



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Додаткові розділи фізичної хімії

Шифр та назва спеціальності

161 – Хімічні технології та інженерія

Інститут

ННІ Хімічних технологій та інженерії

Освітня програма

Енергоефективність і комп'ютерна хімічна інженерія

Кафедра

Фізичної хімії (194)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Вибіркова

Семестр

4

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Сахненко Микола Дмитрович**

mykola.sakhnenko@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної хімії НТУ «ХПІ», академік АН Вищої школи України.

Досвід науково-педагогічної роботи – 50 років. Автор понад 1100 наукових та науково-методичних публікацій, серед яких 14 підручників і навчальних посібників, 19 монографій і 17 розділів у закордонних монографіях, понад 120 авторських свідоцтв і патентів.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на формування додаткових знань з окремих фізичної хімії, які мають безпосередню практичну спрямованість, вміння застосовувати нові досягнення у галузі фізики та хімії при впровадженні передових технологій в виробництві та оволодіння основними сучасними методами досліджень

Мета та цілі дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є засвоєння студентами теоретичних основ, принципів та законів сучасної фізичної хімії, які мають безпосередню практичну спрямованість, формування здатності до розуміння та аналізу процесів та явищ, які спостерігаються при проведенні хіміко-технологічних процесів та операцій і фізико-хімічних аналізів; визначення напрямку перебігу хімічних процесів, їх енергетики та стану рівноваги; методам проведення експериментальних досліджень властивостей хімічних речовин і процесів, а також аналізу експериментальних даних; ознайомлення студентів із сучасними напрямками розвитку теоретичних та експериментальних досліджень у галузі фізичної хімії.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, модульні контрольні роботи, індивідуальні розрахункові завдання, консультації. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

Здатність використовувати положення, засоби та методи досліджень фізичної хімії для розв'язання практичних задач у галузі хімічних технологій та інженерії.

Результати навчання

Розуміти фундаментальні положення фізичної хімії та електрохімії.

Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин, використовуючи методи фізичної хімії.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредити ECTS): лекції – 16 год., лабораторні заняття – 16 год., самостійна робота – 58 год..

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Вища математика, фізика, загальна та неорганічна, органічна та аналітична хімія, фізична та колоїдна хімія

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Курс подано з використанням системного підходу задля формування системних знань, цілісних уявлень про дисципліну, формування навичок синтезу, порівняння і узагальнення інформації.

Пояснювально-ілюстративний метод.

Студенти здобувають знання у «готовому» вигляді, слухаючи лекцію, або з навчальної літератури, або за допомогою Інтернет-посібника. Студенти сприймають і осмислюють факти, оцінки, висновки й залишаються в рамках репродуктивного (відтворюючого) мислення.

Репродуктивний метод.

Метод полягає у застосуванні вивченого на основі зразка або правила. Діяльність студентів є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам – в аналогічній до представленого зразка ситуаціях. Організовується діяльність студентів за кількарізним відтворенням засвоєваних знань. Для цього використовуються різноманітні вправи, лабораторні роботи, програмований контроль за методикою циклічного тестування.

Частково-пошуковий, або евристичний метод.

Його суть – в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення поетапно направляє й контролюється педагогом або самими учнями на основі роботи над завданнями і навчальними посібниками.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ.

Предмет та задачі визначених розділів фізичної хімії, їх взаємозв'язок з базовим курсом навчальної дисципліни. Основні розділи та методи фізичної хімії та їх роль у забезпеченні фахової підготовки здобувачів вищої освіти на рівні бакалавріата.

Тема 2. Термодинамічне підґрунтя хімічних технологій.

Математичне формулювання першого та другого законів термодинаміки. Внутрішня енергія. Теплота. Ентальпія. Робота та зміна внутрішньої енергії в різних процесах. Тепловий ефект реакції. Термохімія. Закон Гесса, його наслідки. Розрахунки теплових ефектів за допомогою енергій зв'язку.

Тема 3. Термодинаміка гетерогенних систем і фізико-хімія розчинів.

Гетерогенна система. Компонент. Число незалежних компонентів. Фаза. Число ступенів свободи. Правило фаз Гіббса. Однокомпонентні системи. Діаграма стану води. Рівняння Клапейрона–Клаузіуса і фазові переходи першого роду. Його застосування до процесів плавлення, випарювання та сублімації в однокомпонентних системах. Діаграми стану. Принцип побудови та інтерпретації діаграм стану. Принцип Курнакова. Фізико-хімічний аналіз. стану. Правило важеля. Основні типи діаграм двокомпонентних систем. Загальне визначення ідеальних розчинів. Колігативні властивості розчинів. Розчинність газів. Закон Генрі.

