

**Волинський національний університет
імені Лесі Українки
Факультет хімії та екології**

**Сергій Супрунович
Олег Марчук**

Хімія полімерів

Методичні рекомендації до самостійної роботи

(для студентів спеціальності 102 Хімія)

Луцьк – 2025

УДК 54-126(072)
С 89

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою
Волинського національного університету імені Лесі Українки
(протокол № 10 від 18 червня 2025 року)*

Рецензент:

Савчук Т. І. — кандидат хімічних наук, доцент кафедри неорганічної та фізичної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки.

С 89 Супрунович С.В., Марчук О.В. Хімія полімерів. Методичні рекомендації до самостійної роботи / Супрунович Сергій Васильович, Марчук Олег Васильович. – Луцьк : ПП Іванюк В.П., 2025. 38 с.

Методичні рекомендації до самостійної роботи призначено для допомоги студентам у вивченні окремих розділів вибіркового освітнього компонента «Хімія полімерів». Посібник містить тематичний план навчальної дисципліни, лекцій, лабораторних робіт, інструкції до виконання індивідуальних завдань, список екзаменаційних питань.

Для студентів спеціальності 102 Хімія факультету хімії та екології Волинського національного університету імені Лесі Українки.

УДК 54-126(072)

© Супрунович С.В., Марчук О.В. 2025
© ВНУ імені Лесі Українки, 2025

ЗМІСТ	ст.
Вступ	4
Структура навчальної дисципліни	6
Тематичний план навчальної дисципліни	8
Тематика лабораторних занять	10
Інструкції до виконання індивідуальних завдань	10
Питання до екзамену	12
Рекомендована література	41

ВСТУП

Хімія полімерів є однією з ключових і найдинамічніше зростаючих галузей сучасної хімії. Вона досліджує будову, методи синтезу, фізико-хімічні властивості та механізми формування полімерних матеріалів, які активно використовуються в промисловості, медицині, аграрному секторі, електроніці, енергетиці та багатьох інших галузях. Завдяки своїм унікальним властивостям, полімери значною мірою витіснили традиційні матеріали, такі як метали, скло і дерево, відкриваючи нові горизонти для наукових досліджень та інженерних розробок.

Хімія полімерів є фундаментальною для створення матеріалів з наперед заданими характеристиками, здатних відповідати вимогам сучасного суспільства. Завдяки високій еластичності, міцності, а також стійкості до хімічного впливу й температурних навантажень, полімери стали незамінними в багатьох галузях технології та виробництва.

Хімія полімерів набуває особливої важливості в умовах сталого розвитку та збереження довкілля. Створення біорозкладних полімерів, матеріалів із відновлюваних джерел та впровадження технологій повторного використання сприяють зниженню негативного впливу на навколишнє середовище. До того ж, застосування синтетичних полімерів у виробництві легких і водночас міцних конструкцій дозволяє підвищити енергоефективність і зменшити витрати природних ресурсів.

Основні цілі хімії полімерів полягають у: вивченні механізмів полімеризації та структурних особливостей полімерів; розробці методів отримання полімерів із заданими фізико-хімічними властивостями; дослідженні модифікації полімерних матеріалів для розширення їхнього функціоналу; вивченні методів переробки та утилізації полімерів з метою зниження їхнього впливу на довкілля; застосуванні полімерних матеріалів у новітніх технологіях, таких як біоінженерія, електроніка та нанотехнології.

Полімерні матеріали відіграють ключову роль у розвитку сучасних технологій завдяки легкості, міцності, хімічній стійкості та можливості цілеспрямованого налаштування властивостей. Це дозволяє використовувати полімери в різних галузях:

1. **У промисловості** полімери слугують сировиною для пластмас, клеїв, фарб, упаковки та інженерних матеріалів, здатних

витримувати значні навантаження. Наприклад, поліамід (нейлон) застосовується для виготовлення зубчастих шестерень.

2. **У медицині та фармацевтиці** полімери використовуються для створення біосумісних імплантатів, протезів, розсмоктувальних швів, а також у системах контрольованого вивільнення ліків.
3. **В електроніці** полімерні напівпровідники, зокрема полі(3-гексилтіюфен), є основою OLED-дисплеїв, гнучких сенсорів і провідних покриттів.
4. **У транспорті** (авіація, автопром) полімерні композити на основі епоксидних смол та армуючих волокон забезпечують легкість і міцність конструкцій, сприяючи зниженню витрат пального.
5. **В екології та енергетиці** полімери використовуються у виробництві біорозкладної упаковки, мембран для очищення води, полімерних електролітів для акумуляторів і паливних елементів.
6. **У текстильній промисловості** синтетичні волокна (поліестер, поліамід, акрил) застосовуються для виготовлення функціонального одягу, технічного текстилю та мембранних тканин із спеціальними властивостями.
7. **У будівництві** полімери входять до складу теплоізоляційних матеріалів, герметиків і захисних покриттів, підвищуючи енергоефективність та довговічність споруд.

Хімія полімерів є міждисциплінарною наукою, що поєднує фундаментальні принципи органічної, фізичної та аналітичної хімії, а також активно використовує досягнення матеріалознавства, нанотехнологій та інженерії. Така інтеграція знань дає змогу глибше зрозуміти процеси синтезу, структуру та властивості полімерів на молекулярному рівні. Освоєння теоретичних і практичних аспектів полімерної хімії відкриває широкі можливості для раціонального проектування новітніх матеріалів з унікальними характеристиками, що здатні задовольнити потреби високотехнологічних галузей та зменшити екологічний слід хімічного виробництва.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лек.	Лаб.	Сам. роб.	Кон с.	Форма контролю/ Бали
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи хімії полімерів						
Тема 1. Основні поняття хімії полімерів.	14	2	0	12	0	К / 5
Тема 2. Радикальна полімеризація.	11	2	0	8	1	К / 10
Тема 3. Аніонна полімеризація.	11	2	0	8	1	К / 5
Тема 4. Катіонна полімеризація.	11	2	0	8	1	К / 5
Тема 5. Металокомплексна полімеризація.	13	2	0	10	1	К / 5
Тема 6. Поліконденсація.	21	2	8	10	1	ЛР / 10
Тема 7. Блок-співполімеризація.	13	2	0	8	1	К / 5
Тема 8. Модифікація полімерів.	21	2	8	10	1	ЛР / 10
Разом за модулем 1	115	16	16	74	7	55
Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні властивості полімерів						
Тема 9. Стереохімія полімерів.	9	2	0	6	1	К / 5
Тема 10. Молекулярна маса полімерів.	15	2	4	8	1	ЛР / 5
Тема 11. Реологічні властивості полімерів.	17	4	4	8	1	ЛР / 5
Тема 12. Основні синтетичні полімери.	13	2	4	6	1	ЛР / 5
Тема 13. Природні полімери.	13	2	4	6	1	ЛР / 5
Разом за модулем 2	65	12	16	34	5	25
ІНДЗ 1						ІНДЗ / 20
Всього годин:	180	28	32	108	12	100

*Форма контролю: ЛР – лабораторна робота, ІНДЗ – індивідуальне завдання, К – колоквіум.

Змістовий модуль 1

Методи синтезу та будова полімерів

- i. **Тема 1. Основні поняття хімії полімерів.** Визначення полімерів, мономерів, полімерні ланки, ступінь полімеризації. Класифікація полімерів за походженням, будовою ланцюга, способом отримання та властивостями. Номенклатура полімерів. Історія розвитку хімії полімерів та її сучасне значення.
- ii. **Тема 2. Радикальна полімеризація.** Механізм радикальної полімеризації: ініціювання (термічне, фотохімічне, окисно-відновне), ріст ланцюга, обрив ланцюга (рекомбінація, диспропорціонування), передача ланцюга. Кінетика радикальної полімеризації. Фактори, що впливають на швидкість та ступінь полімеризації. Ініціатори радикальної полімеризації.
- iii. **Тема 3. Аніонна полімеризація.** Механізм аніонної полімеризації: ініціювання, ріст ланцюга, обрив ланцюга. Живі полімери. Особливості аніонної полімеризації мономерів з електроноакцепторними групами. Ініціатори аніонної полімеризації (літійорганічні сполуки, амідні металів).
- iv. **Тема 4. Катіонна полімеризація.** Механізм катіонної полімеризації: ініціювання (протонні кислоти, кислоти Льюїса), ріст ланцюга, обрив ланцюга. Особливості катіонної полімеризації мономерів з електронодонорними групами. Ініціатори катіонної полімеризації.

