

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет
Кафедра хімії високомолекулярних сполук

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи



Наталія Усенко
Наталія УСЕНКО

« 30 » 06 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

РЕЛАКСАЦІЙНІ ЯВИЩА В ПОЛІМЕРАХ
для здобувачів освіти

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	102 Хімія
освітній рівень	магістр
освітня програма	Хімія
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	II
Кількість кредитів ECTS	4,0
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач (лектор): **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. _____

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри хімії
високомолекулярних сполук

І. Савченко 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 О. Рой Олександр РОЇК

« 30 » червня 2022 року

1. Мета дисципліни - ознайомлення студентів із особливостями процесів релаксації в полімерах, особлива увага приділяється освоєнню основних методів дослідження релаксаційних явищ у полімерах методами механічної, електричної, магнітної, теплової (структурної) релаксації.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Знати основні поняття хімії та фізико-хімії високомолекулярних сполук.
2. Уміти визначати основні молекулярні характеристики полімерів.
3. Володіти елементарними навичками встановлення впливу структури полімерів на релаксаційні процеси.
4. Володіти базовими знаннями загальної хімії.

3. Анотація навчальної дисципліни. Основні поняття про будову високомолекулярних сполук та особливості молекулярної структури полімерів. Рівні структурної організації та динамічна структура полімерів. Поняття про процеси релаксації в полімерах, їх особливості та класифікація. Релаксаційні переходи в полімерних системах. Взаємозв'язок молекулярної структури полімерів і релаксаційних процесів у них. Особливості процесів релаксації в полімерах в різних фазових та фізичних станах. Основні методи дослідження релаксаційних явищ у полімерах, методи механічної, електричної, магнітної та теплової (структурної) релаксації.

4. Завдання: розвиток теоретичних уявлень студентів про будову полімерів.

Надати студентам уявлення про релаксаційний характер процесів, які відбуваються у високомолекулярних сполуках при впливі на них механічного, електричного, магнітного та теплового поля. Сформувані у студентів єдиний узагальнюючий погляд на релаксаційні процеси різної природи в полімерах. Розкрити зв'язок характеру релаксаційних процесів в полімері з його молекулярною будовою та фізичною і динамічною структурою. Ознайомити студентів з основними принципами, що лежать в основі методів експериментального дослідження релаксаційних процесів різного типу в полімерних системах. Навчити студентів визначати кінетичні параметри релаксаційних процесів різної природи з даних релаксаційної спектроскопії.

Навчальна дисципліна спрямована на досягнення наступних загальних та спеціальних (фахових) компетентностей: ЗК1, ЗК2, ЗК8, ЗК14 та ФК1, ФК2, ФК6, ФК8, ФК9.

5. Результати навчання за дисципліною:

Код	Результат навчання	Форми викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1. Знання				
1.1	Знати місце високомолекулярних сполук в системі хімічних наук	Лекція, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота; усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	5

1.2	Знати класифікацію структури високомолекулярних сполук та особливості будови полімерних молекул.	Лекція, практичні роботи, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота; усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату, підсумковий контроль.	10
1.3	Знати методи дослідження релаксаційних властивостей полімерних систем.	Лекція, практичні роботи, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота; усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату, підсумковий контроль.	25
2. Уміння				
2.1	Знайти у першоджерелах інформацію про методи релаксаційної спектроскопії.	практичні роботи, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Захист практичних робіт; перевірка завдань самостійної роботи, підсумковий контроль.	10
2.2	Знайти можливості дослідження полімерних систем на основі вивчених методів.	практичні роботи, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Захист практичних робіт; перевірка завдань самостійної роботи.	15
2.3	Здійснювати характеристику полімерних систем за допомогою релаксаційних методів.	Лекція, практичні роботи, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота; усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	15

3. Комунікація				
3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації у галузі полімерної хімії.	Лекція, практичні роботи, самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Контрольна робота; усна доповідь з презентацією; перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату, підсумковий контроль.	5
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання та операції у співпраці з іншими виконавцями	самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	Захист практичних робіт; перевірка завдань самостійної роботи.	5
4. Автономність та відповідальність				
4.1	Уміти самостійно фіксувати, інтерпретувати та відтворити результати експерименту	самостійне опрацювання рекомендованої літератури.	перевірка завдань самостійної роботи, оцінювання реферату.	10

