

Житомирський державний університет імені Івана Франка
Природничий факультет
Кафедра хімії

РОБОЧИЙ ЗОШИТ ДЛЯ ЗАНЯТЬ

обов'язкової освітньої компоненти

МОДИФІКАЦІЯ ПОЛІМЕРІВ І МОЛЕКУЛЯРНИЙ ДИЗАЙН

для підготовки здобувачів другого (магістерського)
рівня вищої освіти

Галузь знань Е Природничі науки, математика та статистика
Спеціальність ЕЗ Хімія
Предметна спеціальність -
Спеціалізація -
Освітня програма «Хімія з основами викладання»
Природничий факультет



Автори: доктор хімічних наук,
професор *Віленський Володимир*,
кандидат педагогічних наук,
доцент *Анічкіна Олена*,
кандидат хімічних наук, доцент
Листван Віталій
Протокол від «04» червня 2026
р. № 27

Житомир 2026

УДК 544.777:378.22(072)

В 54

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного
університету імені Івана Франка
(протокол № 12 від «26» червня 2026 р.)*

Рецензенти:

Старостенко Ольга – кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, старший дослідник Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України;

Трачевський Вячеслав – кандидат хімічних наук, доцент, старший науковий співробітник Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України;

Тітов Юрій – доктор хімічних наук, професор, професор кафедри хімії Житомирського державного університету імені Івана Франка.

Віленський Володимир, Анічкіна Олена, Листван Віталій

Робочий зошит для занять обов'язкової освітньої компоненти «Модифікація полімерів і молекулярний дизайн» для підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2026. 87 с.

Запропонований робочий зошит містить матеріали з навчальної дисципліни «Модифікація полімерів і молекулярний дизайн» відповідно до діючого стандарту вищої освіти спеціальності та освітньої програми. У виданні розглянуто інноваційні методичні особливості вивчення хімічних процесів спрямованого керування архітектурою макромолекул, специфіку комп'ютерного моделювання, а також новації щодо інтеграції реального експерименту з цифровим дизайном та формування екологічного світогляду майбутніх фахівців.

Призначений для здобувачів освіти другого (магістерського) рівнів вищої освіти спеціальності Е3 Хімія, а також для аспірантів та фахівців, які спеціалізуються у галузі високомолекулярних сполук, сучасного матеріалознавства та розробки екологічно безпечних полімерних матеріалів.

© Віленський Володимир, 2026.

© Анічкіна Олена, 2026.

© Листван Віталій, 2026.

© Житомирський державний університет імені Івана Франка, 2026.

Зміст

Зміст.....	3
Пояснювальна записка.....	4
Лабораторне заняття №1	11
ТЕМА: Вступ до модифікації полімерів. Вивчення основних методів модифікації полімерів і характеристика вихідних матеріалів.	11
Лабораторна робота №2	19
ТЕМА: Хімічні методи модифікації полімерів: функціоналізація поверхні полімерних матеріалів.	19
Лабораторна робота №3	24
ТЕМА: Фізична модифікація полімерів: зміна структури полімерних матеріалів механічним і термічним впливом.	24
Лабораторна робота №4	30
ТЕМА: Полімерні композити: основи створення та модифікації.	30
Лабораторна робота №5	36
ТЕМА: Хімічне зшивання полімерів: методи і вплив на властивості... 36	
Лабораторна робота №6	42
ТЕМА: Фотохімічна модифікація полімерів.	42
Лабораторна робота №7	47
ТЕМА: Модифікація полімерів за допомогою наноматеріалів.	47
Лабораторна робота №8	52
ТЕМА: Термічні властивості полімерів і методи їх дослідження.	52
Лабораторна робота №9	58
ТЕМА: Хімічне старіння полімерів та методи прискореного тестування.	58
Лабораторна робота №10	63
ТЕМА: Біорозкладні полімери: особливості та застосування.	63
Лабораторна робота №11	68
Тема: Способи контролю структури та властивостей полімерів (хроматографія).	68
Лабораторна робота №12	73
Тема: Модифікація полімерів і молекулярний дизайн для створення смарт-матеріалів.	73
Лабораторна робота №13	78
Тема: Методи аналізу деструкції полімерів.	78
Лабораторна робота №14	83
ТЕМА: Перспективи і проблеми використання полімерних матеріалів та шляхи їх утилізації.	83
Лабораторна робота №15	87
ТЕМА: Модульна контрольна робота №1.	87

Пояснювальна записка

Робочий зошит є невід'ємним елементом навчально-методичного комплексу дисципліни «Модифікація полімерів і молекулярний дизайн» і розроблений для здобувачів вищої освіти спеціальності ЕЗ Хімія.

Сучасний хімік-матеріалознавець не має права створювати речовини відірвано від концепції сталого розвитку, тому практикум цілеспрямовано формує еко-центричний світогляд та принципи «Зеленої хімії» (Green Chemistry). Опановуючи процеси модифікації, здобувачі вчаться оцінювати життєвий цикл полімерів, прогнозувати їхній «пластиковий слід» на планеті та фокусуються на розробці інноваційних біорозкладних, відновлюваних і безпечних для біосфери матеріалів з високою екологічною відповідальністю.

Розвиток хімічної промисловості вимагає від фахівця-хіміка не просто знань про базові високомолекулярні сполуки (ВМС), а вміння цілеспрямовано керувати їхньою структурою. Даний курс і практикум побудовані на стику класичного синтезу, фізико-хімії полімерів та цифрового комп'ютерного дизайну, що дозволяє готувати фахівців для високотехнологічних галузей матеріалознавства.

Мета вивчення дисципліни: формування у майбутніх хіміків системних теоретичних знань і практичних навичок щодо методів спрямованої зміни властивостей високомолекулярних сполук (хімічної, фізичної та механічної модифікації) та освоєння методології молекулярного дизайну для прогнозування й конструювання полімерних матеріалів із наперед заданим комплексом експлуатаційних характеристик.

Основні завдання:

- Вивчити теоретичні засади та механізми процесів модифікації лінійних, розгалужених та сітчастих полімерів.
- Опанувати сучасні методи хімічної активації та функціоналізації поверхонь полімерних матеріалів.
- Дослідити вплив термічних, механічних та середовищних факторів на фазовий стан, надмолекулярну структуру та деформаційно-міцні характеристики полімерів.
- Навчитися використовувати спеціалізоване програмне забезпечення (зокрема, СКМ *HyperChem*) для побудови,

геометричної й енергетичної оптимізації макромолекул та інтерпретації параметрів зв'язків.

У результаті опанування практикумом здобувачі вищої освіти набудуть:

Знань про хімічні, фізичні та механічні методи цілеспрямованої зміни архітектури макромолекул, взаємодію полімерів із розчинниками (набухання, контракція) та математичні алгоритми обчислювальної хімії.

Вмінь самостійно здійснювати лабораторне очищення, активацію та хімічну функціоналізацію полімерних поверхонь, проводити точні аналітичні вимірювання (зважування, титрування), а також будувати й енергетично оптимізувати просторові цифрові моделі макромолекул.

Навичок безпечного поводження з агресивними хімічними реактивами, валідації та критичної оцінки експериментальних помилок, а також навички командної роботи під час колективного обговорення результатів.

Здатностей інтегрувати віртуальний комп'ютерний дизайн із експериментом для прогнозування поведінки реальних систем та здатності встановлювати причинно-наслідкові зв'язки за ланцюжком «будова макромолекули → властивості матеріалу».

Ціннісних орієнтацій еко-гуманістичної відповідальності через орієнтацію на принципи «Зеленої хімії» (мінімізацію пластикового сліду) та безкомпромісне дотримання етичних норм науки й академічної доброчесності.