- v. **Тема 5. Металокомплексна полімеризація.** Каталізатори Циглера-Натти: склад, будова, механізм дії. Стереорегулярна полімеризація α -олефінів. Металоценові каталізатори: будова, механізм дії, переваги. Сучасні тенденції розвитку металокомплексної полімеризації.
- vi. **Тема 6. Поліконденсація.** Механізм поліконденсації: стадійність процесу, елімінування низькомолекулярних продуктів. Рівноважна поліконденсація. Кінетика лінійної поліконденсації. Синтез поліестерів, поліамідів, полікарбонатів, фенолформальдегідних та інших смол.

Змістовий модуль 2

Властивості та застосування полімерів

- vii. **Тема 7. Блок-співполімеризація.** Методи синтезу блок-співполімерів (послідовна полімеризація живими аніонними або катіонними методами, макроініціатори). Властивості та застосування блок-співполімерів (термоеластоласти, поверхнево-активні речовини).
- viii. **Тема 8. Модифікація полімерів.** Хімічна модифікація полімерів (гідрування, галогенування, сульфування, етерифікація). Зшивання полімерів (вулканізація, радіаційне зшивання). Пластифікація полімерів. Наповнення полімерів (органічні та неорганічні наповнювачі). Композиційні матеріали на основі полімерів.

- ix. **Тема 9. Стереохімія полімерів.** Конфігурація та конформація макромолекул. Ізомерія полімерів (структурна, оптична, геометрична). Тактичність полімерів (ізотактичні, синдотактичні, атактичні). Вплив стереохімії на фізико-хімічні властивості полімерів.
- x. **Тема 10. Молекулярна маса полімерів.** Середні молекулярні маси (чисельно-середня, масово-середня, в'язкісно-середня). Молекулярно-масовий розподіл та його вплив на властивості полімерів. Методи визначення молекулярної маси полімерів (віскозиметрія, гель-проникаюча хроматографія, мас-спектрометрія).
- xi. **Тема 11. Реологічні властивості полімерів.** В'язкість розплавів та розчинів полімерів. Неньютонівська поведінка полімерних систем. Вплив температури та швидкості зсуву на в'язкість. В'язкопружність полімерів. Релаксаційні процеси. Основні реологічні характеристики полімерів та їх визначення.
- xii. **Тема 12. Основні синтетичні полімери.** Поліолефіни (поліетилен, поліпропілен). Полівінілхлорид. Полістирол та його співполімери. Поліакрилати. Полієфіри (поліетилентерефталат, полікарбонати). Поліаміди (нейлон, капрон). Поліуретани. Застосування основних синтетичних полімерів.

- xiii. **Тема 13. Природні полімери.** Класифікація природних полімерів (полісахариди, білки, нуклеїнові кислоти, лігнін, натуральний каучук). Будова та властивості целюлози, крохмалю. Застосування природних полімерів та їх модифікація. Біорозкладні полімери.

Тематика лабораторних занять

- 1) Дослідження впливу рН середовища на набухання желатину
- 2) Визначення ізоелектричної точки желатину
- 3) Діаліз золю крохмалю
- 4) Визначення молекулярної маси методом віскозиметрії
- 5) Поліконденсація адипінової кислоти
- 6) Алкоголіз полівінілацетату
- 7) Одержання та властивості нітроцелюлози
- 8) Деструкція поліетилентерефталату

Інструкції до виконання індивідуальних завдань

Індивідуальне завдання виконується в університетському середовищі дистанційної освіти Moodle. Для виконання завдання необхідно бути підписаним на дистанційний курс «Хімія полімерів» (**Кодове слово для запису** «ХП»).

Виберіть полімер, зафіксуйте на вікі-сторінці "Запис на ІНДЗ" його назву та своє прізвище.

Оформлення роботи проводиться у глосарії «Властивості полімерів».

Створіть у глосарії запис під назвою вибраного полімеру та опишіть вибраний полімер згідно схеми:

Загальний опис полімеру, його застосування. (**5 балів**)

Методи синтезу. Кожен метод - схема реакції, де вказані вихідні речовини, продукт, умови реакції. Особливості одержаного продукту - фізичні та реологічні властивості, молекулярно-масовий розподіл, особливості молекулярної структури. (**до 5 балів за кожен метод**).

Хімія полімеру. Реакції модифікації. (**3 бали за кожену реакцію**).

Якщо продукт модифікації має практичне значення, то його короткий опис (**+2 бали**).

Реакції деструкції. (**3 бали за кожену реакцію**).

Якщо продукт деструкції має практичне значення, то його короткий опис (+2 *бали*).

Відповідь необхідно супроводжувати схемами реакцій. Схеми реакцій необхідно вставляти як картинки в тіло відповіді. Схеми можуть бути виконані з допомогою хімічного редактора, або нарисовані від руки й сфотографовані. Текст відповіді має бути надрукований. Написаний від руки й сфотографований розглядатись не буде.

Не варто детально розписувати механізми реакцій. Про це можна буде розказати на захисті ІНДЗ. Захист буде проводитись у індивідуальному порядку.

ПИТАННЯ НА ЕКЗАМЕН

Екзамен з освітнього компонента «Хімія полімерів» усний. З списку питань формуються білети (в білеті міститься п'ять запитань). На кожне питання здобувач освіти може дати відповідь на базовому, середньому або поглибленому рівні. Залежно від обраного рівня, здобувач освіти отримує оцінку: задовільно, добре або відмінно.

1. Що таке полімери та які їх основні характеристики?

Базовий рівень: Дайте визначення полімерів. Назвіть три приклади природних і три приклади синтетичних полімерів.

Середній рівень: Опишіть основні характеристики полімерів: молекулярна маса, макромолекулярна структура, залежність властивостей від молекулярної маси. Чим полімери відрізняються від низькомолекулярних сполук?

Поглиблений рівень: Поясніть, як структура полімерів (лінійна, розгалужена, сітчаста) впливає на їхні механічні властивості (твердість, еластичність, розчинність). Наведіть приклади для кожного типу структури.

2. На які основні класи поділяються полімери?

Базовий рівень: Перерахуйте основні класи полімерів за походженням. Наведіть приклади для кожного класу.

Середній рівень: Класифікуйте полімери за типом структури макромолекули (лінійні, розгалужені, сітчасті) та за поведінкою при нагріванні (термопластичні, термореактивні). Наведіть приклади.

Поглиблений рівень: Поясніть, як класифікація полімерів за структурою і термічними властивостями визначає їхнє практичне застосування. Обґрунтуйте вибір полімерного матеріалу для конкретної задачі (наприклад, ізоляція кабелів, виготовлення деталей машин, виробництво текстильних волокон).

3. Яка різниця між мономером та полімерною ланкою?

Базовий рівень: Дайте визначення мономера та полімерної ланки. Наведіть приклад для поліетилену.

Середній рівень: Поясніть, чому структура мономера і полімерної ланки може відрізнятися після полімеризації. Наведіть приклади полімерів, де є суттєва зміна структури мономера при утворенні ланки.

Поглиблений рівень: Проаналізуйте, як зміна структури мономера під час полімеризації впливає на властивості кінцевого полімеру.

Розгляньте приклади полімерів, де відбувається ізомеризація або циклізація ланок під час полімеризації.

4. Що таке ступінь полімеризації та як він визначається?

Базовий рівень: Дайте визначення ступеня полімеризації. Що він показує в структурі полімеру?

Середній рівень: Як можна експериментально визначити ступінь полімеризації полімеру? Який зв'язок між молекулярною масою полімеру та ступенем полімеризації?

