

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ХІМІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК»



Ступінь освіти	бакалавр
Освітня програма	161 Хімічні технології та інженерія
Тривалість викладання	5 семестр (9, 10 чверті)
Заняття:	осінній семестр
лекції:	2 години
лабораторні:	1 година
практичні:	2 година
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»: <https://do.nmu.org.ua/enrol/index.php?id=2369>

Кафедра, що викладає Хімії



Викладач:

Лисицька Світлана Майорівна

Доцент, канд. с.-г. наук (екологія), доцент

Персональна сторінка

http://himik.nmu.org.ua/ua/about_dep/Lysyts'kaSM.php

Е-mail:

lysytka.s.m@nmu.one

1. Анотація до курсу

Хімія і технологія високомолекулярних сполук – галузь самостійної хімічної науки, яка спеціалізується на дослідженні особливостей структури ВМС, методів їхнього синтезу, вивченні хімічних та фізичних властивостей на відміну від низькомолекулярних сполук, їх значення як промислових матеріалів (пластмас, плівок, каучуків, волокон, композиційних матеріалів та ін.). Деякі ВМС синтезували ще в першій половині ХІХ ст. Основну частину ВМС складають полімери. Хімія полімерів, як наука, виникла лише після створення в 60-х роках ХІХ ст. теорії хімічної будови органічних речовин, що дало можливість систематизувати величезний практичний матеріал, накопичений на той час органічною хімією. Використання ВМС призвело до виникнення нових галузей промисловості, зокрема виробництва синтетичного каучуку, штучних волокон, пластмас, лаків й фарб, замінників шкіри, металокерамічних матеріалів тощо.

У рамках курсу викладено матеріали щодо природи, класифікації та характеристик ВМС, хімічних та фізичних основ їх перетворення, методів синтезу і різних напрямків практичного використання. Розглянуто різні класи ВМС (полімерів) в залежності від їх походження, хімічного складу, будови ланок, їх структурні схеми, характеристики, особливості реакцій модифікації полімерів з використанням нових

способів одержання кополімерів, надмолекулярної структури, а також розвитку у світі та в Україні галузі технології полімерних речовин та композитів. Значна увага приділена дослідженню фізико-хімічних критеріїв якості та надійності ВМС (полімерів), стосовно умов середовища та технологічних факторів впливу на їх стабільність для можливості практичного використання. Висвітлені загальні питання екологічної та економічної доцільності синтезу ВМС (полімерів) як високотехнологічних матеріалів. властивостей

2. Мета та завдання курсу

Мета дисципліни – формування компетентностей щодо уявлень про специфіку фізико-хімічних властивостей ВМС, про основні фізико-хімічні фактори впливу на їх технологічні властивості, принципи оптимального вибору та використання сучасних полімерних матеріалів в суміжних галузях (електроніки, будівництва, теплотехніки, медицини, сільського господарства та ін.) для розвитку Української держави та загальносвітової культури.

Завдання курсу:

- ознайомити здобувачів вищої освіти з розвитком науки про ВМС як самостійну фундаментальну галузь знань у світі та в Україні; з природою та характеристиками, фізичними та хімічними основами перетворення й промислового використання;
- розглянути різні класи ВМС (полімерів), їх походження, хімічний склад, структурні схеми, характеристики, а також особливості будови ланок і головного ланцюга;
- вивчити методи технології синтезу ВМС (полімерів), умови хімічного з'єднання мономерних елементів, особливості та вплив на формування природи кінцевих високомолекулярних продуктів;
- навчити здобувачів вищої освіти проводити вибір оптимальних хімічних методів виробництва ВМС, які можуть бути екологічно та економічно доцільними для різних галузей промисловості.

3. Результати навчання

Оцінювати ступень ефективності застосування хімічних технологій ВМС на підставі професійно-орієнтованих знань та, маючи уявлення про особливості синтезу ВМС, їх фізико-хімічні властивості, здійснювати пошук технологічних рішень, спрямованих на впровадження у виробництво ВМС інноваційних розробок й сучасного обладнання.

4. Структура курсу

ЛЕКЦІЇ

1 Теоретичні основи фізики і хімії ВМС. Основні відомості про ВМС.

1.1 Короткий історичний нарис, предмет, завдання та місце науки про ВМС як самостійної фундаментальної галузі знань.

1.2 Основні поняття (полімер, олігомер, макромолекула та її молекулярна маса, ступінь полімеризації, довжина ланцюга). Властивості ВМС. Критерій відмінності ВМС від низькомолекулярних речовин. Полімерний стан як особлива форма існування високомолекулярних речовини.

2 Класифікація та номенклатура ВМС.

