

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Хімічний факультет

Кафедра хімії високомолекулярних сполук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»



Заступник декана  
з навчальної роботи  
Наталія УСЕНКО

30 » 06 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВИБРАНІ РОЗДІЛИ ПОЛІМЕРНОЇ ХІМІЇ

для здобувачів освіти

галузі знань **10 Природничі науки**  
спеціальність **102 Хімія**  
освітній рівень **бакалавр**  
освітня програма **Хімія**  
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	3,0
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма контролю	іспит

Викладач (лектор): доцент Студзинський Сергій Леонідович


Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н. р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

КИЇВ – 2022

Розробник: Студзинський Сергій Леонідович, доцент, д.х.н., кафедра хімії високомолекулярних сполук

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри хімії високомолекулярних сполук

 Ірина САВЧЕНКО

Протокол № 17 від «1» червня 2022 р.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 7 від «29» червня 2022 року

Голова науково-методичної комісії  Олександр ПОЇК

« 30 » червня 2022 року

**1. Мета дисципліни** – надати студентам уявлення про особливості хімічних реакцій полімерів у порівнянні з аналогічними реакціями низькомолекулярних сполук та вивчити особливості хімічної фізики елементарних фізико-хімічних процесів в полімерах.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

Студенти повинні володіти базовими знаннями, отриманими під час вивчення нормативних курсів «Фізична хімія», «Органічна хімія» та «Хімія високомолекулярних сполук»; знати основні поняття фотохімії та фізичних методів дослідження та ідентифікації структури сполук.

**3. Анотація навчальної дисципліни:** Передбачається вивчення особливостей протікання елементарних фізико-хімічних процесів різного типу в конденсованих полімерних середовищах. Класифікація режимів протікання фізико-хімічних процесів в твердих полімерах; протікання фізико-хімічних процесів в полімерах в умовах повної та часткової кінетичної нееквівалентності реагуючих частинок; спектр реакційної здатності та явище спектральної дифузії. Елементи хімічної фізики елементарних фізико-хімічних процесів за участю активних центрів різної природи в полімерах: механізми елементарних процесів за участю активних центрів в полімерах; спінова хімія елементарних фізико-хімічних процесів за участю парамагнітних активних центрів в полімерах; фотогенерація і елементарна динаміка заряду в полімерах. Елементи механохімії полімерів: механізми та кінетика механохімічних реакцій; механохімія деформації та руйнування полімерів; механохімічний синтез; фізичні явища, що супроводжують механохімічні процеси в полімерах – механоемісія, механохромізм органічних, зокрема полімерних сполук.

**4. Завдання (навчальні цілі):** Ознайомити студентів з основними сучасними уявленнями хімічної фізики елементарних фізико-хімічних процесів в полімерах, а також з деякими методам реєстрації та встановлення будови реакційно-здатних інтермедіатів цих процесів. Ознайомити студентів із сучасними шляхами застосування деяких характерних фізико-хімічних процесів, що відбуваються в полімерних системах, а також з сучасними застосуваннями високофункціональних полімерних матеріалів, в яких використовуються такі процеси.

Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 102 – «Хімія») навчальна дисципліна спрямована на досягнення наступних загальних та спеціальних (фахових) компетентностей: ЗК2, ЗК4, ЗК5, ЗК9 та СК4, СК5, СК8, СК9.

**5. Результати навчання за дисципліною:**

Код	Результат навчання (1 – знати; 2 – вміти; 3 – комунікація)	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
<b>1. Знання</b>				
1.1	Знати та розуміти основні кінетичні особливості протікання фізико-хімічних процесів в полімерних середовищах.	лекції, самостійне опрацювання рекомендованої літератури. самостійні.	Контрольна робота; усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	15