Інших компетентностей для генерації власних матеріалознавчих стартап-ідей, комунікативної грамотності в науковій сфері та високої адаптивності на стику хімії, фізики й ІТ.

Робочий зошит має чітку та уніфіковану п'ятикомпонентну структуру кожного лабораторного заняття. Вона забезпечує наскрізний моніторинг успішності здобувача вищої освіти від домашньої підготовки до самостійної творчої роботи:

1. **Вхідний контроль (Завдання 1):** Оперативна оцінка готовності здобувачів до заняття у вигляді тестової перевірки знань. Гарантує, що здобувач допускається до роботи з розумінням базових термінів.

2. **Колективне обговорення (Завдання 2):** Спільний аналіз фундаментальних питань теми. Здобувачі вчаться

аргументувати думку, взаємодіяти з колегами та візуалізувати структури за допомогою мультимедійних засобів.

3. Молекулярне моделювання в HyperChem (Завдання 3): Цифровий блок. Здобувачі заздалегідь проектують полімери на атомному рівні, оптимізують геометрію ланцюгів та розраховують кути й енергії, що створює місток між теорією і реальним матеріалом.

4. Експериментальний хімічний практикум (Завдання 4): Безпосередня лабораторна робота. Включає вимірювання (вага, об'єм, час, температура), титрування, побудову графіків кінетики (набухання, деформації) та розрахунок специфічних параметрів (контракція, ступінь набрякання, вологість).

5. Творче індивідуальне завдання (Завдання 5): Розвиток Soft Skills та інженерного мислення. Формат міні-повіді «Я – науковець», де здобувач має запропонувати власну інноваційну стратегію модифікації під конкретний комерційний або науковий запит.

Робочий зошит за такою схемою оптимізує аудиторний час, структурує самостійну роботу здобувача та перетворює звичайне виконання лабораторних дослідів на повноцінне наукове дослідження.

Головна інновація полягає в синергії цифрового матеріалознавства та реального експерименту, де здобувачі спочатку проектують, модифікують та прораховують енергетичну стабільність макромолекул у віртуальному середовищі *HyperChem*, а потім практично валідують ці дані під час виконання реальних хімічних та фізичних лабораторних дослідів. Крім того, практикум відходить від репродуктивного навчання завдяки п'ятикомпонентній структурі, яка через наскрізний вхідний контроль, командний коворкінг та фінальні стартап-завдання розвиває в майбутніх хіміків критичне мислення та проєктні здатності.

Оцінювання успішності здобувачів вищої освіти з дисципліни «Модифікація полімерів і молекулярний дизайн» є накопичувальним і базується на систематичній роботі протягом семестру.

Оцінка за одне лабораторне заняття становить максимально 100 балів.

Кожне заняття складається з 5 обов'язкових складових (компонентів), кожна з яких оцінюється максимально у 20 балів.

Підсумкова семестрова оцінка розраховується як середнє арифметичне оцінок за всі проведені лабораторні заняття протягом курсу.

Оцінювання кожного окремого компонента, а також загальний підсумок заняття здійснюється відповідно до критеріїв, наведених у Таблиці 1.

Розподіл балів за шкалою ЄКТС представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Розподіл балів	ВК	КО	ММ	ЕХП	ТІЗ
100	20	20	20	20	20
«А» – 25%, «В» – 20%, «С» – 20%, «D» – 25%, «Е» – 10%	«А» – 16-20, «В» – 12-15, «С» – 8-11, «D» – 3-7, «Е» – 0-2	«А» – 16-20, «В» – 12-15, «С» – 8-11, «D» – 3-7, «Е» – 0-2	«А» – 16-20, «В» – 12-15, «С» – 8-11, «D» – 3-7, «Е» – 0-2	«А» – 16-20, «В» – 12-15, «С» – 8-11, «D» – 3-7, «Е» – 0-2	«А» – 16-20, «В» – 12-15, «С» – 8-11, «D» – 3-7, «Е» – 0-2

Розподіл балів за видами діяльності на кожному навчальному занятті є зрозумілим, обґрунтованим, компактним і додаткового текстового опису не потребує, адже кожна оцінка виражається 2-8 балами, що значно полегшує її визначення з урахуванням визначених показників.

Якісні критерії оцінювання компонентів заняття (по 20 балів кожен)

ВК – Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять

16–20 балів («А»): Бездоганні знання теоретичного матеріалу теми; правильні відповіді на всі питання експрес-тесту; чітке розуміння суті хімічних процесів, що досліджуватимуться.

12–15 балів («В»): Студент володіє матеріалом, але припускається поодиноким неточностей у формулюваннях або плутає другорядні поняття.

8–11 балів («С»): Загальні знання є, але відповіді фрагментарні; студент не до кінця розуміє взаємозв'язок між структурою та методами модифікації.

3–7 балів («D»): Слабкий рівень підготовки; орієнтується лише у базових термінах, виявлено серйозні прогалини.

0–2 бали («Е»): Повна неготовність до заняття; незадовільний результат контролю (вимагає додаткового опрацювання теорії для допуску до експерименту).

КО – Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань

16–20 балів («А»): Активна участь у дискусії; відповіді обґрунтовані, з глибоким аналізом літератури; студент логічно відстоює власну наукову думку.

12–15 балів («В»): Контрольні питання підготовлені добре, але студент проявляє пасивність у колективному обговоренні, відповідає лише за викликом викладача.

8–11 балів («С»): Відповіді репродуктивні (просте зачитування з конспекту без критичного осмислення), слабка аргументація.

3–7 балів («D»): Контрольні питання опрацьовані незадовільно; студент не може пояснити базові закономірності теми.

0–2 бали («Е»): Відповіді відсутні, домашній конспект питань у зошиті не виконано.

ММ – Презентація професійно-орієнтованого завдання з моделювання в HyperChem

16–20 балів («А»): Цифрова модель полімеру побудована правильно; успішно проведено енергетичну оптимізацію (наприклад, методом ММ+); проведено глибокий аналіз довжини зв'язків та кутів; внесено «уточнення та доповнення» за результатами колективного аналізу.

12–15 балів («В»): Модель побудована коректно, але аналіз впливу геометричних параметрів на макроскопічні властивості полімеру виконано поверхнево.

8–11 балів («С»): Допущено незначні помилки під час побудови ланцюга у *HyperChem*; оптимізацію проведено не до кінця, аналіз даних слабкий.

3–7 балів («D»): Модель містить критичні помилки (порушено валентність атомів, неправильно обрано фрагменти), студент не вміє інтерпретувати розраховані енергії.

0–2 бали («Е»): Комп'ютерне моделювання не виконано, результати в зошиті відсутні.

ЕХП – Експериментальне завдання (лабораторні дослідження)

16–20 балів («А»): Бездоганна техніка хімічного експерименту та дотримання правил безпеки; математично точні розрахунки (вологості, ступеня набухання \$W\\$, контракції \$G\\$\

тощо); ідеально оформлені таблиці й графіки кінетики; сформульовано глибокі наукові висновки.

12–15 балів («В»): Дослід виконано успішно, але допущено дрібні похибки в оформленні графічного матеріалу або математичному округленні результатів; висновки правильні, але дещо стислі.

8–11 балів («С»): У ході експерименту допущено похибки (наприклад, неякісне промокання зразка папером), що призвело до викривлення результатів; висновки мають суто описовий характер.

3–7 балів («D»): Хаотичне виконання дослідів, великі похибки у вимірюваннях; розрахункові формули застосовано невірно, таблиці заповнені частково.

0–2 бали («Е»): Грубе порушення техніки безпеки; експеримент не завершено; дані у лабораторному журналі сфальсифіковані або відсутні.

