

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
Кафедра хімії та експертизи харчової продукції

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор

Руслан БЕСПАЛЬКО



29 " серпня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ
(обов'язкова)

Освітньо-професійна програма «102 Хімія»

Спеціальність 102 «Хімія»

Галузь знань 10 Природничі науки

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

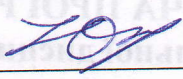
Мова навчання українська

Чернівці 2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни **"Хімічна технологія"** складена відповідно до освітньо-професійної програми «102 Хімія».

Розробники: Лявинець Олександр Семенович, професор кафедри хімії та експертизи харчової продукції, д.х.н., професор
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Викладачі: Лявинець Олександр Семенович, професор кафедри хімії та експертизи харчової продукції, д.х.н., професор
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Погоджено з гарантом ОП  Юрій ХАЛАВКА

Затверджено на засіданні кафедри хімії та експертизи харчової продукції
Протокол № 1 від 27 серпня 2025 року

Завідувач кафедри  Анастасія САЧКО

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів

Протокол № 1 від 29 серпня 2025 року

Голова методичної ради інституту  Галина МОСКАЛИК

© _____

Навчальна дисципліна «Хімічна технологія» є базовою нормативною дисципліною спеціальності 102 Хімія першого бакалаврського рівня вищої освіти. Передбачає розгляд основних закономірностей гідромеханічних, теплових і масообмінних процесів та відповідних апаратів, основних хіміко-технологічних схем одержання технологічних газів, кислот, солей, мінеральних добрив, продуктів основного органічного синтезу та переробки нафти. Це передбачає формування цілісної системи знань про вже відомі хіміко-технологічні процеси, можливість їх удосконалення та створення нових виробництв.

Мета навчальної дисципліни: опанування загальними закономірностями гідромеханічних, теплових і масообмінних процесів, основними типами одиничних процесів, хімізмом, механізмом, фізико-хімічними закономірностями і основними хіміко-технологічними схемами переробки сировини та одержання найважливіших хімічних продуктів.

Завдання вивчення навчальної дисципліни.

Формування у студентів поглибленого розуміння основ сучасного хімічного виробництва; формування знань, умінь і навичок для створення ефективних науково обґрунтованих, економічно доцільних та екологічно безпечних хіміко-технологічних процесів.

Пререквізити. «Неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Фізична хімія», «Вища математика», «Фізика».

Результати навчання.

Вивчення навчальної дисципліни сприятиме формуванню загальних та фахових компетентностей.

Загальні компетентності:

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 03. Здатність працювати у команді.

ЗК 04. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК 09. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ЗК 10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 14. Здатність до прийняття аргументованих рішень.

Фахові компетентності:

ФК 01. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.

ФК 02. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

ФК 03. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт виходячи із вимог хімічної метрології та професійних стандартів в галузі хімії.

ФК 06. Здатність оцінювати ризики.

ФК 07. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

ФК 08. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

ФК 09. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

ФК 12. Здатність представляти наукові матеріали та наводити аргументацію письмово та усно для підготовленої аудиторії.

Це дозволить досягти наступних результатів навчання:

ПРН 01. Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.

ПРН 04. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.

ПРН 10. Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.

ПРН 14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.

ПРН 15. Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.

ПРН 17. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову добросовісність.

ПРН 19. Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.

ПРН 21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.

ПРН 25. Оцінювати та мінімізувати ризики для навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати: основні типи хіміко-технологічних процесів, взаємного руху потоків речовини та енергії, одиничних процесів у хімічній технології; способи створення напору, принцип роботи та найважливіші типи гідравлічних машин; основні закономірності передачі тепла, основні типи теплообмінників, основні закономірності переміщення речовини з однієї фази в іншу, основні типи масообмінних апаратів; хімізм, фізико-хімічні закономірності та технологічні схеми виробництва: технологічних газів; аміаку; нітратної, сульфатної та фосфатної кислот; мінеральних добрив; вуглеводнів (алканів, алкенів, дієнів, ацетилену); спиртів (метанолу, етанолу); хімізм, фізико-хімічні закономірності та технологічні схеми переробки нафти та нафтопродуктів.

вміти: складати і розраховувати матеріальні та енергетичні баланси; використовувати і застосовувати системи диференціальних рівнянь, які описують рідину у стані спокою і в русі, рівняння нерозривності потоку, рівняння Бернуллі, основне рівняння теплопередачі і масовіддачі; розраховувати коефіцієнт теплопередачі і середній температурний напір, коефіцієнт масопередачі і середню рушійну силу; вибрати необхідний тип теплообмінника і нагрівного агента; використовувати набуті знання для оптимізації вже відомих та створення нових технологічних процесів.