1.2	Знати та розуміти основні уявлення про природу активних центрів різного типу та механізми їх утворення і механізми елементарних процесів за їх участю в полімерах.	лекції, самостійне опрацювання рекомендованої літератури. самостійні.	Контрольна робота; усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	10
1.3	Знати базові теоретичні уявлення про спінову хімію елементарних фізико-хімічних процесів за участю парамагнітних активних центрів в полімерах та процеси фотогенерації, транспорту і елементарну, зокрема спінову динаміку нерівноважних носіїв заряду і зарядових пар в полімерах, квантові ефекти в радикальних парах, вплив зовнішніх та локальних магнітних полів на хімічні реакції в полімерах, механізми та динаміку інтеркомбінаційних переходів в гемінальних радикальних та йон-радикальних зарядових парах, зокрема, каталіз таких переходів змінними магнітними полями та явище спінового каталізу.	лекції, самостійне опрацювання рекомендованої літератури. самостійні.	Контрольна робота; усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	10
1.4	Знати та розуміти основні уявлення про природу механохімічних перетворень та фізичні явища, що супроводжують механохімічні процеси в полімерах, а також механізми та кінетику типових механохімічних перетворень та механофізичних процесів в полімерах (механодеструкція та руйнування полімерів, механохімічна полімеризація (де полімеризація) та поліконденсація; механоемісія, механічно індуквані фазові перетворення, механохромізм)	лекції, самостійне опрацювання рекомендованої літератури. самостійні.	Контрольна робота; усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	15
<b>2. Уміння</b>				

<b>2.1</b>	Знайти у першоджерелах інформацію про кінетичні характеристики певних елементарних фізико-хімічних процесів в полімерних конденсованих системах та фізичні і хімічні властивості «активних центрів» цих процесів;	Практичні та самостійні роботи	Захист практичних робіт, перевірка завдань самостійної роботи.	15
<b>2.2</b>	Уміти використовувати набуті знання для кінетичних розрахунків, моделювання фізико-хімічних процесів в полімерних середовищах, обробки експериментальних даних.	Практичні та самостійні роботи	Захист практичних робіт, перевірка завдань самостійної роботи.	15
<b>3. Комунікація</b>				
<b>3.1</b>	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі полімерної фізико-хімії та хімічної фізики	Практичні та самостійні роботи.	Захист практичних робіт, перевірка завдань самостійної роботи.	10
<b>3.2</b>	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	Практичні та самостійні роботи	Захист практичних робіт, перевірка завдань самостійної роботи.	10

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1	1	1	1	2	2	3	3
	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Програмні результати навчання</b>	1	2	3	4	1	2	1	2
P.04. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.	+	+	+	+				
P.05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.	+	+	+	+				
P.07. Застосовувати основні принципи квантової механіки для опису будови атома, молекул та хімічного зв'язку.					+	+	+	+
P.11. Описувати властивості аліфатичних, ароматичних, гетероциклічних та органометалічних сполук, пояснювати природу та поведінку функціональних груп в органічних молекулах.	+	+	+	+				
P.14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.					+	+	+	+
P21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.					+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **60 балів /36 балів**, а саме:

1. Контрольна робота №1: РН 1.1, РН 1.2– **10/6 балів**.
2. Контрольна робота №2: РН 1.3, РН 1.4– **10/6 балів**.
3. Усна доповідь з презентацією: РН 1.1-1.4 – **5 балів /3 бали**
4. Практичні роботи № 1–6: РН 2.1-2.2, РН 3.1-3.2– **15/9 балів**.
5. Самостійна робота: РН 1.1-1.4, РН 2.1-2.2, РН 3.1-3.2 – **15/9 балів**.
6. Реферат: РН 1.1-1.4– **5 балів /3 бали**

#### Підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом: **40 балів /24 бали**.

Результати навчання які будуть оцінюватись: РН 1.1-1.3, РН 2.1—2.3, РН 3.1-3.2, РН 4.1-4.2

Форма проведення: письмова робота.

Види завдань: три теоретичних питання на 40 балів.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою, за 24 бали.

**здобувач освіти допускається до іспиту**, якщо протягом семестру він: набрав не менше, ніж **36 балів** та виконав і вчасно здав всі практичні роботи.

### **7.2. Організація оцінювання:**

Терміни проведення оцінювання:

Контрольна робота №1: не раніше **5 тижня** семестру;

Контрольна робота №2: не раніше **8 тижня** семестру;

Практичні роботи № 1-3: виконується до **6 тижня** семестру;

Практичні роботи № 4-6: виконується впродовж **7–8 тижня** семестру;

Усна доповідь з презентацією та написання реферату виконується протягом семестру, але не пізніше, як за **2 тижні** до закінчення семестру;

Персональні завдання для написання реферату та усної доповіді з презентацією здобувачі освіти отримують не пізніше, як за **8 тижнів** до закінчення семестру;

Оцінювання самостійної роботи: впродовж семестру.

