



Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни

ХТ
khpi

Поверхневі явища та дисперсні системи (колоїдна хімія)

Шифр та назва спеціальності

161 – Хімічні технології та інженерія

Інститут

ННІ хімічних технологій та інженерії

Освітня програма

Технології органічних речовин, харчових добавок і косметичних засобів

Кафедра

Фізичної хімії (194)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Обов'язкова (Спеціальна (фахова) підготовка)

Семестр

4

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Некрасов Олександр Павлович

Oleksandr.Nekrasov@khpi.edu.ua

Кандидат технічних наук, професор, професор кафедри фізичної хімії НТУ "ХПІ"

Досвід роботи – 43 роки. Автор понад 130 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Фізична і колоїдна хімія», «Поверхневі явища та дисперсні системи», «Фізична хімія дисперсних систем». Має державні нагороди: Диплом Першого ступеня МОН України, почесна відзнака Харківської обласної ради «Слобожанська слава» та інші.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс «Поверхневі явища та дисперсні системи (колоїдна хімія)» спрямовано на формування базових знань з поверхневих явищ та дисперсних систем, які дозволяють застосовувати нові досягнення колоїдної хімії для аналізу та прогнозування властивостей неорганічних і органічних речовин при впровадженні інноваційних хімічних технологій в промисловість.

Мета та цілі дисципліни

Мета курсу – набуття студентами професійних знань щодо сутності колоїдних процесів, які лежать в основі технологій хімічної промисловості.

Формат занять

Лекції, лабораторні заняття, розрахункове завдання, самостійна робота, консультації.
Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

K12. Здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії

Результати навчання

ПР 04. Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредита ECTS): лекції – 32 год., лабораторні заняття – 32 год., самостійна робота – 56 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Загальна та неорганічна хімія», «Вища математика», «Фізика», «Органічна хімія».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Методи навчання, які використовуються у процесі проведення занять, а також самостійних робіт: наочні: ілюстративний, картографічний та демонстраційний матеріал; інтерактивні: використання комп'ютерної техніки та офісних і спеціалізованих програм під час проведення лекцій та лабораторних занять; словесні: лекції у традиційному їх викладі, лекції-диспути, лекції-бесіди; практичні: лабораторні роботи, які виконуються у традиційному варіанті кожним студентом окремо чи у підгрупах по 2-3 студента; або супроводжуються показом відеофільмів, складанням графічних схем; навчально-пізнавальні: екскурсії на підприємства та установи хімічної промисловості; ігрові: розв'язання ситуаційних завдань; репродуктивні та проблемно-пошукові: виконання індивідуальних завдань (розрахункових завдань та мультимедійних презентацій).

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Поняття про поверхневі явища та дисперсні системи.

Поширення поверхневих явищ та дисперсних систем у природі та їх значення в народному господарстві. Основні особливості: гетерогенність, висока дисперсність, велика площа питомої поверхні. Зміна властивостей із зміною дисперсності площі питомої поверхні. Дисперсні системи як гетерогенні термодинамічні нерівноважні системи, що не підлягають правилу фаз. Надлишок поверхневої (вільної) енергії як причина термодинамічної (агрегативної) нестійкості переважного числа колоїдних систем. Класифікація дисперсних систем за розміром частинок дисперсної фази, агрегатним станом дисперсної фази і дисперсійного середовища, характером взаємодії між дисперсною фазою і середовищем, механічними властивостями. Поняття про високомолекулярні сполуки ВМС. Схожість ряду властивостей розчинів ВМС і колоїдних розчинів. Застосування знань в галузі поверхневих явищ та дисперсних систем для хімічної технології та інженерії.

Тема 2. Поверхневі явища і адсорбція.

Поверхневий натяг як міра вільної енергії поверхні. Термодинамічні функції поверхневого шару. Явище змочування. Крайовий кут. Гідрофобність та гідрофільність поверхонь. Флотація. Адгезія, робота адгезії. Когезія, робота когезії. Методи визначення поверхневого натягу. Ізотерма адсорбції та емпіричне рівняння ізотерми Фрейндліха. Аналіз і розв'язання цього рівняння. Адсорбція як ізотермічний процес. Поняття інтегральної та диференціальної теплоти адсорбції.

Природа адсорбційних сил. Адсорбція на межі тверде тіло-газ. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра. Аналіз і розв'язання рівняння Ленгмюра. Поняття про полімолекулярну адсорбцію. Теорії Поляні та БЕТ.

Тема 3. Адсорбція на межах розчин-газ та тверде тіло-газ.

Поверхневоактивні речовини ПАВ. Виведення адсорбційного рівняння Гіббса. Міра поверхневої активності за Ребіндером. Рівняння Шишковського. Перехід від рівняння Гіббса до рівняння Ленгмюра. Поняття про дифільність молекул. Правило Дюкло-Траубе.

