



Фізична та колоїдна хімія

Шифр та назва спеціальності

G1 – Хімічні технології та інженерія

Спеціалізація

–

Освітня програма

Енергоефективність і комп'ютерна хімічна інженерія

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Семестр

3

Інститут

ННІ Хімічних технологій та інженерії

Кафедра

Фізичної хімії (194)

Тип дисципліни

Обов'язкова,

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Некрасов Олександр Павлович**

Oleksandr.Nekrasov@khpi.edu.ua

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

Досвід науково-педагогічної роботи – 45 років. Автор понад 140 наукових та навчально-методичних праць.

Провідний лектор з дисциплін: «Фізична та 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

Дисципліна спрямована на формування базових знань з фізичної і колоїдної хімії, вміння застосовувати нові досягнення у галузі фізики та хімії при впровадженні передових технологій у виробництві та оволодіння основними сучасними методами досліджень.

Мета та цілі дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є засвоєння здобувачами вищої освіти теоретичних основ, принципів та законів сучасної фізичної і колоїдної хімії, формування здатності до розуміння та аналізу процесів та явищ, які спостерігаються при проведенні хіміко-технологічних операцій та фізико-хімічних аналізів; навчання методам розрахунку для визначення напрямку перебігу хімічних процесів, їх енергетики та стану рівноваги; адсорбційної та адгезійної взаємодії, методам проведення експериментальних досліджень властивостей хімічних речовин і процесів та аналізу експериментальних даних; ознайомлення здобувачів із сучасними напрямками розвитку теоретичних та експериментальних досліджень у галузі фізичної та колоїдної хімії.

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації.
Індивідуальне завдання – розрахункове завдання.
Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

K09. Здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач.

Результати навчання

ПРО4. 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 150 год. (5 кредитів ECTS):
лекції – 32 год., лабораторні заняття – 32 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Вища математика, ч.1; Вища математика, ч.2; Фізика, ч.1; Фізика, ч.2; Загальна та неорганічна хімія, ч.1; Загальна та неорганічна хімія, ч.2; Органічна 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.

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

Репродуктивний метод.

Йдеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність здобувачів вищої освіти є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам – в аналогічній до представленого зразка ситуаціях. Організовується діяльність здобувачів вищої освіти 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 направляється й контролюється педагогом або самими здобувачами вищої освіти на основі роботи над завданнями і навчальними посібниками.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Загальні положення хімічної термодинаміки. Основні поняття: система, фаза, параметр, функція стану, процес.	2

Перше начало термодинаміки. Наслідки з першого начала. Закон Гесса. Теплота утворення. Теплота згоряння. Наслідки з закону Гесса. Теплоємність. Рівняння Кірхгофа. Аналіз. Розрахунки теплових ефектів в стандартних умовах та при різних температурах.

Тема 2. Друге начало термодинаміки.**2**

Застосування ентропії для визначення напрямку самодовільного перебігу процесу. Енергія Гіббса і енергія Гельмгольца як критерії спрямованості процесу і стану рівноваги. Залежність енергії Гіббса і енергії Гельмгольца від кількості речовини. Хімічний потенціал як критерій спрямованості хімічного процесу. Хімічний потенціал ідеального і реального газів, компонента в ідеальному і реальному розчинах.

Тема 3. Основні поняття фазових рівноваг.**2**

Компонент. Число незалежних компонентів. Фаза. Число ступенів свободи. Правило фаз Гіббса. Однокомпонентні системи. Діаграма стану води. Двокомпонентні системи. Фізико-хімічний аналіз. Принципи побудови та інтерпретації діаграм стану. Принципи Курнакова. Діаграма плавкості з простою евтектикою. Розчини. Типи розчинів. Основні закони ідеальних розчинів. Закон Рауля, його наслідки. Летючі суміші. Ідеальні і неідеальні летючі суміші. Закони Коновалова. Діаграми перегонки.

