

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
Хімічний факультет
Кафедра хімії та хімічної технології високомолекулярних сполук

«Затверджено»

Ректор ДНУ ім. О. Гончара



М.В. Поляков
2017 р.

«Узгоджено»

Проректор
з науково-педагогічної роботи

С.О. Чернецький
2017 р.

ПРОГРАМА ФАХОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ
другий (магістерський) рівень вищої освіти
Спеціальність **161 Хімічні технології та інженерія**

Програма затверджена на засіданні
Вченої ради хімічного факультету від
20.02.2017 протокол № 5
Декан хімічного факультету

В.Ф. Варгалюк
2017 р.

Дніпро
2017

Програма вступного фахового випробування розроблена згідно з нормативними документами Міністерства освіти і науки України.

На екзамен виносяться наступні дисципліни нормативного блоку:

1. Хімія та фізика високомолекулярних сполук;
2. Процеси і апарати хімічних виробництв

1. Дисципліна «Хімія та фізика високомолекулярних сполук»:

Загальні уявлення про ВМС і полімери

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.

Радикальна полімеризація

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 інгібіювання: «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.

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 не спряжених дієнів.

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.

Методи 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.

Іонна полімеризація

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

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 циклоєфірів, лактамів, органосиланів. Аніонна полімеризація циклів: циклічних ефірів, ϵ -капролактаму.

Поліконденсація

Загальні відомості і відмінні ознаки поліконденсації. Мономери для процесів поліконденсації. Поняття про функціональність мономерів для поліконденсації.

Механізми поліконденсаційних процесів: загальні відомості. Поліетерифікація. Поліперетерифікація. 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 й 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.

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

Молекулярно-масовий розподіл при поліконденсації. Побічні реакції й стадія припинення росту при поліконденсації. Способи проведення процесів поліконденсації.

Реакції ВМС без зміни ступеня полімеризації.

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

Реакції ВМС зі збільшенням ступеня полімеризації.

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; попередньою активацією кінцевих інертних груп. 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, гідро пероксидами і окиснювачами, окислами металів; «холодна» вулканізація діє нових каучуків системою *n*-хінондіоксим-окиснювач і хіноловими ефірами. Полімеризація мономерів і олігомерів з функціональністю, більшою за 2. Механізм тверднення феноло-формальдегідних, епоксидних, карбамідо-формальдегідних смол, макроізоціанатів; полімеризаційний механізм

тверднення олигоефіракрилатів, неграничних поліефірів.

Реакції деструкції ВМС

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 й реакції полімерів

Механодеструкція й механохімічні реакції полімерів

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

Стабілізація й стабілізатори полімерів.

Гнучкість макромолекул

Механізм гнучкості ланцюгових макромолекул. Гальмування вільного обертання в молекулах і сили, що його викликають: орієнтаційні; індукційні; дисперсійні; водневий зв'язок; іонна взаємодія. Визначення взаємодії в макромолекулах за густиною енергії когезії. Вільне обертання й гнучкість макромолекул.

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) і їх взаємозв'язок у полімерів. Відмінності станів полімерів від станів низькомолекулярних речовин. Методи визначення фізичних станів полімерів. Термомеханічна крива; особливості температурних переходів фізичних станів.

Первинні надмолекулярні структури в полімерах.

Вискоеластичний стан полімерів.

Загальні характеристики високоеластичного стану полімерів. Термодинамічний аналіз високоеластичної деформації. Залежність напруга–деформація (σ - ϵ) для високоеластичних полімерів. Релаксаційні процеси полімерів у високоеластичному стані: за постійної деформації; за постійного напруження (крива повзучості полімерів): за різних швидкостях деформації; за знакоперемінних навантаженнях: петля гістерезису; температурно-часова суперпозиція. Моделювання релаксації напруги (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 частин Журкова й об'ємних частин. Крихкі й некрихкі склоподібні полімери. Залежності σ - ϵ при розтяганні склоподібних полімерів: холодний плин полімеру, змушена високоеластична деформація і границя змушеної 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 змушеної високоеластичної деформації. Деформація крихких склоподібних полімерів: крихке руйнування і температура крихкості (визначення, залежність від молекулярної маси; практичне значення показника).

В'язкоплинний стан полімерів.

