



## Нанохімія

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

<b>Рівень вищої освіти</b>	<i>Другий (магістерський)</i>
<b>Галузь знань</b>	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
<b>Спеціальність</b>	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
<b>Освітня програма</b>	<i>Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок</i>
<b>Статус дисципліни</b>	<i>Вибіркова</i>
<b>Форма навчання</b>	<i>змішана</i>
<b>Рік підготовки, семестр</b>	<i>6 курс, осінній семестр</i>
<b>Обсяг дисципліни</b>	<i>7,5 кредитів</i>
<b>Семестровий контроль/ контрольні заходи</b>	<i>залік письмовий</i>
<b>Розклад занять</b>	<i>Лекція 1 година на тиждень (1 пара), практичні заняття 11 година на тиждень, лабораторний практикум – 2 години на тиждень ( по факту 1лекція (2год, 2 практичні заняття ( 4 год), 4 год лабораторного практикума індивідуальна робота з магістрами 1 година на тиждень протягом семестру (15 годин) за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
<b>Мова викладання</b>	<i>Українська/Англійська</i>
<b>Інформація про керівника курсу / викладачів</b>	<i>Лектори: к.х.н., доцент Бережницька Олександра Степанівна, olekberez@gmail.com телеграм: +380969315890 Комп'ютерні практикуми: к.х.н., доцент Бережницька Олександра Степанівна, olekberez@gmail.com телеграм: +380969315890</i>
<b>Розміщення курсу</b>	<i>Google Classroom (Google G Suite for Education, домен LLL.kpi.ua, платформа Sikorsky-distance); доступ за запрошенням викладача</i>

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

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.

**Предмет дисципліни:** наносистеми, що є складовою частиною косметичних засобів та біодобавок та їх вплив на властивості композицій.

### **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 (ФК 8); Здатність створювати сучасні високоефективні наносистеми та наноматеріали, розробляти шляхи удосконалення їх електронних, оптичних та фізичних властивостей (ФК 14).

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;
- основні методи одержання наносистем та створення на їх основі матеріалів;
- інноваційних методів синтезу та аналізу наносистем та наноматеріалів;
- характерні властивості наносистем;
- методи ідентифікації нанорозмірних систем;
- стійкість та стабілізація дисперсних систем.

#### **уміння:**

- спираючись на базові поняття та закони дисципліни самостійно розробляти методики синтезу нанорозмірних систем;
- одержувати наноматеріали з прогнозованими властивостями;
- 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;
- стійкості та стабілізації систем;
- аналізу мікрофотографій та діаграм розподілу;
- одержання, дослідження та характеристики властивостей наноматеріалів.

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

Зазначається перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни:

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.

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 нанохімії та нанотехнології*

**Тема 1.1.** Історія розвитку поняття «нано». Дисперсні ультрамікрогетерогенні системи та їх значення. Історія розвитку нанохімії. Ричард Фейнман – пророк нанотехнологічної революції. Машини творення Ею Дрежелера. Принцип невизначеності Гейзенберга і наномашини. Теплові коливання молекул і наномашин.

**Тема 1.2.** Інструменти і методи наносвіту

Скануючи та просвічувальна електронна мікроскопія. Скануючий зондовий мікроскоп. Оптичний пінцет. Зондова мікроскопія. Дифракційний метод.

**Розділ 2.** Фізична хімія наносистем.

**Тема 2.1.** Загальні властивості наносистем.

*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 2.2.** Термодинаміка наносистем

*Термодинамічний аналіз нерівноважних процесів. Термодинаміка 2 d фазових переходів.*

*Термодинаміка конденсації в аерозольних системах. Фазові переходи амфіфільних речовин і міцелоутворення.*

**Тема 2.3.** Фізико-хімічна еволюція наносистем.

*Особливості синтезу наночасток. Молекулярна і дисоціативна адсорбція на металевих поверхнях. Швидкість перетворення у наносистемах. Кріонанохімія.*

**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.*

**Тема 3.2.** Одно вимірні наноструктури.

*Вуглецеві нанотрубки. Полімерні нанотрубки. Напівпровідникові і металеві нанодототи. Оксидні одновимірні наноструктури.*

### **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 епітаксіальних шарів. Епітаксія молекул органічних речовин.*

### **Розділ 4 Синтез наноструктурованих систем і композитів**

#### **Тема 4.1.** Методи отримання наносистем.

*Золь-гель і гель-золь синтез діоксиду титану. Золь-гель матричний синтез органічних нанокристалів. 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 4.2.** Органічні наночастинки.