2.1 Класифікація ВМС (полімерів) залежно від їх походження (природні, штучні, синтетичні). Карболанцюгові, гетероланцюгові, елементорганічні, неорганічні полімери.

2.2 Класифікація ВМС (полімерів) за структурою макромолекул (структурні форми макромолекул). Органічні та неорганічні полімери. Нерегулярні та регулярні ВМС (полімери). Стереорегулярні ВМС (ізотактичні, синдіотактичні, атактичні). Номенклатура ВМС (ІЮПАК).

2.3 Приклади органічних карболанцюгових, гетероланцюгових полімерів та її промислове застосування.

3 Методи синтезу полімерів.

3.1. Класифікація методів синтезу полімерів. Характеристика мономерів.

3.2. Полімеризація. Типи полімеризації. Радикальна полімеризація, її кінетика. Ініціювання. Типи ініціаторів. Реакції росту, обриву та передачі ланцюгу. Механізм дії інгібіторів. Радикальна співполімеризація (диференційне рівняння). Каталітична полімеризація і співполімеризація. Катіонна і аніонна полімеризація, їх каталізатори. Міграційна (ступінчаста) полімеризація. Дієновий синтез.

3.3. Поліконденсація. Класифікація реакцій поліконденсації. Характеристика мономерів. Кінетика поліконденсації. Побічні реакції під час поліконденсації.

4 Хімічні перетворення ВМС.

4.1. Поліелектроліти. Фізико-хімічні особливості поведінки полікислот, поліоснов та їх солей. Кількісна характеристика сили полікислот та поліоснов. Амфотерні поліелектроліти. Ізоелектрична та ізоіонна точки поліелектролітів.

4.2. Внутрішньомолекулярні перетворення полімерів. Внутрішньомолекулярна циклізація. Особливості реакційної здатності функціональних груп та надмолекулярної структури полімерів.

5 Структурна організація та фізико-хімічні властивості полімерів.

5.1. Структура і надмолекулярна організація аморфних полімерних сполук. Умови існування полімера в кристалічному стані (температура кристалізації та температура плавлення). Структура і надмолекулярна організація кристалічних полімерів.

5.2. Властивості аморфних полімерів. Характеристика трьох видів фізичного стану полімерів. Механічні та термомеханічні перехідні діаграми аморфних полімерів. Механізм деформацій та релаксаційні процеси.

6 Старіння полімерів та його чинники.

6.1. Теоретична та технічна міцність полімерів.

6.2. Старіння полімерів та його чинники. Захисні засоби підвищення фізико-хімічної стійкості полімерів.

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

ПР-1 – Інструктаж з правил техніки безпеки в хімічній лабораторії;

ПР-2 Вивчення температурних характеристик полімерів;

ПР-3 Дослідження закономірностей процесу набрякання структурованого полімеру (обмеженого й необмеженого);

ПР-4 Дослідження релаксаційних і деформованих процесів в полімерах.

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

ЛР-1 Дослідження розчинності вуглеводних біополімерів рослин методом фракціонування;

ЛР-2 Дослідження властивостей розчинів поліелектролітів;

ЛР-3 Дослідження агрегативної стійкості розчинів ВМС;

ЛР-4 Дослідження явища коацервації ВМС.

5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення

№ роботи (шифр)	Назва роботи	Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, що застосовуються при проведенні роботи
Практичні заняття		
ПР13-1.2 ПР15-1.1 ПР15-1.2	ПР-1. Інструктаж з правил техніки безпеки в хімічній лабораторії	Інструктаж з техніки безпеки Стандартизований хімічний посуд
	ПР-2. Вивчення температурних характеристик полімерів.	Хімічні реактиви, необхідні для роботи, вода дистильована, зразки полімерів Нагрівальні пристрої
	ПР-3. Дослідження закономірностей процесу набрякання структурованого полімеру	Різні види органічних розчинників Зразок вулканізованого каучуку Тонкий мідний дрот, фільтр паперовий
	ПР-4 Дослідження релаксаційних і деформованих процесів в полімерах	Зразки еластомерів Штатив з трьома лапами й гачком; Ваги електронні Секундомір, лінійка, штангенциркуль Вантажі з гачками
Лабораторні заняття		
ПР13-1.2 ПР15-1.1 ПР15-1.2	ЛР-1. Дослідження розчинності вуглеводних біополімерів рослин методом фракціонування	Установка для отримання водного розчину суміші рослинних полісахаридів Реагенти для екстракції цільового полісахариду
	ЛР-2 Дослідження властивостей розчинів поліелектролітів	Віскозиметр капілярний ФЕК-56М Водний розчин желатину Іономер ЕВ -74
	ЛР-3 Дослідження агрегативної стійкості розчинів ВМС.	Лабораторний посуд Розчин білка Зневоджуючі агенти (етанол, ацетон)
	ЛР-4 Дослідження явища коацервації ВМС.	Лабораторний посуд Розчин желатину, сіль натрію сульфат, електроліт

6. Система оцінювання та вимоги

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 6-го кваліфікаційного рівня НРК.

