



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Фізична та колоїдна хімія

Шифр та назва спеціальності

162 – Біотехнології та біоінженерія

Інститут

Інститут хімічних технологій та інженерії

Освітня програма

Біотехнології та біоінженерія

Кафедра

фізичної хімії (194)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова)

Семестр

5

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Єрмоленко Ірина Юріївна

Iryna.Yermolenko@khti.edu.ua

Доктор технічних наук, старший дослідник,
доцент кафедри фізичної хімії НТУ "ХПІ"

Досвід роботи - 12 років.

Автор та співавтор понад 100 наукових та методичних публікацій.

Курси: "Хімія", "Біофізична хімія", "Фізична хімія", "Фізична та колоїдна хімія"

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на формування у здобувачів розуміння ролі фізичної та колоїдної хімії як теоретичного фундаменту сучасної хімії, природи хімічних речовин, хімічних і біохімічних процесів, змісту основних законів, що діють у хімічних і біологічних системах, розуміння областей застосування цих законів, розвиток здатності аналізувати і вирішувати науково-технічні завдання за фахом.

Мета та цілі дисципліни

Надбання здобувачами знань щодо опису явищ в хімічних та біохімічних системах за допомогою законів фізики. Освоєння здобувачами теоретичних уявлень і практичного досвіду, необхідних для визначення теплових ефектів і теплових балансів технологічних процесів, прогнозування напрямку перебігу хімічних реакцій, обчислення рівноважного складу газових сумішей і водних розчинів, розрахунку характеристик хімічних процесів, визначення оптимальних умов для проведення хімічних реакцій, а, отже, контролю та управління технологічними процесами.

Формат занять

Лекції, лабораторний практикум, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії.

К01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

К05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

К06. Навички здійснення безпечної діяльності.

К07. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

К11. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

К15. Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва.

К18. Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

К22. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу.

Результати навчання

ПР01. Вміти застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів. Використовувати знання фізики для аналізу біотехнологічних процесів.

ПР10. Вміти проводити експериментальні дослідження з метою визначення впливу фізико-хімічних та біологічних факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність клітин живих організмів.

ПР12. Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікуючих засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агенту тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.

ПР15. Базуючись на знаннях про закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості, вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності.

ПР20. Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезувальна здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо).

ПР26. Вміти застосовувати на практиці знання щодо підготовки сировини до переробки та біосинтезу, реалізації біотехнологічного процесу, процесів виділення цільового продукту, його очищення та концентрування, виготовлення готової форми продукту, упакування, маркування та зберігання при впровадженні у виробництво процесів біотехнологічного отримання цільових продуктів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторний практикум – 32 год., самостійна робота – 116 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

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

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться в інтерактивному форматі з використанням мультимедійних технологій на платформі Office 365. Лабораторний практикум адаптовано для дистанційного навчання з використанням інформаційних технологій. Акцентується увага на поєднанні емпіричного та розрахунково-теоретичного шляхів для розв'язання комплексних спеціалізованих задач.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ. Введення в хімічну термодинаміку. Біологічні об'єкти як термодинамічні системи. Основні задачі хімії та шляхи їх вирішення. Місце фізичної та колоїдної хімії у сучасній науці і технологіях. Структура курсу.

Феноменологічна термодинаміка. Понятійний апарат термодинаміки. Градація термодинамічних властивостей. Рівноважний та нерівноважний стан речовини. Види процесів.

Тема 2. Основи термодинаміки. Рівняння стану ідеальних і реальних термодинамічних систем. Застосування першого закону (начала) термодинаміки.

Термічні і калоричні рівняння стану термодинамічних систем. Термохімічні процеси. Теоретичні та експериментальні методи фізичної хімії. Калориметрія.

Тема 3. Друге начало термодинаміки в прикладенні к біохімічним процесам. Термодинаміка відкритих систем.