*Методи одержанн: механічне подрібнення основної речовини. Метод заміни розчинника, хімічне відновлення з розчину. Використання надкритичних флюїдів. Кріохімічний синтез. Властивості і використання органічних наночасток.*

#### **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 срібла.*

*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.*

### **Розділ 5. Наноматеріали. Області 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.*

#### **Тема 5.2.** Нанокомпозити.

*Нанокомпозити. Золь-гель технологія одержання нанокомпозиту. Нанокомпозити, що містять метали або напівпровідники. Властивості нанокомпозитів. Термічна стабільність нанокомпозитів.*

#### **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.*

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

*Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та в електронному варіанті у камусі. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.*

1. С.В.Волков, Є.П.Ковальчук, В.М. Огенко, О.В.Решетняк Нанохімія, наносистеми, наноматеріали, К.: «Наукова думка», -2008. -424с.
2. Таланов В.М. Ерейская Г.П., Юзак Ю.И. Введение в физику и химию наноструктур и наноструктурированных материалов. М.: Мир. «Академия естествознания», - 2008. -389с.

3. Н.А. Азаренков, А.А. Вережкин, Г.П. Ковтун. Основы нанотехнологий и наноматериалы. – Харьков 2009. -69 с.

#### **Допоміжна**

4. 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.

5. Балабанов В.И. Нанотехнологии. Наука будущего. М.: Эксмо, 2009. -247с.

6. В.В.Еремін. Нанохімія і нанотехнологія. – М. Педагогічний університет, 2009.-92с.

7. Наноструктурные материалы – 2010: Беларусь, Россия, Украина. Тезисы !! Международной конференции, Киев, 19-22 октября 2010г. – 838с.

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

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

9. К.С.Поджарая Анализ методов получения наноразмерных частиц серебра, Успехи хим. хим.техн. 26(7), -2012.- С.85-88.

10. 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.

#### **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://classroom.google.com/c/MTUyNzUzNjU5MzY3?cjc=xu3tnft>

<https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2787>

### **Навчальний контент**

#### **5.Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Надається інформація (за розділами, темами) про всі навчальні заняття (лекції, практичні, семінарські, лабораторні) та надаються рекомендації щодо їх засвоєння (наприклад, у формі календарного плану чи деталізованого опису кожного заняття та запланованої роботи).

#### **Лекційні заняття**

Вивчення 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 заняття
1	1-й тиждень	<p>Розділ 1. Вступ до нанохімії та нанотехнології</p> <p><b>Тема 1.1.</b> Історія розвитку поняття «нано». Дисперсні ультрамікрогетерогенні системи та їх значення. Історія розвитку нанохімії. Річард Фейнман – пророк нанотехнологічної революції. Машини творення Ею Дреклера. Принцип невизначеності Гейзенберга і наномашини. Теплові коливання молекул і наномашин.</p> <p><b>Тема 1.2.</b> Інструменти і методи наносвіту</p> <p>Скануючі та просвічувальна електронна мікроскопія. Скануючий зондовий мікроскоп. Оптичний пінцет. Зондова мікроскопія.</p>

		<i>Дифракційний метод.</i>
2	2-й тиждень	<p><i>Тема 2.1. Загальні властивості наносистем. 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. Література: [1, с. 7-16; 2, с. допоміжна 3].</i></p> <p><b>Тема 2.2. Термодинаміка наносистем</b>  <i>Термодинамічний аналіз нерівноважних процесів. Термодинаміка 2 d фазових переходів. Термодинаміка конденсації в аерозольних системах. Фазові переходи амфіфільних речовин і міцелоутворення.</i></p>
3	3-й тиждень	<p><b>Розділ 3. Нуль та одновимірні нанооб'єкти та 2d-наносистеми</b></p> <p><b>Тема 3.1. Нуль вимірні нанооб'єкти.</b>  <i>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.</i></p> <p><b>Тема 3.2. Одно вимірні наноструктури.</b>  <i>Вуглецеві нанотрубки. Полімерні нанотрубки. Напівпровідникові і металеві нанодроти. Оксидні одновимірні наноструктури. Модифіковані системи.</i></p> <p><b>Тема 3.3. 2D - наносистеми.</b>  <i>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 епітаксціальних шарів. Епітаксія молекул органічних речовин.</i></p>
4	4-й тиждень	<p><b>Розділ 4 Синтез наноструктурованих систем і композитів</b></p> <p><b>Тема 4.1. Методи отримання наносистем.</b>  <i>Основний принцип золь-гель і гель-золь синтезу. Синтез діоксиду титану. Золь-гель матричний синтез органічних нанокристалів. Основний принцип, мета та вихід продукту. Доцільність застосування даного методу. Електрохімічне осадження наноструктурованих плівок і нанокомпозитів. Електрофоретичне осадження нанорозмірних частинок і композитів. Контрольований синтез і структура макромолекулярних наноструктурованих систем. Синтез з мікро- і наноемульсій. Література: [1, с. 269-281; 2, с. 15-48, допоміжна 3,4,5].</i></p>
5	5-й тиждень	<p><b>Тема 4.2. Органічні наночастинки.</b>  <i>Методи одержання: механічне подрібнення основної речовини. Метод заміни розчинника, хімічне відновлення з розчину. Використання надкритичних флюїдів. Кріохімічний синтез. Властивості і використання органічних наночасток. Методи аналізу</i></p>