Опис навчальної дисципліни Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	3,	6,	6	180	45			60	75		залік іспит
	4	7	3	90	30	-	-	30	30	-	
			3	90	15			30	45		

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7

Змістовий модуль 1						
Загальні питання хімічної технології. Гідромеханічні і теплові процеси						
Тема 1.1. Загальні питання хімічної технології	7	4				3
Тема 1.2. Гідромеханічні процеси.	14	4		6		4
Тема 1.3. Теплові процеси.	19	3		12		4
Разом за ЗМ1	40	11		18		11
Змістовий модуль 2						
Масообмінні процеси. Фізико-хімічні закономірності в хімічній технології						
Тема 2.1. Масообмінні процеси.	13	3		6		4
Тема 2.2. Перегонка рідин. Ректифікація.	10			6		4
Тема 2.3. Фізико-хімічні закономірності в хімічній технології.	10	6				4
Разом за ЗМ2	33	9		12		12
Змістовий модуль 3						
Виробництво аміаку, нітратної та сульфатної кислот.						
Тема 3.1. Виробництво технологічних газів (азоту, водню та кисню).	5					5
Тема 3.2. Виробництво аміаку.	6	3				3
Тема 3.3. Виробництво нітратної кислоти.	6	3				3
Тема 3.4. Виробництво сульфатної кислоти.	7	4				3
Разом за ЗМ3	24	10				14
Усього годин за 6 семестр	97	30		30		37
Змістовий модуль 4						
Виробництво мінеральних солей і добрив. Основний органічний синтез						
Тема 4.1. Промислова підготовка води.	11			6		5
Тема 4.2. Виробництво мінеральних солей	19	2		12		5
Тема 4.3. Виробництво фосфорних добрив.	13	2		6		5
Тема 4.4. Промисловий органічний синтез.	14	6				8
Разом за ЗМ4	57	10		24		23
Модуль 5						
Виробництво алкенів і дієнів. Переробка нафти						
Тема 5.1. Виробництво ненасичених вуглеводнів	9	2				7
Тема 5.2. Переробка нафти та нафтопродуктів.	17	3		6		8
Разом за ЗМ5	26	5		6		15
Усього годин за 7 семестр	83	15		30		38
Усього годин за два семестри	180	45		60		75

Тематика лекційних занять з переліком питань

№ з/п	Назва теми з основними питаннями
1.	Загальні питання хімічної технології. Зміст і завдання хімічної технології. Техніко-економічні показники хіміко-технологічного процесу. Одиначні процеси в хімічній технології. Схеми руху матеріальних та енергетичних потоків. Матеріальний та енергетичний баланси
2.	Гідромеханічні процеси. Гідростатика і гідродинаміка. Диференціальні рівняння рівноваги Ейлера. Основне рівняння гідростатики. Сталі і несталі потоки. Субстанціональна похідна. Режими руху рідини. Рівняння нерозривності потоку. Диференціальні рівняння руху Ейлера. Диференціальні рівняння руху Навьє-Стокса.

	Рівняння Бернуллі та його застосування для визначення швидкості і витрати рідини
3.	Теплові процеси. Основні способи передачі тепла. Основне рівняння теплопередачі. Передача тепла теплопровідністю. Диференціальне рівняння теплопровідності. Передача тепла конвекцією. Закон тепловіддачі. Диференціальне рівняння конвективного теплообміну. Теплопередача при змінних температурах теплоносіїв. Теплове випромінювання.
4.	Масообмінні процеси. Масовіддача і масопередача. Матеріальний баланс. Робоча лінія. Напрямок масопередачі. Молекулярна дифузія і конвективна дифузія. Диференціальні рівняння молекулярної і конвективної дифузії. Рівняння масовіддачі і масопередачі. Визначення коефіцієнта масопередачі і рушійної сили масообмінних процесів.
5.	Фізико-хімічні закономірності в хімічній технології. Хіміко-технологічний процес. Рівновага в технологічних процесах. Кінетика хіміко-технологічних процесів. Кінетичний і дифузійний режим перебігу хіміко-технологічного процесу. Каталітичні процеси
6.	Виробництво аміаку. Методи зв'язування атмосферного азоту. Сировина для виробництва аміаку. Фізико-хімічні основи синтезу аміаку: термодинаміка процесу; кінетика процесу. Основні стадії процесу. Технологічні схеми
7.	Виробництво нітратної кислоти. Сировина для виробництва нітратної кислоти. Виробництво розбавленої нітратної кислоти. Фізико-хімічні основи. Хімізм процесу. Технологічна схема. Концентрування розбавленої нітратної кислоти. Прямий синтез концентрованої нітратної кислоти.
8.	Виробництво сульфатної кислоти. Сировина для виробництва H_2SO_4 . Контактний спосіб виробництва: окислювальне випалення колчедану; очищення пічного газу; контактне окиснення сульфур(IV) оксиду; абсорбція сульфур (VI) оксиду; технологічна схема. Виробництво сульфатної кислоти з сірки.
9.	Виробництво мінеральних солей. Класифікація мінеральних солей. Методи та способи одержання солей. Основні процеси сольової технології. Виробництво калій хлориду: галургічним методом. Виробництво амонійної селітри. Виробництво карбаміду.
10.	Виробництво фосфорних добрив. Класифікація мінеральних добрив. Сировина для виробництва фосфору і фосфорних добрив. Виробництво простого суперфосфату. Виробництво екстраційної фосфатної кислоти. Виробництво подвійного суперфосфату. Виробництво термічної фосфатної кислоти.
11.	Промисловий органічний синтез. Сировина органічного синтезу. Технологічні процеси на основі синтез-газу. Синтез вуглеводнів. Синтез метанолу. Фізико-хімічні основи. Технологічні схеми. Виробництво формальдегіду.
12.	Виробництво ненасичених вуглеводнів. Виробництво ацетилену з карбїду кальцію. Технологічні схеми. Виробництво ацетилену з вуглеводневої сировини: окислювальний піроліз; електрокрекінг метану; технологічні схеми.
13.	Переробка нафти та нафтопродуктів. Склад нафти. Методи вилучення нафти. Октанове і цетанове число. Підготовка нафти до переробки. Первинна переробка нафти – пряма перегонка. Вторинна переробка нафти: термічний і каталітичний крекінг, риформінг.