Ентропія як функція стану системи. Впорядкованість біологічних систем. Розрахунок зміни ентропії у різноманітних процесах. Енергія Гіббса як критерій можливості перебігу хімічних процесів. Фундаментальне рівняння Гіббса. Ентальпійний та ентропійний фактори. Принципи розрахунку і систематизації термодинамічних параметрів хімічних процесів.

Тема 4. Термодинаміка хімічної рівноваги.

Закон дії мас. Взаємозв'язок між константами рівноваги, що відтворюють закон діючих мас різними способами. Аналіз впливу початкового співвідношення компонентів на спрямованість і рівноважний вихід продуктів реакції. Вплив температури на стан хімічної рівноваги. Вплив зовнішніх факторів на хімічну рівновагу. Принцип рухомої рівноваги. Рівновага в гетерогенних системах. Способи розрахунку констант рівноваги.

Тема 5. Термодинаміка фазових рівноваг.

Основні поняття. Правило фаз Гіббса. Рівняння Клайперона-Клаузіуса. Фазові переходи. Основи будови та інтерпретація діаграм стану. Принципи Курнакова.

Тема 6. Фазова рівновага двокомпонентних систем.

Типи діаграм стану двокомпонентних систем. Рівновага рідина-пара в двокомпонентних системах. Перегонка і ректифікація. Бінарні системи рідин з повною розчинністю. Закони Вревського. Нагрівання і охолодження бінарної суміші летких рідин. Діаграми перегонки. Бінарні системи рідин з обмеженою розчинністю. Аналіз діаграм обмеженої розчинності рідин. Визначення молекулярної маси речовини, що розчинена.

Тема 7. Розподіл речовини між двома розчинниками, що не змішуються.

Закон розподілу Нернста. Екстракція. Умови розділення двох речовин. Рівняння Шилова-Лепинь. Вплив різних чинників на процеси екстракції (об'єму екстрагента, кількості послідовних реакцій, рН водної фази, використання маскувальних агентів; взаємний вплив речовин, які екстрагуються; пригнічення екстракції). Застосування екстракції в біотехнологіях.

Тема 8. Термодинаміка розчинів електролітів. Електропровідність розчинів електролітів.

Сильні та слабкі електроліти. Закон Оствальда. Міжіонна взаємодія у розчинах сильних електролітів. Модельні уявлення теорії сильних електролітів Дебая-Хюккеля. Особливості біологічних поліелектролітів. Механізм буферної дії. Рівняння Гендерсона-Гассельбаха. Значення буферних розчинів для біотехнологій. Електропровідність розчинів електролітів (питома, молярна). Закон та рівняння Кольрауша. Електропровідність кліток та тканин. Застосування кондуктометрії в біотехнологіях.

Тема 9. Електрохімічні системи.

Механізм і причини виникнення стрибка потенціалу на межі поділу фаз. Електрохімічна рівновага. Термодинаміка електрохімічних процесів. Електрохімічні кола. Класифікація

електродів. Потенціометрія. Дифузійні та мембранні потенціали. Роль мембранних процесів у фізіологічних процесах.

Тема 10. Введення до хімічної кінетики.

Понятійний апарат і задачі хімічної кінетики. Алгоритм математичного апарату кінетики реакцій I, II, III порядків. Інтегральні і диференціальні методи визначення порядку реакції. Постановка експерименту.

Тема 11. Механізми елементарного акту хімічної реакції (ідеї хімічної фізики).

Елементарний акт хімічної реакції, його енергетична схема. Енергія активації реакції. Теорія активних зіткнень Арреніуса. Активованій комплекс. Температурна залежність швидкості реакції. Теорія активних швидкостей Ейрінга і Поляні.

Тема 12. Кінетика складних реакцій.

Принципи побудови математичного апарату кінетики складних реакцій. Алгоритм розв'язання прямої та зворотної задач кінетики складних реакцій. Застосування методів Боденштейна та квазірівноважного наближення в кінетиці складних реакцій.

Тема 13. Термодинаміка поверхневого шару. Закономірності адсорбції на межі поділу фаз.