Тема 4. Основні поняття хімічної кінетики.**2**

Швидкість реакції. Основний постулат хімічної кінетики. Константа швидкості. Молекулярність і порядок реакції. Час напівперетворення. Типи складних реакцій. Особливості кінетики гетерогенних реакцій. Гетерогенна реакція як складна послідовна реакція. Лімітуюча стадія гетерогенної реакції. Залежність швидкості реакції від температури. Температурний коефіцієнт константи швидкості. Емпіричне правило Вант-Гоффа. Рівняння Арреніуса. Енергія активації.

Тема 5. Поняття про дисперсні системи.**2**

Основні особливості дисперсних систем: гетерогенність, висока дисперсність, велика площа питомої поверхні. Зміна властивостей із зміною дисперсності площі питомої поверхні. Дисперсні системи як гетерогенні термодинамічні нерівноважні системи. Надлишок поверхневої (вільної) енергії як причина термодинамічної (агрегативної) нестійкості переважного числа дисперсних 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. Фізико-хімічна механіка дисперсних систем та матеріалів. Молекулярні та іонні стабілізатори, їх роль у наданні колоїдній системі тимчасової стійкості.

Тема 6. Поверхневі явища.**2**

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.

Тема 7. Адсорбція.**2**

Адсорбція: фізична і хімічна, активна і пасивна, локалізована і нелокалізована. Місткість моношару, поверхнева концентрація. Ізотерма адсорбції та емпіричне рівняння ізотерми Фрейндліха. Аналіз і розв'язання цього рівняння. Адсорбція як ізотермічний процес. Поняття інтегральної та диференціальної теплоти адсорбції.

Тема 8. Природа адсорбційних сил.**2**

Адсорбція на межі тверде тіло-газ. Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра. Аналіз і розв'язання рівняння Ленгмюра. Поняття про

полімолекулярну адсорбцію. Теорії Поляні та БЕТ. Гідрофільні та гідрофобні адсорбенти. Енергетичні характеристики адсорбції газів та пари твердими тілами. Адсорбенти та їх характеристики. Ліотропні ряди іонів.

Тема 9. Адсорбція на межі розчин-газ.**2**

Поверхнево-активні речовини. 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. Іонообмінна адсорбція сильних електролітів, її практичне застосування.

Тема 10. Отримання та очищення дисперсних систем.**2**

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. Правило осадків. Ультрафільтрація, діаліз, електродіаліз та їх значення для очищення дисперсних систем.

Тема 11. Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем.**2**

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 12. Оптичні властивості колоїдних систем.**2**

Ефект Тіндала. Теорія світлорозсіювання Релея. Рівняння Релея, його аналіз, межі застосування. Ультрамікроскопія та електронна мікроскопія. Нефелометрія. Флюоресценція. Особливості світлопоглинання дисперсними системами. Рівняння Ламберта-Бера-Бугера.

Тема 13. Стабілізація і коагуляція дисперсних систем.**2**

Агрегативна стійкість дисперсних систем. Фактори стійкості. Стабілізація і типи стабілізаторів: електричний, сольватаційний, структурно-механічний і ентропійний. Основні теорії стійкості і коагуляції. 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 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 14. Структуроутворення в дисперсних системах.**2**

Коагуляція і конденсаційно-кристалізаційні структури. 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 технологічного процесу.

Тема 15. Високомолекулярні сполуки.

2

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

Тема 16. Мікрогетерогенні системи.

2

Класифікація колоїдних ПАР. Будова міцел мила. 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. Аерозолі. Отримання, властивості та засоби руйнування. Причини їх агрегативної та седиментаційної нестійкості. Тумани і дими. Методи синтезу та розпаду цих систем. Сучасні методи газоочищення. Природні пористі речовини, синтетичні пінопласти, пінобетони, наповнені гуми та ін.

Загальна кількість годин**32****Практичні заняття**

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

Лабораторні заняття

Теми лабораторних робіт

Кількість
годинВагові
коефіцієнти a **Тема 1. Визначення теплових ефектів процесів та хімічних реакцій калориметричним методом.**

4

1

Тема 2. Визначення термодинамічних функцій хімічної реакції методом ЕРС.