Поглиблений рівень: Поясніть, як ступінь полімеризації впливає на властивості полімеру, зокрема в'язкість, механічну міцність та розчинність. Як змінюється розподіл ступеня полімеризації при варіації умов полімеризації (температури, типу ініціатора)?

5. Які основні типи полімеризаційних реакцій вам відомі?

Базовий рівень: Назвіть основні типи полімеризаційних реакцій та наведіть приклади полімерів для кожного типу.

Середній рівень: Поясніть принципи відмінності між реакціями ступеневої (стадійної) та ланцюгової полімеризації. Які умови необхідні для кожного типу?

Поглиблений рівень: Порівняйте властивості полімерів, отриманих шляхом ступеневої та ланцюгової полімеризації (структура, молекулярна маса, розподіл за молекулярною масою, механічні властивості). Як вибір типу полімеризації впливає на кінцеві характеристики матеріалу?

6. Опишіть механізм радикальної полімеризації.

Базовий рівень: Назвіть основні стадії радикальної полімеризації. Коротко опишіть, що відбувається на кожній стадії.

Середній рівень: Докладно опишіть механізм ініціювання, росту і обриву в радикальній полімеризації на прикладі полімеризації стирену. Які особливості має кожна стадія?

Поглиблений рівень: Поясніть, як впливають концентрація ініціатора, температура та наявність домішок на кінетику радикальної полімеризації та молекулярну масу отриманого полімеру.

7. Які ініціатори використовуються в радикальній полімеризації?

Базовий рівень: Назвіть три типові ініціатори радикальної полімеризації. У яких умовах вони працюють?

Середній рівень: Поясніть механізм утворення вільних радикалів із

пероксидів або азосполук. Як температура впливає на швидкість ініціації?

Поглиблений рівень: Порівняйте ефективність, температуру розпаду та специфічні властивості органічних пероксидів і азосполук як ініціаторів. Які фактори впливають на вибір ініціатора в промислових процесах полімеризації (наприклад, температура, розчинник, чутливість до кисню)?

8. Що таке стадія росту ланцюга в радикальній полімеризації?

Базовий рівень: Поясніть, що відбувається під час стадії росту ланцюга в радикальній полімеризації. Яку роль відіграє активний центр?

Середній рівень: Наведіть приклад росту ланцюга на прикладі полімеризації мономера (наприклад, стилену або стирену). Чому реакція росту може бути дуже швидкою порівняно з ініціацією?

Поглиблений рівень: Поясніть, як електронна будова мономера, полярність замісників та температура впливають на швидкість і селективність росту радикального ланцюга. Як ці фактори можуть бути використані для керування молекулярною масою полімеру?

9. Які існують способи обриву ланцюга в радикальній полімеризації?

Базовий рівень: Назвіть два основні способи обриву ланцюга в радикальній полімеризації. У чому між ними різниця?

Середній рівень: Опишіть механізм обриву ланцюга шляхом рекомбінації та диспропорціонування. Як кожен з цих процесів впливає на структуру кінцевого полімеру?

Поглиблений рівень: Порівняйте термінацію за механізмом рекомбінації та диспропорціонування з точки зору кінетики реакції, молекулярної маси полімеру та наявності функціональних груп у кінцевому продукті. Як на ці процеси впливає температура або в'язкість середовища?

10. Що таке передача ланцюга та її наслідки?

Базовий рівень: Що таке передача ланцюга в радикальній полімеризації? Який її загальний результат?

Середній рівень: Опишіть передачу ланцюга на мономер, розчинник, полімер або домішку. Як ці типи передачі впливають на ступінь полімеризації та молекулярну масу?

Поглиблений рівень: Поясніть механізм передачі ланцюга на різні компоненти системи. Як знання про передачу використовується в

контрольованій полімеризації (наприклад, у процесах з регульованою молекулярною масою чи вузьким розподілом)?

11. Опишіть механізм катіонної полімеризації.

Базовий рівень: Назвіть основні стадії катіонної полімеризації. Які сполуки можуть бути ініціаторами цього процесу?

Середній рівень: Опишіть послідовність реакцій під час полімеризації ізобутилену за катіонним механізмом. Які умови потрібні для стабілізації катіонного центру?

Поглиблений рівень: Проаналізуйте, як електронна будова мономера (наявність електронодонорних груп) впливає на швидкість та селективність катіонної полімеризації. Як вибір розчинника, температури та протидіючого аніону впливає на кінетику та контроль над реакцією?

12. Які ініціатори застосовуються в катіонній полімеризації?

Базовий рівень: Назвіть основні типи ініціаторів катіонної полімеризації. Який тип речовин потрібен для утворення катіонного центру?

Середній рівень: Поясніть механізм утворення активного карбокатионного центру при дії типового ініціатора (наприклад, $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$ з водою). Як саме утворюється електрофіль, що запускає полімеризацію?

Поглиблений рівень: Проаналізуйте, як різні комбінації кислот Льюїса та протонних джерел впливають на ефективність ініціації. Як впливає природа протидіючого аніону (наприклад, SbF_6^- , PF_6^- , BF_4^-) на стабільність активного центру й загальну контрольованість полімеризації?

13. Опишіть механізм аніонної полімеризації.

Базовий рівень: Назвіть основні стадії аніонної полімеризації. Які сполуки можуть виступати ініціаторами цього процесу?

Середній рівень: Опишіть механізм полімеризації стирену за аніонним механізмом. Як відбувається утворення активного центру і як він росте? Чому ця полімеризація вважається "живою"?

Поглиблений рівень: Поясніть, як впливають на механізм аніонної полімеризації такі фактори, як: полярність і чистота розчинника, тип ініціатора, температура, присутність домішок. Як ці умови використовуються для досягнення контрольованого синтезу полімерів із заданою структурою (наприклад, блок-співполімерів)?

14. Які ініціатори використовуються в аніонній полімеризації?

Базовий рівень: Назвіть приклади речовин, які можуть ініціювати аніонну полімеризацію. Який тип частинки вони утворюють?

Середній рівень: Поясніть, як *n*-бутиллітій ініціює полімеризацію стирену. Які умови (розчинник, температура, відсутність вологи) є критичними для успішної ініціації?

Поглиблений рівень: Порівняйте різні типи аніонних ініціаторів (наприклад, алкіллітії, амідні лужних металів, органоманганові сполуки) за активністю, стабільністю та застосуванням. Як впливає природа катіону (Li^+ , Na^+ , K^+) на ефективність полімеризації та структуру кінцевого полімеру?

15. Що таке координаційно-іонна полімеризація?

Базовий рівень: Поясніть, що таке координаційно-іонна полімеризація. Який каталізатор зазвичай у ній використовується?

Середній рівень: Опишіть роль катіонного металевого комплексу у полімеризації алкенів. Як координація мономера до металу впливає на напрям і вибірковість полімеризації?

Поглиблений рівень: Проаналізуйте, як структура каталізаторів Циглера–Натта або металоценів впливає на тактичність (ізотактичність, атактичність) полімеру. Яку роль відіграє природа лігандів, металу та координаційного середовища в контролі над полімеризацією?

16. Які каталізатори Циглера–Натта вам відомі?

Базовий рівень: Назвіть приклад класичної системи каталізаторів Циглера–Натта. З яких двох компонентів вона складається?

Середній рівень: Опишіть роль кожного з компонентів у каталізаторі Циглера–Натта. Як змінюється активність каталізатора при зміні металу чи лігандів?

Поглиблений рівень: Порівняйте гетерогенну та гомогенну (металоценову) форму каталізаторів Циглера–Натта. Як ці системи впливають на тактичність, молекулярну масу та контроль над полімерною архітектурою?

17. Опишіть механізм ступінчастої полімеризації (поліконденсації).

Базовий рівень: Що таке поліконденсація? Які речовини в ній беруть участь, і які побічні продукти можуть утворюватися?

Середній рівень: Опишіть механізм утворення поліестеру з терефталевої кислоти й етиленгліколю. Як впливає співвідношення

мономерів на середню молекулярну масу полімеру?

Поглиблений рівень: Проаналізуйте, як механізм ступінчастої полімеризації залежить від реакційної здатності функціональних груп, температури, видалення побічних продуктів та каталізу. Як ці фактори впливають на ступінь полімеризації та швидкість росту ланцюга?

