

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

КАФЕДРА ХІМІЇ І ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ)

з дисципліни «**Поверхневі явища та дисперсні системи**»

Укладач: к.х.н., доцент Максимюк М. Р.
(науковий ступінь, вчене звання, П.І.Б. викладача)

Модуль № 1 «ДИСПЕРСНІ СИСТЕМИ»

Лекція 1.1. Основні поняття колоїдної хімії та дисперсних систем.

Класифікація та методи одержання й очищення дисперсних систем

План

1. Основні поняття колоїдної хімії
2. Класифікація дисперсних систем
3. Методи одержання та очищення дисперсних систем.

Зміст лекції

Вступ. Місце колоїдної хімії в системі фундаментальних хімічних наук та її прикладне значення. Предмет та зміст дисципліни. Гетерогенність і дисперсність, як найбільш характерні ознаки об'єктів колоїдної хімії, що визначають наявність міжфазної поверхні та процесів, які на ній відбуваються.

Основні характеристики дисперсних систем: характеристичний розмір частинок дисперсної фази; дисперсність; питома поверхня та її зв'язок з розмірами дисперсної фази.

Класифікація дисперсних систем за:

- розміром (дисперсністю) частинок дисперсної фази;
- агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища;
- взаємодією дисперсної фази та дисперсійного середовища (міжфазною взаємодією).

Методи одержання дисперсних систем. Механічне та електричне диспергування. Фізико-хімічне диспергування та пептизація. Конденсаційні методи одержання дисперсних систем. Фізична та хімічна конденсація.

Методи очищення колоїдних розчинів: діаліз, ультрафільтрація, електродіаліз, мікрофільтрація, зворотний осмос. Комбіновані методи очищення колоїдних розчинів.

Лекція 1.2. Молекулярно-кінетичні властивості вільнодисперсних систем

План

1. Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних розчинів
2. Броунівський рух. Рівняння Ейнштейна-Смолуховського

3. Дифузія.
4. Осмос. Осмотичний тиск.

Зміст лекції

Молекулярно-кінетична теорія самочинного руху молекул у рідинах і газах. Броунівський рух, його природа. Середній зсув. Дифузія. Закон Фіка. Рівняння Ейнштейна для коефіцієнта дифузії. Співвідношення між середнім зсувом і коефіцієнтом дифузії (рівняння Ейнштейна-Смолуховського). Особливості осмотичного тиску дисперсних систем. Використання осмотичних властивостей для визначення концентрації і розміру частинок дисперсних систем. Седиментаційно-дифузійна рівновага – виведення і аналіз рівняння.

Лекція 1.3. Седиментація в дисперсних системах. Методи дослідження стійких дисперсних систем

План

1. Седиментаційна стійкість суспензій
2. Седиментаційний метод аналізу для визначення розміру частинок та фракційного складу полідисперсних суспензій
3. Седиментаційні криві осідання моно-, бі- та полідисперсних систем
4. Методи побудови кривих розподілу (диференційної та інтегральної) частинок дисперсної фази за радіусами.

Зміст лекції

Розбавлені, стійкі, вільнодисперсні системи. Седиментація і дисперсійний аналіз. Закон Стокса. Кількісне описання седиментації частинок дисперсних систем. Принципи седиментаційного аналізу. Седиментаційний аналіз моно-, бі- та полідисперсних систем. Аналіз седиментаційної кривої полідисперсної суспензії. Побудова кривих розподілу частинок дисперсної фази за радіусами. Графічний та аналітичний способи побудови кривих розподілу (диференційної та інтегральної) за розмірами дисперсних частинок. Переваги та недоліки графічного та аналітичного способів побудови кривих розподілу за розмірами дисперсних частинок.

Лекція 1.4. Оптичні властивості колоїдних розчинів

План

1. Розсіювання і поляризація світла в колоїдних розчинах
2. Закони Релея та Бугера-Ламберта-Бера
3. Забарвлення колоїдних систем.

Зміст лекції

Світлопоглинання і світлорозсіювання. Ефект Тиндаля. Рівняння Релея і його аналіз. Визначення розміру частинок дисперсної фази оптичними методами. Оптична густина колоїдних розчинів – рівняння Бугера-Ламберта-Бера. Мутність. Вплив дисперсності на забарвлення гетерогенних високодисперсних систем. Визначення дисперсності «білих золів» за рівнянням Гелера та «спектром мутності».

Лекція 1.5. Оптичні методи аналізу дисперсності. Оптична анізотропія дисперсних систем

План

1. Оптичні методи дослідження колоїдних розчинів
2. Світлова мікроскопія
3. Ультрамікроскопія
4. Електронна мікроскопія
5. Нефелометрія
6. Турбідиметрія.