4

1

Тема 3. Визначення питомої адсорбції на поверхні розподілу «тверде тіло – розчин».

4

1

Тема 4. Кінетика набухання високомолекулярних сполук.

4

1

Тема 5. Визначення віскозиметричної константи Хагінса та молекулярної маси полімерів.

4

1

Тема 6. Дослідження міцелоутворення в розчинах поверхнево-активних речовин.

4

1

Тема 7. Визначення порога коагуляції золю електролітами.

4

1

Тема 8. Вивчення електрокінетичних явищ у колоїдних системах.

4

1

Загальна кількість годин**32**

$$\sum_{i=1}^n a_i = 8$$

Самостійна робота

Самостійна робота за дисципліною включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до лабораторних занять, а також виконання індивідуального розрахункового завдання, метою якого є поглиблене вивчення окремих тем курсу.

Розрахункове завдання оформлюється у письмовий звіт.



Тематика індивідуальних завдань

Тема 1. Поверхневі явища.

Тема 2. Електрокінетичні явища.

Тема 3. Оптичні явища.

Тема 4. Стійкість і коагуляція.

Тема 5. Молекулярно-кінетичні властивості.

Тема 6. Структурно-механічні властивості.

Загальна кількість годин

36

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або весь курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, отримання громадянської освіти чи онлайн-освіти, завершення професійних стажувань тощо – у сфері, що відповідає навчальним цілям курсу.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Елементи неформальної освіти можуть бути зараховані за спрощеною процедурою без додаткової валідації результатів (без створення предметної комісії).

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

1. Некрасов О.П. Конспект лекцій з курсу «Фізична та колоїдна хімія» для студентів спеціальності «G1 – Хімічні технології та інженерія», – Харків: НТУ "ХПІ", 2025. – 129 с.

https://iiii-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/oleksandr_nekrasov_khpi_edu_ua/EcyXk0nwsu5ErnTFvEbJeAkBN6ZEEvI6qqEewEdUgT_uBQ?e=Cndc8c

2. Некрасов О.П., Дженюк А.В. Лабораторний практикум з курсу «Фізична та колоїдна хімія». – Харків: НТУ "ХПІ", 2025. – 91 с.

https://iiii-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/oleksandr_nekrasov_khpi_edu_ua/Edc7gmEABxZDm2Ch_DQv2dcBrEyz824DbDMQaceg0MXIg?e=RNN10J

3. Фізична хімія ONLINE. Ч. II. Термодинаміка та рівноваги. Навчальний посібник для студентів інженерно-хімічних спеціальностей / С. І. Руднева, М. Д. Сахненко, О. П. Некрасов, А. В. Дженюк. – Харків: ФОП Панов А. М., 2023. – 308 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/72823>

4. Фізична хімія ONLINE. Ч. III. Електрохімія, хімічна кінетика, будова речовини. Навчальний посібник для студентів інженерно-хімічних спеціальностей / С. І. Руднева, М. Д. Сахненко, О. П. Некрасов, А. В. Дженюк. І.Ю. Єрмоленко, Ю.А. Желавська – Харків: ФОП Панов А. М., 2025. – 378 с. https://iiii-my.sharepoint.com/:b:/g/personal/oleksandr_nekrasov_khpi_edu_ua/EZHFi-v9Q8tMqqO5rYUL0FMBLqTPZynlNc3tiNbDnkv5Zw?e=EL8hry

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (лабораторні роботи), k_1	Контрольні роботи, k_2	Індивідуальне завдання, k_3	Підсумковий контроль, k_4
0,3	0	0,6	0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 = 1$.
 Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.
 Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = P \cdot k_1 + I \cdot k_2 + Pk \cdot k_3,$$

де: P – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання,
 Pk – оцінка за підсумковий контроль.

$$P = \frac{P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + \dots + P_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

де: a_i – ваговий коефіцієнт за лабораторне заняття.

Поточні оцінки за кожну складову ($P, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

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

Здобувач вищої освіти 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 30.08.2025



Завідувач кафедри
Микола САХНЕНКО

30.08.2025



Гарант ОП
Антон МИРОНОВ