		наносистем. Література: [1, с. 271-279; 2, с. допоміжна 4,5 ].
6	6-й тиждень	<b>Тема 4.3. Наночастинки срібла та золота.</b> 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.
7	7-й тиждень	<b>Розділ 5. Наноматеріали. Области їх практичного застосування</b> <b>Тема 5.1. Наноматеріали і нанотехнології.</b> Наноматеріали і нанотехнології в хімічних та біологічних сенсорах. Сенсорні наночастинки і квантові точки. Наночастинки благородних металів. Магнітні наночастинки.
8	8-й тиждень	<b>Тема 5.2. Нанокompозити.</b> Нанокompозити. Золь-гель технологія одержання нанокompозиту. Нанокompозити, що містять метали або напівпровідники. Властивості нанокompозитів. Термічна стабільність нанокompозитів.
9	9-й тиждень	<b>Тема 5.3. Нанотехнології в косметології та біодовках.</b> Наночастинки благородних металів, як основа антимикробні препаратів. Косметичні засоби протигрибкової дії, що містять наносрібло. Нанотехнології у боротьбі з раковими захворюваннями.

#### **Лабораторний практикум**

Метою лабораторного практикуму є отримання навичок експериментальних досліджень, вмінь самостійно отримувати дисперсні системи, встановленню чітких меж розділення істинних розчинів та нанодисперсій.

№	Дата	Опис заняття
1	1-й тиждень	Вступне заняття. Одержання колоїдного срібла хімічним осадженням з розчинів, стабілізація системи (4 год).
2	2-й тиждень	Дослідження стійкості та дисперсності отриманої дисперсної системи (2 год), поверхнево плазмонний резонанс (4 год)
3	3-й тиждень	Розробка косметичної композиції (крем, мило) та введення до її складу наночастинок срібла. Аналіз отриманого косметичного продукту. (4 год)
4	4-й тиждень	Адсорбція наночастинок срібла на поверхні гілоїзиту та каоліну, порівняльний аналіз.(4 год)
5	5-й тиждень	Золь – гель синтез магнітних матеріалів (магнетиту) I частина (4год)
6	6-й тиждень	Золь – гель синтез магнітних матеріалів II частина (4год)
7	7-й тиждень	Дослідження порошку отриманого золь-гель методом. Порівняльний аналіз отриманих результатів.(4 год)
8	8-й тиждень	Отримання нанодисперсного диоксиду титану. (4 год)

9	9-й тиждень	Інтерпретація спектральних та мікроскопічних даних щодо отриманого нанодисперсного порошку. (2 год) Підсумкове заняття 92 год)
---	-------------	--

#### 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 заняття 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	Скануючи 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 .

#### 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовка до задачі 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	2 – 3 години на тиждень
Виконання ДКР	30 годин
Підготовка до МКР (повторення матеріалу)	20 годин
Підготовка до заліку	30 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 наноб'єкти та 2d-наносистеми*

*Тема 3.1. Нуль вимірні наноб'єкти.*

*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. 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 епітаксціальних 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 срібла.*

*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. Області 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 ].*

## **7. Політика та контроль**

### **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 внесена 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, з них 50 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- Лабораторну роботу (1 робота, яка складається з 2 частин);
- написання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання домашньої контрольної роботи (ДРР).

2. **Критерії нарахування балів:**

2.1. **Робота на практичному занятті:**

- бездоганна робота – 5 балів;
- є певні недоліки у підготовці та розумінні завдань – 4 бали;

Студент не готовий до заняття – 0 балів.

