

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Навчально науковий інститут високих технологій

кафедра супрамолекулярної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора
з навчальної роботи

Грабчук І.П. Високих

«24» _____ 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Супрамолекулярна хімія

(повна назва навчальної дисципліни)

для студентів

галузь знань 10 Природничі науки (шифр і назва)
спеціальність 105 Прикладна фізика та наноматеріали (шифр і назва спеціальності)
освітній рівень магістр (молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма Високі технології (прикладна фізика та наноматеріали) (назва освітньої програми)
вид дисципліни обов'язкова

Форма навчання _____ денна
Навчальний рік 2022/2023
Семестр _____ перший
Кількість кредитів ECTS _____ 3
Мова викладання, навчання та оцінювання _____ українська
Форма заключного контролю _____ екзамен

Викладач: д.х.н., проф. Роженко О.Б.

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ («__») 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

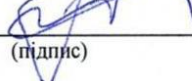
на 20__/20__ н.р. _____ («__») 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2022

Розробник: д.х.н., проф. Роженко О.Б.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Зав. кафедри Рябухін С.В.



_____ (підпис) (_____ (прізвище та ініціали))

Протокол № 5 від « 8 » 04 2022 року

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол 4 від « 13 » 05 2022 року

Голова науково-методичної комісії _____


_____ (підпис) (Русинчук Н.М. (прізвище та ініціали))

ВСТУП

1. Мета дисципліни :

Ознайомлення студентів із основними принципами природи та хімічної будови супрамолекулярних аддуктів та факторами, що визначають їх стабільність; сучасними підходами до їх синтезу та застосування в лабораторній практиці, хімічному каталізі, медицині, в конструюванні сучасних матеріалів та альтернативних джерела енергії тощо; оволодіння студентами основними фізичними та спектральними методами ідентифікації та дослідження структури супрамолекулярних аддуктів; отримання ними уявлення про сучасний рівень конструювання та функціонування молекулярних пристроїв та машин.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

Студент повинен знати:

фундаментальні основи загальної, неорганічної та органічної хімії, теорії хімічного зв'язку, а також основ фізичних та спектральних методів дослідження.

Студент повинен вміти:

користуватися сучасними електронними Інтернет-ресурсами, що є у відкритому доступу, інтерпретувати електронні та ІЧ- та мас-спектри, спектри ЯМР.

3. Анотація навчальної дисципліни

Супрамолекулярна хімія включає елементи органічного та неорганічного синтезу, фізичної хімії, координаційної хімії та біохімії. Супрамолекулярна хімія – це міждисциплінарний підхід до розуміння та контролю міжмолекулярних взаємодій у хімії, молекулярній біології та фізиці. Молекули утворюються шляхом ковалентного зв'язування атомів. Утворення ж супрамолекулярних ансамблів часто відбувається за рахунок нековалентних, слабких взаємодій. Ці взаємодії часто є високоспецифічними, бо в основі їх лежить явище розпізнавання. Іншими характерними для супрамолекулярної хімії процесами є зміна властивостей системи при специфічному зв'язуванні з іншими молекулами (реакційна здатність) та при дії зовнішніх чинників – опромінювання, зміни рН, окиснення/відновлення (молекулярні пристрої та механізми); можливість специфічного перенесення молекул через мембрани (транспорт лікарських засобів); реакції між молекулами в ансамблі (каталіз), а також процеси, аналогічні тим, що проходять в біологічних системах.

4. Завдання (навчальні цілі)

Навчання дисципліни має на меті розвивати у студентів такі компетентності:

ІК. Здатність самостійно ставити та розв'язувати на інноваційному рівні наукові та науково-технічні задачі проблеми у галузі прикладної фізики, нанофізики, наноматеріалознавства та високих технологій, пов'язані із виготовленням, аналізом властивостей, використанням наноматеріалів, проектування та виготовлення наносенсорних систем, що передбачає застосування теоретичних знань та навичок з фізики, математики, інженерії, програмування, вибраних розділів хімії та біології.

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК2. Здатність спілкуватися державною та іноземною мовами як усно, так і письмово.

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК9. Здатність працювати автономно.

ЗК10. Навики здійснення безпечної діяльності.

