

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»

ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ



УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по научной работе

В. С. Куров

ПРОГРАММА

вступительного испытания
по специальной дисциплине

для поступающих на обучение по программам подготовки
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

научная специальность
1.4.10. Коллоидная химия

Санкт-Петербург

2022

Определение, основные понятия коллоидной химии

Современная коллоидная химия как учение о дисперсном состоянии вещества и поверхностных явлениях в дисперсных системах. Основные особенности коллоидного состояния: гетерогенность, высокая дисперсность и большая удельная поверхность. Изменение свойств вещества с изменением дисперсности и удельной поверхности.

Классификация дисперсных систем. Понятие о высокомолекулярных соединениях. Определяющая роль поверхностных явлений и поверхностно-активных веществ в образовании, стабилизации, разрушении дисперсных систем и управлении их свойствами. Наноструктуры и наноматериалы.

Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем

Универсальность молекулярно-кинетических свойств растворов и дисперсных систем. Теория броуновского движения по Эйнштейну-Смолуховскому.

Диффузия в коллоидных системах. Осмотические явления в коллоидных системах, их роль в биологических процессах. Седиментация в дисперсных системах. Седиментационный анализ. Седиментационно-диффузионное равновесие Перрена-Больцмана.

Оптические свойства коллоидных систем

Явления, наблюдающиеся при прохождении луча света через дисперсные системы. Светорассеяние и методы его наблюдения. Уравнение Рэлея, границы его применимости и его анализ. Флуоресценция. Светопоглощение коллоидными системами. Уравнение Ламберта – Бугера-Бэра.

Определение концентрации, размеров и формы частиц оптическими методами. Применение ультра- и электронной микроскопии, рентгеновских и других физических методов к исследованию дисперсных систем.

Молекулярные взаимодействия и особые свойства поверхностей раздела фаз

Методы термодинамики поверхностных явлений. Свободная поверхностная энергия, поверхностное натяжение, молекулярное давление. Специфика проявления свободной поверхностной энергии на разных межфазных границах; экспериментальные и теоретические способы определения поверхностной энергии.

Термодинамические условия смачивания и растекания на твердых и жидких поверхностях. Уравнение Юнга и Неймана. Избирательное смачивание, его роль в процессах пропитки, фильтрации, вытеснения, коллоидно-химическая сущность флотации. Смачивание реальных твердых поверхностей, гистерезис смачивания.

Основы теории капиллярности. Капиллярное давление, Уравнение Лапласа. Зависимость давления насыщенного пара и растворимости от

кривизны поверхности раздела сосуществующих фаз. Роль капиллярных явлений в промышленности.

Адсорбционные слои и их влияние на свойства дисперсных систем

Термодинамика адсорбции, уравнение Гиббса. Поверхностная активность. Поверхностно-активные и инактивные вещества на разных межфазных границах.

Природа адсорбционных сил. Адсорбция на границе твердое тело – газ. Физическая адсорбция и хемосорбция. Изотермы адсорбции газов. Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Понятие о теории многослойной адсорбции Поляни. Теория адсорбции паров Брунауэра, Эммета, Теллера. Адсорбционные методы изучения пористой структуры и поверхности адсорбентов.

Особенности адсорбции молекул и ионов из растворов на твердой поверхности. Адсорбция органических поверхностно-активных веществ (ПАВ) на границе раствор-газ. Уравнение Шишковского, его связь с уравнениями Гиббса и Ленгмюра. Правило Дюкло-Траубе. Классификация ПАВ, их свойства, области применения, биоразлагаемость.

Лиофилизация и лиофобизация поверхностей адсорбционными слоями ПАВ. Влияние ПАВ на смачивание и адгезию в природе и технике.

Электроповерхностные явления в дисперсных системах

Электрокинетические явления в свободно- и связнодисперсных системах. Современные взгляды на причины заряда коллоидных частиц. Понятие о мицелле и коллоидной частице.

Строение двойного электрического слоя. Электрокинетический потенциал; граница скольжения. Влияние различных электролитов и специфической адсорбции на электрокинетический потенциал. Перезарядка поверхностей. Изоэлектрическая точка и точка нулевого заряда. Ионный обмен в природе и технике.