18. Які типи поліконденсаційних реакцій ви знаєте?

Базовий рівень: Назвіть основні типи поліконденсацій, залежно від типу функціональних груп, що реагують. Які побічні продукти утворюються?

Середній рівень: Порівняйте механізми утворення поліестеру та поліаміду. Як структура вихідних мономерів впливає на процес полімеризації та властивості полімеру?

Поглиблений рівень: Проаналізуйте, які типи поліконденсацій класифікуються як міжмолекулярні (між різними мономерами) та як циклоконденсації (внутрішньомолекулярні). Як ці типи впливають на структуру полімеру - лінійну, розгалужену чи циклічну?

19. У чому полягає відмінність між полімеризацією та поліконденсацією?

Базовий рівень: Чим полімеризація відрізняється від поліконденсації за механізмом та продуктами реакції?

Середній рівень: Порівняйте радикальну полімеризацію стирену та поліконденсацію терефталевої кислоти з етиленгліколем. Як відрізняються механізми росту ланцюга, умови реакції та контроль над молекулярною масою?

Поглиблений рівень: Проаналізуйте, як кінетика, стехіометрія та реакційна здатність функціональних груп визначають відмінності між полімеризацією та поліконденсацією. Які наслідки це має для проектування матеріалів із заданими властивостями?

20. Що таке сополімеризація та які типи сополімерів існують?

Базовий рівень: Що таке сополімер? У чому відмінність між гомополімером і сополімером? Назвіть кілька типів розташування мономерів у сополімері.

Середній рівень: Поясніть, як структура сополімеру (наприклад, блокового чи статистичного) впливає на його фізичні властивості - температуру склування, розчинність, міцність.

Поглиблений рівень: Проаналізуйте, як параметри реакційної

здатності мономерів впливають на склад і мікроструктуру сополімеру. Який механізм дозволяє синтезувати блоковий сополімер із точною архітектурою ланцюга?

21. Опишіть кінетику сополімеризації.

Базовий рівень: Які основні фактори впливають на швидкість сополімеризації? Чим вона відрізняється від гомополімеризації?

Середній рівень: Що таке константи реакційної здатності (r_1 , r_2) у сополімеризації? Як вони впливають на склад сополімеру під час реакції?

Поглиблений рівень: Поясніть, як параметри Q-е системи (за Альфреєм–Прайсом) допомагають прогнозувати реакційну здатність мономерів у сополімеризації. Як це знання використовують у проектуванні матеріалів зі специфічними властивостями?

22. Що таке константа сополімеризації та як її визначають?

Базовий рівень: Що таке константа реакційної здатності мономера (r_1 , r_2) у сополімеризації? Що вона показує?

Середній рівень: Як за допомогою рівняння Майо–Льюїса можна обчислити константи r_1 і r_2 експериментально? Які експериментальні дані для цього потрібні?

Поглиблений рівень: Поясніть, як змінюється миттєвий склад сополімеру залежно від констант r_1 і r_2 . У яких випадках можливе утворення чергуючого, блокового або статистичного сополімеру?

23. Які фактори впливають на склад сополімерів?

Базовий рівень: Від чого залежить, скільки кожного мономера входить до складу сополімеру?

Середній рівень: Поясніть, як співвідношення мономерів та значення констант r_1 і r_2 впливають на миттєвий і середній склад сополімеру. Наведіть приклад із реальними мономерами.

Поглиблений рівень: Проаналізуйте, як температура, полярність середовища, присутність розчинника або переносників ланцюга впливають на селективність приєднання мономерів та склад сополімеру. Як можна керувати цими параметрами для отримання бажаного мономерного розподілу в ланцюгу?

24. Що таке блок-сополімери та як їх синтезують?

Базовий рівень: Що таке блок-сополімер? Як він відрізняється від інших типів сополімерів?

Середній рівень: Якими методами можна синтезувати блок-сополімери? Назвіть приклади полімеризацій, які дозволяють контролювати будову ланцюга.

Поглиблений рівень: Поясніть, як архітектура блок-сополімерів впливає на їх самоорганізацію у фазово-розділені структури. Як тип блоків і їх співвідношення впливають на морфологію (сфери, циліндри, ламелі)?

25. Що таке графт-сополімери та методи їх отримання?

Базовий рівень: Що таке графт-сополімер? Чим він відрізняється від блокового або статистичного сополімеру?

Середній рівень: Назвіть основні методи отримання графт-сополімерів.

Поглиблений рівень: Поясніть, як вибір методу графтування впливає на контроль над архітектурою та властивостями графт-сополімеру. У яких випадках доцільно використовувати кожен із підходів?

26. Що таке стереоізомерія полімерів?

Базовий рівень: Що означає термін “стереоізомерія” у контексті полімерів? Наведіть приклад полімеру, де це має значення.

Середній рівень: Опишіть основні типи стереорегулярності полімерів: ізотактичність, синдіотактичність, атактичність. Як це впливає на кристалічність полімеру?

Поглиблений рівень: Які методи полімеризації дозволяють контролювати стереохімічну будову полімеру? Як каталізатори Циглера-Натта або металоценові комплекси впливають на стереоселективність?

27. Які типи тактичності полімерів вам відомі?

Базовий рівень: Назвіть основні типи тактичності полімерів.

Середній рівень: Чим відрізняються ізотактичні, синдіотактичні та атактичні полімери за властивостями? Як тактичність впливає на кристалічність?

Поглиблений рівень: Які методи синтезу дозволяють контролювати тактичність полімеру? Наведіть приклади полімерів і каталізаторів, що формують певну тактичність.

28. Як тактичність впливає на властивості полімерів?

Базовий рівень: Чому важливо знати тип тактичності полімеру?

Середній рівень: Як ізотактичність, синдіотактичність і атактичність впливають на кристалічність, температуру плавлення та механічні

властивості полімеру?

Поглиблений рівень: Як контроль тактичності при полімеризації дозволяє створювати матеріали з заданими властивостями? Наведіть приклади застосувань таких полімерів.

29. Що таке молекулярна маса полімеру?

Базовий рівень: Що означає термін "молекулярна маса полімеру"?

Чим вона відрізняється від молекулярної маси малих молекул?

Середній рівень: Які види молекулярної маси використовують для опису полімерів і чим вони відрізняються: M_n , M_w , M_z ?

Поглиблений рівень: Як визначають молекулярну масу полімерів експериментально?

30. Які середні молекулярні маси існують для полімерів?

Базовий рівень: Чому для полімерів використовують середні значення молекулярної маси, а не одне точне значення?

Середній рівень: Назвіть основні типи середніх молекулярних мас полімерів. У чому різниця між числово-середньою (M_n) і масово-середньою (M_w) молекулярною масою?

Поглиблений рівень: Які інші середні молекулярні маси, окрім M_n і M_w , використовуються для опису полімерів? Як вони обчислюються, і в яких випадках є важливими (наприклад, M_z , M_v)?

31. Опишіть методи визначення молекулярної маси полімерів.

Базовий рівень: Які існують загальні способи вимірювання молекулярної маси полімерів?

Середній рівень: Чим відрізняються осмометрія, віскозиметрія та світлорозсіювання як методи визначення молекулярної маси?

Поглиблений рівень: Як працює гель-проникаюча хроматографія (ГПХ)? Які параметри вона дозволяє визначити окрім молекулярної маси, і як інтерпретується крива розподілу?

32. Що таке віскозиметрія та як її використовують для визначення молекулярної маси полімерів?

Базовий рівень: Що таке в'язкість і як вона пов'язана з полімером у розчині?

Середній рівень: Як проводять віскозиметричне визначення молекулярної маси?

Поглиблений рівень: Як за допомогою рівняння Марка-Хаувінка визначити молекулярну масу полімеру? Як вибір розчинника та температури впливає на точність вимірювання?

33. В чому суть методу гелі-проникаючої хроматографії (ГПХ)?

Базовий рівень: Для чого використовують метод ГПХ у вивченні полімерів?