Тематика лабораторних занять

№ з/п	Назва тем
1.	Використання рівняння Бернуллі для вимірювання витрати рідини та газу. Градування реометра. Ознайомлення з дросельними пристроями на прикладі лабораторного реометра. Побудова шкали приладу.
2.	Охолодження рідини в умовах нестационарного теплового режиму. Закономірності теплопередачі в нестационарному режимі на прикладі змішувального теплообмінника. Розрахунок основних параметрів цього процесу: коефіцієнта теплопередачі і рушійної сили.
3.	Експериментальне визначення параметрів основного рівняння теплопередачі у стаціонарному режимі. Закономірності теплопередачі в

	стаціонарному режимі на прикладі теплообмінника типу «труба в трубі». Розрахунок коефіцієнта теплопередачі і середнього температурного напору.
4.	Визначення ефективності простої перегонки для розділення бінарної суміші рідин на прикладі системи вода-оцтова кислота. Складання матеріального балансу на момент досягнення певного складу кубового залишку. Оцінка ефективності процесу простої перегонки.
5.	Розділення суміші рідин методом екстракції. Ознайомлення з технологією проведення неперервної протитечійної екстракції водою оцтової кислоти з її розчину в толуені. Експериментальне визначення коефіцієнта масопередачі для екстракційної колони.
6.	Визначення ефективності хімічного та іонообмінного пом'якшення води. Вапняно-содовий метод пом'якшення води. Пом'якшення води з використанням катіоніту сульфо-вугілля. Визначення карбонатної, загальної і магнієвої твердості води, розчиненого карбон(IV) оксиду, окиснюваності води.
7.	Карбонізація аміачно-сольового розчину. Дослідження кінетики процесу. Розрахунок ступеня карбонізації, коефіцієнтів використання натрій хлориду і амоніаку, визначення вмісту карбон(IV) оксиду в карбонізованому розчині, розрахунок виходу твердого натрій гідрогенкарбонату.
8.	Інкустація солей твердості. Дослідження процесу перетворення кальцій гідрогенкарбонату в карбонат у розведених водних розчинах при механічному збудженні масопередачі реакційного карбон(IV) оксиду з рідкої фази в газову. Розрахунок константи швидкості процесу інтегральним методом.
9.	Контактне окиснення сульфур (IV) оксиду у сульфур (VI) оксид. Визначення оптимального температурного режиму процесу. Побудова залежності ступеня перетворення сульфур(IV) оксиду від температури. Розрахунок константи швидкості процесу окиснення.
10.	Каталітичний крекінг гасу як один з основних промислових процесів вторинної переробки нафтопродуктів на моторне паливо. Складання матеріального балансу процесу.

Завдання для самостійної роботи студентів

№ з/п	Назва теми	Завдання для самостійної роботи	Кількість годин
1.	Гідромеханічні процеси	Переміщення рідин та газів. Основні відомості про насоси і компресорні машини.	2
2.	Теплові процеси	Нагрівні агенти та способи нагрівання. Конструкції теплообмінних апаратів	2
3.	Масообмінні процеси.	Основні типи абсорберів (конструкція, області використання)	2
4.	Перегонка рідин. Ректифікація.	Основні типи ректифікаційних колон, (конструкція, області використання, типи тарілок і насадок)	2
5.	Фізико-хімічні закономірності в хімічній технології.	Каталіз. Типи каталізу. Основні апарати для проведення гетерогенно-каталітичних процесів.	2
6.	Виробництво технологічних газів (азоту, водню та кисню).	Сировина, фізико-хімічні основи, технологічні схеми	2
7.	Синтез аміаку	Поширення азоту у природі. Форми існування азоту у літосфері. Области використання аміаку. Будова колон синтезу аміаку.	2

8.	Виробництво нітратної кислоти.	Технологічна схема виробництва нітратної кислоти АК-72. Перспективи розвитку виробництва нітратної кислоти.	2
9.	Виробництво сульфатної кислоти	Окиснювальне випалення колчедану, лімітуюча стадія процесу. Апаратурне оформлення. Виробництво сульфатної кислоти з сірководню (гідроген сульфід). Основні стадії. Технологічні схеми.	2
10.	Промислова підготовка води	Природні води та їхні основні характеристики. Питна та технічні води. Спільність і відмінність у вимогах до питної та технічних вод. Вимоги до води, яка використовується в парових котлах. Основні схеми водопідготовки. Суть і механізм процесів, які покладені в основу окремих операцій водопідготовки	2
11.	Виробництво мінеральних солей	Виробництво калій хлориду флотаційним методом.	2
12.	Промисловий органічний синтез	Синол-процес. Гайдрокол-процес. Оксосинтез. Хімізм даних процесів. Технологічні умови проведення.	2
13.	Виробництво ненасичених вуглеводнів	Одержання етилену, пропілену та бутілену. Виробництво бутадієну-1,3 та ізопрену. Сировина. Фізико-хімічні закономірності. Технологічні схеми.	2
14.	Переробка нафти та нафтопродуктів	Загальна характеристика нафти як рідкого викопного палива. Основні групи нафтопродуктів, які одержуються з нафти. Їх застосування. Характеристика трубчастих печей та ректифікаційних колон, які використовуються при первинній переробці нафти. Піроліз нафтопродуктів. Будова печі піролізу. Технологічна схема. Основні методи очищення нафтопродуктів. Коксування нафтових залишків. Технологічна схема. Мета проведення даного процесу у промисловості.	4