6.2. Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі **поточного оцінювання знань** за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та самостійної роботи складатиме не менше 60 балів.

Теоретична частина оцінюється у другому семестрі за результатами здачі чотирьох контрольних тестових робіт, кожна з яких містить тестові закриті запитання: вірна відповідь кожного оцінюється в 10 балів, максимальна кількість 100 балів; загалом за чотири контрольних тестових завдань – 40 % (максимум 40 балів) від оцінки за дисципліну.

Практичні та лабораторні заняття оцінюються шляхом перевірки виконання практичної та лабораторної роботи, їхнього захисту і відповідей на контрольні питання. Кількість практичних робіт у семестрі складає 4, кількість лабораторних – 4.

За виконання двох лабораторних робіт в 5-му семестрі 9-ї чверті здобувач отримує максимум 20 балів: для кожної лабораторної роботи за виконання, оформлення звіту, вірні відповіді на контрольні питання і захист роботи – максимум 10 балів. При несвоєчасному здаванні лабораторної роботи оцінка знижується вдвічі.

В 5-му семестрі 9-ї чверті має місце виконання індивідуального завдання у вигляді написання й захисту реферату (самостійна робота за означеною темою, див. розділ 5) оцінюються у 10 балів.

Лабораторні роботи оцінюються виконанням 2-х контрольних робіт, кожна з яких містить по 2 задачі і по два тестових завдання. Кожна контрольна робота оцінюється в 13 балів; максимум 26 балів.

За виконання двох лабораторних робіт у 5-му семестрі 10-ї чверті здобувач отримує максимум 20 балів: для кожної лабораторної роботи за виконання, оформлення звіту, який включає вірні відповіді на контрольні питання, і захист роботи – максимум 6 балів. При несвоєчасному здаванні лабораторної роботи оцінка знижується вдвічі.

За виконання чотирьох практичних робіт у 5-му семестрі 10-ї чверті здобувач отримує максимум 32 бали: для кожної практичної роботи за виконання, оформлення звіту, який включає вірні відповіді на контрольні питання, і захист роботи – максимум 6 балів. При несвоєчасному здаванні лабораторної роботи оцінка знижується вдвічі.

Практичні та лабораторні роботи оцінюються виконанням однієї контрольної роботи, яка містить 4-ри тестових завдання, кожне з яких оцінюється в два бали.

Отримані бали за теоретичну та практичну частини додаються і вони є підсумковими оцінками за вивчення навчальної дисципліни у кожному семестрі і складатиме максимально 100 балів.

Максимальне оцінювання:

5-й семестр, чверть	Теоретична частина	Лабораторна частина	Практична частина	Бонус	Разом
9	40	56	-	4	100
10	40	24	36		100

Приклад типової задачі за темою «Методи синтезу полімерів» та алгоритму її розв'язку.

Задача. Визначити, яким чином потрібно розвести інертним розчинником реакційну суміш під час радикальної полімеризації, щоб початкова швидкість реакції зменшилася на 27 %. Як зміниться при цьому довжина кінетичного ланцюга (ν)?

Розв'язок

1) За наведеним рівнянням визначення швидкості полімеризації:

$V_p = k [I]^{1/2} \cdot [M]$ рівняння початкової швидкості реакції має вигляд:

$$V_1 = k [M] \cdot [I]^{1/2}$$

2) В результаті розведення концентрація реагентів зміниться в n разів і швидкість реакції становитиме:

$$V_2 = k n [M] \cdot (n [I])^{1/2} = k [M] \cdot [I]^{1/2} \cdot n^{1.5} = V_1 \cdot n^{1.5}.$$

$$V_2 = V_1 \cdot n^{1.5}.$$

3) За умовою задачі:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{100 - 27}{100} = 0,73.$$

4) $\frac{V_2}{V_1} = n^{1.5}$; $n^{1.5} = 0,73$, звідси концентрація реагентів $n = 0,81$.

5) Оскільки концентрація реагентів становитиме 0,81 від вихідної, то об'єм реакційної суміші збільшився в $1 : 0,81 = 1,23$ рази, тобто на 23 % ($123 - 100$).

6) При цьому довжина кінетичного ланцюга для початкового стану (ν_1):

$$\nu_1 = \frac{k_1[M]}{[I]^{1/2}}, \quad \text{а} \quad \nu_2 = \frac{0,81}{\sqrt{0,81}} \cdot \nu_1 = 0,9\nu_1.$$

Отже, вразі зниження концентрації реагентів (мономера й ініціатора) на 27% об'єм реакційної суміші збільшиться в 1,23 рази; а при зниженні концентрації мономера й ініціатора на 19% довжина кінетичного ланцюга зменшиться на 10%.