Адсорбційна рівновага.

Адсорбція: основні поняття та визначення. Термодинамічне рівняння адсорбції Гіббса. Способи кількісного описання адсорбції. Енергетичні параметри адсорбції. Ізотерма Генрі. Поверхнева активність, її визначення. Правило Дюкло-Траубе. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра. Експериментальне визначення адсорбції на цих межах поділу. Фактори, що впливають на адсорбцію газів і розчинених речовин.

Тема 14. Дисперсні системи: класифікація та способи одержання.

Виникнення, взаємоперетворення та руйнування дисперсних систем. Класифікація дисперсних систем. Ліофобні та ліофільні системи. Диспергаційні та конденсаційні методи одержання дисперсних систем. Термодинаміка і кінетика конденсаційного утворення нової фази.

Тема 15. Кінетичні властивості дисперсних систем.

Молекулярно-кінетичні і осмотичні властивості дисперсних систем. Седиментаційно-дифузійна рівновага. Седиментаційний аналіз дисперсності. Електрокінетичні властивості дисперсних систем.

Тема 16. Агрегативна стійкість і коагуляція дисперсних систем.

Стійкість ліофобних дисперсних систем. Кінетика коагуляції. Закономірності коагуляції золів електролітами. Правило Шульце-Гарді. Класичні теорії коагуляції.

Теми практичних занять

Практичні заняття інтегровані в лабораторний практикум.

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Визначення теплових ефектів процесів та хімічних реакцій калориметричним методом за допомогою закону Гесса.

Тема 2. Визначення константи рівноваги гетерогенної реакції.

Тема 3. Вивчення взаємної розчинності рідин.

Тема 4. Побудова діаграми перегонки легкої суміші.

Тема 5. Визначення константи швидкості реакції йодування ацетону.

Тема 6. Визначення питомої адсорбції на поверхні тверде тіло - розчин.

Тема 7. Седиментаційний аналіз.

Тема 8. Вивчення електрокінетичних явищ в колоїдних системах.

Самостійна робота

У курсі передбачено виконання комплексного розрахунково-графічного завдання "Розрахунок теплового ефекту реакції. Визначення напряму перебігу процесу. Кінетика хімічних реакцій" з оформленням письмового звіту. Здобувачам також рекомендуються додаткові інформаційні ресурси для самостійного опрацювання матеріалу.

Література та навчальні матеріали

1. Фізична хімія. Хімічна термодинаміка. Уклад.: Т.А. Каменська, Г.А. Рудницька, М.Є. Пономарьов – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 257 с.
<https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48492/1/Fizychna.pdf>
2. Яцков М.В., Буденкова Н.М., Мисіна О.І. Фізична та колоїдна хімія. Рівне: НУВГП, 2016 – 164 с.
3. Руднева С.І., Сахненко М.Д., Дженюк А.В., Желавська Ю.А. Фізична хімія ONLINE. Ч.1 : Навчальний посібник для студентів інженерно-хімічних напрямів освіти. – Харків: ФОП Панов А.М., 2021. – 338с.
4. 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.
5. Єльцов С.В., Водолазька Н.О. Практикум з фізичної та колоїдної хімії - Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. - 236 с.
6. Djenyuk A.V. Laboratory practicum on physical chemistry. Part I/ Djenyuk A.V., Rudneva S.I., Sahnenko N.D., Ovcharenko O.A.- Kharkiv, 2019. –152р.
7. Кононський О.І. Фізична і колоїдна хімія: Підручник. – 2-е вид., доп. і випр. – К.: Центр учбової л-ри, 2009. – 312 с. – ISBN 978-966-7417-98-5.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (30%) та поточного оцінювання (70%).

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь.

Поточне оцінювання: Виконання та захист 8 завдань з лабораторного практикуму (по 7%) та розрахунково-графічне завдання (14%)

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
Микола САХНЕНКО

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Олександра ВАРАНКІНА