### **7.3. Шкала відповідності оцінок**

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень / Marks
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100
<b>Добре</b> / Good	75-89
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59

**8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.**  
**тематичний план лекцій, практичних занять та самостійних робіт**

№	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	практичні	самостійні роботи
<i>Специфіка протікання фізико-хімічних процесів в полімерних середовищах.</i>				
1	<b>Тема 1.</b> Особливості протікання фізико-хімічних процесів у конденсованому стані, зокрема у полімерних середовищах. Вплив рухливості середовища на протікання хімічних реакцій та фізичних процесів в полімерах.	2		4
2	<b>Тема 2</b> Класифікація режимів протікання фізико-хімічних процесів в твердих полімерах. Характеристичні масштаби часу фізико-хімічних процесів. Особливості протікання бімолекулярних процесів в комірці полімеру.	2		4
3	<b>Тема 3</b> Протікання фізико-хімічних процесів в полімерах в умовах повної кінетичної нееквівалентності реагуючих частинок. Елементи дисперсійної кінетики. Конкретні приклади процесів, протікання яких носить дисперсійний характер (в кінетичному, мікро- та макродифузійному режимах). Приклади аналізу дисперсійної кінетики – загальна схема та аналіз конкретних систем.	2	4	4
4	<b>Тема 4</b> Протікання фізико-хімічних процесів в полімерах в умовах часткової кінетичної нееквівалентності реагуючих частинок. Невідворотні реакції. Прояви кінетичної неоднорідності у процесах радикальної полімеризації.	2		4
5	<b>Тема 5</b> Спектр реакційної здатності та явище спектральної дифузії. Характерні приклади процесів спектральної дифузії в полімерних системах. Механізми спектральної дифузії. Кінетична характеристика спектральної дифузії в реальних полімерних системах.	2	4	10
<i>Елементи хімічної фізики елементарних фізико-хімічних процесів за участю активних центрів різної природи в полімерах.</i>				
6	<b>Тема 6.</b> Механізми елементарних процесів за участю активних центрів різної природи в полімерах. Хімічна фізика елементарних реакцій в полімерах. Активні центри та їх міграція в полімерних системах. Радикали, йони, йон-радикали та їх пари в твердих полімерах. Процеси народження, рекомбінації та транспорту. Активні центри молекулярного руйнування полімерів. Механізми міграції активних центрів в полімерах. Елементарна динаміка та механізми реакцій радикальних та йон-радикальних пар в комірці полімеру. Застосування люмінесцентних та парамагнітних зондів, а також спінових пасток для дослідження динаміки елементарних фізико-хімічних процесів в полімерах.	4		2



7	<p><b>Тема 7</b> Спінова хімія елементарних фізико-хімічних процесів за участю парамагнітних активних центрів в полімерах. Фотогенерація і елементарна динаміка заряду в полімерах. Квантові ефекти в радикальних парах. Вплив зовнішніх та локальних магнітних полів на хімічні реакції в полімерах. Механізми та динаміка синглет-триплетних переходів в гемінальних радикальних та йон-радикальних парах. Каталіз інтеркомбінаційних переходів в гемінальних парах змінними магнітними полями. Спінова статистика. Явище спінового каталізу. Каталіз триплетними екситонами. Магнітний ізотопний ефект в реакціях радикальних пар. Приклади реалізації в полімерних системах. Фотогенерація, транспорт та елементарна динаміка нерівноважних носіїв заряду і зарядових пар в полімерах.</p>	2	2	4
<i>Елементи механохімії полімерів.</i>				
8	<p><b>Тема 8.</b> Вступ до механохімії. Загальні відомості про механохімію. Предмет механохімії. Класифікація механохімічних процесів. Основні типи механохімічних перетворень. Механохімічні процеси характерні для полімерних систем. Процеси перетворення пружної енергії в твердих тілах. Деформація міжатомних зв'язків та виникнення коливально-збуджених станів, електронних збуджень, процеси іонізації, розриву та перегрупування міжатомних зв'язків, а також процеси масопереносу в умовах механічного впливу. Області застосування механохімічних процесів.</p>	2		
9	<p><b>Тема 9.</b> Механізми та кінетика механохімічних реакцій. Механізми механохімічних перетворень – рівноважні та нерівноважні процеси. Первинні активні центри в механохімічних реакціях. Динаміка елементарних актів механохімічних перетворень. Процеси розупорядкування структури, структурної релаксації та деформаційна рухливість під час механохімічних перетворень. Особливості кінетики механохімічних перетворень. Формальна кінетика механохімічних реакцій – Реакції в постійних та змінних механічних полях; особливості кінетики реакцій в полідисперсних полімерних системах. Кінетичні особливості механічної деструкції макромолекул. Механізми деяких типових механохімічних перетворень. Основні напрямки хімічних перетворень полімерів в умовах механічного впливу. Елементарні реакції в механохімічних процесах. Механокрекінг.</p>	2		2