Методи навчання

- словесні: пояснювально-ілюстративні (лекція, розповідь, пояснення, бесіда);
- наочні: презентації;
- практичні: лабораторні роботи.

Форми організації навчальної роботи

- лекції;
- лабораторні заняття;
- самостійна робота.

Система контролю та оцінювання

Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль знань студентів здійснюється під час проведення лабораторних занять і включає перевірку знань теоретичного матеріалу та практичних навичок, які передбачені методичними розробками занять з відповідних тем. Перевірка знань студентів здійснюється за допомогою усного фронтального опитування і розв'язування ситуаційних задач

до лабораторних робіт.

Проміжний контроль знань студентів проводиться у вигляді трьох письмових контрольних робіт за темами “Основні процеси хімічної технології”, “Фізико-хімічні закономірності в хімічній технології. Виробництво аміаку, нітратної та сульфатної кислот”, “Виробництво мінеральних солей і добрив. Основний органічний синтез”.

Підсумковий контроль знань студентів проводиться в письмовій формі з питань білету, який складений на основі екзаменаційної програми. Білет складається з 5 питань творчого характеру. Оцінювання відповіді студента проводиться у відповідності з розробленими та затвердженими критеріями оцінок.

Засоби оцінювання

1. Захист лабораторних робіт.
2. Контрольні роботи.
3. Залік.
4. Іспит

Критерії оцінювання результатів навчання студентів згідно зі шкалою ECTS

Знання студентів з навчальної дисципліни «Хімічна технологія» оцінюються за модульно-рейтинговою системою.

Протягом семестру студент може набрати 60 балів за виконання і захист лабораторних робіт, написання контрольних робіт. До 40 балів студент одержує при написанні підсумкового модуль-контролю (залік або іспит).

Розподіл балів, які отримують студенти

6 семестр

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)		Залік	Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2		
T1.1 – T1.3	T2.1 – T2.3	T1.1 – T2.3	
30	30	40	100

7 семестр

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)			Іспит	Сума
Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4	Модуль 5		
T3.1 – T3.4	T4.1 – T4.4	T5.1 – T5.2	T7 – T16	
30	20	10	40	100

Оцінка “відмінно” виставляється студенту, який набрав 90 і більше балів, “добре” – від 70, “задовільно” – від 50.

Оцінка **“Відмінно” (А) (90-100 балів)** виставляється студентові тоді, коли ним повністю опановані закономірності гідромеханічних, теплових і масообмінних процесів, достеменно з’ясована їх суть і математичне описання; повністю засвоєні і з’ясовані хімізм, механізм і технологічні схеми одержання найважливіших хімічних продуктів; є повне розуміння застосування фізико-хімічних закономірностей у хімічній технології.

Оцінка **“Добре” (В) (80-89 балів)** виставляється тоді, коли студентом опановані закономірності гідромеханічних, теплових і масообмінних процесів, з’ясована їх суть і математичне описання; засвоєні хімізм, механізм і технологічні схеми одержання найважливіших хімічних продуктів, основи застосування фізико-хімічних закономірностей у хімічній технології.

Оцінка **“Добре” (С) (70-79 балів)** виставляється тоді, коли студентом опановані закономірності гідромеханічних, теплових і масообмінних процесів, загалом з’ясована їх суть і математичне описання; засвоєні хімізм, механізм і технологічні схеми одержання найважливіших хімічних продуктів, основи застосування фізико-хімічних закономірностей у хімічній технології, однак під час трактування одержаних знань допускаються незначні

помилки.

Оцінка “Задовільно” (D) (60-69 балів) виставляється тоді, коли студент загалом засвоїв початкові основи гідромеханічних, теплових і масообмінних процесів, має уявлення про хімізм, механізм і технологічні схеми одержання найважливіших хімічних продуктів і основи застосування фізико-хімічних закономірностей у хімічній технології.

Оцінка “Задовільно” (E) (50-59 балів) виставляється тоді, коли студент має уяву про основи гідромеханічних, теплових і

масообмінних процесів, про хімізм, механізм і технологічні схеми одержання найважливіших хімічних продуктів і основи застосування фізико-хімічних закономірностей у хімічній технології.

Оцінка “Незадовільно” (FX) виставляється тоді, коли студент не виявив знань про початкові основи гідромеханічних, теплових і масообмінних процесів, про хімізм, механізм і технологічні схеми одержання найважливіших хімічних продуктів і основи застосування фізико-хімічних закономірностей у хімічній технології.