ЗК11. Здатність до подальшого навчання, яке значною мірою є автономним та самостійним.

ЗК12. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК13. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми, що потребує оновлення та інтеграції знань, часто в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог.

ЗК16. Здатність генерувати нові ідеї.

ЗК17. Володіння спеціалізованими концептуальними знаннями, набутими у процесі навчання та/або професійної діяльності на рівні новітніх досягнень, які є основою для оригінального мислення та інноваційної діяльності, зокрема в контексті дослідницької роботи.

ФК2. Здатність оптимально визначити матеріальні засоби, необхідні для проведення наукового дослідження або науково-технічної розробки (матеріали, апаратура, обладнання, обчислювальна техніка та інше).

ФК3. Здатність аналізувати отримані результати, презентувати їх фахівцям у даній галузі, оформлювати наукові статті та науково-технічні звіти.

ФК7. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, критичного осмислення проблем у професійній діяльності та на межі предметних галузей.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.	Знати: 1.1. основні класи супрамолекулярних сполук та матеріалів.	Лекції	Контрольні роботи	20%
	1.2. принципи приготування та використання супрамолекулярних сполук та матеріалів в хімічних лабораторіях та на виробництві.	Лекції	Контрольні роботи	20%
2.	Вміти: 2.1. розпізнавати типи міжмолекулярних взаємодій в супрамолекулярних продуктах та матеріалах.	Лабораторні заняття, Самостійна робота	Контрольні роботи	15%
	2.2. розв'язувати задачі із супрамолекулярного дизайну, ідентифікації та планування синтезу супрамолекулярних сполук та матеріалів.	Практичні заняття, Самостійна робота	Контрольні роботи	15%
3.	Комунікація: 3.1. давати обґрунтовані відповіді на питання викладача; отримати навички правильно формулювати свою думку, позицію та висновки.	Лекції, Лабораторні заняття	Контрольна робота	20%
4.	Автономність та Відповідальність: 4.1. самостійно працювати з матеріалами лекцій, навчально-методичною та науковою літературою, здійснювати пошук науково-технічної інформації, самостійно аналізувати пройдений матеріал, використовуючи всі перераховані вище джерела.	Самостійна робота	Контрольна робота	10%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	Програмні результати навчання					
	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	4.1
ПРН1. Володіти поглибленим рівнем знань у прикладній фізиці, наноматеріалознавстві, високих технологіях та споріднених областях, включаючи методики проведення експериментів і технології отримання наноматеріалів, рівень цих знань повинен бути достатнім для проведення наукових досліджень на рівні останніх світових досягнень і направленим на їх розширення та поглиблення.	+	+	+	+		+
ПРН2. Використовувати знання в галузі прикладної фізики, математики, електроніки та інформаційних технологій для виконання наукових досліджень та розв'язання виробничих задач.			+	+	+	+
ПРН3. Знаходити та аналізувати наукову та науково-технічну інформацію в галузі прикладної фізики та наноматеріалів із вітчизняних та зарубіжних			+	+	+	+
ПРН4. Виконувати аналіз спеціальної літератури, формулювати постановку наукової або науково-технічної задачі, обирати методи та методики, складати програми наукових досліджень та науково-технічних розробок у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.					+	+
ПРН5. Обговорювати та знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних та виробничих проектів.			+	+	+	+
ПРН6. Встановлювати та аргументувати нові залежності між параметрами та характеристиками фізичних систем.			+	+	+	+
ПРН7. Ефективно працювати як індивідуально, так і в складі команди, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт у галузі прикладної фізики та наноматеріалів.	+	+			+	+

ПРН8. Коректно формулювати професійні висновки, апробувати їх та доносити до аудиторії різного фахового рівня, використовуючи сучасні методики наукової та технічної комунікації українською та іноземними мовами.					+	+
ПРН9. Визначати напрямки перспективних досліджень з урахуванням світових тенденцій розвитку науки, техніки й технологій.	+	+			+	+
ПРН10. Складати описи виконаних досліджень і проєктів, що розробляються, обробки, аналізу та інтерпретації результатів досліджень, підготовки даних для складання звітів і презентацій, написання доповідей, статей та іншої науково-технічної документації.					+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольна робота 1 – РН 2. – 9 балів
2. Модульна контрольна робота 1 – РН 1. – 12 балів
2. Контрольна робота 2 – РН 2. – 9 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1. – 12 балів
3. Контрольна робота 3 – РН 3. – 12 балів
4. Домашня контрольна робота. – РН 4. – 6 балів

- підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Формою проведення іспиту є тестова контрольна робота та співбесіда на основі неї. Результатами навчання, які оцінюються в тестовій контрольній роботі, є РН 1. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом, становить 40 балів.