Загальні відмінності про в'язкоплинний стан полімерів. Елементи теорії реології: основний закон плину рідин (рівняння закону Ньютона для ідеальних рідин); види плину ньютоновських 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-Вила; 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 напруг при плинні: ефект розбухання струменя; ефект Вайсенберга і його практичне використання.

Кристалічний стан полімерів.

Мезоморфний стан речовини; рідкі кристали полімерів. Механізм кристалізації гнучколанцюгових полімерів: термодинамічні умови кристалізації; кінетика кристалізації, рівняння Аврамі-Колмогорова; особливості кристалізації полімерів (кристалітні форми полімерів); регулювання кристалічної структури. Деформація кристалічних полімерів: характер кривої σ - ϵ ; рекристалізація; вплив різних факторів на механізм деформації.

Міцність полімерів.

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 речовина

Розчини полімерів: загальні відомості, процеси розчинення ВМС. Термодинаміка розчинення: рушійна сила довільного 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 Хагінса; 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.

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

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

2. Дисципліна «Процеси і апарати хімічних виробництв»:

Гідромеханічні процеси

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

Основні поняття гідростатики. 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.

Розділення та змішування неоднорідних систем

Класифікація неоднорідних систем і методів їхнього 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.

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.

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 поверхневих, плівкових, насадкових абсорберів. Барботажні абсорбери. Розпилювальні й розбризкувальні абсорбери.

Адсорбція. Рівновага між фазами. Основні типи промислових адсорбентів. Матеріальний баланс адсорбції. Тепловий ефект адсорбції. Кінетика адсорбції. Будова абсорберів 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.

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 конвективних та контактних сушарок. Комбіновані сушарки. Порівняння й вибір сушарок.

ФАХОВІ ВСТУПНІ ВИПРОБУВАННЯ
за спеціальністю **161 Хімічні технології та інженерія**
Структура екзаменаційного білета та критерії оцінювання

Кожний екзаменаційний білет містить 25 завдань. Максимальна сума балів за виконання всіх завдань – 100.

Завдання з вибором однієї правильної відповіді оцінюється в 2 або 4 бали; 0 балів, якщо вказано неправильну відповідь, або вказано більше однієї відповіді, або відповіді не надано.

Завдання на встановлення відповідності («логічні пари») оцінюється в 0, 1, 2, 3 або 4 бали: 1 бал за кожну правильно встановлену відповідність («логічну пару»); 0 балів, якщо не вказано жодної правильної відповідності пари або відповіді на завдання не надано.

Відповідь на завдання 1-18 потребує знань з *хімії та фізики високомолекулярних сполук*. Відповідь на завдання 1–5 і 8–18 оцінюються 2 балами кожне, відповіді на завдання 6–7 оцінюються 4 балами кожне.

(Відповідальний Варлан Костянтин Єлисейович +380662917531)

В білет входить наступна кількість завдань за темами:

1. Загальні уявлення про ВМС і полімери – 1 завдання (2 бали).
2. Радикальна полімеризація – 1-е завдання (2 бали).
3. Радикальна полімеризація – 2-е завдання (2 бали).
4. Іонна полімеризація – 1 завдання (2 бали)
5. Полімеризація неолефінових сполук – 1 завдання (2 бали).
6. Полімеризація: загальні закономірності – 1 завдання (4 бали).
7. Поліконденсація – 1 завдання (4 бали).
8. Реакції ВМС без зміни ступня полімеризації – 1 завдання (2 бали).
9. Реакції ВМС зі збільшенням ступня полімеризації – 1 завдання (2 бали).
10. Реакції деструкції ВМС – 1 завдання (2 бали).
11. Гнучкість макромолекул – 1 завдання (2 бали).
12. Полімери як фізичні тіла – 1 завдання (2 бали).
13. Вискоеластичний стан полімерів – 1 завдання (2 бали).
14. Склоподібний стан полімерів – 1 завдання (2 бали).
15. В'язкоплинний стан полімерів – 1 завдання (2 бали).
16. Кристалічний стан полімерів – 1 завдання (2 бали).
17. Міцність полімерів – 1 завдання (2 бали).
18. Системи полімер – низькомолекулярна речовина – 1 завдання (2 бали).