Середній рівень: Як працює принцип "молекулярного сита" в ГПХ? Який зв'язок між часом елювання та молекулярною масою полімеру?

Поглиблений рівень: Які параметри полімеру можна визначити за допомогою ГПХ? Як формується крива розподілу молекулярної маси, і як інтерпретується полідисперсність?

34. Що таке світлорозсіювання та його використання в аналізі полімерів?

Базовий рівень: Що означає термін "світлорозсіювання" і чому полімери в розчині можуть розсіювати світло?

Середній рівень: Як за допомогою світлорозсіювання можна визначити молекулярну масу полімерів? Які параметри вимірюються у методі статичного світлорозсіювання?

Поглиблений рівень: Які відмінності між статичним і динамічним світлорозсіюванням?

35. Що таке молекулярно-масовий розподіл (ММР)?

Базовий рівень: Чому полімери мають різні значення молекулярної маси, навіть якщо синтезовані з одного мономеру?

Середній рівень: Що таке молекулярно-масовий розподіл (ММР) полімеру? Які існують способи його опису (наприклад, графічно або через середні значення)?

Поглиблений рівень: Як визначають ММР експериментально? Який зв'язок між формою розподілу, полідисперсністю та властивостями матеріалу?

36. Як молекулярно-масовий розподіл впливає на властивості полімерів?

Базовий рівень: Чому важливо знати, чи всі полімерні ланцюги мають однакову масу, чи різну?

Середній рівень: Як ширина молекулярно-масового розподілу (вузький чи широкий) впливає на механічні, термічні або реологічні властивості полімерів?

Поглиблений рівень: Який вплив має полідисперсність на процеси переробки полімерів, їх стабільність та здатність до кристалізації? Наведіть приклади для вузько- та широкорозподілених систем.

37. Що таке розчини полімерів?

Базовий рівень: Що відбувається, коли полімер розчиняється у рідині?

Чим розчин полімеру відрізняється від звичайного розчину солі чи цукру?

Середній рівень: Які фактори впливають на розчинність полімеру в конкретному розчиннику? Як проявляється взаємодія між полімером і розчинником?

Поглиблений рівень: Як змінюються властивості розчину полімеру залежно від концентрації? Які режими розбавлення існують (розріджений, напіврозбавлений, концентрований) і як вони впливають на в'язкість, розміри ланцюгів, тощо?

38. Які фактори впливають на розчинність полімерів?

Базовий рівень: Чому одні полімери добре розчиняються у воді, а інші - ні?

Середній рівень: Які властивості полімеру (наприклад, полярність, наявність функціональних груп) і розчинника впливають на розчинність?

Поглиблений рівень: Як параметр Гільдебранда та температурний режим впливають на розчинність полімерів? Як можна передбачити або розрахувати сумісність полімер-розчинник?

39. Опишіть термодинаміку розчинення полімерів.

Базовий рівень: Що має відбутися, щоб полімер розчинився в рідині?

Середній рівень: Як пов'язані ентальпія (ΔH), ентропія (ΔS) та вільна енергія Гіббса (ΔG) з процесом розчинення полімеру?

Поглиблений рівень: Як модель Флорі-Хаггінса описує змішування полімеру з розчинником? Яке значення має параметр взаємодії χ , і як він пов'язаний із розчинністю?

40. Що таке параметр Флорі-Хаггінса?

Базовий рівень: Чому полімер може добре або погано змішуватися з певним розчинником?

Середній рівень: Що таке параметр Флорі-Хаггінса χ ? Яке його значення вказує на добру або погану розчинність?

Поглиблений рівень: Як параметр χ пов'язаний із ентальпійною та ентропійною складовими взаємодії? Як його можна визначити експериментально або розрахувати теоретично?

41. Що таке характеристична в'язкість розчину полімеру?

Базовий рівень: Чому розчин полімеру стає густішим зі зростанням концентрації?

Середній рівень: перевірити розуміння, що $[\eta]$ - це умовна величина, яка характеризує внутрішню здатність макромолекул збільшувати в'язкість розчину у розбавленому режимі.

Поглиблений рівень: Як пов'язана характеристична в'язкість із молекулярною масою полімеру (через рівняння Марка-Куна-Хаувінка)? Як експериментально визначити $[\eta]$ за допомогою віскозиметрії?

42. Як в'язкість розчину залежить від молекулярної маси полімеру?

Базовий рівень: Чому великі полімери роблять розчин густішим, ніж малі?

Середній рівень: Як змінюється характеристична в'язкість $[\eta]$ зі збільшенням молекулярної маси полімеру?

Поглиблений рівень: Поясніть математичну залежність $[\eta] = K M^\alpha$.

Як значення параметра α пов'язане зі структурою полімеру (гнучкість, форма, розчинник)?

43. Що таке набухання полімерів?

Базовий рівень: Що відбувається з полімером, коли він поглинає рідину, як-от воду чи органічний розчинник?

Середній рівень: Чим набухання полімеру відрізняється від розчинення? Від яких чинників залежить ступінь набухання?

Поглиблений рівень: Як термодинаміка (енергія Гіббса) пояснює процес набухання? Як ступінь набухання залежить від сітчастості (ступеня зшивання) полімеру?

44. Що таке надмолекулярна структура полімерів?

Базовий рівень: Як полімерні ланцюги розташовані один відносно одного в твердому стані?

Середній рівень: Що означає термін "надмолекулярна структура полімеру"? Які типи структур вам відомі (аморфна, кристалічна, сфероліти тощо)?

Поглиблений рівень: Які чинники впливають на формування надмолекулярної структури (охолодження, розчинник, швидкість кристалізації)? Як її можна досліджувати експериментально (наприклад, методом XRD, ПЕМ, АСМ)?

45. Що таке аморфний стан полімерів?

Базовий рівень: Що означає, що полімер не має впорядкованої будови?

Середній рівень: Що таке аморфна область у полімері? Які властивості матеріалу характерні для аморфного стану (наприклад, прозорість, гнучкість)?

Поглиблений рівень: Як мікроструктура аморфного полімеру впливає на його термічні властивості (температура склування, відсутність плавлення)? Якими методами можна досліджувати аморфний стан (наприклад, DSC, рентгеноструктурний аналіз)?

46. Що таке температура склування (T_g) та від чого вона залежить?

Базовий рівень: Що відбувається з полімером, коли він переходить зі стану «твердого, але гнучкого» до «м'якого або гумоподібного» при нагріванні?

Середній рівень: Що таке температура склування полімеру? Як вона впливає на його пружність та використання в техніці?

Поглиблений рівень: Які структурні чинники впливають на T_g полімеру (довжина ланцюга, гнучкість, полярність, наявність бічних груп чи зшивання)? Як T_g змінюється за наявності пластифікаторів або при сополімеризації?

47. Що таке кристалічний стан полімерів?

Базовий рівень: Чим відрізняється полімер, у якому ланцюги розташовані впорядковано, від того, де вони перемішані?

Середній рівень: Що таке кристалічний стан у полімерів і які властивості з ним пов'язані (наприклад, щільність, міцність, термостійкість)?

Поглиблений рівень: Які чинники сприяють кристалізації полімерів (регулярність структури, тактичність, відсутність розгалужень)? Як кристалічність полімерів визначають експериментально (наприклад, DSC, рентгенівська дифракція, ІЧ-спектроскопія)?

48. Які фактори впливають на ступінь кристалічності полімерів?

Базовий рівень: Чому деякі полімери можуть утворювати впорядковані ділянки (кристалічні), а інші - ні?

Середній рівень: Від чого залежить ступінь кристалічності полімеру? Які властивості полімеру змінюються зі збільшенням

кристалічності?

Поглиблений рівень: Як молекулярна структура (ізотактичність, регулярність, наявність бічних груп) та умови обробки (температура охолодження, наявність розчинника, витягування) впливають на ступінь кристалічності? Якими методами її можна визначити (наприклад, DSC, рентгеноструктурний аналіз, ІЧ-спектроскопія)?

49. Що таке температура плавлення (T_m) кристалічних полімерів?