6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи

У випадку якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав менше 60 балів та/або прагне поліпшити оцінку проводиться **підсумкове оцінювання (екзамен)** під час сесії. Екзамен проводиться у вигляді комплексної контрольної роботи (ККР). У білети до екзамену включені 3 відкриті питання та 2 задачі.

Кожне з **відкритих питань** оцінюється максимум у 8 балів, причому:

- **8 балів** – відповідність еталону;
- **6 балів** – відповідність еталону, з незначними помилками;
- **4 бали** – часткова відповідність еталону, питання повністю не розкриті;
- **2 бали** – невідповідність еталону, але є відповідність темі запитання;
- **0 балів** – відповідь не наведена.

Правильно виконане **завдання** (схема хімічного процесу, опис хімічних перетворень та параметри стадій) оцінюється в 8 балів, причому:

- **8 балів** – відповідність еталону;
- **6 балів** – відповідність еталону, незначні помилки в схемах хімічних реакцій;
- **3 бали** – незначні помилки у формулах та схемах хімічних реакцій;
- **2 бали** – присутні принципові помилки у поданих відповідях, але є відповідність темі запитання;
- **1 бал** – наведені формули повністю не відповідають еталону;
- **0 балів** – рішення не наведене.

Отримані бали за відкриті питання й завдання додаються і є підсумковою оцінкою ККР, за яку здобувач вищої освіти може набрати максимально 40 балів, Ці бали складаються з балами практичного курсу і максимально здобувач вищої освіти може отримати 100 балів за вивчення навчальної дисципліни. У кожному семестрі.

7. Політика курсу

7.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2. Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

7.6. Бонуси

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувача вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни «Фізика і хімія високомолекулярних сполук». За участь у анкетуванні здобувач вищої освіти отримує **2 бали**.

8 Рекомендовані джерела інформації

Базові

- 1 Хімія високомолекулярних сполук : навч. посіб. / Л.В. Мірошник, Д.В. Калугін, В.Д. Орлов; М-во освіти і науки України, – Харків : ХНУ, 1998. – 215 с.
- 2 Теоретичні основи хімії та технології полімерів : навч. посіб. / О.В. Суберляк, В.Й. Скорохода, Н.Б. Семенюк; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська політехніка». – Львів : Львівська політехніка, 2014. – 336 с.
- 3 Фізико-хімічні властивості розчинів ВМС : навч. посіб. / А.Г. Каплаушенко, О.Р. Пряхін [та ін.]; М-во охорони здоров'я України, Запорізький держ. медич. ун-т. – Запоріжжя : ЗДМУ, 2018. – 68 с.
- 4 Шур А.М. Высокомолекулярные соединения. – 3-е изд., перераб. и доп. / А.М. Шур. – М. : Высшая школа, 1981. – 650 с.
- 5 Фізична хімія : навч. посіб. / В.В. Кочубей, Н.О. Бутиліна, П.І. Топільницький, Ю.А. Раєвський; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська політехніка». – Львів : Львівська політехніка, 2008. – 112 с.
- 6 Ластухін Ю.О., Органічна хімія : підруч. для вищ. навч. закладів. – 3-є вид. / Ю.О. Ластухін, С.А. Воронов; М-во освіти і науки України, – Львів : Центр Європи, 2009. – 868 с.

Додаткові

1. Кононський О.Ю. Органічна хімія. Практикум : навч. посіб. / О.Ю. Кононський. – К. : Вища школа, 2002. – 247 с.
2. Практикум з органічної хімії : монографія / Д.О. Мельничук, М.І. Цвіліховський, П.В. Усатюк та ін. під ред. Д.О. Мельничука. – К. : Фенікс, 2002. – 133 с.
3. Глубіш П.А. Органічний синтез : навч. посіб. – У 2-х ч. – Ч. I / П.А. Глубіш; М-во освіти і науки України, Київ : Ін-т змісту і методів навчання, 1997. – 320 с.
4. Кириченко В.І. Загальна хімія : навч. посіб. / В.І. Кириченко. – Київ : Вища шк., 2005. – 639 с.
5. Кононський О.Ю. Органічна хімія : підруч. / О.Ю. Кононський. – К. : Дакор, 2003. – 580 с.
6. Електронні інформаційні ресурси – сайти: кафедри хімії НТУ «Дніпровська політехніка»:
<http://chemistry-chemists.com>
<http://himik.nmu.org.ua/ua/>
<http://fit.nmu.org.ua/ua/>