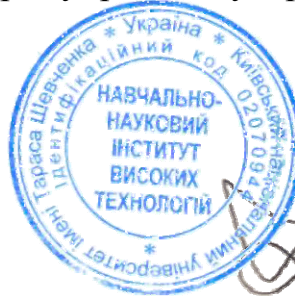


**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Навчально-науковий
Інститут високих технологій

Кафедра супрамолекулярної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора
з науково-педагогічної роботи
Галина ГРАБЧУК
«24» травня 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ХІМІЯ ПОЛІМЕРІВ
для студентів**

| | | |
|------------------|-----|--------------------------------------|
| галузь знань | 10 | « <u>Природничі науки</u> » |
| спеціальність | 102 | « <u>Хімія</u> » |
| освітній рівень | | <u>Бакалавр</u> |
| освітня програма | | « <u>Високі технології (Хімія)</u> » |
| вид дисципліни | | <u>обов'язкова</u> |

| | |
|--|--------------|
| Форма навчання | <u>денна</u> |
| Навчальний рік | 2022/2023 |
| Семестр | 6 |
| Кількість кредитів ECTS | 3 |
| Мова викладання, навчання та оцінювання | українська |
| Форма заключного контролю | іспит |

Викладач: Булавко Г.В.

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


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

КИЇВ – 2022

Розробник: Булавко Геннадій Володимирович, к.х.н., доцент кафедри супрамолекулярної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Завідувач кафедри супрамолекулярної хімії


Сергій РЯБУХІН
(підпис)

Протокол № 5 від «11» травня 2022р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол № 4 від «13» травня 2022 року

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

Наталя РУСІНЧУК
(прізвище та ініціали)

1. Мета дисципліни – Метою викладання дисципліни є вивчення основ хімії високомолекулярних сполук, методів синтезу полімерів, особливостей їх фізико-хімічних властивостей; вивчення механізмів полімеризаційних процесів і розгляд основних сфер їх застосування.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

В результаті вивчення попередніх навчальних дисциплін у студента мають бути достатні знання з органічної та фізичної хімії, вміння писати структурні формули органічних сполук, знання хімічних властивостей основних класів органічних сполук, знання основних законів хімічної кінетики.

3. Анотація навчальної дисципліни:

дисципліна «Хімія полімерів» складається із *двох* змістовних частин. Питання що розглядаються, включають в себе наступні аспекти: високомолекулярні сполуки як приклад переходу кількісних змін в якісні, основні класи полімерів, поняття молекулярної маси полімерів, класифікація полімерів за їх хімічною будовою, основні способи синтезу полімерів, полімеризація за радикальним механізмом, радикальна кополімеризація, поліконденсація та поліконденсаційні полімери, аніонна та катіонна полімеризація, кінетика аніонної та катіонної полімеризації, хімічні реакції полімерів, координаційно-іонна полімеризація, синтез та властивості супряжених полімерів.

4. Завдання (навчальні цілі):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. ЗК 8. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій для обробки хімічних даних.

ФК12. Розуміння ключових концепцій, принципів і теорій, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.

ФК13. Здатність застосовувати нестандартні методи та рішення для вирішення прикладної та наукової проблеми області хімії.

ФК14. Здатність розуміти взаємозв'язок «Хімічна речовина» - «Біологічна роль».

ФК15. Здатність прогнозувати появу біологічної активності хімічної сполуки.

ФК18. Здатність прогнозувати можливості застосування речовин/методів/підходів/рішень у сучасних нанотехнологіях.

ФК19. Здатність провести ідентифікацію будови нових синтезованих нанорозмірних матеріалів.

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 (за необхідності) | Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни |
|---|--|--|--|--|
| Код | Результат навчання | | | |
| 1.1 | Знати терміни, поняття і визначення, що використовуються в хімії і фізико-хімії полімерів; | Лекція | Модульна контрольна робота, іспит | 30 |
| 1.2 | Знати класифікацію, номенклатуру і основні типи полімерів напівпровідників. | Лекція | | |
| 1.3 | Знати методи, механізми і способи синтезу найбільш поширених полімерів; вплив термодинамічних і кінетичних факторів на процеси формування полімерних макромолекул; | Лекція | Модульна контрольна робота, іспит | 30 |
| 1.4 | основні шляхи і способи хімічних перетворень полімерів; відмінності реакції полімеризації за радикальним, аніонним, катіонним та координаційно-іонним механізмами; особливості електронної будови супряжених полімерів, основні класи супряжених полімерів, методи їх синтезу. | Лекція | | |
| 2.1 | Розраховувати молекулярну масу полімерів, класифікувати полімери за їх хімічною будовою, записувати хімічні формули полімерів; називати полімери за хімічною номенклатурою, записувати хімічні рівняння їх синтезу; | Лабораторна робота | Звіт | 10 |
| 2.2 | записувати постадійні схеми процесів, що відбуваються при радикальній полімеризації, радикальній кополімеризації та поліконденсації; записувати постадійні схеми процесів, що відбуваються при полімеризації за катіонним та аніонним механізмами; | Лабораторна робота | Звіт | 10 |
| 3.1 | прогнозувати реакційну здатність різних мономерів до реакцій полімеризації за радикальним, аніонним та катіонним механізмами. | Лабораторна робота | Звіт | 10 |
| 4.1 | Вміти самостійно працювати з науковою та навчально-методичною літературою, здійснювати пошук та узагальнювати науково-технічну інформацію. | Самостійна робота | Підготовка доповіді | 10 |