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни (РНД) із програмними результатами навчання (ПРН):

ПРН	РНД (код)									
		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1
P1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.		+			+	+		+		
P2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.		+	+	+	+	+				
P9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.		+	+	+	+					

P10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.		+	+			+	+	+	+
P15 Володіння загальною методологією здійснення наукового дослідження	+	+	+	+	+				

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання здобувачів освіти:

Семестрове оцінювання:

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані здобувачем освіти:

80 балів /48 балів, а саме:

1. Контрольна робота №1: РН 1.1- 1.3, РН 2.3, РН 3.1 – **15/9 балів**.
2. Контрольна робота №2: РН 1.1-1.3, РН 2.3, РН 3.1 – **15/9 балів**.
3. Усна доповідь з презентацією РН 1.1- 1.3, РН 2.3, РН 3.1 – **15/9 балів**.
4. Реферат: РН 1.1- 1.3, РН 2.3, РН 3.1, РН 4.1 – **10/6 балів**
5. Практичні роботи № 1–3: РН 2.1-2.3, РН 3.2 – **10/6 балів**.
- 6.Завдання самостійної роботи: РН 1.1-1.3, РН 2.1-2.3, РН 3.1-3.2, РН 4.1- **15/9 балів**

Підсумкове оцінювання (у формі заліку):

Максимальна/мінімальна кількість балів, які можуть бути отримані здобувачем освіти:

20 балів /12 балів.

Результати навчання, які будуть оцінюватись:

РН 1.1-1.3, РН 2.1-2.3, РН 3.1-3.2, РН 4.1

Форма проведення: письмова робота.

Види завдань: два теоретичні завдання по 10 балів.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за залік не може бути меншою, ніж 12 балів.

Здобувач освіти допускається до заліку, якщо протягом семестру він:

набрав не менше, ніж **48 балів**, написав реферат, виконав і вчасно здав завдання самостійної роботи.

7.2. Організація оцінювання:

Терміни проведення оцінювання:

Контрольна робота №1: не раніше **6 тижня** семестру;

Контрольна робота №2: не раніше **9 тижня** семестру;

Практичні роботи: виконуються протягом семестру, але не пізніше, ніж за **2 тижні** до його закінчення.

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

Персональні завдання для написання реферату та усної доповіді з презентацією студенти 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
зараховано	60-100
Не зараховано	0-59

8. Структура навчальної дисципліни.

Тематичний план лекцій, практичних та самостійних робіт

№ п/п	теми	Кількість годин		
		лекції	практичні роботи	самостійні роботи
Природа релаксаційних явищ та процесів в полімерах, їх класифікація, особливості релаксаційних явищ в аморфних та кристалічних полімерах, в кополімерах, полімерних сумішах, зшитих полімерах				
1	Особливості молекулярної структури полімерів. Рівні структурної організації полімерів, динамічна структура полімерної системи та її ієрархічні рівні.	2		
2	Поняття про процеси релаксації в полімерах. Спектр часів релаксації полімерної системи. Взаємозв'язок структури і релаксаційних процесів у полімерах. Фазові, релаксаційні та переходи "поведінки" в полімерних системах.	4		5
3	Релаксаційні переходи в аморфних полімерах.	2		10
4	Особливості процесів релаксації в кристалічних полімерах.	2		
5	Особливості релаксаційних явищ в кополімерах, полімерних сумішах та зшитих полімерах, а також в рідкокристалічних полімерних системах.	2		10
Основні методи дослідження релаксаційних явищ у полімерах, методи механічної, електричної, магнітної та теплової (структурної) релаксації.				
6	Релаксаційна спектроскопія, механічна, електрична, магнітна, тепла (структурна) релаксація в полімерах, хімічна релаксація. Визначення кінетичних, зокрема, активаційних параметрів релаксаційних процесів в полімерних системах з даних релаксаційної спектроскопії.	2		10
7	Вивчення релаксаційних процесів у полімерах методом механічної релаксації	4	4	10

8	Процеси електричної релаксації в полімерах. Діелектричні втрати. Радіаційно-, зокрема оптично-індуковані релаксаційні явища в полімерних системах.	4	4	5
9	Теплофізичні методи дослідження і релаксаційні переходи в полімерах.	4		10
10	Калориметричний метод вивчення основних релаксаційних процесів у полімерах.	2		
11	Вивчення динамічної структури та процесів релаксації в полімерах методами ядерного магнітного та електронного парамагнітного резонансу.	2	2	20
	УСЬОГО	30	10	80

Загальний обсяг 120 год.¹, в тому числі:

Лекцій – 30 год.