Тема 4. Основи статистичної термодинаміки.

Статистична термодинаміка - передумови. Головні визначення статистичної термодинаміки Великий канонічний ансамбль. Сума за станами, її розрахунок. Визначення термодинамічних величин із використанням суми за станами реакції.

Тема 5. Елементи термодинаміки необоротних процесів.

Базові визначення нерівноважної термодинаміки Класифікація нерівноважних систем; Постулати термодинаміки необоротних процесів. Змінення ентропії у відкритих системах. Протікання ентропії в хімічних перетвореннях. Потіки і сили. Лінійні матеріальні рівняння.

Тема 6. Розчини електролітів.

Електрохімічні системи і процеси. Складові електрохімічних систем: електроди, конденсовані іонні провідники. Розчини електролітів: визначення, стадії розчинення, кількісні характеристики. Електролітична дисоціація: визначення, кількісні характеристики, закон розведення Оствальда. Іон-дипольна взаємодія в розчинах електролітів. Енергії кристалічної ґратки і сольватації іонів. Іон-іонна взаємодія в розчинах електролітів. Іонна сила розчину.

Тема 7. Теорія міжіонної взаємодії та електропровідність розчинів електролітів.

Теорія Дебая – Гюккеля: поняття іонної атмосфери, потенціал іонної атмосфери, перше та друге наближення і обмеження теорії Дебая – Гюккеля. Сучасні уявлення теорії розчинів сильних електролітів. Електропровідність розчинів електролітів: питома і молярна, рухливість, числа переносу. Кондуктометрія та її практичне застосування. Теорія електропровідності Дебая – Онзагера. Аномалії електропровідності.

Тема 8. Електрохімічні системи.

Енергетичний стан заряджених частинок. Зв'язок хімічних потенціалів з ЕРС реакції. Подвійний електричний шар: виникнення і будова. Теорії конденсованого і дифузного ПЕШ, адсорбційна теорія Штерна. Рівноваги на межі електрод/розчин електроліту. Електроди і електродні потенціали. Рівняння Нернста. Правила ІЮПАК щодо запису електродних потенціалів і систем. Класифікація електродів та їх практичне застосування, іоноселективні електроди та вимірювання рН.

Тема 9. Гальванічні елементи і електрохімічні кола.

Електрохімічні ланцюги і рівноваги в них. Рівняння Нернста для окисно-відновних рівноваг. Застосування рівняння Гіббса - Гельмгольца до електрохімічних систем. Електрохімічні кола, їх класифікація. Концентраційні кола. Прості хімічні кола. Складні хімічні кола. Хімічні джерела електричної енергії. Суміщені реакції корозії. Діаграми Пурбе: визначення та практичне застосування. Діаграми Пурбе для заліза.

Тема 10. Основні поняття хімічної кінетики.

Предмет і задачі хімічної кінетики. Принципи класифікації хімічних реакцій Особливості перебігу Прості і складні реакції. Швидкість реакції. Чинники впливу Основний постулат хімічної кінетики. Константа швидкості. Молекулярність і порядок реакції. Час напівперетворення. Вплив температури. Правило Вант-Гоффа.

Тема 11. Формальна кінетика хімічних реакцій.

Порядки реакції. Графічне визначення швидкості реакції. Методи визначення порядку реакції. Молекулярність елементарних реакцій Температурний коефіцієнт константи швидкості. Емпіричне правило Вант-Гоффа. Рівняння Арреніуса. Енергія активації. Елементарний акт хімічної реакції. Модельні уявлення про перебіг елементарного акту хімічної реакції.

Тема 12. Каталіз.

Активований комплекс. Теорія абсолютних швидкостей Ейрінга і Поляні. Основні поняття каталізу. Каталізатор. Каталітична активність. Селективність каталізатора. Типи гомогенного каталізу. Гетерогенний каталіз. Стеричний та частотний фактори. Модельні уявлення теорії гетерогенного каталізу. Застосування каталізаторів у технологічних процесах. Роль адсорбції в гетерогенному каталізі. Мультиплетна теорія гетерогенного каталізу Баландіна.

Тема 13. Складні хімічні реакції.

Складні реакції: визначення і класифікація. Послідовні реакції. Паралельні реакції. Спряжені реакції. Фотохімічні реакції. Закони фотохімії. Константи швидкості фотохімічної реакції. Квантовий вихід. Ланцюгові реакції. Стадії ланцюгової реакції. Особливості кінетики реакцій з розгалуженими і нерозгалуженими ланцюгами. Коливальні реакції.

Тема 14. Оборотні хімічні реакції. Електрохімічні реакції.