Оцінка “Незадовільно” (F) виставляється тоді, коли у студента відсутні елементарні знання про початкові основи гідромеханічних, теплових і масообмінних процесів, про хімізм, механізм і технологічні схеми одержання найважливіших хімічних продуктів та основи застосування фізико-хімічних закономірностей у хімічній технології.

Підсумкові оцінки з навчальної дисципліни „Хімічна технологія” виставляються відповідно з кількістю набраних студентом балів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

Перелік питань для самоконтролю і контролю навчальних досягнень студентів

6 семестр

Загальні питання хімічної технології

1. Поняття технології, хімічної технології. Об'єкт хімічної технології.
2. Зміст і завдання хімічної технології. Зв'язок з іншими дисциплінами.
3. Відмінність хіміко-технологічного процесу від лабораторного експерименту. Які фактори необхідно враховувати під час проєктування промислових хіміко-технологічних процесів?
4. Класифікація виробництв. Характеристика неорганічних й органічних виробництв.
5. Техніко-економічні показники хіміко-технологічного процесу.
6. Елементи хіміко-технологічного процесу та їх характеристика.

7. Одиничні процеси в хімічній технології. Диференціальні рівняння, які описують гідромеханічні, теплові, масообмінні та хімічні процеси. Рушійна сила цих процесів.
8. Матеріальний та енергетичний баланси. Складання матеріального та енергетичного балансів.
9. Періодичні, неперервні та періодично-неперервні процеси.
10. Схеми руху матеріальних і енергетичних потоків.
11. Кратність обробки сировини. Схеми з відкритим ланцюгом і циклічні процеси.

Гідромеханічні процеси

1. Загальна характеристика гідромеханічних процесів. Поняття про ідеальну рідину. Крапельні і пружні рідини. Рушійна сила гідромеханічних процесів.
2. Фізичні властивості рідин та їх характеристика (густина і питома вага, тиск, в'язкість, поверхневий натяг).
3. Гідростатика. Диференціальні рівняння рівноваги Ейлера. Основний принцип статички. Характеристика сил, що діють на рідину у стані спокою.
4. Основне рівняння гідростатики та його характеристика. Нівелірна висота і пьезометричний напір.
5. Практичне застосування основного рівняння гідростатики (сполучені посудини, пневматичне вимірювання кількості рідини в резервуарі, гідростатичні машини тощо).
6. Гідродинаміка. Основні характеристики руху рідини: швидкість і витрата рідини; встановлений і невстановлений потоки. Наведіть приклади.
7. Зміна параметру в просторі і часі. Поняття про субстанційну похідну.
8. Режими руху рідини. Критерій Рейнольдса. Розподіл швидкостей і витрата рідини при сталому ламінарному потоці і турбулентному режимі.
9. Рівняння нерозривності потоку у диференціальній та інтегральній формі. Практичні наслідки рівняння нерозривності потоку.
10. Диференціальні рівняння руху Ейлера. Розподіл сил, які діють на рухому ідеальну рідину. Основний принцип динаміки.
11. Рух реальної рідини. Диференціальні рівняння руху Нав'є–Стокса. Розподіл сил, які діють на рухому реальну рідину.
12. Рівняння Бернуллі. Геометричний, пьезометричний і динамічний напори ідеальної рідини. Рівняння Бернуллі для реальної рідини.
13. Вимірювання швидкості та витрати рідини на основі рівняння Бернуллі.
14. Охарактеризувати основні способи створення напору рідини.

Теплові процеси

1. Характеристика теплових процесів. Теплообмін. Теплоносії. Основні способи передачі тепла. Теплопередача і тепловіддача.
2. Теплові баланси. Теплообмін без зміни і зі зміною агрегатного стану теплоносіїв. Облік тепла екзотермічної хімічної реакції.
3. Основне рівняння теплопередачі. Коефіцієнт теплопередачі. Рушійна сила теплових процесів.
4. Передача тепла теплопровідністю. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності.
5. Диференціальне рівняння теплопровідності для сталого і несталого теплового потоку. Коефіцієнт температуропровідності.
6. Конвективний теплообмін. Механізм теплопередачі. Закон охолодження Ньютона (рівняння тепловіддачі). Коефіцієнт тепловіддачі, його характеристика.
7. Диференціальне рівняння конвективного теплообміну (рівняння Фур'є–Кірхгофа). Складові конвекції й теплопровідності.
8. Теплопередача за постійних температур теплоносіїв (плоска стінка). Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Тепловий опір середовища.
9. Теплопередача за постійних температур теплоносіїв (циліндрична стінка). Розрахунок коефіцієнта теплопередачі. Тепловий опір середовища.
10. Теплопередача за змінних температур теплоносіїв (прямотечія та протитечія). Розрахунок середньої рушійної сили процесу.

