

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

«Затверджую»

Ректор ДНУ



Сергій ОКОВИТИЙ
11.03. 2024 р.

«Погоджено»

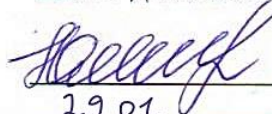
Проректор
з науково-педагогічної роботи

Наталія ГУК
11.03. 2024 р.

ПРОГРАМА АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія
освітня програма «Хімічні технології та інженерія»

Програма затверджена на засіданні
Вченої ради хімічного факультету від
24.01.2024 протокол № 5
Т.в. о. декана хімічного факультету


Юлія МАЦУК
29.01. 2024 р.

Дніпро
2024

Програма атестаційного екзамену з хімічних технологій та інженерії

Програма атестаційного екзамену розроблена згідно з нормативними документами Міністерства освіти і науки України. Програма спрямована на перевірку якості засвоєння знань з основних фахових нормативних дисциплін, визначених навчальним планом підготовки здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія, та їх вміння розв'язувати задачі відповідно до компетентностей та результатів навчання за ОПП «Хімічні технології та інженерія» підготовки бакалавра за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія». Програма складена на базі нормативних дисциплін: Хімія та фізика високомолекулярних сполук, Процеси і апарати хімічних виробництв.

При складанні атестаційного екзамену студенти повинні виявити відповідність компетентностей та результатів навчання вимогам освітньо-професійної програми «Хімічні технології та інженерія», зокрема: здатність вирішувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми хімічних технологій та інженерії, що передбачає застосування теорій та методів хімічних технологій та інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов, зокрема наступні професійні компетентності; здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; знання та розуміння предметної області.

Програма затверджена на засіданні Вченої ради хімічного факультету від 24.01.2024 протокол № 5.

Розділ 1. «Хімія та фізика високомолекулярних сполук»

1. Загальні уявлення про природу і властивості високомолекулярних сполук (ВМС)

Поширення і місце ВМС в природі; значення і місце в техніці й побуті. Особливості будови синтетичних і природних ВМС; полімерні ВМС; основні відмінності властивостей ВМС і їх низькомолекулярних аналогів.

Загальна характеристика способів одержання штучних і синтетичних полімерів.

Класифікація полімерів. Терміни й визначення в хімії ВМС.

Стереохімія полімерів: конфігурація й конформація; хімічна ізомерія ланок; регулярність полімерів; *цис-транс*-ізомерія; стереоізомерія: природа, термінологія, види.

Номенклатура полімерів і співполімерів: раціональна й систематична номенклатури.

Молекулярно-масові характеристики полімерів.

2. Радикальна полімеризація

Радикальна гомополімеризація

Основні види і ознаки полімеризаційних процесів. Загальні уявлення про радикали: живучість і стабільність радикалів; характерні реакції радикалів.

Механізм і загальні умови радикальної полімеризації. Ініціювання: способи; хімічне ініціювання, ініціатори, ефективність і швидкість розпаду ініціатора; ініціюючі Red/Ox системи. Характеристика і швидкість окремих стадій радикальної полімеризації за хімічного ініціювання.

Кінетика радикальної полімеризації. Швидкість процесу полімеризації; кінетична довжина ланцюга й ступінь полімеризації. Реакції і константи передачі ланцюга; поняття про кінетичний і матеріальний ланцюг. Основне рівняння кінетики радикальної полімеризації. Інгібітори, сповільнювачі й регулятори радикальної полімеризації: механізм дії інгібіторів полімеризації; роль кисню повітря в процесах радикальної полімеризації; оборотне інгібування: «псевдожива» полімеризація; ініфертери.

Термодинаміка полімеризації. Термодинамічні умови протікання полімеризації. Верхня й нижня граничні температури полімеризації. Рівноважна концентрація й гранична конверсія мономера.

Радикальна полімеризація при глибоких ступенях перетворення. Гель-ефект (ефект Тромсдорфа).

Молекулярно-масовий розподіл при радикальній полімеризації.

Радикальна співполімеризація

Співполімеризація. Миттєвий склад співполімеру. Константи співполімеризації, зв'язок складу мономерної суміші й співполімеру. Залежність складу співполімеру від конверсії мономерів. Швидкість радикальної співполімеризації. Внутрішньомолекулярний розподіл складових ланок у співполімерах.