Зміст лекції

Оптичні методи дослідження колоїдних розчинів, їх класифікація. Обладнання, що використовується в оптичних методах дослідження колоїдних розчинів.

Світлова та ультрамікроскопія, їх можливості. Електронна мікроскопія. Явище подвійного заломлення променів, як наслідок анізотропії. Нефелометрія як метод визначення концентрації та дисперсності гетерогенних систем. Турбідиметрія та метод «спектра мутності» для визначення середнього розміру частинок колоїдних розчинів.

Лекція 1.6. Структурування в дисперсних системах. Реологічні властивості дисперсних систем

План

1. Вільнодисперсні і зв'язанодисперсні системи
2. Суть процесу структурування в дисперсних системах.
3. Вплив на процес структурування в дисперсних системах різних факторів: концентрації дисперсної фази й дисперсійного середовища, часу, температури та механічної дії
4. Явища, що супроводять процес структурування в дисперсних системах: гелеутворення, тиксотропія, синерезис, набухання, деформація
5. Реологія. Класифікація дисперсних систем за реологічними властивостями
6. Аномально в'язкі рідини. Структурна в'язкість.

Зміст лекції

Вільнодисперсні і зв'язанодисперсні системи, їх ознаки. Структуровані рідини. Вплив концентрації дисперсної фази, температури, часу, концентрації електроліту і механічної дії на структурування. Структурування як окремий вид коагуляції. Класифікація дисперсних систем за структурно-механічними властивостями (класифікація Ребіндера). Властивості різних структур. Гелеутворення. Явища тиксотропії, синерезису і набухання. Характер структурування в полімерах.

Класифікація дисперсних систем за їх реологічними властивостями. Застосування методів реології для дослідження структур і опису в'язкісних характеристик дисперсних систем. Рівняння Ньютона і Пуазейля для вільнодисперсних систем їх аналіз. Залежність в'язкості дисперсних систем від концентрації дисперсної фази. Рівняння Ейнштейна, межі його застосування. Структурна в'язкість, її причини. Реологічні криві для аномально в'язких рідин.

Лекція 1.7. Стійкість дисперсних систем та їх коагуляція електролітами

План

1. Важливість проблеми стійкості в колоїдній хімії
2. Седиментаційна та агрегативна стійкість суспензій
3. Коагуляція, суть процесу, види коагуляції
4. Кінетика коагуляції електролітами
5. Теорія стійкості ліофобних золів – теорія ДЛФО

6. Захист колоїдних систем від коагуляції.

Зміст лекції

Проблема стійкості дисперсних систем – центральна проблема в колоїдній хімії. Види стійкості дисперсних систем. Седиментаційна та агрегативна стійкість. Теорія стійкості ліофобних золів – теорія ДЛФО.

Коагуляція. Типи коагуляції: контактна, об'ємна. Стадії коагуляції: прихована і явна коагуляція. Коагулянти. Кінетика коагуляції електролітами. Взаємна коагуляція золів. Захист колоїдних систем від коагуляції. Стабілізуюча дія високомолекулярних речовин і поліелектролітів. Сенсibiliзація, гетерокоагуляція та гетероадагуляція. Звикання золів. Антагонізм іонів.

Модуль № 2 «ПОВЕРХНЕВІ ЯВИЩА»

Лекція 2.1. Поверхневі явища. Поверхневий натяг.

План

1. Основні характеристики міжфазної поверхні.
2. Поверхневий натяг.
3. Методи визначення поверхневого натягу.

Зміст лекції

Основні поверхневі явища: адсорбція, адгезія та змочування, капілярні явища, електричні явища, утворення нових фаз.

Властивості поверхонь рідких і твердих тіл. Поверхневий натяг і природа рідких і твердих тіл. Поверхневий натяг як міра вільної енергії міжфазної поверхні. Рівняння Гіббса-Гельмгольца для повної енергії поверхневого шару. Теплота утворення одиниці поверхні. Залежність енергетичних параметрів поверхневого шару від температури. Залежність поверхневого натягу від складу розчину. Основні методи вимірювання поверхневого натягу рідин: статичні (метод капілярного підняття й метод лежачої або висячої краплі), напівстатичні (методи максимального тиску газової бульбашки (краплі), відриву кільця, відриву пластинки,

зважування або рахування крапель – сталагмометричний), динамічні (методи капілярних хвиль і струменів, що коливаються).

