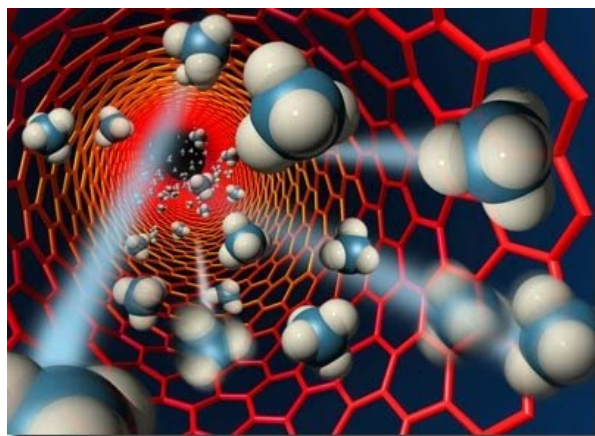




[FRV7/4] МЕТОДИ СИНТЕЗУ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ НАНОСИСТЕМ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 - Хімічна інженерія та біоінженерія
Спеціальність	161 - Хімічні технології та інженерія
Освітня програма	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 4-го курсу, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 36 год, Практик. 18 год, Лаб. 18 год, СРС. 48 год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Бережницька О. С. , Практ.: Бережницька О. С. , Лаб.: Бережницька О. С. , СРС.: Бережницька О. С.
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Наносистеми, як сукупність наночастинок є перспективною галузю науки та технології, оскільки знаходять широке застосування в різних галузях промисловості та медицині.

Нанохімія – дисципліна, яка знаходиться на перетині хімії, фізики та матеріалознавства тобто дозволяє розширити кругозір майбутніх науковців, набуття навиків з застосування знань отриманих раніше протягом навчання. В той же час дисципліна формує у студентів критичне мислення, вміння аналізувати та інтерпретувати результати власних наукових досліджень.

Після засвоєння дисципліни бакалавр повинен продемонструвати такі програмні результати навчання:

ПРО1 -Знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми

ПРО2 - Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі

Предмет дисципліни: дослідження методів синтезу та властивостей нанодисперсних систем та косметичних композицій як їх прототипів. .

Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів **здатностей**:

- Здатність синтезувати та досліджувати фізико-хімічні властивості харчових і біологічно-активних добавок (K01, K03) в нанодисперсному стані;
- Здатність створювати сучасні високоефективні наносистеми та наноматеріали, розробляти шляхи удосконалення їх електронних, оптичних та фізичних властивостей (K03)).

Основні завдання навчальної дисципліни.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- базові поняття нанохімії та нанотехнології (K09);
- основні методи одержання наносистем та створення на їх основі матеріалів (K10);
- інноваційних методів синтезу та аналізу наносистем та наноматеріалів;
- характерні властивості наносистем;
- методи ідентифікації нанорозмірних систем;
- стійкість та стабілізація дисперсних систем (K09).

уміння:

- спираючись на базові поняття та закони дисципліни самостійно розробляти методики синтезу нанорозмірних систем;
- одержувати наноматеріали з прогнозованими властивостями (K10);
- проводити кореляції між будовою (морфологією, розміром, стійкістю) та властивостями дисперсних систем;
- використовувати фізико-хімічні методи аналізу для ідентифікації та опису наносистем та можливих шляхів створення на їх основі наноматеріалів.

досвід:

- синтезу наносистем (K09);
- стійкості та стабілізації систем;
- аналізу мікрофотографій та діаграм розподілу;
- одержання, дослідження та характеристики властивостей наноматеріалів (K10).

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Знання та уміння, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни:

пререквізити	
Фізика	Основні закони та поняття (квант, частинка, атом, поляризація, плазмонні переходи, енергія, енергетичні переходи)
Хімія (загальна, органічна, неорганічна, фізична, колоїдна)	Знання хімічного зв'язку, особливості поведінки систем в розчині, механізмів та типів реакції, реакційної здатності речовин, методів синтезу дисперсних систем, термодинаміки поверхневих явищ, понять міцела, частинка, золь тощо.
постреквізити	
Хімічна технологія косметичних засобів	Знання області використання наночастинок в хімічних технології виробництва косметики. Позитивні та негативні сторони впливу наночастинок на людину

Перелік дисциплін, які базуються на результатах навчання з даної дисципліни.