Масообмінні процеси

1. Характеристика масообмінних процесів. Масообмінні процеси в системах газ – рідина, газ – тверда фаза, тверда фаза – рідина, рідина – рідина. Наведіть приклади.
2. Основні групи масообмінних процесів. Фази-носії і розподілювана речовина. Масопередача і масовіддача. Рушійна сила масообмінних процесів.
3. Фазова рівновага в масообмінних процесах. Графічне зображення фазової рівноваги. Лінія рівноваги. Коефіцієнт розподілу.
4. Матеріальний баланс масообмінних процесів. Робоча лінія.
5. Напрямок масопередачі (залежно від взаємного розміщення лінії рівноваги і робочої лінії).
6. Молекулярна дифузія. Перший закон Фіка. Коефіцієнт молекулярної дифузії.
7. Диференціальне рівняння молекулярної дифузії. Другий закон Фіка.
8. Конвективне перенесення. Диференціальне рівняння конвективного переносу для сталого і несталого процесів. Складова молекулярної і конвективної дифузії у диференціальному рівнянні конвективного перенесення.
9. Рівняння масовіддачі для газової і рідкої фази (у разі абсорбції). Коефіцієнти масовіддачі, їх фізичний зміст та характеристика.
10. Рівняння масопередачі для газової і рідкої фази (процес абсорбції). Коефіцієнти масопередачі. Поняття про середню рушійну силу процесу масопередачі.
11. Залежність між коефіцієнтами масопередачі та масовіддачі. Розрахунок коефіцієнта масопередачі через коефіцієнт масовіддачі для лінійної і нелінійної залежності між рівноважними концентраціями розподілюваного компонента у фазах.
12. Розрахунок середньої рушійної сили масообмінних процесів для лінійної і нелінійної залежності між рівноважними концентраціями розподілюваного компонента у фазах.

7 семестр

Фізико-хімічні закономірності в хімічній технології

1. Обґрунтувати вплив температури на швидкість зворотної екзотермічної реакції з врахуванням кінетичного та термодинамічного факторів.
2. Обґрунтувати вплив тиску на швидкість зворотніх хімічних реакцій, які перебігають зі зміною об'єму реакційної суміші.
3. Обґрунтувати вплив температури на швидкість зворотної ендотермічної реакції з врахуванням кінетичного та термодинамічного факторів.
4. Охарактеризуйте поняття лінії оптимальних температур (ЛОТ). Кінетичний і термодинамічний фактори окиснення оксиду сірки (IV) до оксиду сірки (VI). Як усувають протиріччя між цими факторами?
5. У чому полягає відмінність понять “хімічна реакція” і “хімічний процес”? Охарактеризуйте основні стадії хімічного процесу. Запропонуйте способи керування окремими стадіями хімічного процесу на прикладі окиснення оксиду сульфуру (IV) в оксид сульфуру (VI).
6. Обґрунтувати на прикладі синтезу аміаку вплив тиску на перебіг зворотної реакції, яка відбувається зменшенням зі об'єму.
7. Кінетичний і дифузійний режими перебігу хіміко-технологічного процесу. Вплив на процес залежно від режиму його перебігу.

Виробництво аміаку

1. Методи зв'язування атмосферного азоту. Новітні модифікації відомих методів. Нові підходи.
2. Основні стадії процесу синтезу аміаку. Схеми виробництва аміаку.
3. Синтез аміаку під середнім тиском. Технологічна схема.
4. Синтез аміаку під високим тиском. Технологічна схема.
5. Хімізм, фізико-хімічні закономірності і схема виробництва аміаку під середнім тиском.
6. Фізико-хімічні основи синтезу аміаку. Константа рівноваги – вплив різних факторів.
7. Вплив об'ємної швидкості на вихід аміаку. Як пояснити той факт, що при збільшенні об'ємної швидкості вміст аміаку у азотоводневій суміші знижується, а його сумарний вихід зростає?

8. Як залежить вихід аміаку від температури, тиску та об'ємної швидкості подачі азотоводневої суміші?
9. Від яких чинників залежить швидкість прямої реакції синтезу аміаку? Відповідь обґрунтувати.
10. Циклічність і автотермічність процесу синтезу аміаку.
11. За допомогою яких конструктивних особливостей колон синтезу аміаку досягається автотермічність процесу та їх безпечна експлуатація?
12. З використанням яких параметрів і технологічних прийомів досягається максимальний вихід і висока швидкість реакції синтезу аміаку:



у промислових умовах?

Виробництво нітратної кислоти

1. Виробництво розведеної нітратної кислоти. Хімізм процесу.
2. Виробництво розведеної нітратної кислоти під атмосферним тиском. Технологічна схема.
3. Фізико-хімічні основи контактного окиснення аміаку. Від яких чинників залежить напрям реакції контактного окиснення аміаку? Що необхідно зробити, щоб спрямувати даний процес до утворення нітроген (II) оксиду? Вплив температури і тиску.
4. Фізико-хімічні основи контактного окиснення аміаку. Вплив концентрації аміаку.
5. Фізико-хімічні основи окиснення нітроген (II) оксиду. Особливості впливу температури на цей процес.
6. Чим обумовлений негативний температурний коефіцієнт для реакції окиснення нітроген (II) оксиду в нітроген (IV) оксид?
7. За допомогою яких технологічних прийомів досягається висока ефективність поглинання нітроген оксидів у виробництві розведеної нітратної кислоти під атмосферним тиском?
8. Концентрування розведеної нітратної кислоти.
9. Виробництво концентрованої нітратної кислоти. Хімізм процесу.
10. Прямий синтез концентрованої нітратної кислоти. Фізико-хімічні основи. Технологічна схема.
11. Як відбувається швидке окиснення нітроген (II) оксиду в нітроген (IV) оксид у виробництві концентрованої нітратної кислоти прямим синтезом? Які окисники при цьому використовуються?
12. За допомогою яких технологічних прийомів можна прямим синтезом отримати концентровану нітратну кислоту? Відповідь обґрунтуйте.