Базовий рівень: Що відбувається з полімером, коли його нагрівають до температури, за якої він починає ставати м'яким або текучим?

Середній рівень: Що таке температура плавлення кристалічного полімеру? Як вона відрізняється від температури склування (T_g)?

Поглиблений рівень: Які чинники впливають на температуру плавлення полімерів (ступінь кристалічності, симетрія, міжмолекулярні взаємодії, молекулярна маса)? Якими методами можна визначити T_m (наприклад, DSC)?

50. Як ступінь кристалічності впливає на властивості полімерів?

Базовий рівень: Чим відрізняється полімер з високою кристалічністю від того, що має мало впорядкованих ділянок?

Середній рівень: Як змінюються властивості полімерів (щільність, міцність, прозорість, температура плавлення) зі зростанням ступеня кристалічності?

Поглиблений рівень: Поясніть, як ступінь кристалічності впливає на теплові, механічні, оптичні та бар'єрні властивості полімерів. Як змінюється термостійкість, модуль пружності, поглинання води? Наведіть приклади полімерів з різною кристалічністю та поясніть їх поведінку.

51. Що таке орієнтація полімерів?

Базовий рівень: Що буде з полімером, якщо його витягнути або розтягнути? Як зміниться розташування його ланцюгів?

Середній рівень: Що таке орієнтація полімерних ланцюгів і як вона впливає на властивості матеріалу (міцність, жорсткість, прозорість)?

Поглиблений рівень: Поясніть механізм утворення орієнтованої структури полімерів під час витягування в розплаві або твердому стані. Які методи використовуються для створення орієнтованих матеріалів (наприклад, екструзія, орієнтаційне лиття)? Як

орієнтація визначається експериментально (наприклад, ІЧ-спектроскопія з поляризацією, XRD)?

52. Як орієнтація впливає на механічні властивості полімерів?

Базовий рівень: Як змінюється міцність полімеру, якщо його ланцюги витягнути в одному напрямку?

Середній рівень: Чому орієнтовані полімери мають вищу міцність і жорсткість у напрямку орієнтації? Як при цьому змінюється ударна в'язкість і еластичність у перпендикулярному напрямку?

Поглиблений рівень: Поясніть, як орієнтація полімерних ланцюгів впливає на напруження при розтягу, модуль Юнга, міцність на розрив та опір повзучості. Як орієнтація корелює з морфологією (кристалічністю, аморфною фазою)? Наведіть приклади технічних матеріалів, де критично важлива орієнтація (волокна, армовані плівки, шари у композиціях).

53. Які основні механічні властивості полімерів вам відомі?

Базовий рівень: Які властивості показують, наскільки полімер міцний, гнучкий або твердий?

Середній рівень: Назвіть основні механічні властивості полімерів (міцність на розрив, модуль пружності, відносне подовження, твердість, ударна в'язкість). Як вони вимірюються?

Поглиблений рівень: Опишіть механічні властивості полімерів, що мають критичне значення для їх застосування (модуль Юнга, границя плинності, в'язко-пружність, повзучість, опір втомі). Як ці властивості залежать від температури, швидкості навантаження, структури полімеру (аморфний/кристалічний, орієнтований/неорієнтований)?

54. Що таке модуль пружності полімерів?

Базовий рівень: Що показує, наскільки легко або важко розтягнути полімер?

Середній рівень: Що таке модуль пружності (модуль Юнга)? Як він характеризує поведінку полімеру при розтягуванні або стисканні?

Поглиблений рівень: Поясніть, як модуль пружності полімеру залежить від його структури (аморфність/кристалічність, температура вище/нижче T_g , наявність наповнювачів, орієнтація ланцюгів). Як модуль визначають експериментально? Яке його значення в проєктуванні полімерних матеріалів?

55. Що таке в'язкопружність полімерів?

Базовий рівень: Чому деякі полімери одночасно розтягуються, як гумка, і повільно "течуть", як мед?

Середній рівень: Що означає, що полімер є в'язкопружним матеріалом? Як його поведінка залежить від часу навантаження або температури?

Поглиблений рівень: Поясніть механізми в'язкопружної поведінки полімерів. Як відбувається релаксація напружень, повзучість та гістерезис? Які моделі використовуються для опису в'язкопружності (модель Максвелла, модель Фойгта, модель Бургера)? Як експериментально вивчається в'язкопружність (DMTA, релаксаційні криві)?

56. Які теплові властивості полімерів ви знаєте?

Базовий рівень: Що відбувається з полімером, коли його нагрівають? Як це впливає на його форму або міцність?

Середній рівень: Які основні теплові характеристики полімерів (температура склування, температура плавлення, теплоємність, теплопровідність)? Як їх вимірюють?

Поглиблений рівень: Поясніть вплив температури на фізичний стан і властивості полімерів. Як змінюються їх модуль пружності, теплопровідність та теплоємність поблизу T_g і T_m ? Які методи використовуються для вивчення теплових властивостей полімерів (DSC, TGA, DMTA)?

57. Що таке теплоємність та теплопровідність полімерів?

Базовий рівень: Як полімер поводить, коли його нагрівають? Чи він швидко нагрівається чи повільно?

Середній рівень: Що таке теплоємність і теплопровідність полімерів? Як вони впливають на використання полімерів у побуті або техніці?

Поглиблений рівень: Поясніть фізичну природу теплоємності та теплопровідності полімерів. Як вони залежать від хімічної структури, ступеня кристалічності, молекулярної маси та температури? Які експериментальні методи використовуються для визначення цих параметрів (наприклад, DSC, лазерна флеш-методика)?

58. Які електричні властивості характерні для полімерів?

Базовий рівень: Чи можуть полімери проводити електричний струм?

Середній рівень: Які електричні властивості мають полімери (діелектричність, провідність, поляризованість)? Наведіть приклади полімерів-ізоляторів і провідників.

Поглиблений рівень: Поясніть природу діелектричної поведінки полімерів, механізми провідності в допованих полімерних системах (наприклад, поліанілін, поліацетилен). Як структура, наявність полярних груп і температура впливають на електричні характеристики? Які застосування мають провідні полімери в електроніці, сенсоричі або енергетиці?

59. Що таке діелектрична проникність полімерів?

Базовий рівень: Чи можуть полімери зберігати або передавати електричну енергію?

Середній рівень: Що таке діелектрична проникність? Як вона залежить від структури полімеру та які її типові значення?

Поглиблений рівень: Поясніть природу діелектричної проникності полімерів. Як вона пов'язана з поляризацією макромолекул? Які механізми поляризації беруть участь (електронна, іонна, дипольна, міжфазова)? Як діелектрична проникність змінюється з частотою електричного поля?

60. Які хімічні властивості полімерів вам відомі?

Базовий рівень: Чи можуть полімери руйнуватись або змінюватись під дією води, кислот чи температури?

Середній рівень: Які хімічні властивості характерні для полімерів? Як вони реагують з кислотами, лугами, органічними розчинниками? Наведіть приклади полімерів з високою або низькою хімічною стійкістю.

Поглиблений рівень: Опишіть основні типи хімічної деструкції полімерів (окиснювальна, термохімічна, фотохімічна, гідролітична). Які фактори впливають на хімічну стійкість полімерів (хімічна будова, наявність функціональних груп, міжланцюгові взаємодії)? Як ці властивості впливають на вибір полімерів для конкретних застосувань?

61. Які реакції можуть відбуватися за участю функціональних груп полімерів?

Базовий рівень: Чи можуть полімери змінювати свої властивості завдяки хімічним реакціям?

Середній рівень: Які реакції відбуваються з функціональними групами в полімерних ланцюгах (наприклад, $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$)? Наведіть приклади таких реакцій і полімерів, що містять ці групи.

Поглиблений рівень: Опишіть хімічні реакції функціоналізованих полімерів, які використовуються для їх модифікації (наприклад,

гідрофілізація, зшивання, іммобілізація біоактивних сполук). Як впливає структура функціональних груп на реакційну здатність та вибір умов? Як ці реакції застосовуються в біомедичних і технічних полімерних матеріалах?

62. Що таке деструкція полімерів?