Полімеризація полієнових мономерів

Полімеризація спряжених дієнів (1, 3-дієнів). Полімеризація і циклополімеризація неспряжених дієнів.

Фактори, що впливають на радикальну полімеризацію

Вплив температури і тиску на процес радикальної полімеризації:

Фактори, що визначають реакційну здатність мономерів для полімеризації. Ефект спряження подвійного зв'язку із замісником. Стеричний ефект замісників. Інші фактори.

Способи проведення радикальної полімеризації

Полімеризація в масі, у розчині, у суспензії, в емульсії. Порівняльна характеристика суспензійної і емульсійної полімеризації. Особливості ініціювання, росту ланцюга при емульсійній полімеризації.

3. Іонна полімеризація олефінових сполук

Катіонна полімеризація

Механізм катіонної полімеризації. Кінетика катіонної полімеризації. Стереοізомерія при катіонній полімеризації. Вплив температури й розчинника на процес.

Аніонна полімеризація

Основні типи каталізу і їх кінетичні особливості. Каталіз в умовах дисоціації каталізатора, кінетика. Каталіз металоорганічними сполуками; «жива» полімеризація. Каталіз лужними металами. Аніон-координаційна полімеризація.

Іон-координаційна полімеризація на каталізаторах Циглера-Натта

4. Полімеризація неолефінових сполук

Полімеризація карбонільвмісних сполук

Полімеризація формальдегіду за аніонним і катіонним механізмами.

Полімеризація мономерів з потрійними зв'язками.

Полімеризація циклічних сполук

Гідролітична полімеризація циклів. Катіонна полімеризація циклів: простих циклоетерів, лактамів, органосилоксанів. Аніонна полімеризація циклів: циклічних ефірів, ϵ -капролактаму.

5. Поліконденсація

Загальні відомості і відмінні ознаки поліконденсації

Мономери для процесів поліконденсації. Поняття про функціональність мономерів для поліконденсації.

Механізми поліконденсаційних процесів

Загальні відомості. Поліестерифікація. Поліпереестерифікація. Поліконденсація дикарбонових кислот і їх ангідридів з діамінами. Поліконденсація хлорангідридів дикарбонових кислот з гідроксилвмісними сполуками. Поліконденсація фенолу з формальдегідом: особливості процесів і продуктів при кислотному та основному каталізі. Механізм карбамід-формальдегідної поліконденсації.

Основні закономірності реакцій поліконденсації на стадії росту макромолекул. Залежність ступеня поліконденсації від глибини реакції; рівняння Карозерса. Термодинаміка поліконденсації. Константа рівноваги при поліконденсації. Кінетика поліконденсації.

Співполіконденсація.

Лінійна співполіконденсація. Тривимірна поліконденсація: середня функціональність реакційної суміші; коефіцієнт розгалуження; точка гелеутворення; критичний ступінь завершення реакції.

Побічні реакції й стадія припинення росту при поліконденсації. Способи проведення процесів поліконденсації.

6. Реакції полімерів

Класифікація і особливості хімічних реакцій ВМС

Конфігураційні, конформаційні і надмолекулярні ефекти, що впливають на реакції полімерів. Вплив молекулярної маси, концентрації, температури, зовнішнього середовища.

Полімераналогічні перетворення

Основні способи і характерні приклади проведення полімераналогічних перетворень: уведення атомів і груп у малоактивні полімери (хлорування і сульфохлорування поліолефінів; одержання синтетичних іонітів; хімічна модифікація – функціоналізація каучуків); реакції за участю активних функціональних груп полімерів; внутрішньомолекулярні реакції.

Макромолекулярні реакції подовження ланцюга

Одержання олігомерів для макромолекулярних реакцій: олігомери з кінцевими ОН-групами; епоксидні смоли; олігомери з кінцевими кратними зв'язками; реакційноздатні полімеризаційні олігомери – рідкі каучуки; теломеризаційні олігомери; олігомери з реакційними центрами в ланцюзі. Основні реакційноздатні олігомери і їх застосування.

Макромолекулярні реакції одержання блокспівполімерів: взаємодією кінцевих функціональних груп; обмінними реакціями. Найбільш доцільні способи одержання.