10	<b>Тема 10.</b> Механохімія деформації та руйнування полімерів. Багатостадійний ланцюговий механізм механохімічних процесів в полімерах. Механохімія деформації полімерів. Локальний характер деформації та руйнування полімерів. Взаємопов'язаність процесів деформації та руйнування полімерів. Кінетичні аспекти механохімічних процесів в полімерах в сталих механічних полях. Хімічна релаксація механічної напруги. Деякі аспекти хемореології полімерних систем. Механохімія руйнування полімерів. Механохімічний механізм руйнування полімерних матеріалів. Процеси механодеструкції та механодеполімеризації та їх механізми.	2	4	2
11	<b>Тема 11.</b> Механохімічний синтез. Механохімічна полімеризація - механохімічна полімеризація кристалічних мономерів; механохімічна полімеризація, ініційована кристалічними неорганічними сполуками; ініціювання механохімічної полімеризації та кополімеризації в умовах відсутності механоініціаторів. Механохімічна блок-кополімеризація та графт-полімеризація. Механохімічна поліконденсація. Механічно активовані полімераналогічні перетворення та фотохімічні процеси. Інші споріднені механохімічні процеси в полімерах. Механохімія полімерів з супрамолекулярними механофорами.	2		3
12	<b>Тема 12</b> Фізичні явища, що супроводжують механохімічні процеси в полімерах. Механоемісія. Фізичні явища, що супроводжують механодеструкцію та руйнування полімерів. Механічно індуквані фазові перетворення. Явища механоемісії. Типи та механізми механоемісійних явищ в полімерах. Механоемісійні явища, як наслідок електронного збудження та іонізації в умовах механічного впливу. Взаємозв'язок механохімічних процесів та механоемісійних явищ.	2		4
13	<b>Тема 13</b> Механохромізм органічних, зокрема полімерних сполук та споріднені явища. Типи та механізми механохромних явищ. Явище п'єзохромізму. Механохромізм, як наслідок механічно індукованих структурних фазових переходів. Механічно індуквана люмінесценція та її механізми. Полімерні механофлуорохромні матеріали - матеріали, механофлуорохромізм яких обумовлений хімічними реакціями полімеру-механофору та матеріали, механофлуорохромізм яких обумовлений змінами упаковки макромолекул. Механофлуорохромні полімерні композити.	2		4
	<b>Усього</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>47</b>

Загальний обсяг **90 год.** в тому числі:

Лекцій – **28 год.**

Практичні роботи – **14 год.**

Консультації - 1 год

Самостійні роботи –**47 год.**

## 9. Рекомендовані джерела

### Основні:

1. Davydov E.Ya. Kinetic Peculiarities of Solid Phase Reactions, 1st edition – Wiley, 1998, P. 160. ISBN-13: 978-0471983743, ISBN-10: 9780471983743.
2. Denisov E.T., Sarkisov O.M., Likhtenshtein G.I. Chemical kinetics. Fundamentals and New Developments, Elsevier, Amsterdam, 2003, P. 547. ISBN: 0444509380, 9780444509383.
3. Plonka A. Dispersive kinetics. - Springer-Science+Business Media. 2001, P. 234.
4. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К., Фітосоціоцентр, 2009.-424 с.
5. Ящук В.М. Фотоніка полімерів – К.: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2004.– 145 с.
6. Маслюк А.Ф, Шибанов В.В, Колендо О.Ю., Шахнін Д.Б Фотосенсибілізована полімеризація. Львів: УАД, 2009 . – 396 с.
7. Hisaharu Hayashi - Introduction to Dynamic Spin Chemistry. Magnetic Field Effects on Chemical and Biochemical Reactions. - World Scientific Publishing Company, 2004, P. 268. ISBN: 978-981-238-423-2 <https://doi.org/10.1142/5316>.
8. Давиденко І.І., Давиденко М.О., Іщенко О.О. Спін-залежні ефекти у фотоактивних полімерних композитах. К., ВПЦ “Київський університет”, 2020. - 182 с. ISBN 978-966-933-116-8.
9. Ящук В.М., Кудря В.Ю., Шевченко С.Я., Вретік Л.О. Вступ до фотоніки органічних середовищ. Навчальний посібник для студентів фізичних факультетів вищих навчальних закладів, К., 2010. - 133 с.
10. Pope M., Swenberg H.E. Electronic processes in organic crystals and polymers, Second Edition. - Oxford University Press, 1999, P. 1328.
11. Jean Y.C., Mallon P.E., Schrader D.M. Principles and Applications of Positron and Positronium Chemistry - World Scientific, 2003, P. 424. ISBN: 978-9812381446; Ole Erik Mogensen - Positron Annihilation in Chemistry – Springer, 1995, P. 277. ISBN: 978-3642851254.
12. Boulatov R. (Ed.) - Polymer Mechanochemistry - Springer International Publishing, 2015, P. 429.
13. Todres Z.V. Organic Mechanochemistry and Its Practical Applications [1 ed.] - CRC Press, 2006, P. 176.
14. Oprea C., Dan F. Macromolecular Mechanochemistry: Polymer Mechanochemistry. Volume One, Part 1. - Cambridge International Science Publishing, 2003, P. 495; Oprea C., Dan F. Macromolecular Mechanochemistry: Polymer Mechanochemistry. Volume One, Part 2 - Cambridge International Science Publishing, 2007, P. 456.
15. Ali S. Argon - The Physics of Deformation and Fracture of Polymers – USA, Cambridge University Press 2014, P. 532. ISBN 9780521821841.
16. Jiarui Xu, Zhenguo Chi (Eds.) - Mechanochromic fluorescent materials: phenomena, materials and applications - Royal Society Of Chemistry, 2014, P. 284.

### Додаткові:

1. Margolin A.L. Polychronous kinetics with diffusion over the reaction state spectrum // Kinetics and Catalysis, Volume 49, Issue 2, 2008, pp. 161–166.
2. Buchachenko A.L., Berdinsky V.L. Spin Catalysis of Chemical Reactions // J. Phys. Chem., 1996, 100, 18292-18299.
3. Qin Peter Z., Warncke Kurt - Electron paramagnetic resonance investigations of biological systems by using spin labels, spin probes, and intrinsic metal ions. Part A, Part B - Academic Press, 2015, P. 684 (Part A, ISBN: 978-0-12-802834-6), 613 (Part B, ISBN: 978-0-12-802835-3).
4. Hedvig P. Experimental Quantum Chemistry - Academic Press, 2013, P. 534. ISBN: 978-0124143623.

5. Salikhov K.M. Magnetic Isotope Effect in Radical Reactions. An Introduction - Springer Science & Business Media, 2012, P. 147. ISBN: 3709165695, 9783709165690.
6. Hager M.D., van der Zwaag S., Schubert U.S. (eds.) - Self-healing Materials – Springer, 2016, P. 413. ISBN: 978-3-319-32778-5.
7. Bronya Tsoi - The Statistical Nature of Strength and Lifetime in Polymer Films and Fibers (New Concepts in Polymer Science) – London, CRC Press, 2004, P. 498. ISBN: 9780429088285.
8. Kuksenko V.S., Tamuzs V.P. Fracture micromechanics of polymer materials - Springer-Science+Business Media, B.V., 1981, P. 311. DOI 10.1007/978-94-017-1597-3.