ТІЗ – Творче індивідуальне завдання

16–20 балів («А»): Міні-довідь оригінальна й креативна (написана власними словами); запропоновано інноваційний метод модифікації; чітко прослідковується орієнтація на екологічні світоглядні цінності (мінімізація екологічної шкоди, утилізація); обґрунтовано практичне застосування матеріалу.

12–15 балів («В»): Завдання виконано повністю, але ідея є компіляцією вже відомих літературних рішень; екологічний аспект згадано поверхнево.

8–11 балів («С»): Доповідь занадто коротка, бракує наукового обґрунтування того, як запропонована модифікація змінить структуру на молекулярному рівні.

3–7 балів («D»): Текст має характер формальної відписки (1–2 речення), творчий підхід та власне бачення проблеми відсутні.

0–2 бали («Е»): Завдання повністю проігнороване, поле в зошиті залишене пустим.

Облік результатів навчання здобувачів вищої освіти.

Результати навчальної діяльності кожного здобувача обліковуються у вигляді таблиці (табл. 2).

Картка обліку навчальних досягнень здобувача

Сума балів/ оцінка	Тема	Види завдань та максимальні бали				
		ВК	КО	ММ	ЕХП	ТІЗ
		20	20	20	20	20
	ВМП					
	ХММП					
	ФМП					
	ПК					
	ХЗП					
	ФМП					
	МПДН					
	ТВПМД					
	ХСПМПТ					
	БП					
	СКСВП					
	МПМД					
	МАДП					
	ППВПМ					
	МКР№1					
	Рейтинг					

Види навчальної діяльності:

ВК – Вхідний контроль

КО – Колективне обговорення

ММ – Молекулярне моделювання

ЕХП – Експериментальний хімічний практикум

ТІЗ – Творче індивідуальне завдання

Позначення тем:

ВМП – Вступ до модифікації полімерів. Вивчення основних методів модифікації полімерів і характеристика вихідних матеріалів.

ХММП – Хімічні методи модифікації полімерів: функціоналізація поверхні полімерних матеріалів.

ФМП – Фізична модифікація полімерів: зміна структури полімерних матеріалів механічним і термічним впливом.

ПК – Полімерні композити: основи створення та модифікації.

ХЗП – Хімічне зшивання полімерів: методи і вплив на властивості.

ФМП – Фотохімічна модифікація полімерів.

МПДН – Модифікація полімерів за допомогою наноматеріалів.

ТВПМД – Термічні властивості полімерів і методи їх дослідження.

ХСПМПТ – Хімічне старіння полімерів та методи прискореного тестування.

БП – Біорозкладні полімери: особливості та застосування.

СКСВП – Способи контролю структури та властивостей полімерів (хроматографія).

МПМД – Модифікація полімерів і молекулярний дизайн для створення смарт-матеріалів.

МАДП – Методи аналізу деструкції полімерів.

ППВПМ – Перспективи і проблеми використання полімерних матеріалів та шляхи їх утилізації.

Модульна контрольна робота №1

Лабораторне заняття №1

ТЕМА: Вступ до модифікації полімерів. Вивчення основних методів модифікації полімерів і характеристика вихідних матеріалів.

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з основними методами модифікації полімерів, підготувати до подальших експериментальних досліджень, навчити визначати фізико-хімічні властивості вихідних полімерів.

Рекомендована література.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.С. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).

2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

(Колективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).

3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні досліди).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевірконої роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Що таке полімери? Класифікація полімерів.
2. Основні методи модифікації полімерів: хімічна, фізична, механічна.
3. Особливості реакцій модифікації полімерів.
4. Властивості вихідних полімерів.
5. Характеристика полімерних ланцюгів і функціональних груп.
6. Вплив модифікації на структуру та властивості полімерів.
7. Загальні вимоги до лабораторної безпеки при роботі з полімерними матеріалами.
8. Методи аналізу полімерів (спектроскопія, термічний аналіз).
9. Основні лабораторні прилади для роботи з полімерними матеріалами.
10. Поняття про суміші і композити на основі полімерів.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Використовуючи HyperChem, змодельуйте молекулярну структуру простого лінійного полімеру (наприклад, поліетилену). Проведіть енергетичну оптимізацію молекули та проаналізуйте основні параметри: довжини зв'язків, кути між атомами, енергію конформації. Опишіть, як ці параметри впливають на фізичні властивості полімеру.

Порада: Для побудови полімерної ланцюга використовуйте інструмент «Build Polymer» або копіюйте та з'єднайте мономерні одиниці вручну.

Лайфхак: Після створення ланцюга відразу запуская «Geometry Optimization» методом MM+ для швидкого приведення структури до стабільного стану.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні дослідження).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Визначення масової частки вологи у зразках полімерів.

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти невеликий зразок полімеру (~2 г).
2. Зважити його на аналітичних вагах, записати початкову масу (m_0).

3. Помістити зразок у сушильну камеру при температурі 105 °С на 2 години для видалення вологи.
4. Після висушування зважити зразок повторно (m_1).
5. Обчислити масову частку вологи за формулою:

$$W = \frac{m_0 - m_1}{m_0} * 100\%$$

6. Записати результати у лабораторний журнал.

Експеримент 2. Спостереження за фізичним станом полімеру під впливом температури

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти зразок каучукової стрічки розміром приблизно 5x5 см.
2. Помістити зразок у нагрівач або водяну баню з регульованою температурою, закріпивши один з її кінців у лапці штатива, до іншого прикріпити важок масою 200г. Поряд зі стрічкою розташовуємо мірну лінійку.
3. Поступово підвищувати температуру з кроком 10 °С, починаючи від кімнатної (20 °С) до 120 °С.
4. При кожному підвищенні температури записувати довжину розтягнутого зразка
5. Побудувати графік залежності довжини зразка від температури..
6. Записати температурний діапазон, при якому починаються видимі зміни.

7. Провести охолодження зразка та оцінити повернення до початкового стану.

3. Через кожні 15–20 хв (або інтервал, заданий викладачем) вилучати зразок, промокати фільтрувальним папером та зважувати.

4. Зафіксувати нове значення маси ($m_1, m_2, \dots m_n$), час з моменту початку експерименту не зупиняється.

5. Повторювати процедуру до моменту стабілізації маси – коли зміна ваги перестає бути суттєвою ($\pm 0,001$ г або менше). Зазвичай потрібно до 10 повторів.

6. Обчислити ступінь набрякання після кожного циклу:

$$W = ((m_n - m_0) / m_0) \times 100\%$$

7. Результати оформити у таблицю.

№ з/п	Час, с.	m_0	m_n	V_0	V_1	α	G

Ступінь набухання α розраховується за рівнянням:

$$\alpha = \frac{(m_1 - m_0)}{m_0} = \frac{(V_1 - V_0)}{V_0},$$

де m_1, V_1 – маса, об'єм набухаючого полімеру за певний час, t ; m_0, V_0 – маса, об'єм вихідного полімеру.

Контракцію (стиск) полімеру G визначають зі співвідношення:

$$G = V_\infty - (V_0 - V_t),$$

де V_∞ – граничний об'єм повністю набряклого полімеру. V_t – об'єм рідини, поглинений полімером.

Для розрахунку контракції необхідно знати густину полімеру і рідини, які беруть з довідників.

8. Зробити висновки щодо характеру набрякання спостерігався: обмежене (настає насичення) чи необмежене (маса зростає без стабілізації)? Який розчинник спричинив найінтенсивніше набухання? Чи є залежність між типом полімеру, структурою та здатністю до набрякання?

Завдання №5. Творче індивідуальне завдання.

У ході самостійної підготовки ознайомтеся із запропонованою науковою чи прикладною проблемою та проаналізуйте сучасні літературні джерела або дані комп'ютерного моделювання.