Макромолекулярні реакції одержання щеплених співполімерів: передачею ланцюга на полімер; полімеризацією на макромолекулі з пероксидними, каталітично активними або ненасиченими замісниками, полімеризацією гетероциклічних мономерів на макромолекулі з активними атомами водню; полімеризацією на макромолекулі зі штучно генерованими радикалами або іонами. Щеплена полімеризація на твердих поверхнях.

Макромолекулярні реакції одержання сітчастих структур. Утворення міжмолекулярних зв'язків при взаємодії функціональних груп ланцюгів: дегідратація; утворення інтерполімерних комплексів; «сушіння» алкідних смол. Взаємодія ди- і поліфункціональних сполук із функціональними групами в ланцюгах макромолекул. Вулканізація каучуків: «сірчана» вулканізація; вулканізація пероксидами, оксидами металів; «холодна» вулканізація дієнових каучуків системою *n*-хінондіоксим-окиснювач і хіноловими ефірами. Полімеризація мономерів і олігомерів з функціональністю, більшою за 2. Механізм тверднення фенолформальдегідних, епоксидних, карбамідоформальдегідних смол, макроізоціанатів; полімеризаційний механізм тверднення олігоестердіакрилатів, ненасичених поліефірів.

7. Реакції деструкції полімерних ланцюгів

Особливості механізмів термічної деструкції і фактори, що на них впливають.

Умови й механізм окиснювальної деструкції. Особливості реакцій кисню з полімерами, що містять кратні зв'язки в ланцюзі. Окиснювальна деструкція гетероланцюгових полімерів. Особливості кінетики окиснювальної деструкції.

Фотодеструкція полімерів.

Радіаційна деструкція і реакції полімерів.

Механодеструкція й механохімічні реакції полімерів

Хімічна деструкція полімерів. Гідроліз природних полісахаридів. Гідроліз конденсаційних полімерів.

Стабілізація і стабілізатори полімерів.

8. Основи фізики і фізико-хімії полімерів

Гнучкість ланцюгових макромолекул

Гальмування вільного обертання в ланцюгах макромолекул і причини, що його викликають.

Показники гнучкості макромолекул. Середньоквадратична відстань між кінцями ланцюга. Поняття про сегмент Куна. Функція розподілу відстані між

кінцями макромолекули. Параметри, що характеризують гнучкість макромолекул. Гнучкість макромолекул і властивості полімеру. Термодинамічна й кінетична гнучкість макромолекул. Особливості теплового руху макромолекул.

Полімери як фізичні тіла

Агрегатні, фазові й фізичні (релаксаційні, деформаційні) стани полімерів та їх взаємозв'язок, відмінності від станів низькомолекулярних речовин. Методи визначення фізичних станів полімерів. Термомеханічна крива; особливості температурних переходів фізичних станів.

Первинні надмолекулярні структури в полімерах.

Високоеластичний стан полімерів

Загальні характеристики високоеластичного стану полімерів. Термодинамічний аналіз високоеластичної деформації. Залежність напруження–деформація (σ - ϵ) для високоеластичних полімерів. Релаксаційні процеси у високоеластичних полімерах: за постійної деформації; за постійного напруження (крива повзучості полімерів): за різних швидкостей деформації; за знакоперемінних навантажень: петля гістерезису; температурно-часова суперпозиція. Моделювання релаксації напруження (модель і рівняння Максвелла) і деформації (модель і рівняння Кельвіна і Фойхта); час релаксації і запізнювання; крива повзучості; об'єднана модель релаксації деформації. Відхилення високоеластичної деформації реальних полімерів від ідеалізованих. Спектр часів релаксації еластомерів. Релаксаційні явища при періодичних навантаженнях.

Склоподібний стан полімерів

Загальна характеристика склоподібного стану. Теорії склування полімерів. Правила мольних (Журкова) і об'ємних частин. Крихкі й некрихкі склоподібні полімери. Залежності σ - ϵ при розтягу склоподібних полімерів: холодний плин полімеру, вимушена високоеластична деформація і границя вимушеної еластичності. Холодна витяжка і її практичне значення. Принцип температурно-часової суперпозиції при змушеній еластичній деформації. Зв'язок часу релаксації з напругою деформації склоподібних полімерів; моделювання вимушеної високоеластичної деформації. Деформація крихких склоподібних полімерів: крихке руйнування і температура крихкості (визначення, залежність від молекулярної маси; практичне значення показника).