Практичні роботи – 10 год.

Самостійні роботи – 80 год.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Нижник В.В., Нижник Т.Ю. Фізична хімія полімерів. К.: Фітосоціоцентр, 2009. 424 с.
2. Bartenev G.M. Relaxation Phenomena in Polymers - John Wiley & Sons, 1974, P. 349.
3. Boyd R.H., Smith G.D. Polymer dynamics and relaxation – CUP, 2007.-255 p.
4. Bower D.I. An Introduction to Polymer Physics – Cambridge University Press, 2002, P. 468. ISBN: 978-0521637213.
5. Gert Strobl - The Physics of Polymers. Concepts for Understanding Their Structures and Behavior - Springer-Verlag, 2007, P. 532. ISBN 978-3-540-25278-8.
6. Sperling L.H. Introduction to physical polymer science, Fourth Edition - Wiley-Interscience, 2006, P. 880. ISBN:9780471706069.
7. Rabek J.F. Experimental methods in polymer chemistry. Physical Principles and Applications – John Wiley & Sons Ltd, 1980, P. 888. ISBN: 9780471276043.
8. Irzhak V.I. Topological structure and relaxation properties of polymers // Rus. Chem. Rev. – 2005, Vol. 74, N 10. – PP. 937-967; Topological structure and relaxation properties of branched polymers. - 2006, Vol. 75, N 10.- PP. 919-934.
9. 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.
10. Malkin A.Ya., Kulichikhin S.G. Rheokinetics: Rheological Transformations in Synthesis and Reactions of Oligomers and Polymers - Wiley-VCH (Verlag), 2008, P. 326. ISBN: 978-3-527-61494-3.
11. Perepechko I. Low-Temperature Properties of Polymers – Pergamon Press, 2013, P. 312. SBN-13: 978-1483125589.

¹ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

12. Godovsky Y.K. Thermophysical Properties of Polymers - Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1992, P. 317. DOI 10.1007/978-3-642-51670-2, ISBN: 978-3-642-51672-6, 978-3-642-51670-2.
13. Reading M., Hourston D.J. Modulated temperature differential scanning calorimetry. Theoretical and practical applications in polymer characterisation – Springer, 2006, P. 344. ISBN-13: 978-1402037498.
14. Vshivkov S.A. Phase Transitions and Structure of Polymer Systems in External Fields - Cambridge Scholars Publishing, 2019, P. 390. ISBN: 978-1-5275-3296-0.
15. Arzhakov M., Riecanaky V.E. Relaxation in physical and mechanical behavior of polymers - Boca Raton, CRC Press, 2019, P. 174.

Додаткові:

1. Kozlov G.V., Yanovskii Y.G. Fractal mechanics of polymers. Chemistry and physics of complex polymeric materials - Apple Academic Press, 2014, P. 384. ISBN 978-1-774-63357-1.
2. Sanditov D.S., Ojovan M.I. Relaxation aspects of the liquid-glass transition // Physics Uspekhi.- 2019.- Vol. 62.-N2.-PP. 111-130.
3. Булавін Л.А., Забашта Ю.Ф., Свечнікова О.С. Застосування теорії релаксаторів для інтерпретації експерименту з дослідження релаксаційних властивостей полімерів // Український фізичний журнал.- 1999. – Том 44.- № 6. - С. 791-796.
4. Tony Blythe, David Bloor - Electrical Properties of Polymers, Second edition - Cambridge University Press, 2005, 2008. P. 496.
5. Tobolsky A.V. Properties and structure of polymers - New York – London, John Wiley&Sons, 1960, P. 331.
6. Vincent J. McBrierty, Kenneth J. Packer - Nuclear Magnetic Resonance in Solid Polymers (Cambridge Solid State Science Series) - Cambridge University Press 2006, P. 372.