Лекція 2.2. Адсорбція на границі поділу фаз рідина-газ

План

1. Адсорбція – явище на міжфазних поверхнях, суть, види адсорбції
2. Поверхнево-активні та поверхнево-інактивні речовини. Поверхнева активність
3. Параметри адсорбційного шару на границі поділу фаз розчин-газ. Розрахунки даних параметрів

Зміст лекції

Визначення поняття адсорбції. Величини повної та надлишкової (гіббсової) адсорбції. Шляхи зменшення вільної поверхневої енергії в дисперсних системах. Поверхнева активність речовин і її характеристика. Поверхнево-активні, поверхнево-інактивні та поверхнево-неактивні речовини (ПАР, ПАР і ПНР). Будова молекул ПАР та її вплив на поверхневу активність. Правило Дюкло-Траубе. Адсорбція на границі поділу фаз розчин ПАР-повітря. Термодинаміка адсорбції, адсорбційне рівняння Гіббса (зв'язок поверхневого натягу з хімічним потенціалом), його аналіз. Емпіричні рівняння ізотерми адсорбції Генрі та Фрейндліха.

Лекція 2.3. Мономолекулярна адсорбція. Теорія Ленгмюра. Рівняння Шишковського

План

1. Мономолекулярна адсорбція
2. Моношар. Гранична адсорбція. Ступінь заповнення моношару.
3. Аналіз рівнянь Ленгмюра та Шишковського

Зміст лекції

Основні поняття: мономолекулярна адсорбція, моношар, гранична адсорбція, ступінь заповнення моношару. Рівняння Ленгмюра (залежність адсорбції від концентрації або тиску речовини), його виведення та аналіз. Лінійна форма рівняння ізотерми Ленгмюра і визначення констант рівняння. Вплив природи адсорбенту і адсорбата на величину адсорбції. Зв'язок між

рівняннями Ленгмюра і Гіббса. Емпіричне рівняння Шишковського. Константи в рівнянні Шишковського, їх фізичний зміст.

Лекція 2.4. Адсорбція речовини з розчину на твердій поверхні

План

1. Полімолекулярна адсорбція. Основні теорії
2. Теорія полімолекулярної адсорбції на твердих поверхнях Поляні
3. Теорія полімолекулярної адсорбції на твердих поверхнях БЕТ

Зміст лекції

Тверда поверхня. Класифікація механізмів адсорбції (фізична адсорбція, хемосорбція). Природа адсорбційних сил. Динаміка адсорбційних процесів. Потенціальна теорія полімолекулярної адсорбції Поляні: адсорбційний потенціал, характеристичні криві. Теорія полімолекулярної адсорбції БЕТ (Брунауера-Емета-Телера). Фізичний зміст констант у рівнянні БЕТ. Застосування рівняння БЕТ для визначення питомої поверхні адсорбентів.

Лекція 2.5. Адсорбенти, їх характеристики. Адсорбція на межі поділу фаз тверде тіло-розчин

План

1. Адсорбенти, їх характеристики
2. Теорія капілярної конденсації
3. Адсорбція неелектролітів (молекулярна адсорбція)
4. Іонообмінна адсорбція

Зміст лекції

Адсорбенти і їх характеристики. Класифікація адсорбентів за пористістю. Вплив природи адсорбенту і адсорбата на величину адсорбції. Теорія капілярної конденсації. Теорія об'ємного заповнення пор. Залежність величини та ізотерми капілярної конденсації від розміру і форми пор адсорбентів. Високодисперсні та пористі адсорбенти: класифікація, методи отримання, коротка характеристика. Цеоліти: молекулярно-ситовий ефект.

Адсорбція речовин з розчинів поверхнею адсорбентів: адсорбція неелектролітів (молекулярна адсорбція); адсорбція електролітів.

Іонообмінна адсорбція. Природні і синтетичні іоніти: їх характеристика, класифікація і властивості. Обмінна ємність іонітів. Константа рівноваги при іонному обміні.

Лекція 2.6. Явище змочування

План

1. Суть явища змочування.
2. Крайовий кут змочування
3. Теплота змочування порошкоподібних тіл

Зміст лекції

Змочування. Крайовий кут змочування як кількісна характеристика змочування. Ліофільність та ліофобність поверхонь. Теплота змочування для порошкоподібних тіл. Методи визначення теплових ефектів змочування твердих поверхонь рідинами різної природи (визначення змочуваності за Ребіндером). Коефіцієнт гідрофільності-гідрофобності. Практичне значення явища змочування.

Лекція 2.7. Адгезія. Зв'язок адгезії з крайовим кутом змочування. Розтікання рідини

План

1. Явища адгезії, когезії, змочування і розтікання рідин
2. Зв'язок роботи адгезії з крайовим кутом змочування
3. Вплив ПАР на змочуваність твердих поверхонь.
3. Фізико-хімічні основи процесу розтікання рідин на поверхнях твердих тіл.