В'язкоплинний стан полімерів та елементи реології

Загальні відмінності про в'язкоплинний стан полімерів. Елементи теорії реології: основний закон плину рідин (рівняння закону Ньютона для ідеальних рідин); види плину неньютонівських рідин; механізм плину розплавів полімерів (рівняння Френкеля-Ейринга); повна крива плину (найбільша, найменша ньютонівські й ефективна в'язкості; структурна ділянка кривої плину); степеневий закон плину, рівняння Оствальда-Де-Віля; логарифмічна адитивність в'язкості розплавів полімерів: узагальнена функція в'язкості. Вплив релаксаційних явищ на характер плину полімерів: аналітичний вираз для розподілу швидкостей зсуву. Прояв ефекту нормальних напружень при

плині: ефект розбухання струменя; ефект Вайсенберга і його практичне використання.

Фазові стани і міцність полімерів

Мезоморфний стан речовини; рідкі кристали полімерів. Механізм та особливості кристалізації гнучколанцюгових полімерів; регулювання кристалічної структури. Деформація кристалічних полімерів: характер кривої σ - ϵ ; рекристалізація; вплив різних факторів на механізм деформації.

Визначення й характеристики міцності. Теоретична й технічна міцність матеріалів: розбіжності; теорія Гриффітса. Механізми руйнування полімерів у різних фізичних станах. Кінетична теорія міцності: довговічність і залежність довговічності від температури – рівняння Журкова. Вплив різних факторів на міцність і довговічність полімерів.

Системи полімер-низькомолекулярна рідина

Загальні відомості про розчині і процеси розчинення ВМС Термодинаміка розчинення: рушійна сила довольного розчинення; вільна енергія змішання й парціальна молярна вільна енергія; осмотичний тиск і визначення хімічного потенціалу. Якість розчинника: зведений осмотичний тиск, другий віріальний коефіцієнт і константа Хаггінса; поняття «поганий», «гарний» і «ідеальний» розчинники; параметр розчинності. Набрякання й розчинення полімерів: необмежене й обмежене набрякання; θ -температура, θ -розчинник, θ -умови розчинення і їх визначення; верхня і нижня критичні температурні точки фазорозділення. Розведені розчини полімерів: загальна характеристика, в'язкість; визначення молекулярної маси методом віскозиметрії: характеристична в'язкість, рівняння Марка-Куна-Хувінка. Концентровані розчини полімерів: вплив різних факторів на в'язкість концентрованих розчинів полімерів.

Дисперсії (суспензії, емульсії) полімерів. Термінологія, класифікація, властивості. Практичне значення.

Драгли (гелі) полімерів: термінологія, класифікація, властивості.

Пластифікація полімерів: визначення; призначення; вплив на стан і властивості полімерів; механізми.

Розділ 2. «Процеси і апарати хімічних виробництв»

1. Гідромеханічні процеси

Основні фізичні властивості рідин: Поняття в'язкості. Тиск рідин.

Основні поняття гідростатики: Рівновага рідин, закон Паскаля

Основні поняття гідродинаміки: Матеріальний баланс потоку (рівняння нерозривності потоку). Енергетичний баланс потоку (рівняння Бернуллі). Режими руху в'язкої рідини. Основні поняття теорії подоби

Лопатеві насоси: Теорія й характеристики відцентрових насосів. Закони пропорційності. Характеристики відцентрових насосів і мережі. Пуск, зупинка, регулювання й обслуговування відцентрових насосів.

Об'ємні насоси: Типи поршневих насосів. Теорія й характеристики поршневих насосів. Пуск, зупинка, регулювання й обслуговування поршневих насосів.

Неоднорідні системи і методи їх розділення: Розділення суспензій і емульсій. Відстоювання, швидкість осадження (відстоювання), будова відстійників, розрахунок відстійників. Осадження в полі відцентрових сил, будова гідроциклонів.

Фільтрування: Теорія фільтрування. Будова фільтрів різних типів. Основні вимоги до фільтрувальних перегородок. Основні види фільтрувальних перегородок, застосовувані в промисловості. Порівняння й вибір фільтрів. Розрахунок фільтрів.

