

Адсорбція та адсорбенти

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Курс (рік) навчання	1
Семестр	1
Обсяг дисципліни у кредитах	4
Мова викладання	Українська
Передумови для вивчення дисципліни	Базується на загальних компетентностях випускників ОС «Бакалавр»
Кафедра, яка забезпечує викладання дисципліни	Фізичної та колоїдної хімії
Інформаційне забезпечення	Комп'ютери, навчально-методичні матеріали з дисципліни
Форма проведення занять	Лекції та лабораторні роботи
Форма семестрового контролю	Залік

Ключові результати навчання (знання, уміння та інші компетентності):

Навчальна дисципліна забезпечує набуття студентами

Загальних компетентностей:

Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
 Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;
 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;
 Здатність працювати автономно;
 Здатність до активного збереження довкілля;
 Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел;
 Здатність до вирішення проблем інноваційного характеру та пошуку альтернативних рішень у професійній діяльності;

Фахових компетентностей:

Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ;
 Здатність організувати, планувати та реалізувати хімічний експеримент;
 Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження;
 Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними;
 Розуміння ключових хімічних понять, основних фактів, концепцій, принципів і теорій, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії;
 Здатність застосовувати основні хімічні теорії і методи хімії для опису хімічних законів і конкретних явищ, проводити зіставлення і встановлення зв'язків між характеристиками хімічних систем, явищами, процесами і механізмами для пояснення відомих та прогнозування нових наукових результатів.

Програмних результатів навчання:

Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.
 Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.
 Використовувати методології і методи хімічних досліджень, принципи комплексного захисту природних екосистем і людського суспільства від екологічно небезпечних природних і техногенних процесів (явищ).
 Набувати дослідницьких навичок: використання лабораторного обладнання і приладів для визначення параметрів (характеристик) речовин, навички відбору зразків (проб) природних компонентів для аналізів, проведення експериментальних досліджень.
 Оволодівати належними робочими навичками працювати самостійно (дипломна робота), або в групі (лабораторні роботи), уміння отримати результат у рамках обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність

Короткий зміст дисципліни (що буде вивчатися, перелік тем):

Тема 1. Вступ. Загальна характеристика адсорбції

Основні поняття адсорбції. Графічне представлення адсорбції. Фізична та хімічна адсорбція. Критерії відмінності фізичної адсорбції від хімічної адсорбції. Хемосорбовані частинки. Каталітична активність центрів поверхні.

Тема 2. Природа і енергія адсорбційних сил

Сили адсорбційної взаємодії. Потенціальна енергія адсорбції. Тепло адсорбції та її визначення. Калориметричний та термодинамічний метод визначення теплоти адсорбції. Ентропія адсорбції.

Тема 3. Методи одержання адсорбентів та практичне застосування адсорбції

Методи одержання адсорбентів: осадження, термічний розклад, гідротермальний синтез, метод вибіркового розчинення речовин. Практичне застосування адсорбції. Роль адсорбційних процесів у живих організмах. Роль структури і поверхні твердих тіл в адсорбції і гетерогенному каталізі. Очищення поверхонь сорбентів.

Тема 4. Теорії мономолекулярної адсорбції Ленгмюра та полімолекулярної адсорбції Поляні

Емпіричні рівняння адсорбції (Генрі, Бедеккера-Фрейндліха, Шишковського). Графічний розв'язок рівняння Фрейндліха. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра. Графічний розв'язок рівняння Ленгмюра. Застосування ізотерми Ленгмюра. Теорія полімолекулярної адсорбції Поляні. Адсорбційний потенціал. Коefіцієнт афінності. Розрахунок ізотерм адсорбції за теорією Поляні.

Тема 5. Теорії BET та капілярної конденсації і гістерезису

Теорія полімолекулярної адсорбції Брунауер-Еммет-Теллер (БЕТ). Розв'язування рівняння БЕТ. Межі застосовності рівняння БЕТ. Поняття про 3-х та 4-х параметричні рівняння БЕТ. Основні типи ізотерм за класифікацією БЕТ. Теорія капілярної конденсації та гістерезису. Рівняння Кельвіна. Капілярна конденсація в глобулярних структурах. Типи кривих капілярно-конденсаційного гістерезису.

Тема 6. Структурні типи адсорбентів та їх властивості

Умови формування структури пористих тіл. Походження пор. Різновидність пор адсорбентів та їх структурні типи (макропори, перехідні пори, мікропори). Класифікація адсорбентів за їх геометричною структурою (Дубініна; Брунауер, Демінг та Теллер; Кисельова).

