

Зміст дисципліни. «Поверхневі явища та дисперсні системи»

Модуль №1

Поверхневі явища дисперсних систем (2 кредити ECTS)

Вступ.

Тема 1. Зміст і задачі курсу колоїдної хімії. Основні характеристики дисперсних і колоїдних систем, їх роль у природі та народному господарстві.

Колоїдна хімія як наука про поверхневі явища, фізико-хімічні властивості дисперсних систем та високомолекулярних сполук. Основні особливості колоїдного стану: гетерогенність, висока дисперсність, велика питома поверхня. Властивості речовин як функції дисперсності та питомої поверхні. Історико-філософський розвиток колоїдної хімії як науки. Поняття про термодинаміку нерівноважних, агрегатно нестійких систем. Класифікація дисперсних систем: за розміром часток, за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища, за характером взаємодії між собою часток дисперсійної фази, дисперсійної фази та дисперсійного середовища. Поняття про високомолекулярні сполуки. Схожість деяких властивостей та принципова різниця між колоїдними розчинами і розчинами високомолекулярних сполук.

Розділ 1. Поверхневі явища та адсорбція.

Тема 1. Внутрішній тиск та поверхневий натяг.

Молекулярні сили і полярність речовини. Не насиченість молекулярних сил на міжфазних поверхнях, внутрішній тиск. Поверхневий натяг як міра вільної енергії поверхні, методи його визначення. Рівняння Гіббса – Гельмгольца, температурна залежність поверхневої енергії. Поверхнева енергія і рівноважні форми тіл, принцип Гіббса – Кюрі, закон Вульфа.

Тема 2. Капілярні явища.

Капілярний тиск, рівняння Юнга-Лапласа. Капілярна конденсація, рівняння Гіббса - Томсона. Поняття про адсорбцію, десорбцію. Локалізована та нелокалізована адсорбція, адсорбційна рівновага. Ємність моношару, поверхнева концентрація. Ізотерма адсорбції Гіббса, поверхнева активність. Рівняння ізотерми адсорбції Фрейндліха. Адсорбція як екзотермічний процес. Поняття про інтегральну і диференційну теплоту адсорбції. Кінетика адсорбції.

Тема 3. Природа адсорбційних сил та моделі адсорбції.

Будова адсорбційних шарів. Потенціальні криві молекулярної взаємодії. Адсорбційний потенціал. Адсорбція на межі тверде тіло - газ. Теорія мономолекулярної адсорбції, аналіз рівняння ізотерми Ленгмюра. Теорія полімолекулярної адсорбції Поляні, характеристична крива, ізотерма БЕТ. Поняття про активовану адсорбцію (хемосорбцію), вплив на неї температури. Енергія ак-

тивації адсорбції. Робота адгезії та когезії. Адсорбція на межі розчин - газ. Позитивно і негативно поверхнево-активні речовини. Рівняння Шишковського, поняття про дифільність молекул, їх орієнтація на поверхні між фазами. Правило Дюкло - Траубе.

Тема 4. Поверхневі плівки нерозчинних речовин.

Газоподібні і конденсовані моношари поверхнево-активних речовин на поверхні рідини. Поверхневі плівки нерозчинних речовин, рівняння стану двомірного газу, терези Ленгмюра. Адсорбція на межі тверде тіло - розчин. Правило зрівняння полярності Ребіндера. Вплив на адсорбцію природи адсорбенту і адсорбату. Гідрофільні і гідрофобні адсорбенти. Вплив розчинників на адсорбцію.

Тема 5. Явище змочування.

Крайовий кут. Вплив на змочування різних факторів. Теплові ефекти змочування. Флотація і інші області застосування змочування. Адсорбція іонів на твердій поверхні. Ліотропні ряди іонів. Іонообмінна адсорбція, ізотерма Нікольського, практичне використання іонообмінної адсорбції у науці та техніці. Катіоніти і аніоніти. Основи хроматографічного аналізу. Молекулярні сита. Високо пористі тіла як адсорбенти та каталізатори.

Розділ 2. Електрокінетичні властивості дисперсних систем.

Тема 1. Подвійний електричний шар (ПЕШ), його природа та властивості.