Центрифугування: Класифікація центрифуг. Будова центрифуг: періодичної та безперервної дії. Сверхцентрифуги. Порівняння, вибір і обслуговування центрифуг. Розрахунок центрифуг.

Очищення газів: Будова газоочисних апаратів різних типів. Порівняння й вибір газоочисних апаратів.

Механічне перемішування в рідкому середовищі: витрата енергії, ефективність. Будова мішалок: лопатеві, пропелерні, турбінні, Спеціальні мішалки. Емульгаційні й гомогенізаційні апарати.

2. Теплообмінні процеси

Рівняння теплового балансу: Визначення теплового навантаження апарата при нагріванні й охолодженні без зміни агрегатного стану, при зміні агрегатного стану.

Рівняння передачі тепла: Рівняння теплопровідності. Рівняння передачі тепла конвекцією. Передача тепла через стінку. Визначення температури стінки.

Теплопередача при перемінних температурах: Напрямок току теплоносіїв. Середній температурний напір.

Конвекція: Різні види конвекції. Розрахунок коефіцієнтів тепловіддачі на основі критеріальних рівнянь.

Променистий теплообмін: Закони Стефана-Больцмана та Кирхгофа. Теплообмін випромінюванням між тілами. Випромінювання газів. Спільна передача тепла конвекцією й випромінюванням. Втрати тепла в навколишнє середовище.

Способи нагрівання й охолодження: Нагрівання водяною парою, парами висококиплячих рідин, гарячими рідинами, гарячими газами, електричним струмом, діелектричне нагрівання. Охолодження до кімнатних температур. Класифікація теплообмінних апаратів.

Поверхневі теплообмінники: трубчасті; пластинчасті; спіральні; з поверхнею теплообміну, утвореною стінками апарата; з оребреними поверхнями теплообміну. Порівняння й вибір поверхневих теплообмінних апаратів. Регенеративні й змішувальні теплообмінні апарати. Експлуатація теплообмінних апаратів.

Способи випарювання: Конструкції випарних апаратів: з вільною циркуляцією, із природною циркуляцією, із примусовою циркуляцією, плівкові випарні апарати. Експлуатація випарних апаратів.

Багатокорпусні випарні установки: Принцип дії, основні схеми. Корисна різниця температур і її розподіл по корпусах. Вибір числа корпусів. Випарні установки з тепловим насосом. Створення вакууму у випарних установках.

3. Масообмінні процеси

Масообмін між фазами в системі «рідина – газ (пара)»: Рушійна сила. Матеріальний баланс. Швидкість масопередачі. Рівняння масовіддачі. Зв'язок коефіцієнта масопередачі й коефіцієнтів масовіддачі. Масообмін за участю твердої фази.

Основні принципи розрахунку масообмінних апаратів: Аналітичний розрахунок висоти апарата. Графічне визначення числа одиниць перенесення. Визначення висоти одиниці перенесення. Графічне визначення числа ступіней зміни концентрації.

Абсорбція: Матеріальний та тепловий баланси. Принципові схеми абсорбції.

Будова абсорберів: Поверхневі, плівкові, насадкові абсорбери. Барботажні абсорбери. Розпилювальні й розбризкувальні абсорбери.

Адсорбція: Рівновага між фазами. Основні типи промислових адсорбентів. Матеріальний баланс адсорбції. Тепловий ефект адсорбції. Кінетика адсорбції. Будова адсорберів різних типів.

Фазова рівновага систем ідеальних і неідеальних рідин: Закони Коновалова й Вревського. Азеотропні суміші.

Основні схеми перегонки: Проста перегонка. Перегонка з водяною парою.

Основні схеми ректифікації: Ректифікація подвійних та багатокомпонентних сумішей. Будова ректифікаційних колон. Матеріальний і тепловий баланси процесу безперервної ректифікації бінарної суміші. Особливості розрахунку ректифікаційних колон.

Сушка: Зв'язок вологи з матеріалом. Властивості вологого газу (повітря). I - x -діаграма вологого повітря. Статика сушки. Напрямок масообміну при сушці. Схеми сушки. Кінетика сушки. Матеріальний і тепловий баланси сушки.

Будова сушарок: Конвективні та контактні сушарки. Комбіновані сушарки. Порівняння й вибір сушарок.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

Кожний екзаменаційний білет містить 43 завдання.