Базовий рівень: Чи можуть полімери руйнуватися з часом або під впливом тепла, світла чи хімікатів?

Середній рівень: Що таке деструкція полімерів? Які її основні причини та типи (термічна, хімічна, фотохімічна)? Як вона впливає на властивості матеріалів?

Поглиблений рівень: Опишіть механізми деструкції полімерів: ланцюгова деструкція, деструкція з утворенням вільних радикалів, деполімеризація. Які фактори сприяють або гальмують деструкцію? Як можна підвищити термостійкість або стабільність полімерів?

63. Що таке термодеструкція полімерів?

Базовий рівень: Чи змінюються полімери при сильному нагріванні? Що з ними може статися?

Середній рівень: Що таке термодеструкція полімерів? За яких температур вона відбувається? Які зміни відбуваються з полімером під час нагрівання? Наведіть приклади термодеструкції у відомих полімерів.

Поглиблений рівень: Опишіть механізми термодеструкції (деполімеризація, розрив головного ланцюга, деструктивна циклізація тощо). Як структура полімеру (наявність подвійних зв'язків, гетероатомів, бічних груп) впливає на його термічну стабільність? Як методи термоаналізу (TGA, DSC) дозволяють досліджувати термодеструкцію?

64. Що таке фотодеструкція полімерів?

Базовий рівень: Чи можуть полімери руйнуватися під дією сонячного світла або УФ-випромінювання?

Середній рівень: Що таке фотодеструкція полімерів? Які чинники сприяють її перебігу? Які зміни відбуваються у полімері під дією світла? Наведіть приклади матеріалів, схильних до фотодеструкції.

Поглиблений рівень: Опишіть механізм фотодеструкції полімерів. Які групи в полімері є хромоформними або fotocутливими? Які реакції відбуваються за участю радикалів, утворених під дією УФ-випромінювання? Як застосовують світлостабілізатори для підвищення стійкості полімерів до дії світла?

65. Що таке хімічна деструкція полімерів?

Базовий рівень: Чи можуть полімери руйнуватися під дією кислот, лугів або інших хімічних речовин?

Середній рівень: Що таке хімічна деструкція полімерів? Які речовини можуть викликати таке руйнування? Як змінюються властивості полімеру в результаті хімічного впливу?

Поглиблений рівень: Опишіть механізми хімічної деструкції полімерів, зокрема гідроліз, окиснення, дезацилювання тощо. Які функціональні групи полімеру найбільш чутливі до хімічної атаки? Як середовище (рН, температура, наявність розчинників) впливає на швидкість та механізм деструкції?

66. Що таке модифікація полімерів?

Базовий рівень: Чи можна змінити властивості готового полімеру? Як саме це роблять?

Середній рівень: Що таке модифікація полімерів? Які методи модифікації вам відомі? Які властивості можна змінити внаслідок модифікації (механічні, термічні, хімічні)?

Поглиблений рівень: Охарактеризуйте основні підходи до модифікації полімерів: функціоналізація ланцюга, зшивання, зміна бічних груп, пластифікація, сополімеризація. Як хімічна структура полімеру впливає на можливість і ефективність модифікації? Наведіть приклади полімерів і методів їх цільового удосконалення.

67. Які методи зшивання полімерів вам відомі?

Базовий рівень: Чи можна з'єднувати полімерні ланцюги між собою? Навіщо це роблять?

Середній рівень: Що таке зшивання полімерів? Які існують способи зшивання? Як це впливає на властивості матеріалу?

Поглиблений рівень: Охарактеризуйте хімічні, термічні, радіаційні, фотохімічні та пероксидні методи зшивання полімерів. Які групи полімерного ланцюга беруть участь у зшиванні? Як вибір методу залежить від хімічної структури полімеру та бажаних властивостей матеріалу? Наведіть приклади (наприклад, вулканізація каучуку).

68. Що таке вулканізація каучуку?

Базовий рівень: Що відбувається з каучуком після додавання сірки та нагрівання?

Середній рівень: Що таке вулканізація каучуку? Які речовини використовують у цьому процесі? Як змінюються властивості

матеріалу після вулканізації?

Поглиблений рівень: Опишіть хімічну суть вулканізації каучуку. Як утворюються поперечні зв'язки між полімерними ланцюгами? Які механізми вулканізації можливі (сірчана, пероксидна, резольна)? Як кількість зшивок впливає на фізико-механічні властивості гум?

69. Що таке пластифікація полімерів та які пластифікатори використовують?

Базовий рівень: Чи можна зробити полімер м'якшим або еластичнішим? Як цього досягають?

Середній рівень: Що таке пластифікація полімерів? Яка її мета? Наведіть приклади пластифікаторів та полімерів, у які їх додають.

Поглиблений рівень: Поясніть механізм дії пластифікаторів на молекулярному рівні. Як змінюється міжмолекулярна взаємодія в полімері після пластифікації? У чому відмінність між внутрішніми та зовнішніми пластифікаторами? Наведіть приклади пластифікаторів, їх переваги та ризики (зокрема токсичність, міграція, вплив на довкілля).

70. Що таке наповнення полімерів та які наповнювачі застосовують?

Базовий рівень: Навіщо в полімерний матеріал додають порошки, волокна чи пісок?

Середній рівень: Що таке наповнення полімерів? Які бувають типи наповнювачів? Які властивості полімеру змінюються внаслідок наповнення?

Поглиблений рівень: Поясніть механізм впливу наповнювачів на структуру та властивості полімерної матриці. У чому полягає відмінність між армуванням та наповненням? Які фактори впливають на сумісність наповнювача з полімером (поверхнева енергія, розмір частинок, модифікація поверхні)? Наведіть приклади конкретних систем: поліпропілен + тальк; епоксидна смола + вуглецеве волокно тощо.

71. Охарактеризуйте поліетилен та його застосування.

Базовий рівень: Що таке поліетилен? Де ви його зустрічаєте в повсякденному житті?

Середній рівень: Назвіть основні типи поліетилену. Чим вони відрізняються за структурою та властивостями? Наведіть приклади їх застосування.

Поглиблений рівень: Поясніть механізм синтезу поліетилену низької

та високої густини. Як тип каталізатора та умови полімеризації впливають на молекулярну структуру? Як поліетилен піддається вторинній переробці та які екологічні виклики супроводжують його утилізацію?

72. Опишіть поліпропілен та сфери його використання.

Базовий рівень: Що таке поліпропілен і для чого його використовують у побуті?

Середній рівень: Які властивості поліпропілену зумовлюють його популярність? Які галузі його використовують і чому?

Поглиблений рівень: Яким способом отримують поліпропілен? Як тип тактичності (ізотактичність, атактичність) впливає на його властивості та застосування? Поясніть екологічні аспекти та особливості переробки поліпропілену.

73. Що таке полівінілхлорид та де він застосовується?

Базовий рівень: Що таке ПВХ і які побутові речі з нього виготовляють?

Середній рівень: Які фізико-хімічні властивості полівінілхлориду роблять його придатним для широкого промислового використання? Наведіть приклади застосування в різних галузях.

Поглиблений рівень: Охарактеризуйте методи отримання ПВХ. Як добавки (пластифікатори, стабілізатори) змінюють його властивості? Поясніть екологічні проблеми, пов'язані з використанням та утилізацією ПВХ.

74. Охарактеризуйте полістирол та його використання.

Базовий рівень: Що таке полістирол? Де його найчастіше використовують у повсякденному житті?

Середній рівень: Які основні властивості полістиролу зумовлюють його застосування? Наведіть приклади виробів з твердого та спіненого полістиролу.

Поглиблений рівень: Опишіть метод одержання полістиролу. Яким чином можна змінити його властивості (наприклад, ударостійкість)? Обговоріть екологічні проблеми, пов'язані з його використанням і утилізацією.

75. Що таке поліметилметакрилат (оргскло)?

Базовий рівень: Що таке оргскло і де воно використовується у побуті чи техніці?

Середній рівень: Які основні властивості поліметилметакрилату

роблять його зручним заміником скла?

Поглиблений рівень: Опишіть механізм полімеризації метилметакрилату. Які модифікації ПММА існують і як вони впливають на його властивості?