Зміст лекції

Адгезія, змочування і розтікання рідин. Адгезія і когезія. Природа сил взаємодії при адгезії. Рівняння Дюпре для роботи адгезії. Зв'язок роботи адгезії з крайовим кутом змочування (рівняння Дюпре-Юнга). Вплив ПАР на змочуваність твердих поверхонь. Фізико-хімічні основи процесу розтікання рідин на поверхнях твердих тіл. Коефіцієнт розтікання за Гаркінсом

Лекція 2.8. Подвійний електричний шар. Електрокінетичні явища.

План

1. Загальна характеристика подвійного електричного шару
2. Основні теорії, що описують будову подвійного електричного шару
3. Термодинамічний і електрокінетичний потенціали.
4. Електрофорез і електроосмос
5. Потенціал течії і потенціал седиментації

Зміст лекції

Загальна характеристика подвійного електричного шару (ПЕШ), утворення та його будова. Щільний і дифузний шари протиіонів. Основні теорії, що описують будову ПЕШ (Гельмгольца-Перена, Гуї-Чепмена і Штерна). Термодинамічний і електрокінетичний потенціали. Вплив різних факторів на зміну ПЕШ і електрокінетичного потенціалу. Вплив електролітів на величину електрокінетичного потенціалу. Ізоелектричний стан (ізоелектрична точка). Перезарядка поверхні. Залежність електрокінетичного потенціалу від температури.

Електричні властивості дисперсних систем. Будова міцели. Дослід Рейса. Електрофорез і електроосмос. Потенціал течії і потенціал седиментації. Кількісна характеристика електрокінетичних явищ. Рівняння Гельмгольца-Смолуховського. Методи визначення величини електрокінетичного потенціалу. Практичне використання прямих та зворотних електрокінетичних явищ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чумак В.Л. Колоїдна хімія: підручник / В.Л. Чумак, С.В. Іванов, М.Р. Максимюк. – 2-е вид., стер. – К.: НАУ, 2017. – 456 с.
2. [Іванов С. В.] Поверхневі явища та дисперсні системи: лаборат. практикум / [С. В. Іванов], М.Р. Максимюк, В.Л. Чумак, О.І. Косенко, А.Д. Кустовська – К.: НАУ, 2021. – 64 с.
3. Косенко О. І. Фізична та колоїдна хімія: Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт та контрольної роботи для студентів заочної форми навчання спеціальності 162 «Біотехнологія та біоінженерія». / О. І. Косенко, М. Р. Максимюк, В. Л. Чумак. – К.: НАУ, 2021.–68 с.
4. Mathematical modeling of the sedimentation process for determining the fractional composition of suspensions / V. Chumak, M. Maksymiuk, O. Kosenko,

V. Rudenko, O. Spaska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, - 2021. - 6/6(114), P. 23 – 31.

5. Брускова Д-М. Я. Фізична та колоїдна хімія: підручник. / Д-М. Я. Брускова, Н. Ф. Кущевська, В. В. Малишев. – К.: Університет «Україна», 2020. – 532 с.

6. Короткова І.В. Фізична і колоїдна хімія: лаборат. практикум / І.В. Короткова, М.М. Маренич – Полтава: Полтавський літератор, 2018. – 224 с.

7. Мчедлов-Петросян М.О. Колоїдна хімія: підручник / М.О. Мчедлов-Петросян, В.І.Лебідь, О.М. Глазкова, О.В. Лебідь; за ред.. проф. М.О. Мчедлова-Петросяна, 2-ге вид., випр. і доп. – Х.: ХНУ, 2012. – 500 с.

8. Гомонай В.І. Фізична та колоїдна хімія: підручник, вид. 3-тє, доп. / В.І. Гомонай – Вінниця: «Нова книга», 2012. – 524 с.

9. Чумак В.Л. Оброблення результатів седиментаційного аналізу з використанням методу Ньютона / В.Л. Чумак, М.Р. Максимюк, О.І. Косенко // Вісник НАУ. – 2010. – №4. – С. 153 – 160.

10. Дібрівний В.М. Курс колоїдної хімії. Поверхневі явища та дисперсні системи: навч. посібник. / В.М. Дібрівний. – Львів: Інтеллект-Захід, 2008. – 160 с.

11. Цветкова Л.Б. Колоїдна хімія: теорія і задачі: навч. посібник. / Л.Б.Цветкова. – Львів: Магнолія-2006, 2009. – 292с.