и водный раствор-твердый адсорбент.

№3. Влияние адсорбционных слоев на смачивание твердых поверхностей.

№4. Исследование электрофореза гидрофобных золей.

№5. Мицеллообразование в водных растворах поверхностно-активных веществ.

№6. Получение и определение типа эмульсий.

№7. Исследование зон коагуляции и стабилизации лиофобных золей электролитами.

№8. Вискозиметрия дисперсных систем и концентрированных растворов высокомолекулярных соединений.