Дана дисципліна є завершальною в освітній програмі, тому дозволяє підсумувати та закріпити знання з усіх раніше вивчених дисциплін, зокрема хімії (всіх розділів) та фізики. Знання та навички отримані при вивченні дисципліни формують вміння та навички до написання наукових робіт, зокрема тез доповідей, статей, дисертацій.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Вступ до нанонауки, базові поняття та класифікація нанооб'єктів.

Тема 1.1. Дисперсні ультрамікрогетерогенні системи та їх значення. Історія розвитку нанохімії. Ричард Фейнман – пророк нанотехнологічної революції. Машина творення Ею Дреклера. Розмірний ефект в наносистемах. Вплив температури на форму та розмір часток. Взаємозв'язок розміру частинок з їх оптичними властивостями. Особливості електрохімічної поведінки нанорозмірних частинок. Вплив розміру часток на їх механічні властивості.

Тема 1.2. Основні поняття та терміни «нанонауки». Нобелівські лауреати в наноосвіті.

Тема 1.3. Нуль та одновимірні нанооб'єкти та 2d-наносистеми. Квантові точки напівпровідників. Металеві квантові точки. Фулерени. Методи синтезу фулеренів. Структура та хімічні властивості. Фулеренові адукти. Области застосування фулеренів. Дендримери, методи синтезу. Структура та застосування. Нанопроволоки, одержання та міцність.

Тема 1.4. Одно вимірні наноструктури. Вуглецеві нанотрубки. Полімерні нанотрубки. Напівпровідникові і металеві нанодоти. Оксидні одновимірні наноструктури.

Тема 1.5. 2d - наносистеми. Шари Ленгмюра. Методика отримання плівок Ленгмюра-Блоджет. Дослідження структури плівок ПАР. Структура полімерів у ЛБ шарах. Епітаксія молекул органічних речовин.

Розділ 2. Основні методи синтезу наносистем, наноматеріалів та нанокомпозитів.

Тема 2.1. Конденсаційні та диспергаційні методи. Синтез з газової фази, з розчинів, в нанореакторах. Механічне подрібнення, механосинтез, електровибух, літографія, плазмохімічний синтез, лазерна абляція, детонаційний синтез, епітаксія, аерозольний, метод молекулярних пучків, термічний розклад, осадження з газової чи парової фази, випаровування, конденсація.

Тема 2.2. Золь-гель метод синтезу. Застосування технологій зеленого синтезу в золь-гель методі. Переваги та недоліки даного методу синтезу. Отримання магнітних матеріалів. Золь-гель і гель-золь синтез діоксиду титану. Золь-гель матричний синтез органічних нанокристалів.

Тема 2.3. Електрохімічне осадження наноструктурованих плівок і нанокомпозитів. Електрофоретичне осадження нанорозмірних частинок і композитів. Контрольований синтез і структура макромолекулярних наноструктурованих систем. Полімерні нанокомпозити з металевими наповнювачами. Синтез з мікро- і наноемульсій.

Тема 2.4. Метод заміни розчинника, хімічне відновлення з розчину. Кріохімічний синтез. Властивості і використання органічних наночастинок. Наночастинки срібла та золота. Методи синтезу. Нетрадиційні методи: метод лазерної абляції, радіолітичні методи, вакуумне випаровування металу і електроконденсаційний метод Сведберга, біосинтез наночастинок срібла. Синтез несферичних частинок: синтез в міцелярних і просторово-обмежених середовищах. Стабілізація наночастинок. Оптичні та антибактеріальні властивості наночастинок срібла. Функціоналізація наночастинок золота.

Тема 2.5. Зелений синтез наночастинок. Синтез наночастинок благородних металів. Сировина, умови, переваги та недоліки даного методу синтезу.

Розділ 3. Методи ідентифікації наносистем.

Тема 3.1. Метод динамічного розсіювання світла. Стійкість дисперсних систем. Електрофорез. Нефелометрія. Турбідиметрія. Лазерна дифракція.

Тема 3.2. Мікроскопічні методи аналізу. Скануюча та просвічувальна електронна мікроскопія. Скануючий зондовий мікроскоп. Атомно-емісійна мікроскопія. Оптичний пінцет. Зондова мікроскопія. Дифракційний метод.