Гідрофільні та гідрофобні адсорбенти. Енергетичні характеристики адсорбції газів та пари твердими тілами. Адсорбенти та їх характеристики. Ліотропні ряди іонів. Іонообмінна адсорбція сильних електролітів, її практичне застосування. Адсорбція: фізична і хімічна, активна і пасивна, локалізована і нелокалізована.

Тема 4. Електрокінетичні властивості колоїдних систем.

Досліди Рейса. Електрокінетичні явища: електрофорез, електроосмос. Будова міцели та колоїдної частинки. Утворення подвійного електричного шару. Будова подвійного електричного шару за Гельмгольцем-Переном, Штерном і Гуї-Чепменом і Штерном.

Повний термодинамічний стрибок потенціалу. Електрокінетичний потенціал. Ізоелектрична точка.

Тема 5. Вплив різних факторів на величину електрокінетичного потенціалу.

Залежність електрокінетичного потенціалу від концентрації електролітів, валентності і радіуса іона-коагулянта, температури, рН дисперсійного середовища.

Правило Шульце-Гарді при коагуляції дисперсних систем електролітами. Перезарядження поверхні колоїдної часточки. Обмін іонів у зовнішній оболонці подвійного електричного шару. Ліотропні ряди іонів. Визначення електрокінетичного потенціалу методами електроосмосу та електрофорезу.

Тема 6. Отримання та очищення дисперсних систем.

Отримання дисперсних систем методами фізичної і хімічної конденсації. Механізм і кінетика конденсації. Отримання колоїдних систем методом диспергування. Електричні методи диспергування. Диспергування за допомогою ультразвуку. Пептизація як метод отримання золів. Ультрафільтрація, діаліз, електродіаліз та їх значення для очищення дисперсних систем.

Тема 7. Молекулярно-кінетичні та оптичні властивості колоїдних систем.

Броунівський рух, його теплова природа. Теорія броунівського руху, розроблена Ейнштейном. Середній зсув частинок.

Дифузія. Виведення рівняння Ейнштейна, що встановлює зв'язок між коефіцієнтом дифузії та радіусом частинок, температурою і в'язкістю системи. Зв'язок між коефіцієнтом дифузії та середнім зсувом частинок. Фізичний зміст коефіцієнта дифузії: перший закон Фіка. Роль дифузії в процесах розчинення, адсорбції тощо.

Тема 8. Оптичні властивості.

Ефект Тіндаля. Теорія світлорозсіювання Релея. Рівняння Релея, його аналіз, межі застосування. Ультрамікроскопія та електронна мікроскопія. Нефелометрія. Флюоресценція. Особливості світлопоглинання колоїдними системами. Закон Ламберта-Бера-Бугера стосовно до дисперсних систем. Практична значимість знань теорії світлорозсіювання дисперсними системами.

Тема 9. Стабілізація дисперсних систем.

Агрегативна стійкість дисперсних систем. Фактори стійкості. Стабілізація і типи стабілізаторів: електричний, сольватаційний, структурно-механічний і ентропійний. Основні теорії стійкості дисперсних систем.

Тема 10. Коагуляція дисперсних систем.

Коагуляція колоїдних систем, наявна та прихована. Поріг коагуляції. Правило коагуляції. Повільна та швидка коагуляція. Кінетика швидкої коагуляції за Смолуховським. Механізм коагуляції.

Хімічна, адсорбційна та електростатична коагуляції електролітами, їх недоліки. Фізична теорія коагуляції Дерягіна, Ландау, Фервея і Овербека – ДЛФО. Нейтралізаційна і концентраційна коагуляція за Дерягіним. Сили відштовхування та притягання, їх залежність від відстані взаємодіючих часточок. Потенціальні криві, енергетичний бар'єр, ближня та дальня коагуляція. Основні явища, що спостерігаються під час коагуляції: неправильні ряди, звикання, синергізм та антагонізм у дії іонів.

Тема 11. Структуроутворення в дисперсних системах.

Властивості коагуляційних систем. Структурування і вплив на нього різноманітних факторів. Тиксотропія, повзучість, період релаксації.

В'язкість. Рівняння Ньютона і Пуазейля. Рівняння Ейнштейна. Залежність в'язкості дисперсних систем від концентрації та форми колоїдних частинок. Аномалія в'язкості. Рівняння Шведова-Бінгама. Основні реологічні криві: крива в'язкості та течії, їх аналіз. Реологічні параметри та методи їх вимірювання. Основні типи моделей структурних систем.

Конденсаційно-кристалізаційні структури. Перехід коагуляційних структур у конденсаційно-кристалізаційні під час технологічних процесів.

Тема 12. Високомолекулярні сполуки та їх властивості.