76. Опишіть політетрафторетилен (тефлон) та його властивості.

Базовий рівень: Що таке тефлон і де його використовують у повсякденному житті?

Середній рівень: Які основні фізико-хімічні властивості тефлону роблять його унікальним серед полімерів?

Поглиблений рівень: Опишіть структуру ПТФЕ та поясніть, як вона зумовлює його властивості. У яких промислових галузях тефлон є незамінним і чому?

77. Що таке поліетилентерефталат (ПЕТ)?

Базовий рівень: Що таке ПЕТ і де його можна зустріти у повсякденному житті?

Середній рівень: Які основні властивості поліетилентерефталату зумовлюють його широке використання в промисловості?

Поглиблений рівень: Опишіть структуру ПЕТ, механізм його синтезу та галузі застосування. Як полімерні ланцюги впливають на його властивості?

78. Охарактеризуйте поліаміди (нейлон, капрон).

Базовий рівень: Що таке нейлон або капрон і де їх застосовують у побуті?

Середній рівень: Які основні властивості поліамідів забезпечують їхнє широке застосування?

Поглиблений рівень: Опишіть будову поліамідів і механізм їх утворення. Як особливості структури впливають на властивості матеріалу?

79. Що таке полікарбонати?

Базовий рівень: Де у побуті ви можете зустріти вироби з полікарбонату?

Середній рівень: Які основні властивості полікарбонатів визначають їхні сфери застосування?

Поглиблений рівень: Пишіть будову полікарбонатів, механізм їх синтезу та вплив структури на властивості.

80. Опишіть поліуретани та їх застосування.

Базовий рівень: Назвіть вироби або матеріали з поліуретанів, які ви використовуєте у повсякденному житті.

Середній рівень: Які основні властивості поліуретанів роблять їх універсальними в застосуванні?

Поглиблений рівень: Опишіть хімічну будову поліуретанів, механізм їх утворення та приклади застосування в залежності від структури.

81. Охарактеризуйте целюлозу та її похідні.

Базовий рівень: Що таке целюлоза і де вона трапляється в природі?

Середній рівень: Опишіть хімічну будову целюлози та назвіть її основні похідні.

Поглиблений рівень: Які властивості целюлози та її похідних забезпечують їх промислове застосування? Наведіть приклади використання.

82. Опишіть білки як природні полімери.

Базовий рівень: Що таке білки і з яких мономерів вони складаються?

Середній рівень: Опишіть структуру білків і назвіть приклади їхніх біологічних функцій.

Поглиблений рівень: Як будова білків визначає їх функції в біологічних системах? Наведіть приклади.

83. Які біорозкладні полімери існують?

Базовий рівень: Що таке біорозкладні полімери? Наведіть приклади.

Середній рівень: Назвіть основні класи біорозкладних полімерів та вкажіть їхнє походження.

Поглиблений рівень: Поясніть механізм біодеструкції біорозкладних полімерів. Як властивості впливають на їх здатність до розкладання?

84. Яке значення полімерів у сучасній промисловості?

Базовий рівень: У яких галузях промисловості застосовують полімери? Наведіть приклади.

Середній рівень: Поясніть, чому полімери широко використовують у технічних сферах. Які властивості забезпечують їм універсальність?

Поглиблений рівень: Проаналізуйте роль полімерних матеріалів у розвитку високотехнологічних галузей (наприклад, електроніки, біомедицини, енергетики).

85. Де застосовуються полімери в медицині?

Базовий рівень: Назвіть приклади медичних виробів, які виготовляють із полімерів.

Середній рівень: Поясніть, чому полімерні матеріали підходять для використання в медицині. Які властивості є важливими?

Поглиблений рівень: Проаналізуйте використання сучасних полімерів у регенеративній медицині або для адресної доставки лікарських засобів.

86. Яка роль полімерів в електроніці?

Базовий рівень: Назвіть приклади електронних пристроїв, у яких використовуються полімерні матеріали.

Середній рівень: Поясніть, які властивості полімерів роблять їх корисними в електроніці.

Поглиблений рівень: Проаналізуйте використання провідних або функціональних полімерів в електроніці та нанотехнологіях.

87. Яке значення полімерів у пакувальній індустрії?

Базовий рівень: Наведіть приклади полімерних матеріалів, які використовують для пакування.

Середній рівень: Поясніть, які властивості полімерів роблять їх зручними для пакувальних матеріалів.

Поглиблений рівень: Проаналізуйте екологічні виклики, пов'язані з використанням полімерної упаковки, та шляхи їх вирішення.

88. Які екологічні проблеми пов'язані з виробництвом та утилізацією полімерів?

Базовий рівень: Наведіть приклади негативного впливу полімерів на навколишнє середовище.

Середній рівень: Поясніть, які екологічні проблеми виникають на етапах виробництва, використання та утилізації полімерів.

Поглиблений рівень: Проаналізуйте сучасні стратегії мінімізації негативного впливу полімерів на довкілля.

89. Які існують методи переробки полімерних відходів?

Базовий рівень: Назвіть основні способи переробки пластикових відходів.

Середній рівень: Опишіть переваги та недоліки різних методів переробки полімерів.

Поглиблений рівень: Проаналізуйте перспективи розвитку сучасних технологій рециклінгу полімерів у контексті сталого розвитку.

90. Сучасні тенденції розвитку хімії полімерів ви знаєте?

Базовий рівень: Назвіть кілька сучасних напрямів розвитку хімії полімерів.

Середній рівень: Опишіть одну з новітніх тенденцій у хімії полімерів та поясніть її значення.

Поглиблений рівень: Проаналізуйте вплив новітніх тенденцій у хімії полімерів на сталий розвиток, технології або охорону довкілля.

Рекомендована література

1.1. Основна література

1. Волошин, О. М. Хімія високомолекулярних сполук : підручник. Львів : Видавництво Львівського національного університету імені Івана Франка, 2021. 368 с.
2. Thermoplastic Elastomers: Synthesis, Properties and Applications / ed. by M. Biron. Shawbury, Shrewsbury, UK : Smithers Rapra Technology, 2021. 450 p.
3. Чернявський, М. В., Воронов, С. А. Фізикохімія полімерів та композиційних матеріалів : підручник. Львів : Національний університет "Львівська політехніка", 2019. 320 с.
4. Хімія полімерів : конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : П «Зоря-плюс» ВОО ВОІ СОІУ, 2021. 133 с.
5. Sperling, L. H. Introduction to Physical Polymer Science. 4th ed. Hoboken, NJ : Wiley, 2022. 736 p.

1.2. Допоміжна література

1. Гончарук, Є. В., Корнієнко, З. О. Практикум з хімії високомолекулярних сполук : навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 182 с.
2. Ebnesajjad, S. Fluoropolymers Applications in Chemical Processing Industries. Amsterdam : William Andrew, 2020. 528 p.
3. Polymer Processing: Principles and Design / T. A. Osswald [та ін.]. 3rd ed. Munich : Hanser, 2021. 680 p.
4. Polymer Science Learning Center. URL: <https://pslc.ws/> (дата звернення: 15.01.2025).
5. Polymer Chemistry - Royal Society of Chemistry. URL: <https://pubs.rsc.org/en/journals/jr/jr> (дата звернення: 15.01.2025).
6. YouTube канал "The Polymerist". URL: <https://www.youtube.com/@ThePolymerist> (дата звернення: 15.01.2025).

Навчально-методичне видання

Супрунович Сергій Васильович
Марчук Олег Васильович

ХІМІЯ ПОЛІМЕРІВ
Методичні рекомендації до самостійної роботи

Друкується в авторській редакції

Верстка С.В. Супрунович

Підписано до друку 27.09.2024. Формат 60х84 1/16

Ум. друк. арк. 2,00. Зам. № xxx. Тираж 50

Папір офсетний. Гарнітура Times. Друк офсетний

Друк ПП Іванюк В. П. 43021, м. Луцьк, вул. Винниченка, 63

Свідоцтво Держкомінформу

ВЛН № 31 від 04.02.2004 р.