Розділ 4. Наносистеми, нанокомпозити, наноматеріали. Області їх практичного застосування

Тема 4.1. Наноматеріали і нанотехнології. Наноматеріали і нанотехнології в хімічних та біологічних сенсорах. Сенсорні наночастинки і квантові точки. Наночастинки благородних металів. Магнітні наночастинки.

Тема 4.2. Нанокомпозити. Нанокомпозити. Нанокомпозити, що містять метали або напівпровідники. Властивості нанокомпозитів. Термічна стабільність нанокомпозитів.

Тема 4.3. Нанотехнології та наноматеріали в косметології та біодовках. Наночастинки благородних металів, як основа антимікробні препаратів. Косметичні засоби протигрибкової дії, що містять наносрібло. Нанотехнології у боротьбі з раковими захворюваннями.

Тема 4.4 Наноматеріали та нанотехнології в фармації та медицині. Властивості, токсичність, терапія.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Література

Базова

1. Пилипчук Л.Л. «Нанотехнології в хімії та фармації». "Олді плюс". - Херсон. -2020. -32с.
2. Саввова О. В. Інноваційні матеріали та речовини в хімічній інженерії; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 105 с.
3. Нанохімія і наноматеріали [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня доктора

філософії за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» / Уклад: Т. А. Донцова, М. І. Літинська, Ю. М. Феденко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,82 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 170 с.

Допоміжна

4. НАНОМАТЕРІАЛИ, НАНОТЕХНОЛОГІЇ, НАНОПРИСТРОЇ/Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. – Київ: «Інтерсервіс», 2015. – 350 с.

5. С.В.Волков, Є.П.Ковальчук, В.М. Огенко, О.В.Решетняк *Нанохімія, наносистеми, наноматеріали*, К.: «Наукова думка», -2008. -424с.

6. *Нанохімія. Підручник для студентів хімічних факультетів педагогічних університетів* /Уклад.: Т.І.Хорошилова, В.О. Хромишев, С.В.Рябов, О.О.Хромишева – Мелітополь Видавництво НДПУ ім.Б. Хмельницького, - 2014. - 206с.

7. *Нанохімія і нанотехнології [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.051401 «Біотехнологія» / НТУУ «КПІ» ; уклад. І. В. Коваленко, В. І. Лисін, О. О. Андрійко. –Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 63 с.*

8. *Handbook of Sol-Gel Science and Technology Processing, Characterization and Applications edited by Sumio Sakka, Volume I Sol-Gel Processing Volume editor: Hiromitsu Kozuka, Kansai University, Suita, Osaka, Japan, 680p. Volume II Characterization and Properties of Sol-Gel Materials and Products Volume editor: Rui M. Almeida, 791p.*

9. *G.Zhou, W.Wang Synthesis of Silver Nanoparticles and their Antiproliferation against Human Lung Cancer Cells In vitro Oriental J.Chem., 28(2),-2012. –p. 651-655*

10. *Cliff Orori Mosiori Synthesis Procedures for Silver Nanoparticles, Engineering International, 2(2)-2014, p.87-90*

11. *Нанохімія. Підручник для студентів хімічних факультетів педагогічних університетів* /Уклад.: Т.І.Хорошилова, В.О. Хромишев, С.В.Рябов, О.О.Хромишева – Мелітополь Видавництво НДПУ ім.Б. Хмельницького, - 2014. - 206с.

12. *Handbook of Sol-Gel Science and Technology Processing, Characterization and Applications edited by Sumio Sakka, Volume I Sol-Gel Processing Volume editor: Hiromitsu Kozuka, Kansai University, Suita, Osaka, Japan, 680p.*

Volume II Characterization and Properties of Sol-Gel Materials and Products, Volume editor: Rui M. Almeida, 791p.

Інформаційні ресурси

Дистанційний курс Google G Suite for Education. Режим доступу: Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance);