Лабораторна робота №2

ТЕМА: Хімічні методи модифікації полімерів: функціоналізація поверхні полімерних матеріалів.

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з методами хімічної модифікації полімерів, навчити основам функціоналізації поверхні, розвинути навички підготовки і проведення реакцій модифікації.

Рекомендована література.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).

2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

(Колективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).

3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні дослідження).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевіркової роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Поняття функціоналізації полімерів.
2. Основні хімічні реакції, що використовуються для модифікації полімерів.
3. Активні групи полімерів і їх роль у хімічних реакціях.
4. Способи активації поверхні полімерів.
5. Вплив функціоналізації на фізико-хімічні властивості полімерів.
6. Основи техніки безпеки при роботі з реактивами.
7. Методи контролю ступеня функціоналізації.
8. Характеристика хімічних реагентів для модифікації полімерів.
9. Приклади застосування функціоналізації в промисловості.
10. Основи екологічної безпеки в процесах модифікації.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в NupurChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Змоделюйте вплив функціональних груп (наприклад, гідроксильних або карбоксильних) на молекулярну структуру полімеру. Зроби порівняння енергій і геометрії молекул із різними функціональними замісниками. Опиши, як зміни на молекулярному рівні можуть впливати на хімічні властивості полімерів.

Порада: Використовуй «Fragment Library» для швидкого додавання різних функціональних груп до молекули.

Лайфхак: Порівняй не лише енергію, а й відстані між атомами в області функціональної групи для розуміння впливу на структуру.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Підготовка полімерної поверхні до функціоналізації (очищення і активація)

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти полімерний зразок (розміром приблизно 5x5 см).
2. Очистити поверхню зразка за допомогою ізопропілового спирту, використовуючи ватний тампон.
3. Помістити зразок в ультразвукову ванну з дистильованою водою на 10 хвилин для видалення забруднень.
4. Просушити зразок при кімнатній температурі на повітрі.

5. Піддати поверхню зразка активації методом оброблення киснем.

6. Звернути увагу на зміну зовнішнього вигляду або властивостей поверхні (наприклад, зміну гідрофільності).

Експеримент 2. Хімічна функціоналізація поверхні полімеру реакцією з ангідридом.

Техніка хімічного експерименту:

1. Приготувати розчин ангідриду (наприклад, малеїнового ангідриду) у відповідному розчиннику (ацетон або тетрагідрофуран) з концентрацією 5%.

2. Помістити активований полімерний зразок у розчин ангідриду на 30 хвилин при кімнатній температурі з періодичним помішуванням.

3. Дістати зразок, промити дистильованою водою для видалення надлишку реагенту.

4. Просушити при кімнатній температурі.

5. Відзначити зміни зовнішнього вигляду та фізико-хімічних властивостей.

Експеримент 3. Визначення ступеня функціоналізації поверхні методом титрування

Техніка хімічного експерименту:

1. Підготувати розчин натрій гідроксиду стандартної концентрації (наприклад, 0,1 М).

2. Помістити функціоналізований полімерний зразок у розчин NaOH на 15 хвилин для нейтралізації кислотних груп, що з'явилися на поверхні.

3. Відтитрувати надлишок NaOH розчином кислоти (наприклад, HCl) за допомогою індикатора.

4. За кількістю витраченої кислоти розрахувати ступінь функціоналізації поверхні полімеру.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).

2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

(Колективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).

3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевірконої роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Що таке фізична модифікація полімерів?
2. Види механічної дії на полімери (натяг, стиск, згинання).
3. Вплив температури на структуру полімерів.
4. Поняття термічного старіння та релаксації полімерів.
5. Зміна кристалічної структури під впливом фізичних факторів.
6. Методи дослідження структури полімерів (мікроскопія, дифракція).
7. Вплив модифікації на механічні властивості (міцність, еластичність).
8. Правила техніки безпеки при роботі з нагрівальним обладнанням.
9. Застосування фізичної модифікації в промисловості.
10. Основні особливості змішування та розплавлення полімерів.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Виконай молекулярне моделювання процесу кристалізації полімеру, змодельовавши як лінійний ланцюг полімеру може утворювати упорядковану структуру. Проаналізуй, як молекулярна конфігурація впливає на механічні властивості матеріалу.

Порада: для створення упорядкованих структур використовуй копіювання та паралельне розміщення ланцюгів із фіксованими взаємними положеннями.

Лайфхак: після створення структури застосовуй «Molecular Dynamics» з невисокою температурою для моделювання упорядкування.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Оцінка термомеханічної стабільності полімерних плівкових матеріалів

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти зразок полімерної плівки розміром приблизно 5x5 см.
2. Визначити початкову довжину зразка (L_0) за допомогою лінійки.
3. Помістити зразок у термостат або піч при температурі 80 °C на 15 хвилин.
4. Після охолодження зразка виміряти довжину (L_1) при розтягуванні до моменту розриву (якщо це можливо).
5. Обчислити відносне подовження
$$\varepsilon = ((L_1 - L_0) / L_0) \times 100\%$$
6. Записати зміни еластичності та зробити висновки.

Експеримент 2. Механічне випробування полімерного зразка на згинання

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти два зразки полімеру, смужки довжиною приблизно 10 см і шириною 1 см.

7. Одина зразок піддати термічній обробці при температурі 80 °С на 15 хвилин.

2. Після охолодження, помістити зразок на дві опори з кроком 8 см.

3. Застосувати навантаження на центр зразка поступово збільшуючи силу до появи деформації.

4. Відмітити силу і вигин зразка.

5. Записати поведінку матеріалу (еластична, пластична деформація, руйнування).

6. Повторити випробування з необробленим зразком. Описати поведінку матеріалу.

7. Порівняти результати з контрольного та термічно обробленого зразка.

Експеримент 3. Спостереження за змінами структури полімеру під мікроскопом після модифікації.

Техніка хімічного експерименту:

1. Підготувати два зразки полімеру: необроблений і після термічного або механічного впливу.

2. Розмістити зразки на предметному склі.

3. Провести спостереження під світловим мікроскопом.

4. Зафіксувати характерні особливості структури: зміну кристалічних утворень, тріщини, деформації.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).

2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

(Колективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).

3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевірконої роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Що таке полімерні композити?
2. Основні компоненти композитів: матриця та наповнювач.
3. Види наповнювачів: органічні, неорганічні, наноматеріали.
4. Методи отримання полімерних композитів.
5. Вплив типу та концентрації наповнювача на властивості матеріалу.
6. Механізми взаємодії між матрицею і наповнювачем.
7. Методи контролю якості композитів.
8. Застосування полімерних композитів у різних галузях.
9. Техніка безпеки при роботі з наноматеріалами та порошкоподібними наповнювачами.
10. Екологічні аспекти композитних матеріалів.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Змоделюйте молекулярну структуру зшитого полімеру, введіть модель ковалентні зв'язки між ланцюгами. Проведіть енергетичну

оптимізацію та проаналізуй, як зшивання впливає на геометрію та енергію системи. Опиши вплив цих змін на властивості матеріалу.

Порада: Використовуй інструмент «Add Bond» для додавання нових зв'язків між ланцюгами.

Лайфхак: Після додавання зв'язків не забудь виконати "Geometry Optimization" із застосуванням методу MM+ або AM1, щоб уникнути нестабільних конфігурацій.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Приготування полімерного композиту з мінеральним наповнювачем

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти полімерну матрицю у вигляді гранул.
2. Відміряти необхідну кількість мінерального наповнювача (наприклад, тальку або каоліну) у співвідношенні 10% від маси матриці.
3. Ретельно змішати матрицю з наповнювачем у змішувачі або вручну до отримання однорідної маси.
4. Нагріти одержану суміш у тиглі до розплавлення полімеру, суміш перемішати.
5. Вилити суміш у форму для лиття.
6. Відформувати зразки товщиною 2-3 мм.
7. Остудити і витягти зразки для подальшого дослідження.