- умови допуску до підсумкового іспиту:

Студент допускається до іспиту за умови виконання всіх передбачених планом практичних робіт. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше, ніж 36 балів.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи проводяться після завершення лекцій з відповідних розділів. Проміжне тестування проводиться упродовж лекційного курсу. Оцінювання роботи студента з рішення задач проводиться на практичних заняттях у формі контрольної роботи.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій та лабораторних занять

№ п/п	Номер і назва теми*	Кількість годин		
		лекції	лабораторні заняття	самостійна робота
1	Тема 1. Вступ до курсу «Супрамолекулярна хімія». Визначення терміну «Супрамолекулярна хімія». Особливі риси супрамолекулярних аддуктів: кооперативне зв'язування, самоасоціація, розпізнавання, селективність. Завдання супрамолекулярної хімії. Умови утворення супрамолекулярних аддуктів. Основні види взаємодій в хімії. Кладрати. Інтеркалати. Термодинаміка процесів супрамолекулярної асоціації. Попередня організація та енергія приготування. Типи супрамолекулярних комплексів.	2		
	Самостійна робота. Базові поняття супрамолекулярної хімії.			
2	Тема 2. Краун-етери та структурно подібні сполуки. Краун-етери, типи та номенклатура. Синтез та комплекси. Практичне застосування. Поданти. Аза-краун-етери, їх синтез. Тіа- та селе-	2		

	на-краун-етери, особливості їх застосування. Хіральні краун-етери. Криптанди, сферанди, їх синтез та застосування.			
	<i>Лабораторні заняття 1.</i> Методи синтезу краун-етерів.		4	
	<i>Самостійна робота.</i> Методи синтезу краун-етерів.			6
3	Тема 3. Каліксарени та пілларарени. Синтез та конформації каліксаренів. Каліксарени: комп-лекси типу «господар-гість». Хімічна модифі-кація каліксаренів по верхньому, нижньому вінцях та по остову. Рецептори для катіонів та аніонів. Каліксарени як елемент ротаксанів та катенанів. Темплатний ефект та утворення капсульних аддуктів. Кавітанди. Спектральна ідентифікація комплексоутворення. Особливості реакційної здатності циклофанів та піллараренів.	2		
	<i>Самостійна робота.</i> Методи синтезу та модифікації каліксаренів, кавітандів та піллараренів.			6
4	Тема 4. Циклодекстрини. Отримання. Особли-вості структури та здатності до комплексо-утворення. Хімічні модифікації. Циклодекстрини в ротаксанах та катенанах. Приклади самоорганізації аддуктів з циклодекстринами. Практичне застосування.	2		
	<i>Лабораторні заняття 2.</i> Практичне застосування циклодекстринів катенанів та ротоксанів.		2	
	<i>Самостійна робота.</i> Методи синтезу та модифікації циклодекстринів.			6
5	Тема 5. Кукурбітурили. Синтез, особливості структури та здатності до комплексоутворення в залежності від розміру порожнини. Селективність по відношенню до молекули-гостя. Флуоресцентні рецептори на основі каліксаренів та кукурбітурилів. Комплекси кукурбітурилів з катіонами металів. Спектральна індикація стехіометрії аддуктів: криві Джебса. Визначення кон-стант стійкості аддуктів. Кукурбітурили як засоби доставки лікарських засобів.	2		
	<i>Лабораторні заняття 3.</i> Практичне застосування кукурбітурилів.		2	
	<i>Самостійна робота.</i> методи синтезу та модифікації кукурбітурилів.			6
6	Тема 6. Ротаксани, псевдоротаксани та катенани. Молекулярні пристрої та машини. Методи отримання: стабілізація проміжних псевдоротаксанів за рахунок водне-вого зв'язування, катіон, π - та π , π -взаємодій, комплексоутворення з катіонами металів. Засто-сування ротаксанів та катенанів: молекулярні м'язи, машини, керовані логічні елементи тощо. Молекулярна антена та перетворювач енергії. Молекулярні «шестерні», «колеса», «мотори», «шатли», «машини». Типи зовнішнього впливу: хімічний, електрохімічний, фотохімічний, сольватаційний.	2		
	<i>Лабораторні заняття 4.</i> Методи синтезу ротаксанів, псевдоротаксанів та катенанів.		2	
	<i>Самостійна робота.</i> Підготовка презентації про молекулярну машину для практичних занять.			6
7	Тема 7. Алотропні форми атома карбону. Фулерени, їх типи. Синтез та фізичні властивості фулеренів, їх хімічна функціоналізація. Струк-тури типу onion («цибуля») та rearods («стручок гороху»). Застосування фулеренів. Рецептори для фулеренів. Полімери на основі фулеренів. Застосування електронної мікроскопії для дослі-дження супрамолекулярних структур. Нанотрубки, типи нанотрубок, їх хімічна	2		