<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7527>

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами лабораторного практикуму та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance [9]. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис тематики заняття
1	12.09	Тема 1.1. Дисперсні ультрамікрогетерогенні системи та їх значення. Історія розвитку нанохімії. Ричард Фейнман – пророк нанотехнологічної революції. Машина творення Ею Дреклера. Розмірний ефект в наносистемах. Вплив температури на форму та розмір часток. Вплив розміру часток на їх механічні властивості.
2	12.09	Тема 1.2. Історія розвитку «нанонауки». Основні поняття та терміни нанонауки. Роль хімії та хіміків в нанонауці.
3	26.09	Тема 1.3. Нуль та одновимірні нанооб'єкти та 2d- наносистеми. Квантові точки напівпровідників. Металеві квантові точки. Фулерени. Методи синтезу фулеренів. Структура та хімічні властивості. Фулеренові адукти. Області застосування фулеренів. Дендримери, методи синтезу. Структура та застосування. Нанопроволоки, одержання та міцність.
4	26.09.	Тема 1.4. Одно вимірні наноструктури. Вуглецеві нанотрубки. Полімерні нанотрубки. Напівпровідникові і металеві нанодроти. Оксидні одновимірні наноструктури.
5	10.10	Тема 1.5. 2d - наносистеми. Шари Ленгмюра. Методика отримання плівок Ленгмюра-Блоджет. Дослідження структури плівок ПАР. Структура полімерів у ЛБ шарах. Епітаксія молекул органічних речовин.
6	10.10	Тема 2.1. Конденсаційні та диспергаційні методи. Синтез з газової фази, з розчинів, в нанореакторах.
7	24.10	Механічне подрібнення, механосинтез, електровибух, літографія, плазмохімічний синтез, лазерна абляція, детонаційний синтез, епітаксія, аерозольний, метод молекулярних пучків, термічний розклад, осадження з газової чи парової фази, випаровування, конденсація.
8	24.10	Золь-гель метод синтезу. Застосування технологій зеленого синтезу в золь-гель методі. Переваги та недоліки даного методу синтезу. Отримання магнітних матеріалів. Золь-гель і гель-золь синтез діоксиду титану. Золь-гель матричний синтез органічних нанокристалів.
9	7.11	Тема 2.3. Електрохімічне осадження наноструктурованих плівок і нанокомпозитів. Електрофоретичне осадження нанорозмірних частинок і композитів.
10	7.11	Контрольований синтез і структура макромолекулярних наноструктурованих систем. Полімерні нанокомпозити з металевими наповнювачами. Синтез з мікро- і наноемульсій.
11	14.11	. Наночастинки срібла та золота. Методи одержання. Функціоналізація наночастинок золота. Широкий спектр застосування наночастинок золота.
12	14.11	Зелений синтез наночастинок. Синтез наночастинок благородних металів. Сировина, умови, переваги та недоліки даного методу синтезу.

13	21.11	Тема 3.1. Метод динамічного розсіяння світла. Стійкість дисперсних систем.Електрофорез. Нефелометрія. Турбідиметрія. Лазерна дифракція.
14	21.11	Тема 3.2. Мікроскопічні методи аналізу. Скануюча та просвічувальна електронна мікроскопія. Скануючий зондовий мікроскоп. Атомно-емісійна мікроскопія. Оптичний пінцет. Зондова мікроскопія. Дифракційний метод.
15	5.12	Тема 4.1. Наноматеріали і нанотехнології. Наноматеріали і нанотехнології в хімічних та біологічних сенсорах. Сенсорні наночастинки і квантові точки. Наночастинки благородних металів. Магнітні наночастинки.
16	5.12	Тема 4.2. Нанокомпозити. Нанокомпозити. Нанокомпозити, що містять метали або напівпровідники. Властивості нанокомпозитів. Термічна стабільність нанокомпозитів.
17	19.12	Тема 4.3. Нанотехнології та наноматеріали в косметології та біодовках. Наночастинки благородних металів, як основа антимікробні препаратів. Косметичні засоби протигрибкової дії, що містять наносрібло. Нанотехнології у боротьбі з раковими захворюваннями.
18	19.12	Тема 4.4 Наноматеріали та нанотехнології в фармації та медицині. Властивості, токсичність, терапія.

Практичні заняття

Мета практичних занять полягає у закріпленні теоретичних знань та набутті навичок інтерпретації одержаних експериментально результатів. Всі практичні заняття носять характер дискусії, що дозволяє студенту не лише проявити себе, але й навчитись критично мислити та аналізувати, інтерпретувати як власні результати так і встановлювати кореляції з літературою. Тому кожен студент на кожному практичному занятті виступає, як в ролі доповідача так і в ролі опонента.