Будова молекул високомолекулярних сполук ВМС. Агрегативний стан полімерів. Набухання і розчинення ВМС. Вплив рН середовища і різних домішок на ступінь набухання ВМС. Тиск і теплота набухання. Сольватація полімерів у розчині. Явище асоціації та утворення нової фази в концентрованих розчинах полімерів. Термодинаміка розчинення ВМС. Високомолекулярні електроліти (поліелектроліти). Промислове значення розчинів ВМС і дисперсних полімерів.

Тема 13. Колоїдні поверхнево-активні речовини.

Класифікація колоїдних поверхнево-активних речовин. Приклади напівколоїдних систем – розчини мил, барвників, танидів. Форми, в яких мила можуть перебувати в розчині. Перехід молекулярної форми в колоїдну і навпаки. Будова міцел мила за Гартлі та Мак-Беном. Термодинаміка напівколоїдних систем. Поняття про гідрофільно-ліпофільний баланс. Стабілізуюча та мийна дія мил. Стабілізація. Роль міцел мила під час емульсійної полімеризації.

Тема 14. Системи з рідким дисперсійним середовищем.

Суспензії, їх стабілізація. Полідисперсність суспензій. Технологічні суспензії та пасти мінеральної і органічних речовин у водних і органічних середовищах. Тиксотропія суспензій. Застосування суспензій у техніці.

Емульсії: прямі та зворотні; розбавлені, концентровані та желатинові. Зворотність фаз. Розпад емульсій. Піни; рідкі та тверді. Будова піни. Час життя, кратність пін. Емульсії в хімічній промисловості. Тверді піни. Позитивне і негативне значення піноутворення у хімічному виробництві. Стабілізатори пін. Методи визначення стійкості пін. Руйнування пін.

Тема 15. Системи з газоподібним дисперсійним середовищем.

Аерозолі. Отримання, властивості та засоби руйнування. Причини їх агрегативної та седиментаційної нестійкості. Тумани і дими. Методи синтезу та розпаду цих систем. Сучасні методи газоочищення. Аерозолі в народному господарстві, природі та техніці; їх позитивне і негативне значення.

Захист навколишнього середовища від пилу, диму тощо.

Порошки, текучість, здатність до коагуляції. Фізико-хімічні основи перероблення порошоків. Значення властивостей порошоків у хімічній промисловості.

Тема 16. Системи з твердим дисперсійним середовищем. Колоїдно-хімічні аспекти охорони навколишнього середовища.

Природні пористі речовини, синтетичні пінопласти, пінобетони, наповнені гуми, пігментовані лакові покриття та ін. Методи очищення промислових вод: седиментація, коагуляція, флотація, ультрафільтрація. Методи очищення димів та пилу: центрифугування, електрофільтрація, електрофорез.

Теми практичних занять

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Визначення питомої адсорбції на поверхні розподілу «тверде тіло – розчин».

Тема 2. Визначення адсорбції поверхнево-активних речовин на поверхні «розчин – газ».

Тема 3. Кінетика набухання високомолекулярних сполук.

Тема 4. Визначення віскозиметричної константи Хагінса полімерних розчинів.

Тема 5. Дослідження міцелоутворення у розчинах поверхнево-активних речовин.

Тема 6. Визначення порога коагуляції золя електролітами.

Тема 7. Вивчення електрокінетичних явищ у колоїдних системах.

Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання розрахункового завдання, метою якого є поглиблене вивчення окремих тем курсу. Розрахункове завдання оформлюється у письмовий звіт.

Література та навчальні матеріали

Основна література

1. Брускова Д.-М.Я., Кущевська Н.Ф., Малишев В.В. Фізична та колоїдна хімія. Підручник. – Київ, 2020. – 530 с.
2. Фізична та колоїдна хімія / С.О. Самойленко, Н.О. Отрошко, О.Ф. Аксьонова, В.О. Добровольська. – Світ книг, 2020. – 340 с.
3. Некрасов О.П., Веретенченко Б.А. Поверхневі явища і дисперсні системи. Навчальний посібник для студентів технологічних спеціальностей всіх форм навчання. – Харків: НТУ "ХПІ", 2018. – 125 с.

Додаткова література

1. Birdi, K. S. (2016). Handbook of Surface and Colloid Chemistry. Boca Raton : Taylor & Francis.
2. Яцков М.В., Буденкова Н.М., Мисіна О.І. Фізична та колоїдна хімія. Навч. Посібник – Рівне: НУВГП, 2016. – 164 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді іспиту (40%) та поточного оцінювання (60%). Іспит: письмове завдання (3 запитання з теорії) та усна доповідь. Поточне оцінювання: 2 контрольні роботи (по 15%), захист лабораторних робіт (10%) та розрахункового завдання (20%).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Сергій КУЦЕНКО

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Тетяна ФАЛАЛЄВА