2.2. **Робота на лабораторному занятті:**

- бездоганне виконання та опис результатів – 8 балів
- є певні недоліки в описі, неточності – 6 балів
- робота описана повністю по «трафарету» немає власних міркувань, не мотивовано результати – 4 бали

2.3. **Модульний контроль.**

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

- повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 9 – 8,1 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 8,0 – 6,8 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6,7 – 5,4 балів;
- незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

2.4. **Домашня контрольна робота.**

Ваговий бал – **12 балів**. Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – 12 – 10,8 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки – 10,7 – 9,6 балів;
- роботу не в повному обсязі, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – 9,5 – 7,2 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  $0,5 \cdot 20^1 = 10$  балів. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 60^2 = 30$  балів і зарахована домашня контрольна робота.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 5 + 10 + 15 + 20 = 50 \text{ балів.}$$

<sup>1</sup> Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

<sup>2</sup> Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

Необхідною умовою допуску до **заліку** є захист лабораторної роботи, а також стартовий рейтинг ( $r_c$ ) не менше 30 балів.

Заліковий рейтинг складає  $R_E = 50$  балів

**Критерії оцінювання залікової роботи.**

Кожен студент одержує квиток, що складається з 15 питань двох рівнів складності та творчого завдання.

Відповідь на питання (або вирішення задачі) першого рівня складності становить рівня - 2 бали (всього 10 питань), другого - 4 бали (5 питань), індивідуальне творче завдання - 10 балів.

Оцінювання екзаменаційної роботи відбувається за шкалою:

**«відмінно»** 47-50 балів.

**«добре»** 38-46 балів.

**«задовільно»** 28-37 балів.

**«незадовільно»** 0-27 бали.

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка  $R_D$  переводиться з таблицею:

Рейтингова кількість балів $R_D$	Оцінка
95.....100	Відмінно
85.....94	Дуже добре
75.....84	Добре
65.....74	Задовільно
60.....64	Достатньо
$R_D < 60$	Незадовільно
Не виконані умови семестрової атестації	Не допущено

Календарну атестацію проводить викладач за значеннями поточного рейтингу студентів на час атестації (8 тиждень та 14 тиждень). Якщо значення цього рейтингу не менше 50 % від максимально можливого на час атестації, студент вважається атестованим. В іншому випадку в атестаційній відомості виставляється «незадовільно».

9. Додаткова інформація з дисципліни

Уточнення щодо розподілу аудиторних годин

№	Дата	Опис заняття
1	7 вересня 2021 р.	Тема 2.1. Загальні властивості наносистем. 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. Література: [1, с. 7-16; 2, с. допоміжна 3]. Тема 4.1. Методи отримання наносистем. Золь-гель і гель-золь синтез діоксиду титану. Золь-гель матричний синтез органічних нанокристалів. Електрохімічне осадження наноструктурованих плівок і нанокомпозитів. Електрофоретичне осадження нанорозмірних частинок і композитів. Контрольований синтез і структура макромолекулярних наноструктурованих систем. Синтез з мікро- і наноемульсій. Література: [1, с. 269-281; 2, с. 15-48, допоміжна 3,4,5].

**Лабораторний практикум**

Метою лабораторного практикуму є отримання навичок експериментальних досліджень, вмінь самостійно отримувати дисперсні системи, встановленню чітких меж розділення істинних розчинів та нанодисперсій.

№	Дата	Опис заняття
1	14 вересня 2021 р.	Одержання колоїдного срібла хімічним осадженням з розчинів, стабілізація системи (2 год).
2	21 вересня 2021	Дослідження стійкості та розміру дисперсної системи (2 год).

#### **Практичні заняття**

Мета практичних занять полягає у закріпленні теоретичних знань та набутті навичок інтерпретації одержаних експериментально результатів.

№	Дата	Опис заняття
1	28 вересня 2021 р.	Основні методи синтезу наноматеріалів. Основні принципи золь-гель та гель-золь методу (доповіді та дискусія).
2	5 жовтня 2021 р.	Застосування нанодисперсних систем в хімічній, косметичній, фармацевтичній та харчовій промисловостях (доповіді та дискусія).

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доцентами кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології:

к.х.н. доц. Бережницька О.С.

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № від 2021)

**Ухвалено** кафедрою фізичної хімії (протокол № 11 від 31.05.2021 року)<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Силабус спочатку погоджується метод. Комісією, а потім Ухвалюється кафедрою.

p.)