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

| Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва) | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 4.1 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ПРН1. Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії. | + | | + | + | | | + | + |
| ПРН3. Описувати хімічні дані у символічному вигляді | | + | | + | + | + | | + |
| ПРН18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії. | | + | + | | + | | + | |
| ПРН19. Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи. | + | + | | + | | | | |
| ПРН21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури. | | | + | | | | | |
| ПРН26. Розуміти зміну/появу біологічної функції при перебігу біохімічних перетворень. | | | | | + | + | | |

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 1.1; 1.2. – 10 балів/ 5 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1.3; 1.4 – 10 балів/ 5 балів
3. Лабораторні заняття – РН 2.1; 2.2; 3.1 – 30 балів/15 балів
4. Оцінювання презентації РН 4.1 – 10 балів/ 5 балів

- підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Підсумкова оцінка з освітнього компоненту в цілому: підсумковою формою контролю за яким встановлено іспит визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час іспиту.

Формою проведення іспиту є контрольна робота. Результатами навчання, які оцінюються в контрольній роботі, є РН 1.1-1.4. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом, становить 40 балів за 100 бальною шкалою. Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

- умови допуску до підсумкового іспиту:

Обов'язковим для іспиту є успішне написання 2 модульних контрольних робіт, презентації (по кожній не менше 50% правильних відповідей), відпрацювання всіх передбачених планом лабораторних занять. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

7.2 Організація оцінювання:

Модульні контрольні роботи 1 і 2 проводяться після завершення лекцій з розділів 1 і 2, відповідно. Презентація заслуховується і оцінюється на останньому лабораторному занятті.