Технологія виробництва мінеральних солей

1. Опишіть способи добування природних солей.
2. На які групи поділяється технологія виробництва мінеральних солей? Найважливіші процеси сольової технології. Наведіть приклади.
3. Якими способами можна розділити сильвініт на складові у промислових умовах. На яких властивостях натрій і калій хлориду ґрунтується можливість такого розділення?
4. Технологія виробництва KCl із сильвініту галургічним методом. Фізико-хімічні закономірності перебігу процесу. Технологічна схема та головні операції одержання KCl із сильвініту.
5. Флотаційний метод відділення KCl від NaCl із сильвініту
6. Виробництво карбаміду: хімізм процесу, умови одержання. Технологічна схема.
7. Стадії одержання амонійної селітри. Технологічна схема. Будова грануляційної башти.

Виробництво фосфатів

1. Наведіть способи класифікації мінеральних добрив. До яких із цих груп можна віднести фосфатні добрива?
2. Методи виробництва фосфорної кислоти. Переваги і недоліки цих методів, сфери використання одержаної кислоти.
3. Екстракційна фосфорна кислота, переваги її одержання. Складнощі, що виникають при проведенні процесу кристалізації.

- Електротермічне одержання жовтого фосфору, його переробка. Виробництво термічної фосфорної кислоти. Яким чином одержується вихідна сировина для виробництва термічної фосфорної кислоти? Одержання метафосфорної, ортофосфорної та поліфосфорних кислот. Сфери застосування солей фосфорних кислот.
- Склад амофосу. Процес одержання амофосу. Преципітат. Добування преципітату.
- Виробництво простого суперфосфату: основні стадії, технологічна схема. Яка із стадій є лімітуючою, зазначте умови кожної стадії.
- Виробництво подвійного суперфосфату. Хімізм процесу, технологічна схема. Чим це добриво відрізняється від простого суперфосфату?

Виробництво сульфатної кислоти

- У чому суть спеціального або тонкого очищення пічного газу при виробництві сульфатної кислоти? Яка мета при цьому ставиться?
- Чим обумовлений той факт, що у реакції окиснення оксиду сірки (IV) в оксид сірки (VI) залежність швидкості від температури характеризується максимумом?
- Рівновага в системі " $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ ". Від чого залежить ступінь перетворення оксиду сірки (IV) до оксиду сірки (VI)?
- Технологічна схема виробництва сірчаної кислоти контактним методом. Економічна ефективність та екологічна безпечність виробництва за такою схемою.
- Каталізатори окиснення оксиду сірки (IV) до оксиду сірки (VI). Яке значення у виборі каталізатора має порядок реакції?
- Утворення сірчаноокислотного туману у виробництві сірчаної кислоти є небажаним явищем. Однак у деяких технологічних стадіях він необхідний. У яких саме? Відповідь обґрунтуйте.
- Як можна запобігти утворенню сірчаноокислотного туману і за допомогою яких апаратів можна його позбавитися?
- Сировина для виробництва сірчаної кислоти. Яка сировина найбільш широко використовується, яка є економічно вигіднішою (дешевшою)?
- Умови перебігу реакції окиснення оксиду сірки (IV) до оксиду сірки (VI). Які фактори впливають на швидкість реакції окиснення.
- Сірка як сировина для одержання сірчаної кислоти, її види. Переваги використання сірки (економічні та екологічні), схеми підготовки.
- Виробництво сірчаної кислоти з флотаційного колчедану, принципова схема виробництва, основні стадії виробництва.
- Склад та очищення обпалювального (пічного газу). Каталітичні отрути, що містяться в пічному газі. Для чого використовується загальне та спеціальне очищення пічних газів. На якій стадії газу очищуються від каталітичних отрут?
- З якою метою у промисловості використовується метод подвійного контактування? Як визначається кінцевий ступінь контактування?
- Особливості технологічного процесу виробництва сірчаної кислоти з сірки. Принципова схема виробництва сірчаної кислоти з сірки.
- Технологічна схема виробництва сірчаної кислоти контактним методом. Економічна ефективність та екологічна безпечність виробництва за такою схемою, недоліки системи.

Основний органічний синтез

- Охарактеризуйте сировину для основного органічного синтезу. Сировина природного походження та напівпродукти. Наведіть приклади основних технологічних процесів одержання напівпродуктів для основного органічного синтезу.
- Охарактеризуйте основні методи одержання синтез-газу. Як можна коригувати його склад?
- Синтез метанолу. Охарактеризуйте фізико-хімічні закономірності даного процесу. Які каталізатори застосовуються?
- Охарактеризуйте технологічну схему синтезу метанолу при високому тиску на Zn-Cr - каталізаторі. Технологічні умови.