Электрокинетические и фильтрационные свойства капиллярных систем. Практическое применение электрокинетических явлений.

Получение и очистка коллоидных систем.

Лиофильные и лиофобные системы. Синтез коллоидных систем методами физической и химической конденсации.

Образование дисперсных систем методом диспергирования. Коллоидные мельницы и другое оборудование, применяемое для механического диспергирования. Электрические методы диспергирования. Диспергирование с помощью ультразвука. Применение ПАВ для повышения интенсивности диспергирования и стабилизации образующихся частиц. Пептизация. Правило осадков.

Получение лиофильных коллоидных систем путем самопроизвольного диспергирования при малых значениях межфазного поверхностного натяжения. Методы очистки коллоидных систем.

Устойчивость лиофобных дисперсных систем.

Современные представления о факторах стабилизации коллоидных систем – электрическом (двойной электрический слой), сольватационном, структурно- механическом и энтропийном.

Коагуляция коллоидных систем. Явная и скрытая коагуляция. Правила коагуляции электролитами. Медленная и быстрая коагуляция. Кинетика быстрой коагуляции по Смолуховскому. Старение коллоидных систем. Коагуляция под воздействием на коллоидную систему холода (замораживания), механических воздействий, ультразвука, электрических полей и т.д.

Механизм коагуляции. Химическая, адсорбционная и электростатическая теории коагуляции электролитами. Физическая теория коагуляции Дерягина, Ландау, Фервея и Овербека (теория ДЛФО). Нейтрализационная и концентрационная коагуляция по Дерягину. Гетерокоагуляция. Флокуляция.

Структурно-механические свойства дисперсных систем.

Ньютоновские жидкости. Уравнения Ньютона и Пуазейля. Вязкость коллоидных систем. Уравнения Эйнштейна и Смолуховского. Структурная вязкость. Уравнение Шведова-Бингама. Гели, их классификация и свойства. Старение коллоидных систем. Синерезис гелей. Тиксотропия.

Отдельные представители коллоидных систем.

Аэрозоли – системы с газообразной дисперсионной средой. Свойства аэрозолей. Причины их агрегативной и седиментационной неустойчивости. Туманы и дымы. Методы синтеза и разрушения этих систем. Современные методы газоочистки. Аэрозоли в народном хозяйстве. Взрывы пыли некоторых веществ и борьба с ними.

Пены. Стабилизаторы пен. Различные методы разрушения пен. Значение пен для практики.

Эмульсии. Прямые и обратные эмульсии. Разбавленные, концентрированные и желатинированные эмульсии. Стабилизаторы эмульсий. Синтез эмульсий. Обращение фаз. Разрушение эмульсий. Практическое значение эмульсий. Способы переработки латексов в каучук и изделия.

Суспензии, их стабилизация.

Лиофильные коллоидные системы

Термодинамическая устойчивость микрогетерогенных дисперсных систем с низким значением межфазной энергии; критерий самопроизвольного диспергирования и устойчивости лиофильных коллоидных систем по Ребиндеру-Щукину. Коллоидная растворимость. Мыла и высокомолекулярные соединения, способные образовывать лиофильные коллоидные системы. Критическая концентрация и термодинамика мицеллообразования; роль гидрофобных взаимодействий.

Солюбилизация углеводов в мицеллах мыл и глобулярных белках.
Мицеллообразование и солюбилизация в обратных системах.

Литература

1. Щукин Е.Д. и др. Коллоидная химия. - М.: Высшая школа. 2007.
2. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии.- СПб: Лань. 2010.
3. Сумм Б.Д. Основы коллоидной химии.-М.: Изд. Центр «Академия», 2006.
4. Русанов А.И. Термодинамические основы механохимии. - СПб.: Наука. 2006.

Дополнительная литература

1. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф. Коллоидная химия.- М.:Агар. 2007.
2. Яминский В.В. и др. Коагуляционные контакты в дисперсных системах.- М.: Химия.1982.
3. Гродский А.С. и др. Практикум и задачник по коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебное пособие для вузов. – М.: Академкнига. 2007.