№	Дата	Опис заняття
1	1-й тиждень	Основні методи синтезу наноматеріалів.
2	2-й тиждень	Основні принципи золь-гель та гель-золь методу
3	3-й тиждень	Залежність дисперсності наносистеми від методу синтезу, порівняльний аналіз (токсичність, антибактеріальна властивості, розмір, морфологія, стійкість)
4	4-й тиждень	Скануюча та просвічувальна електронна мікроскопія: запис та аналіз мікрофотографій
5	5-й тиждень	Скануючий зондовий мікроскоп. Дифракційний метод
6	6-й тиждень	Атомно-емісійний мікроскоп, можливості методу. Порівняльний аналіз всіх мікроскопічних досліджень.
7	7-й тиждень	Застосування нанодисперсних систем в хімічній промисловості.
8	8-й тиждень	Застосування нанодисперсних систем в косметичній промисловості.
9	9-й тиждень	Застосування нанодисперсних систем в фармацевтичній та харчовій промисловостях .

Теми індивідуальних завдань (захист відбувається на практичних заняттях:

Виконання індивідуального завдання передбачає написання реферату на одну із

нижченаведених тем та підготовку відповідної презентації.

1. Перспективи медичного застосування наноматеріалів і нанотехнологій
2. Перспективи застосування нанотехнологій у сільському господарстві
3. Перспективи застосування нанотехнологій у транспорті
4. Використання наноматеріалів для захисту оточуючого середовища
5. Нанoeлектроніка як один із напрямків застосування нанотехнологій
6. Нанoeнергетика. Можливості використання нанотехнологій для створення паливних елементів та пристроїв для зберігання енергії
7. Нанoeлектромеханічні системи: наномашини та нанопристрої
8. Застосування наноматеріалів у промисловості
9. Застосування наноструктур в хімії та хімічній технології
10. Застосування наноматеріалів у каталізі
11. Наносенсиори
12. Мікро- і нанoeлектромеханічні системи і технології на їх основі
13. Нанотехнології в освоєнні космосу
14. Нанотехнології в побуті
15. Перспективи нанотехнології у військовій справі
16. Нанокomp'ютери і проблема штучного інтелекту
17. Самоорганізація нанорозмірних структур в природі та техніці
18. Перспективи розвитку нанотехнології в Україні та світі
19. Безпечність наноматеріалів
20. Механосинтез і нанофабрика
21. Наноектюатори
22. Спінтроніка
23. Перспективи використання карбонових нанотрубок та фулеренів у техніці, біології та медицині
24. Нанотехнології та безсмертя
25. Нейроелектричні інтерфейси
26. Використання ефекту тунелювання в різних сучасних напівпровідникових приладах

Лабораторні заняття (18 годин)

Основною метою лабораторного практикуму є отримання студентами практичних навиків не лише щодо синтезу та ідентифікації загальновідомих наносистем та нанокомпозитів, але й

розробка власної косметичної композиції, як дисперсної системи та введення до її складу наночастинок благородних металів. Аналіз властивостей отриманих композицій.

№	дата	назва лабораторної роботи
1.	19.09	Вступ до дисципліни. 1.Загальні методи одержання, ідентифікації та стійкість дисперсних систем на прикладі класичних золей (2год).
2-3.	19.09	2.Синтез наносистем срібла та золота. Вплив температури, розчинника та концентрації на стійкість наносистем. (4години)
4-6.	3.10	3.Зелений синтез наночастинок срібла (золота), їх оптичні властивості та стійкість.(3 год) 4. Експрес-визначення заряду частинок нанодисперсних систем. (1 год). 5. Введення синтезованих наночастинок до складу косметичних композицій та дослідження їх властивостей (2 год).
87-9.	17.10	6. Магнітні матеріали (Синтез магнітної рідини, синтез магнітних наночастинок з структурою шпінелі\перовскиту\гранату). (3 год) 7. Ренгенофазовий аналіз, як метод встановлення фазового складу синтезованих систем.(1 год) Захист лабораторних робіт. (2 год)
10.	31.11	Резервне заняття. Відпрацювання лабораторних робіт.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовка до здачі лабораторних робіт, підготовка, виконання та здача дкр, підготовку до мкр, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, опрацювання тем винесених на самостійне опрацювання	1-2 години на тиждень
Виконання ДКР	10 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	10 годин
Підготовка до заліку	10 годин

Теми винесені на самостійне опрацювання:

Тема 1.1. Історія розвитку поняття «нано». Дисперсні ультрамікрогетерогенні системи та їх значення.