Завдання № 1-35 передбачають обрання однієї вірної відповіді із чотирьох запропонованих. Оцінка за відповідь на кожне питання № 1-35 білету може набувати одного з двох значень:

2 бали – максимальне значення за надання правильної відповіді;

0 балів – мінімальне значення за надання неправильної відповіді, або за надання більше однієї відповіді, або за відсутність відповіді на завдання.

Максимальна кількість балів за вірне виконання тестових завдань № 1-35 – 70 балів.

Завдання № 36-41 передбачають встановлення вірної відповідності між цифрами та буквами для наведених «логічних пар». Кожне завдання містить чотири «логічні пари», між якими потрібно встановити правильну відповідність. До кожного завдання наведено інформацію, позначену цифрами (ліворуч, цифри від 1 до 4) і буквами (праворуч, букви від А до Г). Щоб виконати завдання, необхідно встановити відповідність інформації, позначеної цифрами та буквами (утворити «логічні пари»). Оцінка за відповідь на питання № 36-41 може набувати різних значень в залежності від кількості правильно встановлених відповідностей:

4 бали – здобувач правильно встановив відповідність між цифрами та буквами для чотирьох наведених «логічних пар»;

3 бали - здобувач правильно встановив відповідність між цифрами та буквами для трьох із чотирьох наведених «логічних пар»;

2 бали - здобувач правильно встановив відповідність між цифрами та буквами для двох із чотирьох наведених «логічних пар»;

1 бал - здобувач правильно встановив відповідність між цифрами та буквами для однієї із чотирьох наведених «логічних пар»;

0 балів - здобувач не вказав жодної правильної «логічної пари» з чотирьох наведених або відповіді на завдання не надано.

Максимальна кількість балів за вірне виконання завдань № 36-41 – 24 бали.

Завдання № 42-43 – завдання відкритої форми з короткою відповіддю. Під час виконання цих завдань потрібно вписати отриманий текстовий чи числовий результат у тих одиницях величини, які вказані в умові завдання. Оцінка за відповідь на кожне завдання № 42-43 може набувати одного з двох значень:

3 бали – максимальне значення у випадку правильної відповіді;

0 балів – мінімальне значення у випадку неправильної відповіді або відсутності виконаного завдання.

Максимальна кількість балів за вірне виконання завдань № 42-43 – 6 балів.

Максимальна кількість балів, яка може бути набрана за весь іспит – 100 балів.

База тестових завдань містить 2 дисципліни та 43 розділи. В розділах від 1 до 41 є 15 тестових завдань, в розділі 42,43 – по 10 тестових завдань. Для

формування екзаменаційного білету з бази завдань обирається одне тестове завдання з кожного розділу, всього в екзаменаційному білеті 43 завдання.

Для забезпечення оголошеної структури екзаменаційного білету і належної варіативності при його формуванні склад та обсяг бази тестових завдань повинен бути таким:

Дисципліна	Нумерація розділів в базі завдань	Кількість завдань в одному розділі	Усього завдань з дисципліни
Хімія та фізика високомолекулярних сполук	1-15	15	225
	36,37	15	30
Процеси і апарати хімічних виробництв	16-35	15	300
	38-41	15	60
	42-43	10	20
Загальна кількість завдань			635

Підсумкову оцінку визначають за 100-бальною і національною шкалами.

Шкала підсумкової оцінки

Відмінно/Excellent	90-100	Відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою
Добре/Good	82-89	Якість виконання оцінено числом балів, близьким до максимального, робота має дві-три незначні помилки
	75-81	Робота має декілька незначних помилок або одну-дві значні помилки
Задовільно/Satisfactory	64-74	Робота з трьома значними помилками
	60-63	Виконання відповідає мінімальним критеріям, відповідь фрагментарна, непослідовна
Незадовільно/Fail	0-59	Якість виконання оцінено числом балів, менш мінімального

Перелік рекомендованої літератури

До розділу 1.