	функціоналізація. Гібриди нанотрубок з фулеренами. Графен, отримання графену із графіту. Ковалентна та нековалентна функціоналізація графену. Взаємозв'язок між алотропними формами карбону.			
	<i>Самостійна робота.</i> Нанотрубки, фуллерени, графени – властивості і застосування.			6
8	<i>Тема 8. Дендримери.</i> Стратегії синтезу дендримерів. Полімери на основі дендримерів. Дендри-мери як молекули-гості. Дендримери на основі катіонів металів та кремнію. Хіральні дендримери. Флуоресцентні дендримери, принцип «енергетичної лійки». Застосування дендримерів.	2		
	<i>Самостійна робота.</i> Методи синтезу дендримерів.			6
9	<i>Тема 9. Металоорганічні комірки, каркаси та супрамолекулярний каталіз.</i> Ідея штучного ензиму. Каталіз за рахунок координації субстратів в порожнинах органічних молекул. Енантіоселективний каталіз: фотоконтроль, вплив природи розчинника, рН. Неорганічний каталіз: керована структура каталізатора, молекулярні реактори. Самоорганізація структури каталізатора. Хіральні металоцикли для асиметричного каталізу. Метал-органічні каркаси (MOF): основні принципи побудови, властивості та застосування.	2		
	<i>Самостійна робота.</i> Розв'язування задач з розпізнавання типів міжмолекулярних взаємодій та підбору оптимальних пар мішень-субстрат.			6
10	<i>Тема 10. Ван-дер-Ваальсові взаємодії.</i> Сили Лондона, Дебая та Кесома. Дисперсійні взаємодії проти стеричного відштовхування. π , π -Взаємодії. Амфифільні молекули - поверхнево активні речовини. Міцели, ліпосоми, подвійний шар. Міжмолекулярні взаємодії в біології: самоорганізація, розпізнавання, каталіз.	2		
	<i>Самостійна робота.</i> Міжмолекулярні взаємодії			6

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекції – 20 год.

Лабораторні – 10 год.

Самостійна робота - 60 год.

9. Рекомендовані літературні джерела:

Основна:

- [1] J. W. Steed, J. L. Atwood Supramolecular Chemistry, Wiley-VCH; 2nd edition (9 January 2009), ISBN:9780470512333, Online ISBN:9780470740880, DOI:10.1002/9780470740880.
 [2] В. Пивоваренко. Основи супрамолекулярної хімії. Рукопис, частина 1.
 [3] J.-M. Lehn Supramolecular Chemistry: Concepts and Perspectives. Wiley-VCH; 1st edition (June 1, 1995), ISBN:9783527293124; Online ISBN:9783527607433; DOI:10.1002/3527607439.

Додаткова:

- [4] J. W. Steed, J. L. Etwood. Supramolecular Chemistry, 3-rd edition. Wiley, 2022.
 [5] J. W. Steed, D. R. Turner, K. J. Wallace, Core Concepts in Supramolecular Chemistry and Nanochemistry. Wiley, 2007.
 [6] P. J. Cragg. A Practical Guide to Supramolecular Chemistry. Wiley, 2005.