Історія розвитку нанохімії. Ричард Фейнман – пророк нанотехнологічної революції. Машини творення Ею Дреклера. Принцип невизначеності Гейзенберга і наномашини. Теплові коливання молекул і наномашин. Література: [2, с. 5-12; 2, с. допоміжна 3].

Тема 1.2. Інструменти і методи наносвіту

Скануючи та просвічувальна електронна мікроскопія. Скануючий зондовий мікроскоп. Оптичний пінцет. Література: [1, с. 17-29; 2, с. допоміжна 3].

Розділ 2. Фізична хімія наносистем.

Тема 2.2. Термодинаміка наносистем

Термодинамічний аналіз нерівноважних процесів. Термодинаміка 2 d фазових переходів. Термодинаміка конденсації в аерозольних системах. Фазові переходи амфіфільних речовин і міцелоутворення.

Література: [1, с. 17-29; 2, с. допоміжна 3].

Тема 2.3. Фізико-хімічна еволюція наносистем.

Особливості синтезу наночасток. Молекулярна і дисоціативна адсорбція на металевих поверхнях. Швидкість перетворення у наносистемах. Кріонанохімія. Література: [1, с. 29-42; 2, с. допоміжна 4,5].

Розділ 3. Нуль та одновимірні нанооб'єкти та 2d-наносистеми

Тема 3.1. Нуль вимірні нанооб'єкти.

Квантові точки напівпровідників. Металеві квантові точки. Фулерени. Методи синтезу фулеренів. Структура та хімічні властивості. Фулеренові адукти. Области застосування фулеренів. Дендримери, методи синтезу. Структура та застосування. Нанопроволоки, одержання та міцність. Література: [1, с. 69-102; 2, с.8-19, допоміжна 4,5].

Тема 3.2. Одно вимірні наноструктури.

Вуглецеві нанотрубки. Полімерні нанотрубки. Напівпровідникові і металеві нанодроти. Оксидні одновимірні наноструктури.

Література: [1, с. 102-162;].

Тема 3.3. 2d - наносистеми.

Шари Ленгмюра. Методика отримання плівок Ленгмюра-Блоджет. Дослідження структури плівок ПАР. Структура полімерів у ЛБ шарах. Методи одержання самоорганізованих шарів на твердій поверхні. Кінетика і механізм утворення самоорганізаційних шарів. Адсорбційне самовпорядкування низькомолекулярних сполук на твердій поверхні. Полімерні адсорбати на твердій поверхні. Вирощування кристалічних поверхневих шарів. Гомо- та гетеро епітаксія. Механізм росту епітаксialьних шарів. Епітаксія молекул органічних речовин.

Література: [1, с. 163-190; допоміжна 6].

Розділ 4 Синтез наноструктурованих систем і композитів

Тема 4.3. Наночастинки срібла та золота.

Методи одержання: цитратний, бор гідридний, органічне відновлення, синтез в зворотніх міцелах. Нетрадиційні методи: метод лазерної абляції, радіолітичні методи, вакуумне випаровування металу і електроконденсаційний метод Сведберга, біосинтез наночастинок сріба.

Синтез несферичних частинок: синтез в міцелярних і просторово-обмежених середовищах. Стабілізація наночастинок. Оптичні та антибактеріальні властивості наночастинок срібла. Методи синтезу наночастинок золота. Конденсаційний та диспергаційний метод. Функціоналізація наночастинок золота. Широкий спектр застосування наночастинок золота.

Література: [1, с. 290-302; допоміжна 8-10].

Розділ 5. наноматеріали. Области їх практичного застосування

Тема 5.1. Наноматеріали і нанотехнології..

Наноматеріали і нанотехнології в хімічних та біологічних сенсорах. Сенсорні наночастинки і квантові точки. Наночастинки благородних металів. Магнітні наночастинки. [1, с. 253-258; 2. с.85-97, допоміжна 3,5,6].

Тема 5.2. Нанокompозити.

Нанокompозити. Золь-гель технологія одержання нанокompозиту. Нанокompозити, що містять метали або напівпровідники. Властивості нанокompозитів. Термічна стабільність нанокompозитів. Література: [1, с. 281-285; 2, с. 45-57, допоміжна 6].

Тема 5.3. Нанотехнології в косметології та біодовках.