Основна

1. Варлан К. Є. Хімія та фізика високомолекулярних сполук. Частина 1. Синтез полімерів : навч. посібник. – Д.: Ліра, 2020. – 104 с. URL: <https://www.chemistrydnu.com.ua/kafedri/kafedra-hah-hht/studentu-dopomoga/>

2. Варлан К. Є. Хімія та фізика високомолекулярних сполук. Частина 2. Хімічні реакції полімерів : навч посібник. – Д.: ДНУ-ХХТ, 2021. – 65 с. URL: <https://www.chemistrydnu.com.ua/kafedri/kafedra-hah-hht/studentu-dopomoga/>

3. Варлан, К.Є. Хімія і фізика високомолекулярних сполук. Частина 3. Основи фізико-хімії полімерів : навч. посібник. – Д.: ДНУ-ХХТ, 2022. – 70 с. URL: <https://www.chemistrydnu.com.ua/kafedri/kafedra-hah-hht/studentu-dopomoga/>

4. Варлан К. Є. Синтез, реакції і основи фізико-хімії полімерів. Методичні вказівки до лабораторного практикуму з курсу «Хімія і фізика високомолекулярних сполук» / К. Є. Варлан, О. П. Чигвінцева. – Д.: Вид. «ФОП Середняк Т.К.», 2016. - 70 с.

5. Гетьманчук Ю. М., Братичак М. М. Хімія та технологія полімерів : підручник. – Л. : Вид-во «Бескід Біт», 2006. – 4 96 с.

6. Кравцов, В. С. Хімія і фізика високомолекулярних сполук. Навчальний посібник / В.С. Кравцов, О.В. Кравцов, М.В. Бурмістр. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. – 560 с.

7. Кузьменко М. Я., Бурмістр М. В., Кобельчук Ю. М. Технологія виробництва та перероблення високомолекулярних сполук. Синтетичні смоли та полімери (синтез, властивості, застосування). Книга 2: підручник. – Д.: ДВНЗ УДХТУ, 2015. – 49 с.

8. Курта С.А., Курганський В.С. Хімія і технологія високомолекулярних сполук : навч. посіб. 2-е вид., доповн.– Ів-Ф. : Вид-во «Плай», 2010. – 291 с.

9. Тхір І. Г., Гуменецький Т. В. Фізико-хімія полімерів : навч. посіб. – Л.: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2005. – 240 с. URL: <https://bd.zlibcdn2.com/book/3239637/0fd024>

10. Хорошилова Т. І., Хромишев В. О., Рябов С. В. Високомолекулярні сполуки : підручник. – Мелітополь : Вид-во МДПУ, 2013. – 178 с. URL: <http://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/4929/1/Підручник%20Високомолекулярні%20сполуки.pdf>

11. Шидловський М.С. Нові матеріали: частина 1 - Структура і механічні властивості конструкційних полімерів та пластмас: навч. посіб. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 192 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/20880>

12. Сучасні полімерні матеріали та їх застосування: методичні вказівки / О. Е. Марцинко. – Одеса, 2021. – 44 с. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/30869/1/polimer.pdf>

Додаткова:

1. Dietrich Braun, Harald Cherdron, Matthias Rehahn, Helmut Ritter, Brigitte Voit. Polymer Synthesis. Theory and Practice. Fundamentals, Methods, Experiments. Fifth Edition. Springer: Verlag Berlin Heidelberg, 2013, 402 p.

2. Sebastian Koltzenburg, Michael Maskos, Oskar Nuyken. Polymer Chemistry. Springer: Verlag Berlin Heidelberg, 2017, 584 p.

3. Alka L. Gupta. Polymer Chemistry. – Meerut: PRAGATI PUBLICATIONS, 2010. – 271 p.

4. Askadskii, A. A. Computational Materials Science of Polymers. – Cambridge International Science Publishing, 2003. – 711 p. URL <https://uk.b-ok.xyz/book/562613/7df38b?dsource=recommend>

5. David I. Bower. An Introduction to Polymer Physics. – New York: Cambridge University Press, 2002. – 444 p. URL: <https://ps.ua1lib.org/book/454052/0a66d1?dsource=recommend>

6. Polymer Chemistry: A Practical Approach / Edited by Fred J. Devis. – New York: Oxford University Press, 2004. – 248 p. URL: <https://ps.ua1lib.org/book/510233/31d6b8?dsource=recommend>

7. Барабаш В. А., Дейкун І. М. Хімія рослинних полімерів: навч. посіб. – К.: «Каравела», 2018. – 440 с.