Експеримент 2. Визначення механічних властивостей композиту (міцність на розтяг)

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти підготовлений зразок композиту у вигляді смужки розміром 10x1 см.
 2. Закріпити зразок у механічному випробувальному приладі.
 3. Поступово прикладати розтягуюче навантаження до моменту руйнування.
 4. Записати максимальне навантаження і подовження.
 5. Порівняти з аналогічним зразком чистого полімеру.
-
-
-

Експеримент 3. Аналіз морфології поверхні композиту за допомогою оптичного мікроскопа

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти фрагмент зразка композиту і підготувати його для огляду (розрізати, відполірувати).
 2. Розмістити на предметному склі.
 3. Розглянути поверхню під оптичним мікроскопом при різних збільшеннях.
 4. Зафіксувати наявність наповнювача, характер його розподілу, можливі дефекти.
 5. Зробити записи і фотознімки.
-
-
-

Завдання №5. Творче індивідуальне завдання.

У ході самостійної підготовки ознайомтеся із запропонованою науковою чи прикладною проблемою та проаналізуйте сучасні літературні джерела або дані комп'ютерного моделювання. Самостійно змодельуйте інноваційне рішення (у ролі дослідника чи розробника), спираючись на власне бачення процесу, логіку «структура → властивість» та принципи екологічної безпеки матеріалу. Оформіть результат у вигляді короткої аргументованої доповіді у відведеному полі. Візьміть активну участь у презентації завдання й колективному

Думки та оцінки:

Оцінка:

Дата:

Підпис викладача:

Лабораторна робота №5

ТЕМА: Хімічне зшивання полімерів: методи і вплив на властивості.

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з принципами та технологіями хімічного зшивання полімерів, дослідити вплив зшивання на механічні й термічні властивості матеріалів.

Рекомендована література.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.

6. Курга С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.
(Індивідуальна тестова перевірочна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).
2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.
(Колективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).
3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.
(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).
4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).
(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).
5. Творче індивідуальне завдання.
(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевірочної роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Поняття зшивання полімерів.
2. Хімічні методи зшивання (перехресні реакції, ініціатори).
3. Фізичні методи зшивання.
4. Вплив ступеня зшивання на властивості.
5. Термостійкість зшитих полімерів.
6. Методи контролю зшивання.
7. Використання зшитих полімерів у промисловості.
8. Техніка безпеки при роботі з ініціаторами.
9. Механізми деградації зшитих полімерів.
10. Сучасні тенденції в зшиванні полімерів.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Змоделюйте процес введення функціональних груп у полімерний ланцюг (наприклад, пероксидні групи для зшивання). Проведи аналіз енергетичних змін при додаванні груп та опиши, як це може вплинути на реакційну здатність полімеру.

Порада: Використовуй опцію «Fragment Library» для швидкого додавання стандартних функціональних груп.

Лайфхак: Застосуй "Energy Scan" для вивчення переходів між конформаціями після модифікації.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Хімічне зшивання полімерної плівки пероксидом

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти полімерну плівку (за власним вибором).
 2. Приготувати розчин органічного пероксиду у відповідному розчиннику (5%).
 3. Обробити поверхню плівки розчином пероксиду рівномірно за допомогою пензля або занурення.
 4. Помістити зразок у термостат при 90 °С на 30 хвилин для ініціації зшивання.
 5. Охолодити зразок і видалити надлишки реагенту.
 6. Оцінити зовнішній вигляд та еластичність зразка.
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Експеримент 2. Визначення термічної стійкості зшитого полімеру (ТГА).

Техніка хімічного експерименту:

1. Підготувати невеликий зразок зшитого полімеру.
2. Провести термогравіметричний аналіз (ТГА) за допомогою обладнання.
3. Визначити температури початку і максимального темпу деградації.
4. Порівняти з результатами для незшитого полімеру.

Лабораторна робота №6

ТЕМА: Фотохімічна модифікація полімерів.

Мета заняття: вивчити методи фотохімічної модифікації полімерів, дослідити вплив ультрафіолетового опромінення на властивості полімерних матеріалів.

Рекомендована література.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.
(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).
2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.
(Коллективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).
3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні досліди).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевіркової роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Основи фотохімії полімерів.
2. Вплив УФ-променів на структуру полімерів.
3. Механізми фотохімічної модифікації.
4. Реакції фотополімеризації.
5. Методи контролю змін після фотомодифікації.
6. Техніка безпеки при роботі з УФ-опроміненням.
7. Застосування фотохімічної модифікації у виробництві.
8. Особливості застосування фотополімерів.
9. Види фотореагентів.
10. Перспективи розвитку фотохімії полімерів.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно

беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Змоделюйте молекулу полімеру під впливом ультрафіолетового випромінювання, зокрема модифікації радикалами. Проведи аналіз стабільності молекули до і після модифікації, порівняй енергії.

Порада: Використовуй модуль «Molecular Dynamics» для симуляції руху і стабільності молекули при нагріванні (імітація енергії УФ).

Лайфхак: Застосовуй короткі MD-імітації з кроком 1 фс для виявлення найслабших місць у структурі.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Опромінення полімерної плівки УФ-світлом.

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти полімерний зразок розміром приблизно 5х5 см.
2. Розмістити зразок у камері з УФ-лампюю.
3. Освітити зразок при інтенсивності 10 мВт/см² протягом 30 хвилин.
4. Оцінити зміни кольору, прозорості та механічних властивостей.
5. Зафіксувати спостереження.

Експеримент 2. Визначення зміни поверхневого енергії після УФ-опромінення.

Техніка хімічного експерименту:

1. Провести вимірювання кута змочування водою на поверхні зразка до і після опромінення.
 2. Визначити зміну гідрофільності.
 3. Записати результати.
-
-
-
-
-
-
-
-

Експеримент 3. Спектроскопічний аналіз зразків після фотомодифікації.

Техніка хімічного експерименту:

1. Підготувати для ІЧ-спектроскопії зразки полімерів до УФ-опромінення та після.
 2. Провести аналіз і порівняти спектри опроміненого та неопроміненого зразків.
 3. Проаналізувати зміни в функціональних групах.
-
-
-
-
-
-
-
-

Завдання №5. Творче індивідуальне завдання.

У ході самостійної підготовки ознайомтеся із запропонованою науковою чи прикладною проблемою та проаналізуйте сучасні літературні джерела або дані комп'ютерного моделювання.

Оцінка:

Дата:

Підпис викладача:

Лабораторна робота №7

ТЕМА: Модифікація полімерів за допомогою наноматеріалів.

Мета заняття: вивчити принципи та методи введення наночастинок у полімерні матриці, дослідити вплив наноматеріалів на властивості полімерів.

Рекомендована література.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).

2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

(Колективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).

3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевіркової роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Визначення наноматеріалів і їх види.
2. Методи введення наночастинок у полімери.
3. Вплив наночастинок на механічні, теплові та електричні властивості.
4. Проблеми сумісності наночастинок і полімерів.
5. Методи аналізу нанокompозитів.

6. Екологічні та безпекові аспекти наноматеріалів.
7. Приклади застосування нанокompозитів.
8. Техніка безпеки при роботі з наноматеріалами.
9. Сучасні дослідження у сфері наномодифікації.
10. Перспективи розвитку наноматеріалів у полімерній індустрії.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Змоделюйте молекулярні взаємодії між полімером і наповнювачем (наприклад, наночастинки кремнезему). Проаналізуйте, як зміна взаємодії впливає на структуру композиту і його властивості.