Наночастинки благородних металів, як основа антимікробні препаратів. Косметичні засоби протигрибкової дії, що містять наносрібло. Нанотехнології у боротьбі з раковими захворюваннями.

Література: [1, с. 358-362; 2, с. 58-96 допоміжна 5,6].

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції, практичних та лабораторних занять проводяться в навчальних аудиторіях. У змішаному режимі лекційні заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський, У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу Zoom або Google meet. Відвідування занять он-лайн режимі є обов'язковим.

Правила захисту лабораторних робіт:

1. До захисту допускаються студенти, які мають оформлений протокол та результати виконання роботи. В дистанційному режимі формат лабораторних робіт змінений студенти отримують відеоролики з лабораторною роботою і інтерпретують результати мотивують отримані похибки (якщо такі мають місце).
2. Захист відбувається за індивідуальними завданнями, які студенти отримують перед початком виконання лабораторної роботи
3. Після перевірки завдання викладачем на захист виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання лабораторної роботи без поважної причини штрафуються штрафуються 1 балом;
2. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. За кожний тиждень запізнення з поданням домашньої контрольної роботи на перевірку нараховується 1 штрафний бал (але не більше 5 балів).
4. За наукову новизну внесену до дкр нараховується від 5 до 10 заохочувальних балів;
5. За активну роботу на лекції нараховується до 1 заохочувального балу (але не більше 10 балів на семестр).
6. За активну участь та підготовку до практичного заняття студент отримує від 5 до 10 балів.

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: опитування на лабораторних та практичному заняттях, МКР, виконання та захист ДКР.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: письмовий залік.

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- Лабораторні роботи (6 робіт);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання домашньої контрольної роботи (ДРР).

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на практичному занятті:

• Практичні роботи

- Ваговий бал – 3. Максимальна кількість балів за практичні заняття дорівнює 20.

Робота на практичному занятті включає: летучки (15 хвилин письмові роботи), доповіді-презентації, участь в дискусії.

Студент не готовий до заняття – 0 балів.

2.2. Робота на лабораторному занятті:

Ваговий бал 30. Максимальна кількість балів за лабораторну роботу дорівнює 5 балів (1 бал – теоретичний допуск, 2 бали – виконання роботи, 2 бали – захист (участь в обговоренні)). Оцінювання якості захисту лабораторної роботи проводимо за наступними критеріями:

«відмінно» 5 бали. Вичерпне володіння теоретичним матеріалом, якісне виконання дослідів.

«добре» 4 бали. Правильні але не повні відповіді на теоретичні питання, активна робота в лабораторії

«задовільно» 3 бали. Помилки, захист роботи із значним запізненням, помилки у відповідях на теоретичні питання

«незадовільно» 0 бал. Не оформлений протокол, не виконано лабораторні дослідження

2.3. Модульний контроль.

Ваговий бал – **30 балів**. Тестові запитання 1 запитання 1 бал.

.4. Домашня контрольна робота.

Ваговий бал – **20 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 20 – 18 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 17 – 13 балів;
- роботу не в повному обсязі, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 12 – 8 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане) – 0 балів.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 40 = 20$ балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 100 = 50$ балів і зарахована домашня контрольна робота.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 20 + 30 + 30 + 20 = 100 \text{ балів.}$$

Необхідною умовою допуску до **заліку** є захист лабораторної роботи, а також стартовий рейтинг (r_c) не менше 60 балів.

Критерії оцінювання залікової роботи.

Кожен студент одержує квиток, що складається з 22 питань двох рівнів складності та творчого завдання.

Відповідь на питання (або вирішення задачі) першого рівня складності становить рівня - 1 бал (всього 20 питань), другого - 5 балів (2 індивідуальні питання).

Оцінювання екзаменаційної роботи відбувається за шкалою:

«**відмінно**» 27-30 балів.

«**добре**» 26-20 балів.

«**задовільно**» 19-15 балів.

«**незадовільно**» 14-0 бали

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

доцент кафедри фізичної хімії:

Олександра БЕРЕЖНИЦЬКА

Ухвалено кафедрою фізичної хімії (протокол № 14 від 01.07.2025 року)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 26.06.2025)

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Силабус, курс на платформі Сікорський, PCO

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Бережницька О. С.](#);

Ухвалено кафедрою ФХ (протокол № 14 від 01.07.2025)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 10 від 26.06.2025)