Відповідь на завдання 19–43 потребує знань з *процесів і апаратів хімічних виробництв*. Відповідь на завдання 19–23, 26–27, 28–33 і 36–42 оцінюються 2 балами кожне, відповіді на завдання 24, 25, 34, 35, 43 оцінюються 4 балами кожне.

(Відповідальний Поджарський Михайло Абрамович +380667788437)

В білет входять наступні завдання за темами:

Гідромеханічні процеси: завдання 19–23 – по 2 бали, завдання 24, 25 – по 4 бали.

Розділення та змішування неоднорідних систем: завдання 26–27 – по 2 бали.

Теплообмінні процеси: завдання 28–33 – по 2 бали, завдання 34, 35 – по 4 бали.

Масообмінні процеси: завдання 36–42 – по 2 бали, завдання 43 – 4 бали.

Розподіл балів за завданнями

№ завдання	Тема	Завдання з вибором однієї правильної відповіді			Завдання на встановлення відповідності			Всього максима льно
		Кількість завдань	Кількість балів за 1 завдання	Кількість балів	Кількість завдань	Кількість балів за 1 завдання	Кількість балів максималь на	
1	Загальні уявлення про ВМС і полімери	1	2	2				2
2	Радикальна полімеризація 1	1	2	2				2
3	Радикальна полімеризація 2	1	2	2				2
4	Іонна полімеризація	1	2	2				2
5	Полімеризація неолефінових сполук	1	2	2				2
6	Полімеризація: загальні закономірності				1	1-4	4	4
7	Поліконденсація				1	1-4	4	4
8	Реакції ВМС без зміни ступня полімеризації	1	2	2				2
9	Реакції ВМС зі збільшенням ступня полімеризації	1	2	2				2
10	Реакції деструкції ВМС	1	2	2				2
11	Гнучкість макромолекул	1	2	2				2
12	Полімери як фізичні тіла	1	2	2				2
13	Вискоеластичний стан полімерів	1	2	2				2
14	Склоподібний стан полімерів	1	2	2				2
15	В'язкоплинний стан полімерів	1	2	2				2
16	Кристалічний стан полімерів	1	2	2				2
17	Міцність полімерів	1	2	2				2
18	Системи полімер – низькомолекулярна речовина	1	2	2				2
19 - 23	Гідромеханічні процеси	5	2	10	2	1-4	8	18
26 - 27	Розділення та змішування неоднорідних систем	2	2	4				4
28 - 35	Теплообмінні процеси	6	2	12	2	1-4	8	20
36 - 43	Масообмінні процеси	7	2	14	1	1-4	4	18
	Всього:	36		72	7		28	100

Література:

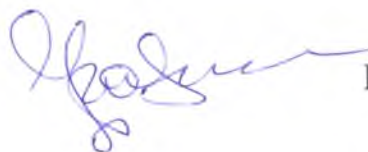
За дисципліною «Хімія та фізика високомолекулярних сполук»:

1. Гетьманчук, Ю.М. Хімія та технологія полімерів / Ю.М. Гетьманчук, М.М. Братичак. – Львів: Бескід Біт, 2006. – 496 с.
2. Семчиков, Ю.Д. Высокомолекулярные соединения: Учеб. для вузов / Ю.Д. Семчиков. – Нижн. Новгород: Изд-во НГУ им. Н.И. Лобачевского, 2003. – 368 с.
3. Кравцов, В.С. Хімія і фізика високомолекулярних сполук. Навчальний посібник / В.С. Кравцов, О.В. Кравцов, М.В. Бурмістр. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. – 560 с.
4. Шур, А.М. Высокомолекулярные соединения: Учебник для ун-тов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Высш. школа, 1981. – 656 с.
5. Тагер, А.А. Физико-химия полимеров / А.А. Тагер. – Изд-е второе. – М.: Химия, 1968. – 545 с.

За дисципліною «Процеси й апарати хімічних виробництв»:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Изд.9-е .М.:Химия, 1973г.
2. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. Изд. 3-е ,М.:Химия , 1987г.
3. Павлов К.Ф. , Романков П.Г. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химтехнологии. Л.:Химия , 1981г.
4. Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию. \ Борисов Г.С., Дытнерский Ю.И. Под ред. Дытнерского, изд.2-е,\ М.:Химия, 1991г.

Зав. кафедри, доц.



Варлан К.Є.