Порада: Використовуйте інструмент «Add Molecule» для додавання молекул наповнювача.

Лайфхак: Застосуйте візуалізацію електронної густини, щоб побачити взаємодію між компонентами.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні дослідження).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Приготування нанокompозиту на основі полімеру і цинк оксиду (ZnO)

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти полімерний розчин (наприклад, полімер у відповідному розчиннику).
 2. Додати наночастинки цинк оксиду у концентрації 1% за масою.
 3. Ретельно перемішати за допомогою ультразвукової ванни протягом 30 хвилин для рівномірного розподілу.
 4. Вилити суміш у форму і висушити при кімнатній температурі.
 5. Підготувати зразки для подальшого аналізу.
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Експеримент 2. Визначення механічних властивостей нанокompозиту

Техніка хімічного експерименту:

1. Провести випробування на розтяг нанокompозитного зразка.
 2. Порівняти результати з чистим полімером.
 3. Зафіксувати зміни міцності та еластичності.
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Завдання №5. Творче індивідуальне завдання.

У ході самостійної підготовки ознайомтеся із запропонованою науковою чи прикладною проблемою та проаналізуйте сучасні літературні джерела або дані комп'ютерного моделювання. Самостійно змодельуйте інноваційне рішення (у ролі дослідника чи розробника), спираючись на власне бачення процесу, логіку «структура → властивість» та принципи екологічної безпеки матеріалу. Оформіть результат у вигляді короткої аргументованої доповіді у відведеному полі. Візьміть активну участь у презентації завдання й колективному

Лабораторна робота №8

ТЕМА: Термічні властивості полімерів і методи їх дослідження.

Мета заняття: навчити здобувачів вищої освіти методам вивчення термічних властивостей полімерів, оцінювати термостійкість, температуру плавлення і склування.

Рекомендована література.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.
(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).
2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.
(Колективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).
3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні досліди).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевірконої роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Основні термічні властивості полімерів.
2. Температура плавлення і температура склування.
3. Методи термічного аналізу: диференціальний сканувальний калориметр (DSC), термогравіметрія (ТГА).
4. Фізичні явища під час нагрівання полімерів.
5. Вплив структури полімерів на термічні властивості.
6. Техніка безпеки під час термічних випробувань.
7. Застосування термічного аналізу в контролі якості.
8. Термін служби полімерів і термічне старіння.
9. Методи підвищення термостійкості.
10. Аналіз результатів термічних досліджень.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Моделлю полімерні ланцюги із різною ступеню зшивання і проаналізуйте, як це впливає на їх енергію і конформацію.

Порада: Створіть різні варіанти зв'язків вручну для порівняння.

Лайфхак: Використовуйте параметри оптимізації для порівняння стабільності структур.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

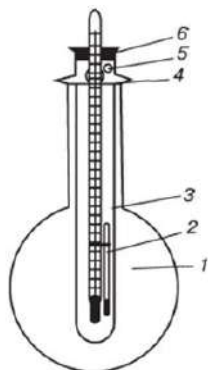
Експеримент 1. Визначення температури плавлення полімеру капілярним способом

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти невеликий скляний капіляр з внутрішнім діаметром 1 мм і висотою 40-50 мм, витягнутий на пальнику зі скляної трубки.

2. Один кінець капіляра запаяти, обережно вносячи його збоку в полум'я пальника.

3. Помістити на годинникове скло подрабнений полімер. Відкритий кінець капіляра опустити в полімер. Щоб перемістити полімер на дно капіляра і щільно утрамбувати його, капіляр з речовиною кілька разів кидають запаяним кінцем вниз через скляну трубку довжиною 50-70 см, поставлену вертикально на скло. Таким чином щільно набивають речовину стовпчиком висотою 0,3-0,5 см.



4. Для визначення температури плавлення використовують прилад з подвійними стінками (рис. 1).

Рис.1. Прилад для визначення температури плавлення полімеру капілярним способом.

1 – круглодонна колба; 2 – капіляр (зафіксований на термометрі); 3 – пробірка; 4 – фіксатори пробірки; 5 – отвір; 6- пробка з термометром.

5. У колбу наливають силіконове масло, дибутилфталат або гліцерин. Прилади, що містять вищевказані рідини, можна нагрівати не вище 250 °С.

6. Капіляр закріплюють на термометрі гумовим кільцем. Кінець капіляра повинен бути на рівні або трохи вище кульки термометра.

7. Потім закріплюють термометр з капіляром у шийці пробірки на пробці з вирізом. Внутрішній простір колби має сполучатися з атмосферою.

8. Прилад нагрівають так, щоб підвищення температури відбувалося на 5-10°С за хвилину, а поблизу очікуваної температури плавлення – на 1-2 °С за хвилину. Температурою плавлення даної речовини вважається температурний інтервал з моменту появи рідкої фази до повного розплавлення речовини.

9. Перед тим, як вимірювати температуру плавлення невідомої речовини капілярним способом, слід попередньо провести грубе приблизне вимірювання її температури плавлення. Для цього на кульку термометра вміщують невеличку кількість речовини і, тримаючи термометр в горизонтальному положенні, повільно нагрівають його на пальнику з азбестовою сіткою маленьким полум'ям пальника або на електроплитці до розплавлення речовини. При цьому стежать за показами термометра. Таким шляхом можна визначити температуру плавлення з точністю до 2-3 °С.

Експеримент 2. Визначення температури деградації полімерів.

Техніка хімічного експерименту:

1. Затарувати порожній тигель на аналітичних вагах, помістити наважку полімеру (0,5–1 г) та зафіксувати точну початкову масу (m_0).

2. Встановити тигель у піч, задати швидкість нагріву 10–20°C/ хв у діапазоні від 25°C до 500–600°C.

3. Запустити нагрів, фіксувати температуру початку втрати маси, обвуглювання чи плавлення.

4. Після повної деструкції вимкнути прилад, охолодити піч та зважити залишок (m_k).

Назва полімеру	m_0 (г)	T (°C)	m_k (г)	Залишок, $\omega = m_0 / m_k \cdot 100\%$ (%)

5. Сформулюйте висновки

Завдання №5. Творче індивідуальне завдання.

У ході самостійної підготовки ознайомтеся із запропонованою науковою чи прикладною проблемою та проаналізуйте сучасні літературні джерела або дані комп'ютерного моделювання. Самостійно змодельуйте інноваційне рішення (у ролі дослідника чи розробника), спираючись на власне бачення процесу, логіку «структура → властивість» та принципи екологічної безпеки матеріалу. Оформіть результат у вигляді короткої аргументованої доповіді у відведеному полі. Візьміть активну участь у презентації завдання й колективному обговоренні на занятті. В ході лабораторного заняття занотуйте думки колег щодо твоєї ідеї та їх оцінки твоєї розробки.

Придумай полімер із покращеними термічними властивостями для застосування у високотемпературних умовах (космічна техніка, двигуни тощо). Опиши свій проєкт.

Лабораторна робота №9

ТЕМА: Хімічне старіння полімерів та методи прискороного тестування.

Мета заняття: вивчити процеси хімічного старіння полімерів, навчити методам прискороного тестування та аналізу результатів.

Рекомендована література.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).

2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

(Коллективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).

3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевірконої роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Основи хімічного старіння полімерів.
2. Механізми деградації (окислювальна, фотохімічна, термічна).
3. Вплив навколишнього середовища на старіння.
4. Методи прискореного тестування.
5. Оцінка залишкових властивостей.
6. Вплив стабілізаторів і добавок.
7. Методи аналізу старіння (спектроскопія, механічні тести).
8. Техніка безпеки при роботі зі старіючими матеріалами.
9. Приклади застосування методів контролю старіння.
10. Перспективи збільшення терміну служби полімерів.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Виконай моделювання впливу температури на структуру полімеру за допомогою молекулярної динаміки.