Причини утворення подвійного електричного шару, його будова за Гельмгольцем - Перреном, Гуї - Чепменом, Штерном. Термодинамічний і електрокінетичний потенціали. Фактори, що впливають на будову подвійного електричного шару. Поняття про міцелу і колоїдну частку. Ізоелектричний стан, перезарядка колоїдних часток. Поведінка дисперсних систем у електричному полі. Деформація і релаксація електричного шару.

Тема 2. Електрокінетичні явища.

Електрокінетичні явища: електрофорез, електроосмос, потенціали протікання та седиментації. Виведення формули для визначення електрокінетичного потенціалу за методами електроосмосу і електрофорезу. Практичне застосування електрокінетичних явищ у народному господарстві. Хемотроніка. Фактори, що впливають на електрокінетичні явища.

Модуль №2

Фізико-хімічні властивості дисперсних систем (2 кредити ECTS).

Розділ 3. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем.

Тема 1. Молекулярно-кінетичні властивості дисперсних систем.

Броунівський рух і дифузія, зв'язок між ними. Рівняння Ейнштейна. Значення теорії броунівського руху для підтвердження молекулярно-атомної будови речовини. Середній зсув, флуктуація густини у колоїдному розчині, закони Фіка. Особливості осмотичного тиску у колоїдних системах. Седиментаційно-дифузійна рівновага, рівняння Лапласа - Перрена. Принципи седиментаційного аналізу. Ультрацентрифуга.

Розділ 4. Одержання дисперсних систем.

Тема 1. Методи одержання та очищення дисперсних систем.

Умови та особливості одержання ліофільних і ліофобних дисперсних систем. Синтез колоїдних систем за допомогою методів фізичної і хімічної конденсації. Механізм і кінетика конденсації. Будова колоїдної міцели. Формула міцели. Одержання колоїдних систем за допомогою методів диспергування (млини, ультразвук, електричні дугові розряди). Адсорбційне зниження твердості (ефект Ребіндера). Пептизація. Правило осадків Оствальда. Самочинне диспергування. Методи очистки дисперсних систем. Ультрафільтрація. Діаліз. Електродіаліз.

Розділ 5. Оптичні властивості дисперсних систем.

Тема 1. Оптичні властивості дисперсних систем.

Розсіяння і поглинання світла у дисперсних системах, методи спостереження. Рівняння Релея. Межі застосування і аналіз. Флуоресценція і опалесценція. Оптична густина, рівняння Ламберта-Бера. Аномалії оптичних властивостей золів металів. Визначення розміру та форми колоїдних часток оптичними методами. Турбодиметрія, нефелометрія. Ультрамікроскоп. Електронний мікроскоп.

Розділ 6. Стабілізація і коагуляція дисперсних систем.

Тема 1. Стабілізація і коагуляція дисперсних систем.

Агрегатна і седиментаційна (кінетична) стійкість дисперсних систем. Сучасні уявлення про фактори стабілізації дисперсних систем - електричний, адсорбційно-сольват-ний, структурно-механічний та ентропійний. Залежність сил тяжіння і відштовхування між частками від відстані між ними. Потенційні криві і енергетичний бар'єр, ближня і дальня агрегація. Розклинювальний тиск, його електрична і молекулярна складові. Коагуляція і коалесценція дисперсних систем. Фактори, що викликають коагуляцію. Явна і прихована коагуляція. Правила коагуляції електролітами. Поріг коагуляції. Швидка та повільна коагуляція. Кінетика швидкої коагуляції за Смолуховським. Недоліки хімічної, адсорбційної і електричної (електростатичної) теорії коагуляції електролітами. Фізична теорія коагуляції Дерягіна, Ландау, Фервея, Овербека (теорія ДЛФО). Неправильні ряди, звикання, синергізм, сенсibilізація. Коагуля-

ція сумішами електролітів. Гетерокоагуляція. Старіння дисперсних систем. Колоїдний захист. Практичне використання коагуляції та коалесценції.

Розділ 7. Структурно-механічні властивості дисперсних систем.

Тема 1. Структурно-механічні властивості дисперсних систем.