Оборотні хімічні реакції, класифікація. Реакції першого та другого порядку. Відмінність хімічних і електрохімічних реакцій. Підґрунтя для опису кінетики електрохімічних реакцій. Стадії електродного процесу. Поляризація і перенапруга. Типи перенапруг. Кінетичні закономірності перебігу електродних реакцій. Сповільнена стадія, засоби і методи визначення. Комплексоутворення в розчинах, електродні реакції за участю комплексів металів. Сплавоутворення.

Тема 15. Теоретичні основи методів дослідження хімічних речовин і процесів.

Методи аналізу хімічних систем: класифікація. Загальна схема фізичних досліджень хімічних об'єктів. Природа виникнення молекулярних спектрів. Обертальні, коливальні, електронні спектри. Електронні спектри поглинання. Електронні переходи в молекулах. Смуги поглинання. Визначення та фізичний сенс основних характеристик смуг поглинання. Коливальна спектроскопія. Інфрачервоні спектри. Характеристичні частоти. Закон поглинання Ламберта-Бугера-Бера. Обертальні спектри поглинання. Електронна мікроскопія Контроль вмісту речовин в хімічних середовищах.

Тема 16. Фізична хімія – наукове підґрунтя хімічних технологій

Енергія і цивілізація. Державні пріоритети. Енергетична незалежність. Від винаходу Планте до паливного елемента, від багдадської судини до протічних редокс акумуляторів. Нобелівські лауреати в царині фізичної хімії: наукові здобутки. Сьогодення і перспективи хімічних технологій.

Теми практичних занять

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Теми лабораторних робіт

Лабораторна робота №1. Визначення теплових ефектів процесів та хімічних реакцій калориметричним методом.

Лабораторна робота №2. Визначення термодинамічних функцій хімічної реакції методом ЕРС.

Лабораторна робота №3. Визначення константи рівноваги гетерогенної реакції.

Лабораторна робота №4. Визначення ЕРС гальванічного елемента та потенціалів окремих електродів.

Лабораторна робота №5. Визначення константи швидкості розчинення.

Лабораторна робота №6. Визначення порядку реакції.

Лабораторна робота №7. Електронні спектри молекул.

Лабораторна робота №8. Коливальні спектри молекул.

Самостійна робота

Самостійна робота за дисципліною включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних занять, самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях, а також виконання індивідуального розрахункового завдання за темами «Електрохімія» та «Хімічна кінетика» згідно з індивідуальним варіантом для кожного студента. Результати розрахунків оформлюються у письмові звіти.

Література та навчальні матеріали

1. Руднева С.І., Сахненко М.Д., Некрасов О.П., Дженюк А.В., Фізична хімія ONLINE. Ч.ІІ Термодинаміка та рівноваги: Навчальний посібник для студентів інженерно-хімічних спеціальностей. –Харків: ФОП Панов А.М., 2023. –308 с.
2. Руднева С.І., Дженюк А.В., Сахненко М.Д. Фізична хімія: навчальний посібник для самостійної та дистанційної підготовки до лабораторних робіт з курсу фізичної хімії для студентів хімічних спеціальностей. – Харків: ФОП Панов А.М., 2020. – 270 с.
3. Руднева С.І., Сахненко М.Д., Дженюк А.В. Гетерогенні рівноваги в хімічній інженерії: навчальний посібник. – Харків: ФОП Панов А.М., 2020. – 116 с.
4. A.V. Djenyuk, S.I.Rudneva, N.D. Sakhnenko, O.A. Ovcharenko Physical Chemistry. Laboratory works Part I. – Харків: ФОП Бровін О.В., 2019. – 160 с.

Додаткова література

1. S.I. Rudneva, N.D. Sakhnenko, A.V. Djenyuk. Physical chemistry: Practical course. – Kharkiv: ФЛП Панов А.Н, 2018. – 148 р.
2. Сахненко М.Д, Артеменко В.М. Кінетика електродних реакцій. - Харків: НТУ „ХПІ”, 2014. – 205 с.
3. Ведь М.В., Сахненко М.Д. Каталітичні та захисні покриття сплавами і складними оксидами: електрохімічний синтез, прогнозування властивостей.- Харків: НТУ «ХПІ», 2010- 272 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді іспиту (15%), поточного оцінювання (60%) та індивідуального завдання (25%).

Залік: письмове завдання (2 запитання з теорії) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: контрольний захист лабораторних робіт (40%), модульні контрольні роботи (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

01.06.2024

Завідувач кафедри
Микола САХНЕНКО

01.06.2024

Гарант ОП
Костянтин ГОРБУНОВ