Порада: Встановлюй температурний режим у модулі «Molecular Dynamics».

Лайфхак: Використовуй короткі симуляції для швидкого аналізу змін структури.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Прискорене старіння полімерного зразка в термокамері

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти зразок полімеру.
2. Помістити в термокамеру при 80 °C і вологості 80% на 72 години.
3. Після старіння оцінити зміну кольору, гнучкості та механічних властивостей.
4. Записати спостереження.

Оцінка:

Дата:

Підпис викладача:

Лабораторна робота №10

ТЕМА: Біорозкладні полімери: особливості та застосування.

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти з класом біорозкладних полімерів, методами їх отримання та сферами застосування.

Рекомендована література.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).

2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

(Коллективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).

3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в NupurChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевірконої роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Визначення біорозкладних полімерів.
2. Основні типи біорозкладних полімерів (полілактид, полігідроксиалканоати тощо).
3. Механізми біорозкладення.
4. Методи синтезу біополімерів.
5. Вплив структури на біорозкладність.
6. Застосування біорозкладних полімерів у медицині, пакуванні.
7. Переваги та недоліки біополімерів.
8. Методи тестування біорозкладності.
9. Екологічні переваги та виклики.

10. Перспективи розвитку біорозкладних полімерів.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Змоделюйте молекулярну структуру біорозкладного полімеру (наприклад, полілактиду). Проведи енергетичну оптимізацію, проаналізуйте функціональні групи, що сприяють біорозкладенню, і опишіть їх вплив.

Порада: Використовуйте функцію «Optimize Geometry» з методом AM1 для більш точної оптимізації.

Лайфхак: Застосуйте «Charge Distribution» для виявлення реактивних центрів у молекулі.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Визначення біорозкладності полімерного зразка у ґрунті

Техніка хімічного експерименту:

1. Взяти невеликий зразок біорозкладного полімеру (приблизно 2x2 см).
2. Закопати зразок у вологий ґрунт на глибину 10 см.

3. Через 14 днів витягнути зразок і оцінити зміну маси, зовнішнього вигляду.

4. Зафіксувати ступінь розкладу (в процентах від початкової маси).

Експеримент 2. Тестування біорозкладності в камері зі змінною температурою і вологістю

Техніка хімічного експерименту:

1. Помістити зразок у камеру з температурою 30 °С і відносною вологістю 90%.
2. Тримати протягом 30 днів.
3. Спостерігати і фіксувати зміни ваги, структури.

Експеримент 3. Аналіз фізико-механічних властивостей після біорозкладення

Техніка хімічного експерименту:

1. Провести випробування на розтяг зразків до і після біорозкладення.
2. Порівняти механічні властивості.
3. Оформити результати.

6. Курга С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.
(Індивідуальна тестова перевірочна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).
2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.
(Колективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).
3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.
(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).
4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).
(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).
5. Творче індивідуальне завдання.
(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевірочної роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Основи ІЧ-спектроскопії.
2. Роль спектроскопії у визначенні функціональних груп.
3. Принципи ядерного магнітного резонансу (ЯМР) для полімерів.
4. Газова хроматографія (ГХ) у аналізі мономерів і домішок.
5. Рідинна хроматографія (ВЕРХ).
6. Підготовка зразків для аналізу.
7. Інтерпретація спектрів і хроматограм.
8. Застосування методів для контролю якості.
9. Переваги та обмеження кожного методу.
10. Техніка безпеки при роботі з аналітичним обладнанням.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Смоделюйте молекулу полімеру та імітуйте її спектроскопічний аналіз (наприклад, ІЧ-спектр), визначаючи положення основних піків за допомогою вбудованих інструментів.

Порада: Використовуйте розділ «Vibrational Analysis» для розрахунку вібраційних мод.

Лайфхак: Для коректного розрахунку вібраційних спектрів оптимізуйте структуру до мінімуму енергії.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Газова хроматографія розчину мономерів.

Техніка хімічного експерименту:

1. Приготувати розчин мономерів.
 2. Провести аналіз на газовому хроматографі.
 3. Проаналізувати піки та концентрації.
 4. Зробити висновки про чистоту і склад.
-
-
-
-
-
-
-
-

Експеримент 2. Аналіз домішок у полімері за допомогою хроматографії.

Техніка хімічного експерименту:

1. Підготувати розчин полімерного зразка.
 2. Провести хроматографічний аналіз на домішки.
 3. Оцінити якість матеріалу
-
-
-
-
-
-
-
-

Думки та оцінки:

Оцінка: **Дата:** **Підпис викладача:**

Лабораторна робота №12

Тема: Модифікація полімерів і молекулярний дизайн для створення смарт-матеріалів.

Мета заняття: познайомити здобувачів вищої освіти з концепцією молекулярного дизайну і методами створення полімерів зі змінними властивостями (смарт-матеріалів).

Рекомендована література.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).

2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

(Коллективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).

3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні досліди).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевіркової роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Що таке смарт-матеріали?
2. Основи молекулярного дизайну полімерів.
3. Методи модифікації для досягнення смарт-властивостей.
4. Типи стимулів (температура, світло, рН).
5. Приклади смарт-полімерів.

6. Методи синтезу та модифікації.
7. Техніка безпеки при роботі з реактивами.
8. Застосування смарт-матеріалів.
9. Проблеми і виклики у розробці.
10. Перспективи розвитку.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Змодельуйте молекулярну структуру смарт-полімеру з температурною чутливістю. Проведи аналіз змін геометрії та енергії при зміні температури за допомогою «Molecular Dynamics».

Порада: Використовуй «Molecular Dynamics» з кроком часу 1 фс і змінюваною температурою для імітації впливу.

Лайфхак: Запусти серію коротких симуляцій при різних температурах, щоб порівняти властивості.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Синтез полімеру з температурною чутливістю

Техніка хімічного експерименту:

1. Приготувати реакційну суміш із мономерів, що мають температурочутливі групи.
2. Провести полімеризацію за стандартною методикою.
3. Отримати зразки та охолодити до різних температур.
4. Спостерігати зміну властивостей (розчинність, об'єм).

Експеримент 2. Вивчення зміни гідрофільності полімеру під впливом рН

Техніка хімічного експерименту:

1. Приготувати зразок полімеру, модифікованого іонізованими групами.
2. Виміряти контактний кут змочування у розчинах різного рН.
3. Записати зміни.

Експеримент 3. Аналіз стабільності смарт-полімеру

Техніка хімічного експерименту:

1. Провести циклічні тести зміни властивостей при зміні стимулів.
2. Оцінити довговічність.

Думки та оцінки:

Оцінка: **Дата:** **Підпис викладача:**

Лабораторна робота №13

Тема: Методи аналізу деструкції полімерів.

Мета заняття: ознайомити здобувачів вищої освіти зі способами контролю і аналізу процесів деструкції полімерів, навчити методам ідентифікації продуктів розпаду.

Рекомендована література.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).

2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

(Колективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).

3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні досліді).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевіркової роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Види деструкції полімерів (хімічна, фізична, біологічна).
2. Методи контролю деструкції.
3. Спектроскопічні та хроматографічні методи аналізу.
4. Визначення ступеня деградації.
5. Вплив деструкції на властивості.

6. Методи запобігання і уповільнення деструкції.
7. Техніка безпеки.
8. Приклади деструкції у природних умовах.
9. Перспективи утилізації через контрольовану деструкцію.
10. Екологічні аспекти.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Змоделюйте процес деструкції полімеру на молекулярному рівні, створивши пошкоджену структуру. Порівняйте енергії і геометрію до і після пошкодження.