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 практичних занять

| № п/п | Номер і назва теми* | Кількість годин | | |
|-----------------|---|-----------------|---------------------|-------------------|
| | | лекції | лабораторні заняття | Самостійна робота |
| Розділ 1 | | | | |
| 1 | Тема 1. Вступ до хімії полімерів. Спільне і відмінне у поняттях «полімер» і «високомолекулярна сполука». Від полімеру Берцеліуса до макромолекули Штаудінгера. Будова полімерів. Способи синтезу полімерів. Класифікація та номенклатура полімерів. Молекулярна маса, молекулярно-масовий розподіл та ступінь полімеризації полімерів. | 2 | 0 | 4 |
| | Тема 2. Радикальна полімеризація. Характеристика вільних радикалів. Генерація радикалів - ініціювання полімеризації. Термічне ініціювання за відсутності ініціатора. Термічне ініціювання у присутності ініціаторів. Ініціювання у присутності окисно-відновних систем. Фотоініціювання. Ініціювання з перенесенням електрону. Реакції росту та обривання матеріального і кінетичного ланцюга макромолекул. Реакції обривання при радикальній полімеризації. Реакції передачі ланцюга макрорадикалом. Кінетика радикальної полімеризації. Способи дослідження кінетики радикальної полімеризації. Радикальна | 4 | 3 | 6 |
| | Тема 3. Термодинаміка полімеризації. Способи проведення полімеризації. Тепло та ентропія полімеризації. Рівновага полімеризація-деполімеризація. Полімеризація у масі. Полімеризація в розчині. Суспензійна полімеризація (бісерна). Емульсійна полімеризація. Полімеризація у газовій фазі. Полімеризація у твердій фазі. | 2 | 2 | 4 |
| | Тема 4. Радикальна кополімеризація. Класифікація кополімерів. Бінарна кополімеризація. Рівняння складу кополімеру. Константи кополімеризації. Ідеальна і альтернатна кополімеризація. Визначення констант кополімеризації методами Майо-Льюїса і Фейнмана-Росса. Q – e схема Алфрея – Прайса. Терполімеризація. Радикальна теломеризація. | 2 | 0 | 4 |
| | Тема 5. Виробництво полімерів радикальною полімеризацією. Поліетилен високого тиску (ПЕВТ). Кополімери етилену з вінілацетатом. Хлорований поліетилен. Полістирол. Будова, властивості і застосування полістиролу. Бутадієн-стирольний каучук. Виробництво АБС-пластиків. Полівінілхлорид (ПВХ). Будова, властивості, виробництво і застосування ПВХ. Фторопласти. Політетрафторетилен (тефлон): будова, властивості, переробка. Поліметилметакрилат (ПММА), виробництво органічного скла. Полівінілацетат та полівініловий спирт. Поліакрилонітрил. Виробництво вуглецевого волокна | 2 | 2 | 4 |
| | МКР 1 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>Тема 6. Поліконденсація. Поліконденсаційний процес синтезу полімерів. Мономери для поліконденсації та їх реакційна здатність. Поліконденсація з утворенням лінійних макромолекул. Кінетика поліконденсації. Рівняння Карозерса. Молекулярно-масовий розподіл у лінійній поліконденсації. Коефіцієнт нееквімольності та його вплив на молекулярну масу поліконденсаційних полімерів. Рівноважна та нерівноважна поліконденсація. Реакції обмеження росту ланцюга при поліконденсації. Тривимірні поліконденсації.</p> | 2 | 2 | 4 |
| <p>Тема 7. Макромолекулярні реакції. Класифікація макромолекулярних реакцій. Полімераналогічні перетворення. Ефект сусіда. Конформаційний ефект. Конфігураційний ефект. Електростатичний ефект. Надмолекулярний ефект. Концентраційний ефект. Внутрішньомолекулярні реакції на прикладі піролізу поліакрилонітрилу. Реакції зшивання (вулканізації). Реакції отвердження епоксидних та фенол-формальдегідних смол. Реакції деполімеризації на прикладі поліметилметакрилату. Термічна деструкція поліметилакрилату. Термоокиснювальна деструкція полімерів. Фотодеструкція полімерів. Стабілізатори полімерів.</p> | 4 | 2 | 4 |
| <p>Тема 8. Іонна полімеризація. Аніонна полімеризація. Відмінності іонної полімеризації від радикальної. Кінетичні особливості іонної полімеризації. Карбаніони. Ініціювання аніонної полімеризації. Дослід Медведєва і Абкіна. Полімеризація на вільних іонах. Дослід Шварца. Аніонна полімеризація полярних і неполярних мономерів. Кінетика аніонної полімеризації. Синтези за допомогою живих полімерів. Аніонна кополімеризація.</p> | 2 | 2 | 4 |
| <p>Тема 9. Катіонна полімеризація. Властивості карбокатионів. Становлення сучасних уявлень про катіонну полімеризацію. Ініціювання і ріст макроланцюгів у катіонній полімеризації. Катіонна полімеризація простих вінілових ефірів. Стереорегулярні полівінілові ефіри. Катіонна полімеризація вінілових мономерів. Іонна полімеризація гетероциклічних мономерів. Полімеризація циклічних ефірів та ацеталів. Полімеризація етиленіміну. Полімеризація лактонів і лактамів. Полімеризація циклічних силосанів.</p> | 2 | 2 | 4 |
| <p>Тема 10. Координаційно-іонна полімеризація. Каталізатори Циглера-Натта. Механізм координаційно-іонної полімеризації. Кінетика координаційно-іонної полімеризації. Кінетика полімеризації у присутності гомогенних систем. Полімеризація циклоалкенів. Полімеризація полярних мономерів у присутності каталізаторів Циглера-Натта. Полімеризація під впливом π-алільних комплексів перехідних металів.</p> | 2 | 0 | 4 |

| | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|
| <p>Тема 11. Супряжені полімери. Супряжені полімери як представники органічних напівпровідників. Провідність р- і n-типу. Поліацетилен, поліанілін, політіофен. «Синтетичні метали», історія їх відкриття. Особливості електронної будови супряжених полімерів і механізми виникнення провідності. Полі-<i>пара</i>-феніленвінілен (PPV) та його розчинні похідні: МЕН-PPV, МДМО-PPV, CN-PPV. Застосування супряжених полімерів у органічній електроніці на прикладі органічної фотовольтаїки. Полі-3-<i>н</i>-гексилтіофен (РЗНТ) та його застосування. Поняття про вузькозонні полімери. Донорно-акцепторні кополімери та методи їх синтезу. Електронні спектри поглинання супряжених полімерів.</p> | 2 | 0 | 3 |
| МКР 2 | 2 | 0 | 0 |
| ВСЬОГО | 30 | 15 | 45 |

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Лабораторні заняття – **15 год.**

Самостійна робота – **45 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основна: (Базова)

1. Ю.П. Гетьманчук, М.М. Братичак – Хімія та технологія полімерів – Львів: Бескид Біт – 2006. – 496 с.
2. В.В. Нижник, Т.Ю. Нижник – Фізична хімія полімерів – Київ: Фітосоціоцентр, 2009 – 424 с.

Додаткова:

1. Г.В. Булавко, О.О. Іщенко – Органічні фотовольтаїчні структури – Київ: Наукова думка: – 2022 – 225 с. ISBN 978-966-00-1839-6 DOI: 10.15407/978-966-00-1839-6