Тема 7. Зв'язок структури пористих тіл з їх каталітичною активністю

Вплив розміру пор на швидкість сорбційного процесу. Дифузія в ультрапорах. Вплив структури пористих тіл на їх каталітичну активність. Умови протікання каталітичного процесу в кінетичній та дифузійній областях. Підбір пористої структури каталізатору для каталітичного процесу, який протікає при різних тисках. Залежність вибіркового процесу від розміру пор каталізатора.

Тема 8. Фізична адсорбція газів та парів в мікропорах

Граничні випадки фізичної адсорбції. Термодинамічні відмінності граничних випадків адсорбції. Особливості адсорбції в мікропорах. Вихідні положення для теоретичного опису адсорбції в мікропорах. Теорія об'ємного заповнення мікропор (ТОЗМ). Рівняння Дубініна-Радушкевича. Розрахунковий апарат теорії об'ємного заповнення мікропор.

Тема 9. Проблема мілких пор

Практичне застосування ТОЗМ до адсорбції мікропористими сорбентами. Ізотерми адсорбції 1-го типу (ленгмюрівська, ТОЗМ, перехід). Ізотерми адсорбції 4-го типу, розрахунок об'єму мікро-, мезо- макропор. Інтегральна та диференціальна крива розподілу об'єму пор за радіусами. Основні етапи розрахунку. Врахування товщини адсорбційного шару при капілярній конденсації. Середній ефективний радіус пор.

Тема 10. Застосування теорії об'ємного заповнення мікропор до адсорбції газів та парів на мікропористих адсорбентах різної хімічної природи

Мікропористі адсорбенти на основі карбону. Аморфні мінеральні мікропористі адсорбенти. Особливості цеолітів як мікропористих адсорбентів. Експериментальні основи теорії адсорбції в мікропорах цеолітів. Цеоліти з малим числом адсорбційних центрів. Адсорбція відносно великих молекул на фоказитах.

Тема 11. Методи визначення питомої поверхні сорбентів

Визначення питомої поверхні сорбентів за даними фізичної адсорбції. Методи визначення питомої поверхні за ізотермами адсорбції парів. Розрахунок питомої поверхні (метод Гаркінса-Юра; метод Кістлера, Фішера та Фрімена; метод Ленгмюра; "точки Б; метод "єдиної точки"; метод Дубініна; метод молекулярної сорбції з розчинів).

Тема 12. Пориста структура адсорбентів.

Основні параметри пористої структури сорбентів. Дійсна та уявна густина сорбентів і каталізаторів. Розподіл пор за радіусами. Товщина адсорбційного шару. Ртутна порометрія. Електронномікроскопічні методи дослідження пористої структури адсорбентів. Середній ефективний радіус пор. Визначення об'єму мікро-, макро- і перехідних пор. Пористість і методи її визначення.

Тема 13. Будова, властивості та пориста структура природних сорбентів

Класифікація природних сорбентів. Дисперсні кремнеземи (діатоміти, трепели, опоки), їх будова та властивості. Шаруваті та шарувато-стрічкові силікати, їх класифікація, будова та властивості. Каркасні силікати (цеоліти, фельдшпатоїди), їх будова та властивості. Пориста структура деяких дисперсних мінералів (природні кремнеземи, глинисті мінерали, монморилоніт, коалініт, вермикуліт, палигорскіт тощо). Ізотерми адсорбції на глинистих мінералах. Природа обмінної здатності глинистих мінералів. Йонний обмін. Рівняння Нікольського.

Тема 14. Застосування сорбентів

Застосування сорбентів (йоннообмінники, очищення стійних вод від йонів амонію, радіонуклідів, важких металів, дисперсних домішок, органічних речовин, ПАР, пестицидів, застосування в якості молекулярних сит, зернистих фільтруючих матеріалів, нафтопоглинальних сорбентів тощо). Застосування природних сорбентів для очистки газових систем від: CO, CO₂, H₂S, SO₂, NH₃, N_xO_y, Cl₂.

Тема 15. Природні сорбенти Закарпаття

Загальна характеристика природних ресурсів Закарпаття. Природні цеоліти Закарпаття. Перспективи використання природних сорбентів Закарпаття в народному господарстві. Дослідження українських учених у галузі адсорбції, пошуку ефективних сорбентів для вирішення різноманітних екологічних проблем.