5. Охарактеризуйте технологічну схему виробництва метанолу при низькому тиску на Zn-Cu-Al - каталізаторі. Технологічні умови.
6. Виробництво формальдегіду окислювальним дегідруванням метанолу. Фізико-хімічні основи, технологічна схема.
7. Охарактеризуйте виробництво ацетилену з карбїду кальцію. Фізико-хімічні основи, технологічна схема, будова основних апаратів.
8. Виробництво ацетилену окислювальним піролізом метану і електрокрекінгом метану. Технологічна схема, будова основних апаратів.
9. Виробництво формальдегіду окисненням метанолу. Фізико-хімічні основи, технологічна схема.
10. Схема одержання, каталізатори та апаратурне оформлення синтезу формальдегіду.

Переробка нафти

1. Охарактеризуйте загальну схему переробки нафти. Що є метою первинної і вторинної переробки нафти?
2. Які основні операції включає підготовка нафти до переробки? У чому суть стабілізації нафти?
3. Первинна переробка нафти або пряма перегонка. Дайте характеристику основним варіантам прямої перегонки. Характеристика установок для перегонки нафти. Технологічна схема установки АВТ.
4. Загальна характеристика термічного і каталітичного крекінгу. З якою метою здійснюється крекінг-процес у промисловості? Які групи продуктів при цьому отримуються? Дайте порівняльну характеристику каталітичного і термічного крекінгу.
5. Термічний крекінг нафтопродуктів. Технологічна схема. Основні продукти термічного крекінгу. Сировина термічного крекінгу.
6. За яким механізмом відбуваються реакції термічного крекінгу? Охарактеризуйте основні його стадії. Наведіть приклади. Основні типи реакцій, які перебігають при термічному крекінгу.
7. Особливості каталітичного крекінгу. За яким механізмом відбувається каталітичний крекінг? Охарактеризуйте основні стадії, наведіть приклади.
8. Каталітичний риформінг нафтопродуктів. З якою метою здійснюється процес риформінгу у промисловості? Які каталізатори використовуються у даному процесу? Чим обумовлений вибір каталізатора?
9. Охарактеризуйте основні типи реакцій, які перебігають в процесі риформінгу. Чим обумовлена необхідність проведення процесу риформінгу в атмосфері водню?
10. Технологічна схема каталітичного риформінгу. Ушляхетнення бензину і ароматизація вуглеводнів. Основні типи реакцій, які при цьому відбуваються. Каталізатори.

Рекомендована література

Основна

1. Загальна хімічна технологія: Підручник / В. Т. Яворський, Т. В. Перекупко, З. О. Знак, Л. В. Савчук. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2021. - 552 с.
2. Andreas Jess, Peter Wasserscheid Chemical Technology: From Principles to Products - Wiley-VCH, 2020 – 906 p.
3. О. І. Янушевська, М. І. Літинська, Г. В. Кримець, А. В. Лапінський. Загальна хімічна технологія. Практикум. Частина 1. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 147 с.
4. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., ГОТЛИНСЬКА Г. П., ЛЕЩЕНКО В. А., НЕЧИПОРЕНКО І. О., ЧЕРНИШЕВ І. С. Процеси та апарати хімічної технології. : Підручник. / Під заг. Ред. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО. – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 1016 с.
5. Онищук О.О., Кормош Ж.О. Процеси і апарати хімічних виробництв : Курс лекцій. – Луцьк: Волинський національний університет імені Лесі Українки», 2020. – 155 с.

Додаткова

1. Лявинець О.С., Скрипська О.В., Кушнір О.В. Хімічна технологія. Гідромеханічні, теплові і масообмінні процеси// Навчальний посібник. – Чернівці: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. – 2019. – 168 с.

2. Лявинець О.С., Скрипська О.В., Кушнір О.В. Хімічна технологія. Виробничі процеси // Навчальний посібник. – Чернівці: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. – 2019. – 168 с.
3. Лявинець О.С. Конспект лекцій з хімічної технології. Електронний варіант
4. Хімічна технологія : підручник / Р. О. Денисюк ; Житомир. держ. ун-т ім. Івана Франка. - Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. - 344 с.
5. Топільницький П.І., Гринишин О.Б., Мачинський О.Я. Технологія первинної переробки нафти і газу. Підручник. – Львів: НУ "Львівська політехніка", 2014. – 468 с.

8. Інформаційні ресурси

1. <http://e-arning.ibhb.chnu.edu.ua/course/view.php?id=91>.
2. <http://www.library.chnu.edu.ua/index.php?page=ua>
3. Серед інформаційних ресурсів доступних студентам для навчання є: сайт ІБХБ, доступний і безкоштовний інтернет, бібліотека ЧНУ, сайт дисципліни в системі дистанційного навчання.

Політика академічної доброчесності

Освітня діяльність (викладача і студента) під час вивчення навчальної дисципліни ґрунтується на принципах співробітництва та академічної доброчесності. Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями й об'єктивно оцінені. Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни «Технологія молекулярної кухні» регламентовано такими документами:

- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/media/jxpbs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>
- «Положення Про виявлення та запобігання академічному плагіату у Чернівецькому національному університету імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polozhennia-pro-vyavlennia-ta-zapobihannia-akademichnomu-plahiatu/>