Властивості коагуляційних структур, структурування і вплив на нього різних факторів. Тиксотропія, повзучість, час релаксації, синерезис гелів. Конденсаційно-кристалізаційні структури, їх принципова відмінність від коагуляційних. Методи реологічних досліджень дисперсних систем. Реологія нормальних (ньютонівських) рідин. Рівняння Ньютона і Пуазейля, причини відхилення у колоїдних системах. Структурна в'язкість, рівняння Шведова-Бінгама. Основні реологічні криві. Рівняння Ейнштейна для визначення в'язкості колоїдних розчинів. Механізм утворення гелів, їх класифікація та властивості. Гелі і пасти, тиксотропні суспензії. Фізико-хімічна механіка. Високодисперсні системи і їхня роль у сучасній техніці й технології. Основні умови й шляхи інтенсифікації хіміко-технологічних (масообмінних) процесів у висококонцентрованих мікрогетерогенних дисперсних системах. Вібрація як ефективна форма механічних впливів на висококонцентровані структуровані дисперсні системи. Керування структурою й структурно-реологічними властивостями високодисперсних порошків. Проблема "високого наповнення".

Розділ 8. Поверхнево-активні речовини у колоїдному стані.

Тема 1. Поверхнево-активні речовини (ПАР) у колоїдному стані.

Класифікація колоїдних ПАР. Розчини колоїдних ПАР – термодинамічно-стійкі системи, що довільно утворюються. Приклади колоїдних ПАР - розчини мил, барвників, танідів. Форми, в яких мила можуть знаходитися у розчині. Фактори, що впливають на утворення міцел, будова міцел, термодинаміка колоїдних ПАР. Поняття про гідрофільно-ліпофільний баланс (ГЛБ). Стабілізуюча та миюча дія мил і синтетичних ПАР. Гідрофобізація і гідрофілізація поверхні. Солюбілізація, емульсійна полімеризація. Міцелярний каталіз. Мікрокапсулювання.

Розділ 9. Фізико-хімічні властивості полімерів і їх розчинів.

Тема 1. Фізико-хімічні властивості полімерів та розчинів ВМС, їх отримання та використання.

Будова макромолекул, молекулярна маса і фракційний склад полімерів, особливості теплового руху макромолекул. Найбільш вірогідні форми і конфігураційна ентропія макромолекул. Еластичність і пластичність полімерів. Фактори, що визначають ці властивості, пластифікація. Агрегатний стан полімерів. Термомеханічна крива. Розчини ВМС, їх отримання та властивості. Розчини ВМС як термодинамічні рівноважні системи, їх довільне утворення, стійкість, оборотність, набрякання і розчинність ВМС, термодинаміка цих

процесів. Ступінь набрякання, тиск набрякання. Кінетика набрякання. Тепло-ві ефекти набрякання. Сольватація полімерів у розчинах, явище асоціації, ко-ацервація. Фактори, що впливають на набрякання. Властивості розчинів білків. Особливості осмотичного тиску і в'язкість розчинів полімерів. Визначення молекулярної маси полімерів за в'язкістю їх розчинів. Ізоелектрична точка. Драгливання і синерезис розчинів полімерів. Одержання колоїдних розчинів полімерів (латексів, дисперсій полімерів).

Розділ 10. Мікрогетерогенні системи (МГС).

Тема 1. Одержання, стабілізація та руйнування мікрогетерогенних систем (МГС).

Аерозолі, одержання, властивості, руйнування. Аерозолі у природі і техніці. Піни, стабілізатори пін, вимоги до них. Методи одержання стійких пін. Вплив концентрації стабілізаторів на стійкість пін. Методи руйнування пін. Піни у природі та техніці. Емульсії. Прямі і оборотні, розбавлені, концентровані, желатиновані емульсії. Методи стабілізації емульсій. Синтез і руйнування емульсій. Оборненість фаз. Поняття про деемульгатори. Емульсії у природі та техніці. Суспензії. Одержання і стабілізація суспензій. Концентровані суспензії і пасти мінеральних і органічних речовин у водних і органічних середовищах. Тиксотропні суспензії, їх застосування у техніці. Системи з твердим дисперсійним середовищем, природні і пористі речовини. Пінопласти, пінобетони, гуми і пігментовані лакові покриття. Наповнені та закристалізовані скла і емалі. Металічні сплави.