8. Варлан К. Є., Шевцова К. Р. Співполімери малеїнового ангідриду і стиролу та іонообмінні плівочні матеріали на їх основі // J. of Chem. and Technologies. – 2022. – V. 30, iss. 4. – P. 466-458. URL: <http://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i4.268119>

9. Лукашов В. К., Тищенко С. Д., Шевцова Т. М., Середа В. І. Кінетика процесу нітрування крохмалю нітратною кислотою // J. of Chem. and Technologies – 2022. – V. 30, iss. 3. – P. 451-458. URL: <http://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i3.262889>

До розділу 2

Основна:

1. Поджарський М.А. Термодинамічні основи хіміко-технологічних процесів. – Д.: Ліра. – 2019. – 29 с.

2. Поджарський М.А. Технології зв'язаного азоту: Конспект лекцій з загальної хімічної технології. – Д.: Ліра. – 2019. – 54 с.

3. Шалугін В. С. Процеси та апарати промислових технологій. Навчальний посібник / В. С. Шалугін, В. М. Шмандій. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.

4. Коваленко І. В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник / І. В. Коваленко, В. В. Малиновський. — К.: Інрес Воля, 2005. — 264 с.

5. Поджарський М.А. Теоретичні основи масообмінних процесів: Конспект лекцій / видання 2 виправлене і доповнене. – 2022. – 33 с. – Цифровий репозиторій ДНУ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1112.

6. Поджарський М.А. - Теоретичні основи процесів перегонки й ректифікації: Конспект лекцій/ видання 2 виправлене і доповнене. – 2022. – 24 с. – Цифровий репозиторій ДНУ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1114.

7. Поджарський М.А. Теоретичні основи процесів сорбції: Конспект лекцій. – 2022. – 40 с. – Цифровий репозиторій ДНУ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1113.

8. Поджарський М.А. Борисенко С.А., Красько О.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із масообмінних процесів / видання 2 виправлене і доповнене. – 2022. – 48 с. – Цифровий репозиторій ДНУ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1593 .

9. Поджарський М.А. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із розділу «Гідромеханічні процеси» / видання 2 виправлене і доповнене. – 2022. – 37 с. – Цифровий репозиторій ДНУ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1115 .

10. Поджарський М.А. Парілов О.С. Методичні вказівки до лабораторних та практичних занять за темою «Виробництво амонійної селітри» / видання 2 виправлене і доповнене. – 2022. – 20 с. – Цифровий репозиторій ДНУ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=15259 .

11. Гончаров А. І., Серeda І. П. Хімічна технологія: Підручник. – К.: Вища шк., 1979. Т. 1. – 288 с.

12. Гончаров А. І., Серeda І. П. Хімічна технологія: Підручник. – К.: Вища шк., 1980. Т. 2. – 280 с.

Додаткова:

1. Ардашев В. О., Луняка К. В., Чумаков Г. А. Машини і апарати хімічних виробництв (Курс лекцій). Навчальний посібник. - Херсон: ХНТУ, 2008. - 153 с.

2. Коваленко І. В., Малиновський В. В. Розрахунки основних процесів, машин та апаратів хімічних виробництв: Підручник. - К.: «Норіта Плюс», 2007. - 214 с.

3. Коваленко І. В., Малиновський В.В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв. – Київ: Інрес Воля, 2006. — 261 с.

4. Коваленко І. В., Малиновський В. В. Навчальні дослідження процесів, машин та апаратів хімічних виробництв: навчальний. - К.: «Норіта Плюс», 2006. - 160 с.

5. Михайловський Я. Е., Юхименко М. П. Процеси та апарати хімічних виробництв. Опорний конспект лекцій. - Суми: СумДУ, 2012. – 89 с.

6. Поджарський М. А. Теоретичні основи масообмінних процесів. Конспект лекцій. - Д. : РВВ ДНУ, 2006. – 32 с.

7. Поджарський М. А. Теоретичні основи процесів перегонки й ректифікації. Конспект лекцій – Д. : РВВ ДНУ, 2006. – 24 с.

8. Поджарський М. А. Теоретичні основи процесів сорбції. Конспект лекцій. - Д.: РВВ ДНУ, 2007. – 40 с.

9. Яворський, В.Т. Загальна хімічна технологія: Підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2005. –552 с.

Завідувачка кафедри аналітичної
хімії та хімічної технології



Олена КОСІЦИНА