Порада: Використовуйте функцію «Delete Bond» для імітації розриву хімічних зв'язків.

Лайфхак: Після видалення зв'язків оптимізуйте структуру, щоб побачити стабільність залишку.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Експериментальне завдання (лабораторні дослідження).

Ознайомтеся з метою експерименту, технікою виконання та вимогами безпеки до лабораторного заняття. На занятті виконайте експериментальні завдання згідно з інструкцією, дотримуючись послідовності дій. Зафіксуйте результати спостережень у робочому зошиті: вкажіть умови експерименту, результати, висновки. Прийміть участь в обговоренні виконаного завдання на підсумковому етапі заняття.

Експеримент 1. Хроматографічний аналіз розчинних продуктів деструкції.

Техніка хімічного експерименту:

1. Екстрагувати розчинні фрагменти зразка органічним розчинником.
2. Провести хроматографію для ідентифікації молекул.
3. Проаналізувати склад.

Експеримент 2. Механічні випробування після деструкції

Техніка хімічного експерименту:

1. Визначити міцність і подовження зразків з різним ступенем деструкції.
2. Записати результати.

Завдання №5. Творче індивідуальне завдання.

У ході самостійної підготовки ознайомтеся із запропонованою науковою чи прикладною проблемою та проаналізуйте сучасні літературні джерела або дані комп'ютерного моделювання. Самостійно змодельуйте інноваційне рішення (у ролі дослідника чи розробника), спираючись на власне бачення процесу, логіку «структура → властивість» та принципи екологічної безпеки матеріалу. Оформіть результат у вигляді короткої аргументованої доповіді у відведеному полі. Візьміть активну участь у презентації завдання й колективному обговоренні на занятті. В ході лабораторного заняття занотуйте думки колег щодо твоєї ідеї та їх оцінки твоєї розробки.

Придумай спосіб контролю деструкції полімерів для їх екологічної утилізації. Опиши, як цей процес може бути безпечним і ефективним.

Лабораторна робота №14

ТЕМА: Перспективи і проблеми використання полімерних матеріалів та шляхи їх утилізації.

Мета заняття: узагальнення та систематизація компетентностей здобувачів вищої освіти про полімери, обговорити сучасні виклики і перспективи в їх застосуванні, розглянути способи утилізації та переробки.

Рекомендована література.

1. Віленський В.О. Полімери: синтез, модифікація, дослідження : навч. посіб. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2024. 348 с. : іл.
2. Мельник Л. І. Хімія і фізика полімерів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 161 с.
3. Остапович Б. Б., Герцик О. М., Ковалишин Я. С. Лабораторні роботи з хімії високомолекулярних сполук : практикум. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 276 с.
4. Суберляк О. В., Скорохода В. Й., Семенюк Н. Б. Теоретичні основи хімії та технології полімерів. Львів : Львівська політехніка, 2014. 336 с.
5. Хімія полімерів: конспект лекцій / упоряд. Л. П. Марушко. Луцьк : Зоря-плюс, 2021. 133 с.
6. Курта С. А., Курганський В. С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. Івано-Франківськ : Плай, 2010. 291 с.
7. Спорягін Е. О., Варлан К.Є. Теоретичні основи та технологія виробництва полімерних композиційних матеріалів : навч. посіб. Дніпро : Вид-во ДНУ, 2012. 190 с.
8. Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]. Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. 68 с.
9. HyperChem. URL : <https://www.chemits.com/en/software/molecular-modeling/hyperchem/>

План заняття.

1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

(Індивідуальна тестова перевірна робота за підготовленими теоретичними питаннями або коротке усне опитування (формат «експрес-відповіді»)).

2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

(Колективний аналіз обов'язкових для підготовки вдома запитань, уточнення складних аспектів з теорії модифікації полімерів і принципів молекулярного дизайну, візуалізація типових структур, груп, механізмів мультимедійно).

3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

(Обговорення рішення завдання, що розв'язано вдома, порівняння підходів до аналізу, синтезу, модифікації полімерів, колективне доопрацювання, моделювання або удосконалення обраного варіанта).

4. Експериментальне завдання (лабораторні досліди).

(Інструктаж з техніки безпеки, виконання експериментального завдання в лабораторії згідно з регламентом).

5. Творче індивідуальне завдання.

(Виконання індивідуального завдання відповідно до теми заняття, побудова, оптимізація, аналіз полімерної структури або моделі процесу, прогнозування фізико-хімічних параметрів та інтерпретація даних).

Інструкція до виконання.

Завдання №1. Вхідний контроль знань і розуміння ключових понять.

Завчасно ознайомтеся з ключовими поняттями теми. На початку заняття вам буде запропоновано виконати варіант індивідуальної тестової перевірконої роботи або коротке усне опитування в форматі «експрес-відповіді». Виконайте завдання на лабораторному занятті.

Завдання №2. Усні відповіді та обговорення поточних контрольних запитань / практичних завдань.

Підготуйте відповіді на запитання/ завдання за темою, використовуючи лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела. Очікується, що ви зможете не лише відтворити інформацію, а й сформулювати власне бачення змісту теми. Під час заняття аргументовано висловіть власну думку щодо розглянутого матеріалу.

Контрольні питання/ завдання:

1. Основні проблеми екології, пов'язані з полімерними відходами.
2. Сучасні технології утилізації полімерів.
3. Механічна та хімічна переробка.
4. Біорозкладні полімери і їх роль.
5. Законодавчі аспекти і норми.
6. Інновації в утилізації.
7. Економічні й соціальні аспекти.
8. Вплив полімерів на здоров'я.
9. Перспективи розвитку циркулярної економіки.
10. Роль хімічної науки і освіти в досягненні цілей сталого розвитку.

Завдання №3. Презентація варіантів розв'язання професійно-орієнтованого завдання з молекулярного моделювання в HyperChem.

Важливо! Схожі завдання будуть включені до модульного контролю №1.

Виконайте запропоноване завдання в ході підготовки до заняття. Під час лабораторної роботи презентуйте власну модель й активно беріть участь в обговоренні та висловлюйте власну думку. Якщо під впливом колективного аналізу вона зміниться – обов'язково запишіть нове бачення.

Розроби молекулярну модель полімеру, який би був легко утилізований (наприклад, з біорозкладними групами). Опиши, як структура полегшує утилізацію.

Порада: Використовуй бібліотеку фрагментів для швидкого створення функціональних груп, що сприяють розкладу.

Лайфхак: Проаналізуй електронну густину, щоб передбачити реактивність і швидкість розкладу.

Уточнення та доповнення:

Завдання №4. Підготовка презентації на тему утилізації полімерів.

Підготувати коротку презентацію або доповідь із власними ідеями щодо проблеми утилізації полімерів і шляхів її вирішення. Представити презентацію на занятті та обговорити з колегами перспективи і виклики.

Завдання №5. Творче індивідуальне завдання.

У ході самостійної підготовки ознайомтеся із запропонованою науковою чи прикладною проблемою та проаналізуйте сучасні літературні джерела або дані комп'ютерного моделювання. Самостійно змодельуйте інноваційне рішення (у ролі дослідника чи розробника), спираючись на власне бачення процесу, логіку «структура → властивість» та принципи екологічної безпеки матеріалу. Оформіть результат у вигляді короткої аргументованої доповіді у відведеному полі. Візьміть активну участь у презентації завдання й колективному обговоренні на занятті. В ході лабораторного заняття занотуй думки колег щодо твоєї ідеї та їх оцінки твоєї розробки.

Оцінка:

Дата:

Підпис викладача:

Лабораторна робота №15
ТЕМА: Модульна контрольна робота №1.